

เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

EFFICIENT ASSESSMENT STANDARD OF THE ELECTRICITY USAGE
FOR DETACHED HOUSES IN GREATER BANGKOK

นราธิป ทับทัน
NARATHIP THUBTHUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AR-M-002-032

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

EFFICIENT ASSESSMENT STANDARD OF THE ELECTRICITY USAGE
FOR DETACHED HOUSES IN GREATER BANGKOK



T105256

นราธิป ทับทัน

NARATHIP THUBTHUN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105256
วันเดือนปี 17 พ.ย. 2552



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL -2009-AR-M-002-092

**EFFICIENT ASSESSMENT STANDARD OF THE ELECTRICITY USAGE
FOR DETACHED HOUSES IN GREATER BANGKOK**

NARATHIP THUBTHUN

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

2009

KMITL -2009-AR-M-002-092

COPYRIGHT 2009

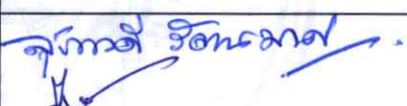


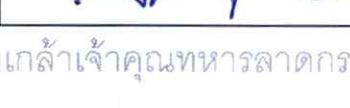

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวใน
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล
Efficient Assessment Standard of Electricity Usage for Detached Houses in Greater
Bangkok

นักศึกษา นายนราธิป ทับทัน
รหัสประจำตัว 49062201
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.สุภาวดี รัตนมาศ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.สุภาวดี	รัตนมาศ	
รศ.กุสุมา	ธรรมธำรง	
รศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	
ผศ.ศุทธา	ศรีเผด็จ	
คุณปฐม	ชัยพฤกษ์ทล	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 19 พฤษภาคม 2552 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล สุวีจันนันท)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่ ๒๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๒

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

นักศึกษา

นาย นราธิป ทับทัน

รหัสประจำตัว

49062201

ปริญญา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2552

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.สุภาวดี รัตนมาศ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการค้นคว้าหาหลักเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้ปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลักในการประเมิน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวเพื่อตั้งเกณฑ์ โดยอ้างอิงจากข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และจากเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในต่างประเทศด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร รวมถึงทฤษฎีด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกับพัฒนารูปแบบและวิธีการประเมินฯที่เป็นไปได้ หลังจากนั้นให้ผู้ทดสอบนำเกณฑ์ที่ได้ไปทดลองใช้กับบ้านเดี่ยวที่สร้างเสร็จแล้ว ผลการทดลองพบว่า ผู้ทดสอบเข้าใจหลักการของเกณฑ์การประเมินฯและใช้แบบประเมินฯได้ด้วยตัวเอง สรุปได้ว่าแบบประเมินฯนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ได้

ผลจากการศึกษาได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินฯเป็นแบบทดสอบ มีเนื้อหาครอบคลุมปัจจัยด้านสถาปัตยกรรม แบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ คือ หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมอาคาร หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม และหมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า แต่ละหมวดหมู่แบ่งออกเป็นข้อย่อยต่างๆตามเนื้อหาปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการประเมินฯ ผู้ใช้แบบประเมินฯจะต้องวัดหรือคำนวณค่าตามแบบประเมินเพื่ออ้างอิงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้และให้คะแนน โดยคะแนนจากทุกหมวดหมู่จะนำมาคิดเป็นร้อยละของประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร และอ้างอิงกับเกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ เพื่อจัดระดับประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารในชั้นตอนสุดท้าย ผลที่ได้จากการสร้างเกณฑ์การประเมินฯดังกล่าวทำให้สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวแต่ละหลังตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งทำให้สถาปนิกและเจ้าของบ้านสามารถปรับปรุงแนวทางการออกแบบรวมถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าตามหลักการและเหตุผลของเกณฑ์การประเมินฯนี้ เพื่อให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น

Thesis	Efficient Assessment Standard of Electricity Usage for Detached Houses in Greater Bangkok.
Student	Mr. Narathip Thubthun
Student ID	49062201
Degree	Master of Architectural
Program	Tropical of Architecture
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Suphawadi Rattanamat

ABSTRACT

This study aimed to seek an efficient assessment standard of electricity usage for detached houses in Greater Bangkok. Architectural factors were used principally for the purpose of the assessment of the efficient electricity usage in building.

The researcher has examined architectural factors that influence the electricity usage in detached houses. This was to establish a standard on the basis of applicable laws, electricity-saving standards overseas as well as theories on efficient electricity usage, along with the development of viable pattern and assessment method. Then, the established standard was applied with ready-to-move-in detached houses by the volunteers. The user revealed that the standard was understood by the volunteers and they were capable to use the standard on their own. The conclusion was that the established standard could be used as a tool in assessing the efficiency of electricity usage in detached houses.

This study has developed the assessment standard into a check form. Several architectural factors, categorized into 3 sections, namely, Section 1 –Environment; Section 2 – Architecture and Section 3 – building-related systems were included. Each section, further, was itemized according to factors required for the assessment purpose. The user of this assessment was required to make an assessment or a calculation in accordance with established standard in order to give scores. Then, scores of all four sections would be calculated to identify the percentage of overall efficiency of electricity saving in the building by referring to established standard. Finally, efficient electricity usage in the building was graded. The use of this assessment allowed architects and detached houses' owners to adjust the design and electricity usage behaviors according to the principle and ground of reason of this assessment. This was to achieve better efficient electricity usage.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยคำแนะนำของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.สุภาวดี รัตนมาศ ที่กรุณาสละเวลาในการชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดการศึกษา และช่วยให้คำแนะนำการจัดลำดับความคิดด้านต่างๆที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังขอขอบคุณคำสั่งสอนและความรู้ที่มีประโยชน์ และโอกาสในการร่วมงานด้านต่างๆ ที่ให้ประสบการณ์ชีวิตที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณท่านคณะกรรมการ รศ.กุสุมา ธรรมธำรง และผศ.ศุภธา(ชัยยุทธ) ศรีเผด็จ ที่ช่วยชี้แนะ แก้ไขและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าอย่างเป็นกันเอง ซึ่งมีส่วนผลักดันให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ขึ้น ขอขอบคุณ รศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และขอขอบคุณ คุณปฐม ชัยพฤกษทล จากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ที่กรุณาสละเวลาให้คำชี้แนะตลอดจนเป็นกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณรัชณี แผงเสียง ที่ช่วยประสานงานการลงทะเบียนในวารสารฯ และขอขอบคุณ คุณบุญมี อินทร์สิทธิ์ ที่ช่วยประสานงานด้านต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำทั้งในด้านวิชาการและประสบการณ์ชีวิตตลอดระยะเวลาในการศึกษาสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือ ทั้งในด้านกำลังใจ และทุนทรัพย์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ คุณชวินทร์ อินทิแสง คุณนนลณีย์ ชำชอง คุณวิทวัส สืบมา คุณวารุณี อยู่ภักดี และเพื่อนๆร่วมรุ่นปริญญาโททุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ ทั้งในด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์ การให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในช่วงการทดสอบใช้เกณฑ์การประเมินฯ รวมถึงคำวิจารณ์และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ซึ่งมีส่วนผลักดันให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ขึ้น

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณ ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ให้โอกาสในการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้ารู้จักและเข้าใจ “สถาปัตยกรรมเขตร้อน” มากขึ้น ความรู้และประสบการณ์ที่ได้ระหว่างการศึกษาในสถาบันนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพด้านวิชาชีพสถาปัตยกรรมและยังช่วยเพิ่มต้นทุนชีวิตด้านการศึกษาและประสบการณ์ชีวิตที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากทุกท่านที่กล่าวมา และขอขอบพระคุณอย่างสูง คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นราธิป ทับทัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	XI
สารบัญแผนภูมิ.....	XV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....	4
1.5.1 การศึกษาค้นคว้าข้อมูลพื้นฐาน.....	4
1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาดัชนี.....	5
1.5.3 การทดสอบและสรุป.....	5
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา.....	7
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 การใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย.....	9
2.1.1 สัดส่วนการบริโภคพลังงานในภาคที่อยู่อาศัย ตามรูปแบบพลังงาน.....	9
2.1.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย ตามจุดประสงค์การใช้.....	10
2.1.3 จุดประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าใน ครัวเรือน.....	11
2.1.4 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย.....	11
2.1.5 การครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย.....	12
2.2 สภาวะความสบาย.....	13
2.2.1 สภาวะความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพฯและปริมณฑล.....	14
2.2.2 สภาวะความสบายทางสายตาของกรุงเทพฯและปริมณฑล.....	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 สภาพภูมิอากาศ.....	15
2.3.1 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย.....	16
2.3.2 สภาพภูมิอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	18
2.3.3 ลักษณะการ โจรของดวงอาทิตย์ที่มีอิทธิพลต่อกรุงเทพมหานคร.....	21
2.3.4 กระแสลมและการเคลื่อนไหวของอากาศ.....	24
2.3.5 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Heat Islands).....	28
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประหยัดพลังงานในอาคาร.....	30
2.4.1 การจัดสภาพแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	30
2.4.2 ความร้อนที่เกิดขึ้นในอาคารและการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร.....	31
2.4.3 การป้องกันความร้อนจากแสงแดด.....	45
2.4.4 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ.....	49
2.4.5 การออกแบบแสงสว่างในอาคาร.....	58
2.4.6 ระบบ ไฟฟ้าประกอบอาคาร และอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	63
2.5 กฎหมาย ข้อบังคับ เกณฑ์มาตรฐาน และข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการ ประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าในอาคาร.....	71
2.5.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535.....	71
2.5.2 หลักเกณฑ์ในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีการประหยัดพลังงาน.....	73
2.5.3 มาตรการเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ในครัวเรือน.....	75
2.5.4 การจัดการด้านพลังงานในบ้านพักอาศัย.....	78
2.6 มาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก.....	79
2.6.1 เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัย(TEEAM).....	79
2.6.2 เกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(Green Mark).....	83
2.6.3 เกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM).....	85
2.6.4 เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE).....	92
2.6.5 เกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์(Green Star).....	102
2.6.6 เกณฑ์ประเมินลีด(LEED).....	104
2.6.7 เกณฑ์ประเมินจีบีซี เมททอดด์(GBC Method).....	109

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.8 เกณฑ์ประเมินอาคารอื่นๆ	111
บทที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาดัชนี.....	112
3.1 การพิจารณาปัจจัยต่างๆที่ส่งต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว.....	112
3.2 องค์ประกอบและปัจจัยทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า....	114
3.3 แนวทางการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆ.....	115
3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินอาคารอื่นๆ.....	118
3.5 กำหนดเนื้อหาและพิจารณาปัจจัยต่างๆ.....	121
3.6 เกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในการประเมิน.....	123
3.7 เกณฑ์การให้คะแนนในข้อต่างๆ.....	124
3.8 สัดส่วนคะแนนในแต่ละหมวดหมู่การประเมิน.....	125
3.9 การสำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว.....	126
บทที่ 4 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินฯ.....	130
4.1 รายละเอียดของเกณฑ์การประเมินฯ.....	130
หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมอาคาร.....	130
หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม.....	137
หมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	172
4.2 รูปแบบการคิดคะแนนในการประเมิน.....	187
4.3 แบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	188
บทที่ 5 การทดสอบเกณฑ์การประเมินฯ.....	213
5.1 รายละเอียดอาคารที่ใช้ทดสอบแบบประเมิน.....	213
5.2 ข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประเมินฯ.....	214
5.3 ขั้นตอนการใช้แบบประเมินฯ.....	225
5.4 ผลการทดสอบใช้แบบทดสอบ.....	249
5.5 สรุปผลการทดสอบใช้แบบประเมินฯ.....	272
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	273
6.1 บทสรุป.....	273
6.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....	274
6.3 แนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคาร.....	274

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.4 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าหรือศึกษาเพิ่มเติม.....	277
บรรณานุกรม.....	278
ภาคผนวก.....	284
ภาคผนวก ก ประมวลคำศัพท์.....	284
ภาคผนวก ข ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุก่อสร้าง.....	285
ภาคผนวก ค ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film).....	287
ภาคผนวก ง ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุผนังและสี.....	290
ภาคผนวก จ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC _g).....	291
ประวัติผู้เขียน.....	293

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการศึกษา.....	6
2.1 แสดงจุดประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน.....	11
2.2 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ในบ้านพักอาศัย.....	12
2.3 แสดงระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ความสบายทางการมองเห็น สำหรับกิจกรรมต่างๆ ในบ้านพักอาศัย ตามมาตรฐาน CIE.....	15
2.4 สรุปข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 30 ปี(พ.ศ.2521-2550)ของกรุงเทพฯและปริมณฑล.....	19
2.5 แสดงค่า Heat Capacity of Materials by Volume.....	38
2.6 แสดงช่วงเวลาที่ความชื้นไหลผ่านวัสดุ.....	40
2.7 แสดงลักษณะเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับบ้านพักอาศัย.....	64
2.8 แสดงประสิทธิภาพของแสง(ค่าลูเมนต่อวัตต์) ของหลอดแสงสว่างชนิดต่างๆ.....	65
2.9 แสดงแนวทางการพิจารณาเลือกใช้ปั๊มอัด โนมัตติ.....	70
2.10 แสดงมาตรฐานค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร สำหรับอาคาร ควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	71
2.11 แสดงมาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารสำหรับอาคารควบคุม ตามพระราช- บัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	72
2.12 แสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มี การปรับอากาศ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	72
2.13 แสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับ- อากาศ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	73
2.14 แสดงมาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารแต่ละประเภท ตามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.....	73
2.15 มาตรการที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน.....	75
2.16 แสดงค่าคะแนนในการประเมินและหมวดการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้อง ของเกณฑ์ ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาคารพักอาศัย.....	82
2.17 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัย.....	82
2.18 แสดงค่าคะแนนในการประเมินและหมวดการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้อง ของเกณฑ์ ประเมินอาคารกรีนมาร์ค(GREEN MARK).....	85
2.19 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์กรีนมาร์ค(GREEN MARK).....	85
2.20 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM).....	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.21 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM).....	91
2.22 แสดงสัมประสิทธิ์คะแนนของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE).....	98
2.23 แสดงแบบฟอร์มหลักของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE).....	99
2.24 แสดงแบบฟอร์มลงคะแนนของเกณฑ์ประเมิน แคสบี(CASBEE) ในกรณีเกณฑ์อยู่ ในช่วง 1 ถึง 5	100
2.25 แสดงแบบฟอร์มลงคะแนนของเกณฑ์ประเมิน แคสบี(CASBEE) ในกรณีที่ใช้เกณฑ์ ตาม Level of effort.....	100
2.26 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มแสดงค่าคะแนนของเกณฑ์ประเมิน แคสบี(CASBEE).....	101
2.27 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ กรีนสตาร์(Green Star).....	103
2.28 แสดงเกณฑ์ประสิทธิภาพของ กรีนสตาร์(Green Star).....	104
2.29 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมิน LEED-H.....	108
2.30 แสดงเกณฑ์ประสิทธิภาพของ LEED-H.....	108
2.31 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมิน จีบีซี เมททอดด์ (GBC Method).....	110
3.1 แสดงกลุ่มขององค์ประกอบและปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ด้วยการออกแบบทาง สถาปัตยกรรมหรือการปรับปรุงพฤติกรรมต่างๆ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ หรือควบคุมได้ลำบาก.....	114
3.2 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	115
3.3 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการลดความร้อน / เพิ่มความเย็น.....	116
3.4 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการพึ่งพาธรรมชาติ.....	116
3.5 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	117
3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของหัวข้อหลักในการประเมินของเกณฑ์ประเมิน กรณีศึกษา (แสดงค่าเป็นร้อยละ).....	120
3.7 แสดงการแจกแจงกลุ่มหมวดหมู่ในการประเมินตามจุดประสงค์การประเมิน.....	121
4.1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและ สีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่างๆ.....	152
4.2 แสดงขนาดของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอยและกิจกรรมการใช้งาน.....	175
4.3 แสดงระดับความสว่างสำหรับกิจกรรมต่างๆในบ้านพักอาศัย ตามมาตรฐาน CIE.....	179
4.4 แสดงการคิดคะแนนเฉลี่ยรวมจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละหมวดหมู่.....	187
4.5 แสดงแบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวฯ.....	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ของบ้านเดี่ยว ตามตามเนื้อหาปัจจัย.....	198
4.7 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า.....	200
4.8 แสดงแบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวฯ ตาม จุดประสงค์การแก้ปัญหา.....	201
4.9 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ของบ้านเดี่ยว ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา.....	212
5.1(2.2.1) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมหลังคา (U-value).....	232
5.2(2.2.2) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value).....	233
5.3(2.2.3) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมประตู-หน้าต่าง.....	234
5.4(3.1.4) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value).....	245
5.5 แสดงผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้าน เดี่ยวกรณีศึกษา.....	249
5.6 แสดงผลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา ตามเนื้อหาปัจจัย.....	259
5.7 แสดงผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้าน เดี่ยวกรณีศึกษา ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา.....	260
5.8 แสดงผลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา.....	271
ข-1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุ.....	285
ค-1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับผนังอาคารทึบ.....	287
ค-2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับผนังสองชั้นที่มีช่อง ว่างอากาศอยู่กลาง.....	287
ค-3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับหลังคาอาคาร.....	288
ค-4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับหลังคาที่มีช่องว่าง อากาศอยู่กลาง.....	288
ค-5 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับเพดาน.....	289
ง-1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสียที่ใช้ทา ภายนอกของผนังชนิดต่างๆ.....	290
จ-1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC _g) ของวัสดุกระจกชนิดต่างๆ.....	291
จ-1(ต่อ) แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC _g) ของวัสดุกระจกชนิดต่างๆ.....	292

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงตำแหน่งและลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทย.....	16
2.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้ง และอาณาเขตของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	18
2.3 แสดงการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนในเวลากลางวัน และกลางคืน.....	22
2.4 แสดงขนาดลำแสงเท่ากัน แต่มีมุมกระทบที่ต่างกัน แสงเฉียงจะครอบคลุมพื้นที่ มากกว่าแสงแนวตั้ง.....	22
2.5 แสดงมุมตกกระทบของแสงเฉียง และแสงตั้งผ่านชั้นบรรยากาศซึ่งแสงเฉียงต้อง ผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่า.....	23
2.6 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูหนาว.....	23
2.7 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำในแนวตั้ง(Altitude Angle) กับแกนเหนือ-ใต้.....	24
2.8 แสดงการหมุนเวียนของบรรยากาศ หากโลกไม่หมุนรอบตัวเอง.....	25
2.9 แสดงการหมุนเวียนของบรรยากาศ เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง.....	25
2.10 แกนของโลกเอียงขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดฤดูกาล.....	26
2.11 แสดงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	27
2.12 แสดงการผันแปรของอุณหภูมิของปรากฏการณ์เกาะความร้อนตามลักษณะการใช้ที่ดิน....	28
2.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้และกลางแจ้ง.....	30
2.14 แสดงการใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมรอบอาคาร.....	31
2.15 แสดงความร้อนที่เข้าสู่อาคาร.....	32
2.16 แสดงการนำความร้อนผ่านแผ่นราบ (Thermal Conduction).....	33
2.17 แสดงเส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังราบชั้นเดียว.....	34
2.18 แสดงเส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังราบ 3 ชั้น (วัสดุต่างชนิดกัน).....	34
2.19 แสดงการสะท้อน การดูดกลืน และการทะลุผ่านของรังสีที่ตกกระทบวัตถุ.....	36
2.20 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบผสมของแผ่นราบ.....	37
2.21 แสดงตัวอย่างแผงกันแดดชนิดต่างๆ และเงาที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันมุมตัด (Profile) ของดวงอาทิตย์.....	47
2.22 แสดงตัวอย่างแผงกันแดดชนิดต่างๆ และเงาที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันมุมเบี่ยง(Bearing) ของดวงอาทิตย์.....	48
2.23 แสดงความเร็วลมที่สัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ต่างๆ.....	50
2.24 แสดงอิทธิพลของรูปทรงและทิศทางการวางอาคารที่มีผลต่อปริมาณกระแสลมและ ความร้อนที่เข้าสู่อาคารในเขตร้อนชื้น.....	51

สารบัญรูปรภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.25 แสดงผลการทดลองให้เห็นว่าเมื่อลมมาปะทะกับผนังที่เจาะช่องเปิดเพียงด้านเดียวในทิศทางตั้งฉาก ลมจะไม่เข้ามาในห้องเลยครั้งเมื่อลมเข้ามาในทิศทางทำมุม 45° กับแนวผนังกลับปรากฏว่าลมเข้ามาในห้องได้ดีขึ้น.....	52
2.26 แสดงผลกระทบการใช้ผนังคักลมต่อความเร็วลมภายในอาคาร.....	53
2.27 แสดงการหาขนาดของผนังคักลมที่เหมาะสมกับขนาดช่องเปิด.....	53
2.28 แสดงส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่คล้าย Wing wall.....	54
2.29 แสดงรูปทรงและการวางตัวอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย จากรูปเส้นทึบของรูปสี่เหลี่ยมหมายถึงผนัง เส้นบางหมายถึงช่องเปิด.....	55
2.30 แสดงการทำให้เกิดการไหลของอากาศจากการใช้หลังคา Solar chimney.....	57
2.31 แสดงลักษณะการเจาะช่องแสงทางด้านข้างทั้งระดับสายตาและเหนือระดับสายตา.....	59
2.32 แสดงลักษณะการเจาะช่องแสงทางด้านบน.....	59
2.33 แสดงสัดส่วนของห้องที่มีผลต่อปริมาณและลักษณะการกระจายแสงภายในห้อง.....	60
2.34 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดทางด้านข้างที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง.....	61
2.35 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดทางด้านบนที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง.....	61
2.36 แสดงตำแหน่งและขนาดช่องเปิดทางด้านบนที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง.....	61
2.37 แสดง Light shelf ที่ใช้ในการบังแสงแดดตรงและช่วยสะท้อนแสงภายในอาคาร.....	62
2.38 แสดงการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบศูนย์กลางที่จุดเดียว(Central Compensation).....	68
2.39 แสดงรูปแบบต่างๆ ของฉลากแสดงถึงประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	74
2.40 แสดงตัวอย่างฉลากประเภทให้การรับรอง.....	76
2.41 แสดงตัวอย่างฉลากแสดงข้อมูล.....	76
2.42 แสดงฉลากเปรียบเทียบประสิทธิภาพภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	77
2.43 แสดงคู่มือเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย และตัวอย่างฉลากรับรอง.....	79
2.44 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์กรีนมาร์ค(GREEN MARK for BUILDINGS).....	83
2.45 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM).....	86
2.46 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของ แคสบี(CASBEE).....	92
2.47 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของกรีนสตาร์(Green Star).....	102

สารบัญรูปรภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.48 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของ USGBC.....	105
2.49 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method).....	109
2.50 แสดงตารางการให้คะแนนของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method).....	111
3.1 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคาร และหลังคา OTTV/RTTV.....	127
3.2 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไดอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX V. 4.4).....	128
3.3 แสดงเครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข (ILLUMINATION METER).....	129
4.1 แสดงขอบเขตที่ดินและผังหลังคาหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีการปกคลุม เพื่อการ คำนวณสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ที่ดิน.....	131
4.2 แสดงผังบริเวณ เพื่อการคำนวณสัดส่วนพื้นที่คาดแจ้งต่อพื้นที่เปิดโล่ง.....	132
4.3 แสดงรูปด้านของรั้ว/กำแพง เพื่อการคำนวณสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่รั้ว/กำแพง ทั้งหมดที่สร้างได้ตามกฎหมาย.....	134
4.4 แสดงผังบริเวณ เพื่อการพิจารณาดำเนินงานพื้นที่คาดแจ้ง และการได้รับร่มเงา.....	137
4.5 แสดงสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม.....	139
4.6 แสดงรูปตัดอาคาร เพื่อการพิจารณามุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือ ผนังโปร่งแสงในด้านทิศใต้ของอาคาร.....	147
4.7 แสดงตัวอย่างผังอาคาร การจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบน ของบ้าน.....	154
4.8 แสดงตัวอย่างผังอาคาร การจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือ ป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน.....	157
4.9 แสดงตัวอย่างผังอาคาร เพื่อคำนวณสัดส่วนพื้นที่ช่องระบายอากาศต่อพื้นที่ผนัง.....	166
4.10 แสดงภาพตัวอย่างผังอาคาร เพื่อพิจารณาดำเนินงานช่องระบายอากาศ.....	166
4.11 แสดงภาพตัวอย่างผังอาคาร เพื่อพิจารณาพื้นที่ใช้สอยหลักที่ได้รับแสงธรรมชาติ.....	168
5.1 แสดงทัศนียภาพของบ้านเลขที่ 55/45 ที่ใช้เป็นอาคารทดสอบแบบประเมินฯ.....	213
5.2 แสดงผังบริเวณของอาคารกรณีศึกษา.....	215
5.3 แสดงผังพื้นที่ชั้นบนและผังพื้นที่ชั้นล่างของอาคารกรณีศึกษา.....	216
5.4 แสดงผังหลังคาและผังโครงสร้างหลังคาของอาคารกรณีศึกษา.....	217
5.5 แสดงรูปตัด A และรูปตัด B ของอาคารกรณีศึกษา.....	218
5.6 แสดงรูปด้าน 1 และรูปด้าน 2 ของอาคารกรณีศึกษา.....	219

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.7 แสดงรูปด้าน 3 และรูปด้าน 4 ของอาคารกรณีศึกษา.....	220
5.8 แสดงผังไฟฟ้า ของอาคารกรณีศึกษา.....	221
5.9 แสดงแบบขยายประตู ของอาคารกรณีศึกษา.....	222
5.10 แสดงแบบขยายหน้าต่าง ของอาคารกรณีศึกษา.....	223
5.10(ต่อ) แสดงแบบขยายหน้าต่าง ของอาคารกรณีศึกษา.....	224
5.11(1.1.1) แสดงการคำนวณขนาดพื้นที่ดิน พื้นที่ที่มีหลังคาปกคลุม และพื้นที่เปิดโล่ง.....	226
5.12(1.1.2) แสดงสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพืชพรรณกับพื้นที่ที่เป็นลานลาดแข็งในพื้นที่เปิดโล่ง.....	226
5.13(1.1.3) แสดงผังขนาดของรั้ว เพื่อการคำนวณสัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน.....	227
5.14(1.2.1.1) แสดงตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่เปิดโล่ง.....	228
5.15(1.2.1.2) แสดงลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง.....	229
5.16(1.2.2) แสดงตำแหน่งพื้นลาดแข็งกลางแจ้ง.....	229
5.17(2.1.1) แสดงสัดส่วนพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือ และใต้.....	230
5.18(2.2.5.1) แสดงหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนัง โปร่งแสง ในรูปด้านทิศใต้.....	235
5.19(2.2.5.2) แสดงคำมูม VSA ของประตูและหน้าต่าง ในรูปตัด.....	235
5.20(2.7.1.1) แสดงการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านแบบ โปร่ง (open plan).....	242
5.21(2.7.1.2) แสดงอุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มี 3 ชั้น.....	242
5.22(3.1.2) แสดงฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ที่ระบุไว้ที่เครื่องปรับอากาศ.....	243
5.23(3.1.5) แสดงการจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาจาก หลังคาปกคลุม.....	245

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1.1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย จำแนกตามสาขาต่างๆ.....	1
1.2 แสดงสัดส่วนที่พักอาศัย จำแนกตามประเภทต่างๆ.....	2
2.1 แสดงสัดส่วนการบริโภคพลังงานในภาคที่อยู่อาศัย จำแนกตามประเภทพลังงาน.....	9
2.2 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย ตามจุดประสงค์การใช้พลังงาน.....	10
2.3 การครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย.....	12
2.4 จำนวนการครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อครัวเรือน.....	13
2.5 สรุปข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 30 ปี(พ.ศ.2521-2550)ของกรุงเทพฯและปริมณฑล.....	20
2.6 แสดงแผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์ที่กรุงเทพมหานคร (เส้นรุ้งที่ 14 ° N).....	21
2.7 แสดงการกระจายสเปกตรัมของกำลังการแผ่รังสีของวัตถุดำ เทา และไม่ใช่สีเทา.....	36
2.8 แสดง Time Lag and Decrement Factor.....	39
2.9 แสดงเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) และวัฏจักรของการก่อสร้างอาคาร.....	93
2.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Environmental quality and performance (Q) และ Building environmental loading(L).....	94
2.11 แสดงตัวอย่างผลการแสดงผลค่า BEE.....	101
3.1 แสดงองค์ประกอบและปัจจัยทั่วไปที่มีผลต่อการ ใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว.....	112
3.2 แสดงกลุ่มองค์ประกอบ-ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการ ใช้พลังงาน ไฟฟ้าในบ้าน.....	113
3.3 แสดงเกณฑ์คะแนนในหัวข้อย่อยต่างๆ.....	125
3.4 แสดงสัดส่วนสัมประสิทธิ์คะแนนในแต่ละหมวดหมู่การประเมิน.....	125
4.1 แสดง การโคจรของดวงอาทิตย์ ที่ละติจูด 14 องศาเหนือ (แทนตำแหน่งกรุงเทพฯและ ปริมณฑล) และความสัมพันธ์ระหว่างมุม VSA กับพื้นที่ร่มเงาหรือการบังแดดในช่วง เวลาต่างๆ.....	146

บทที่ 1

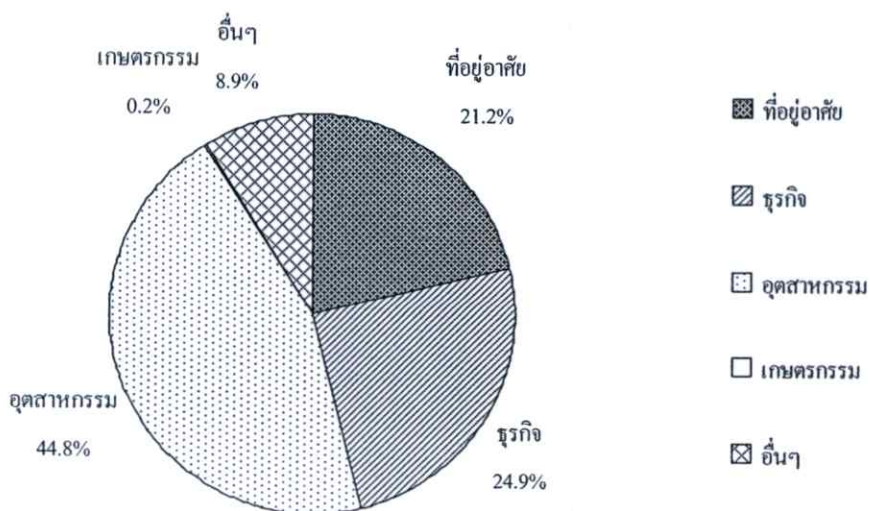
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในประเทศไทยมีการประเมินอาคารประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยอ้างอิงเกณฑ์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผ่านเข้าสู่ผนังอาคาร(OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผ่านเข้าสู่หลังคา(RTTV) จากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยวัดค่าการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านเปลือกอาคารเป็นหลัก แต่เกณฑ์ OTTV และ RTTV เป็นเกณฑ์สำหรับอาคารควบคุมตามกฎหมายควบคุมอาคาร ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงบ้านพักอาศัย การศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวจึงเป็นแนวทางการศึกษาเพื่อทดสอบหรือวัดผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด โดยมีเกณฑ์และดัชนีชี้วัดในรูปแบบที่แตกต่างจากอาคารควบคุมทั่วไป เพื่อส่งเสริมให้เกิดการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่เหมาะสม สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด ส่งผลในด้านการลดการใช้พลังงานในอาคาร

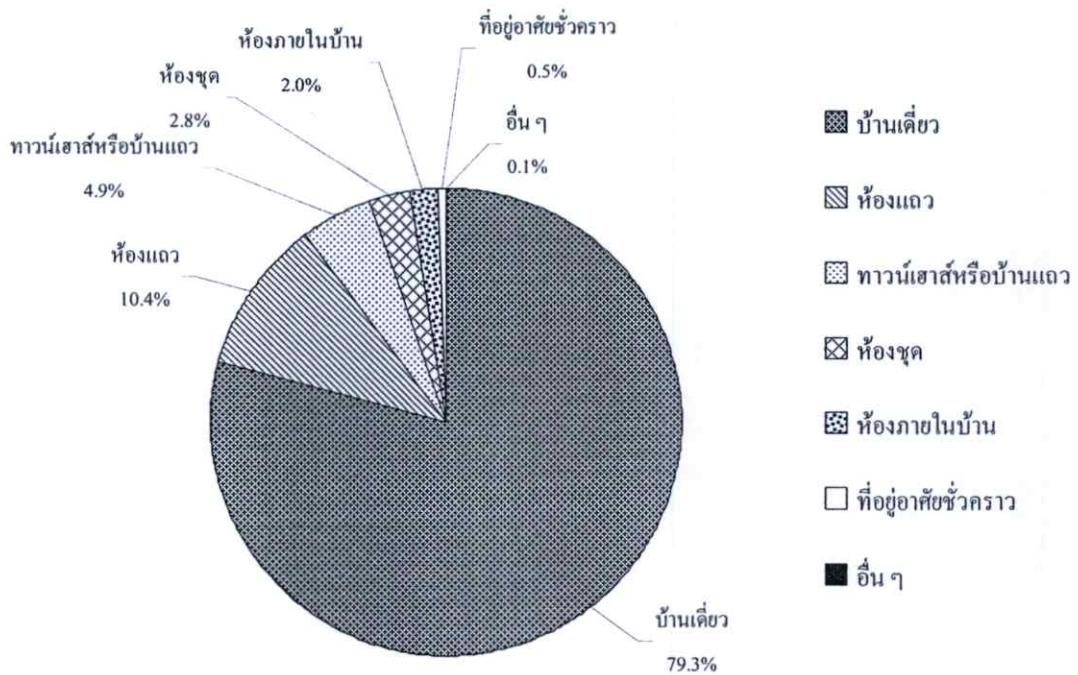
เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศแล้ว ภาคที่อยู่อาศัยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในลำดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 21.2 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศ รองจากภาคอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ 44.8 และภาคธุรกิจร้อยละ 24.9 ตามลำดับ ส่วนภาคเกษตรกรรมร้อยละ 0.2 และภาคอื่นๆคิดเป็นร้อยละ 8.9 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2550)

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย จำแนกตามสาขาต่างๆ



การใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคที่อยู่อาศัยถึงแม้ว่าจะเป็นหน่วยที่เล็ก แต่ก็มีจำนวนทั่วประเทศมากถึง 20 ล้านหน่วยในปัจจุบัน(ศูนย์ประมวลผลผลการทะเบียน สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. 2550) และนับวันจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาสัดส่วนอาคารพักอาศัยแยกตามประเภทอาคาร จะพบว่าบ้านเดี่ยวมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.3 ของอาคารพักอาศัยทั้งหมด(รายงานการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547)

แผนภูมิที่ 1.2 แสดงสัดส่วนที่พักอาศัย จำแนกตามประเภทต่างๆ



ที่มา : รายงานการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547

บ้านเดี่ยวมีรูปแบบและลักษณะทางสถาปัตยกรรมแตกต่างจากอาคารพักอาศัยประเภทอื่นทั้งในด้านของลักษณะการใช้พื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร สัดส่วนพื้นที่ว่างหรือระยะห่างระหว่างอาคารกับขอบเขตที่ดิน รวมไปถึงรูปร่างอาคาร ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการพิจารณาองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวจึงมีรูปแบบและเนื้อหาปลีกย่อยที่แตกต่างจากอาคารพักอาศัยประเภทอื่น

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานจากหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารประเภทพักอาศัยมาบ้างแล้ว อย่างไรก็ตามการศึกษานี้จะเป็นแนวทางการศึกษาที่มุ่งเน้นรูปแบบและลักษณะทางสถาปัตยกรรม

ของบ้านเดี่ยวซึ่งแตกต่างจากอาคารพักอาศัยประเภทอื่น เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับสถาปนิกหรือบุคคลทั่วไป สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวได้ด้วยตัวเอง การพัฒนาเกณฑ์ชี้วัดเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว จะส่งเสริมให้เกิดการออกแบบและก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ได้มาตรฐานประหยัดพลังงานมากขึ้น

การศึกษานี้เป็น โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาหลักเกณฑ์และดัชนีในการประเมินอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวในด้านการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและให้แสงสว่างเป็นหลัก โดยอ้างอิงปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมในการประเมิน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.2.2 สามารถกำหนดหลักเกณฑ์ชี้วัดเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวมีแนวทางการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและการให้แสงสว่างในอาคารเป็นหลัก สามารถตรวจสอบได้โดยใช้ปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว เช่น สภาพแวดล้อมอาคาร การวางทิศทางของอาคาร เปลือกอาคาร ระบบอาคาร เครื่องใช้ไฟฟ้า และการพึ่งพาธรรมชาติ เป็นต้น โดยอ้างอิงกับเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ตามวิธีการทางวิชาการ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาและตั้งเกณฑ์ ในการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว จากปัจจัยด้านการป้องกันความร้อนผ่านหลังคา การป้องกันความร้อนจากผนังและหน้าต่างภายนอก การระบายอากาศและระบบปรับอากาศ ระบบส่องสว่างและการใช้แสงธรรมชาติ คุณภาพและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงการวางทิศทางอาคารและงานภูมิสถาปัตยกรรม เป็นต้น

1.4.2 พัฒนารูปแบบการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอ้างอิงแนวทางของมาตรฐานหรือเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานจากองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ในเบื้องต้นศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารพักอาศัย ประเภทบ้านเดี่ยว และลักษณะการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย จากนั้นค้นคว้าทฤษฎี มาตรฐาน กฎหมาย ข้อบังคับ ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร และค้นคว้า มาตรฐานหรือเกณฑ์ประเมินอาคารด้านการประหยัดพลังงานขององค์กรหรือหน่วยงานต่างๆจาก ภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิกเพื่อศึกษาแนวทางการประเมินอาคารประหยัดพลังงาน

จากนั้นพิจารณาเนื้อหาเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการประหยัด พลังงานไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย และวิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือเกณฑ์ประเมินอาคาร อื่นๆที่ใช้อ้างอิง พร้อมทั้งพิจารณาปัจจัยและองค์ประกอบต่างๆทางสถาปัตยกรรมเพื่อกำหนด ขอบเขตเนื้อหาของแบบประเมินฯ โดยมุ่งเน้นศึกษาในประเด็น การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การลดความร้อนและเพิ่มความเย็นในอาคาร การระบายอากาศและใช้แสงจากธรรมชาติ และลด ภาระการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยการอ้างอิงจากทฤษฎี หลักการ และมาตรฐานการประหยัด พลังงานต่างๆ หลังจากการพิจารณาข้อมูลในเบื้องต้นทำให้ทราบถึงสาเหตุและปัจจัยสำคัญทาง สถาปัตยกรรมอันเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร และสามารถกำหนด รายละเอียดเนื้อหาและตั้งเกณฑ์การประเมิน จากนั้นจึงพัฒนารูปแบบและวิธีการใช้งานที่เป็นไปได้ และนำเกณฑ์ดังกล่าวมาทดสอบใช้กับบ้านเดี่ยวที่สร้างเสร็จแล้วเป็นกรณีศึกษา และนำผลการ ทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงเนื้อหาและวิธีการจากผลทดสอบใช้เกณฑ์การประเมิน ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว และแก้ไขให้สมบูรณ์ที่สุด

1.5.1 การศึกษาค้นคว้าข้อมูลพื้นฐาน

1. ศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว และศึกษาพฤติกรรมกรรมการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย
2. รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลทางสถิติอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบใน การศึกษาประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของสำหรับเดี่ยว
3. ศึกษาทฤษฎีการประหยัดพลังงาน และค้นคว้ามาตรฐาน กฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อเสนอแนะอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
4. ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ประเมินอาคารด้านการประหยัดพลังงานขององค์กรหรือ หน่วยงานต่างๆในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก ประกอบด้วย เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม(TEEAM)สำหรับอาคารพักอาศัย ของประเทศไทย เกณฑ์ประเมิน กรีนมาร์ค(Green Mark)จากประเทศสิงคโปร์ เกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)ของเขต ปกครองพิเศษฮ่องกง เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE)จากประเทศญี่ปุ่น เกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์ (Green Star)ของประเทศออสเตรเลีย เกณฑ์ประเมินลีด(LEED)จากประเทศสหรัฐอเมริกา และ เกณฑ์ประเมินจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)จากประเทศแคนาดา โดยศึกษารายละเอียด เนื้อหา

และการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ รวมถึงรูปแบบและวิธีการประเมิน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวต่อไป

1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาดัชนี

1. วิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยสำคัญทางสถาปัตยกรรมอันเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

2. พิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว โดยมุ่งเน้นในประเด็น การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การลดความร้อนและเพิ่มความเย็นในอาคาร การระบายอากาศและใช้แสงจากธรรมชาติ และลดภาระการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า จากนั้นกำหนดขอบเขตของเนื้อหา และแบ่งเป็นหมวดหมู่

3. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเกณฑ์หรือมาตรฐานต่างๆ ที่ได้จากการค้นคว้า มาใช้ประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในประเทศไทย

4. วิเคราะห์และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในประเทศไทย โดยการอ้างอิงทฤษฎี หลักการ และมาตรฐานการประหยัดพลังงานต่างๆ

5. พัฒนารูปแบบและวิธีการใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว พร้อมทั้งสำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบ เพื่อการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว ทั้งที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการทดลอง พร้อมข้อเสนอแนะ

4. กำหนดดัชนี รูปแบบและวิธีในการประเมินผลประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว

1.5.3 การทดสอบและสรุป

1. นำเกณฑ์ ดัชนีและวิธีในการประเมินที่ได้มาทดสอบกับอาคารตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบเป็นผู้ใช้เกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวที่ได้พัฒนาขึ้น

2. ประเมินผลการทดสอบ และแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ที่สุด

ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการศึกษา

ขั้นตอนของการศึกษา	ช่วงระยะเวลา (เดือน)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. ศึกษาข้อมูล/พฤติกรรมกรมการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย(บ้านเดี่ยว)													
2. ศึกษาสภาวะความสบาย													
3. ศึกษาสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย และสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล													
4. ศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร													
5. ศึกษากฎหมาย มาตรฐาน ข้อบังคับ และข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานในอาคาร													
6. ศึกษาเกณฑ์ประเมินอาคารด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอื่นๆ จากประเทศในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก													
7. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวในประเทศไทย เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหา													
8. กำหนดเนื้อหาหมวดหมู่ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินอาคาร พร้อมกับศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งเกณฑ์													
9. วิเคราะห์และพัฒนาดัชนีในการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว													
10. กำหนดเกณฑ์ และวิธีการในการประเมิน													
10.1 ตั้งเกณฑ์													
10.2 พัฒนารูปแบบและวิธีการประเมิน													
11. ดำเนินเครื่องมือหรือวิธีการในการทดสอบ เพื่อการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว													
11.1 เครื่องมือหรือวิธีการ ในการหาค่าต่างๆ (เช่น การคิดสัดส่วนพื้นที่ต่างๆ การหาค่า U-value และค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้อง)													
12. ทดสอบใช้เกณฑ์การประเมินกับอาคารตัวอย่าง													
12.1 นำเกณฑ์ที่ได้มาทดสอบใช้กับอาคารตัวอย่าง													
13. ปรับปรุงให้สมบูรณ์ที่สุดและสรุปผล													

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยมีตัวแปรอยู่มากมายและละเอียดอ่อน เช่น สภาพภูมิอากาศ สถาปัตยกรรม อุปกรณ์ไฟฟ้า และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร เป็นต้น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความหลากหลายและยากต่อการควบคุม การศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวนี้ เป็นการศึกษาโดยอ้างอิงตัวแปรด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก และอ้างอิงตัวแปรคงที่อื่นๆที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมเท่านั้น

การทดสอบใช้เกณฑ์กับบ้านเดี่ยวที่สร้างเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่ก่อสร้างด้วยวัสดุถาวร ขนาดพื้นที่ประมาณ 150 ตารางเมตร เป็นอาคารทดสอบเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นตัวอย่างของบ้านเดี่ยวที่พบเห็นได้ทั่วไป โดยใช้บ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลเป็นกรณีศึกษา

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การพิจารณาหรือวัดค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามหลักหรือวิธีการทางวิชาการ

บ้านเดี่ยว หมายถึง อาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย มีที่ว่างระหว่างรั้วหรือแนวเขตที่ดินกับตัวอาคารด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างของแต่ละบ้าน

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถศึกษาวิธีการและกระบวนการพัฒนาสร้างดัชนีในการประเมินประสิทธิภาพของอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวสำหรับผู้ออกแบบในขั้นตอนการออกแบบอาคาร หรือผู้ที่สนใจทั่วไปใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว และยังอ้างอิงหลักการและเหตุผลของเกณฑ์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับปรุงบ้านเดี่ยวเพื่อการประหยัดพลังงานได้ ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยวใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในเบื้องต้นได้ค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาและเป็นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดและพัฒนาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ข้อมูลพื้นฐานและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่ได้มีการค้นคว้า มีดังนี้

- 2.1 การใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย
- 2.2 สภาวะความสบาย
- 2.3 สภาพภูมิอากาศ
- 2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประหยัดพลังงานในอาคาร
- 2.5 กฎหมาย ข้อบังคับ เกณฑ์มาตรฐาน และข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร
- 2.6 มาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก

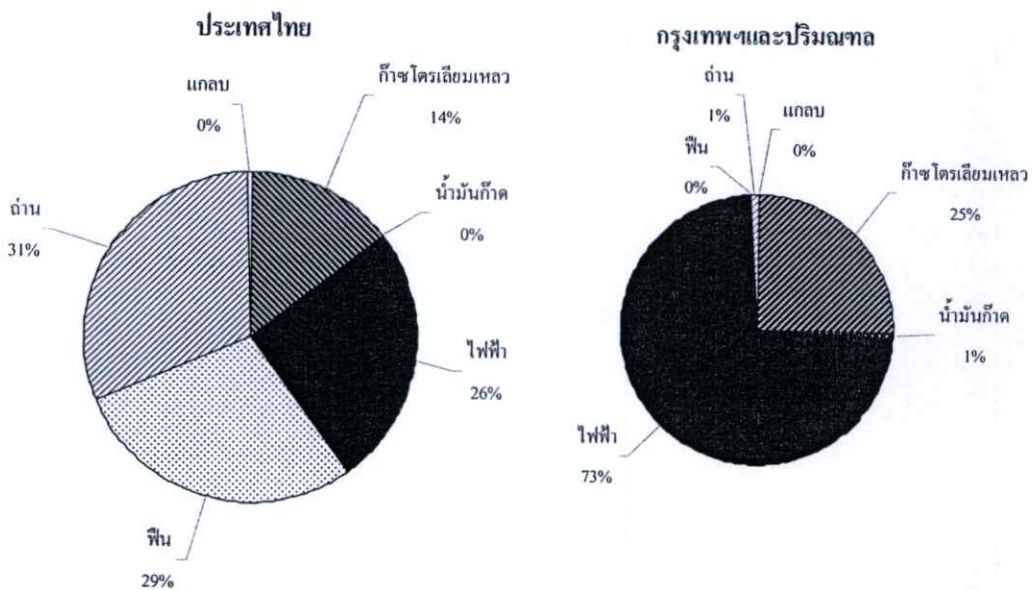
2.1 การใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย

ข้อมูลพื้นฐานด้านพฤติกรรมการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย มีดังนี้

2.1.1 สัดส่วนการบริโภคพลังงานในภาคที่อยู่อาศัย จำแนกตามรูปแบบพลังงาน

พลังงานที่ใช้ในอาคารพักอาศัยมีหลายรูปแบบ เพราะในการดำเนินชีวิตจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม จากรายงานพลังงานของประเทศไทยในปี พ.ศ.2549 พบว่า สัดส่วนพลังงานที่ใช้ในภาคที่อยู่อาศัย แบ่งเป็นพลังงานเชิงพาณิชย์(ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันก๊าด และไฟฟ้า)ร้อยละ 60 และพลังงานหมุนเวียน(ฟืน ถ่าน และแกลบ)ร้อยละ 40 ส่วนรายงานพลังงานของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปี พ.ศ.2549 พบว่าพลังงานที่ใช้ในภาคที่อยู่อาศัย แบ่งเป็นพลังงานเชิงพาณิชย์(ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันก๊าด และไฟฟ้า)ร้อยละ 99 และพลังงานหมุนเวียน(ฟืน ถ่าน และแกลบ)เพียงร้อยละ 1

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการบริโภคพลังงานในภาคที่อยู่อาศัย จำแนกตามประเภทพลังงาน



ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย. 2549

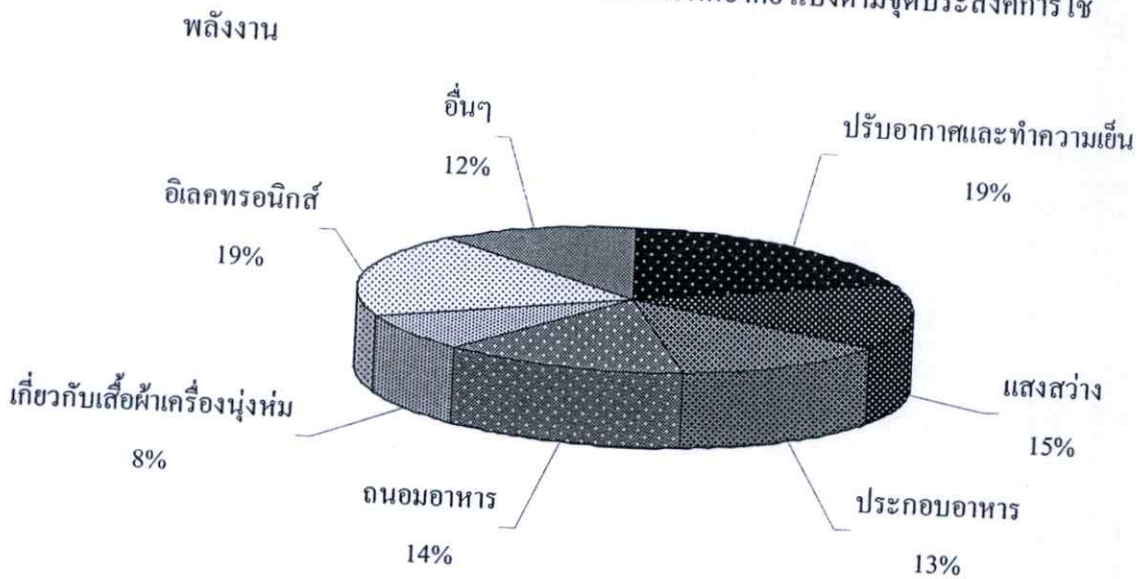
ภาพรวมการใช้พลังงานภาคที่อยู่อาศัยในประเทศไทย จะมีความแตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่ในเขตเมืองได้แก่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล(และเขตเทศบาล) อีกกลุ่มคือกลุ่มที่อยู่ในชนบทซึ่งอยู่นอกเขตเทศบาล โดยกลุ่มที่อยู่ในเขตเมืองจะใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก และมีการใช้ก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหารบ้าง แต่จะไม่ใช้ฟืนและถ่านในการประกอบอาหาร ในขณะที่การใช้พลังงานในชนบท ส่วนมากจะใช้ฟืนและถ่านในการประกอบอาหาร การใช้พลังงานไฟฟ้าจะเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น

จากการคาดการณ์ของคณะกรรมการพยานกรณไฟฟ้า(ในปี.ศ.2549)ได้คาดการณ์ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคที่อยู่อาศัย จะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 6 ในช่วงระยะเวลา 15 ปีข้างหน้า ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคที่อยู่อาศัย จึงเป็นสิ่งสำคัญ อีกทั้งพลังงานไฟฟ้ายังมีความเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจของชาติโดยตรง เนื่องจากเป็นพลังงานที่มีมูลค่าและต้นทุนในการจัดหาแหล่งพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งแหล่งพลังงานไฟฟ้ายังเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมด้วย

2.1.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย ตามจุดประสงค์การใช้

จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ที่ได้มีการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคครัวเรือนทั่วประเทศ ในปี พ.ศ.2544 พบว่า ประชาชนมีการใช้ไฟฟ้าเพื่อปรับอากาศและทำความเย็น(เครื่องปรับอากาศและพัดลม) สูงเทียบเท่ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(เช่น เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ ไอ ฯลฯ) คือประมาณร้อยละ 19 ของการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนทั้งหมด ตามด้วยการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง(15 %) รับประทานอาหาร(13 %) อื่นๆ(12 %) และเกี่ยวกับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม(8 %) ตามลำดับ

แผนภูมิที่ 2.2 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย แบ่งตามจุดประสงค์การใช้พลังงาน



ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2544

ในแต่ละจุดประสงค์ของการใช้พลังงานไฟฟ้า จะมีตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน โดยแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่คือ

กลุ่มแรก มีตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมโดยตรง (มีคุณภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า และพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นตัวแปรร่วม) ได้แก่ การปรับอากาศหรือทำความเย็น และการให้แสงสว่าง ซึ่งสามารถใช้สถาปัตยกรรมในการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

กลุ่มที่สอง มีตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับคุณภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าและพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นปัจจัยหลัก (มีความเกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมบ้าง) ได้แก่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การถนอมอาหาร การประกอบอาหาร เกี่ยวกับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม และอื่นๆ ในกลุ่มนี้สถาปัตยกรรมจะมีผลในการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในทางอ้อม

2.1.3 จุดประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน

รายละเอียดของจุดประสงค์การใช้พลังงานนี้ได้แจกแจงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประกอบการใช้งานดังปรากฏในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 แสดงจุดประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน

จุดประสงค์การใช้	อุปกรณ์ไฟฟ้า
1. ถนอมอาหาร (Domestic Cold)	ตู้เย็น ตู้แช่
2. ประกอบอาหาร (Domestic Cooking)	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้า/หม้อต้มกาแฟ เตาอบไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง เตาหุงต้มไฟฟ้า หม้อต้มน้ำเตาไฟฟ้า เตาปิ้งไฟฟ้า ไมโครเวฟ เตาอบไฟฟ้า เครื่องปั่นน้ำผลไม้ กระทะไฟฟ้า
3. ปรับอากาศและทำความเย็น (Domestic Cooling)	พัดลมไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ
4. แสงสว่าง (Domestic Lighting)	หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดไส้ บัลลัสต์ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์
5. เกี่ยวกับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม (Domestic Clothing)	เตารีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า
6. อิเล็กทรอนิกส์ (Domestic Electronics)	โทรทัศน์ เครื่องเล่นสเตอริโอ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์/แฟกซ์ วิทยุไฟฟ้า เครื่องเล่นวีดีโอ เครื่องเล่นเกม อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ โทร-ศัพท์มือถือ
7. อื่นๆ (Others)	ที่ตัดผมไฟฟ้า เครื่องปั้มน้ำ เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องเป่าผม เครื่องสูบน้ำ เครื่องดูดฝุ่น จักรเย็บผ้าไฟฟ้า เครื่องตัดหญ้า เครื่องดักแมลง ฯลฯ

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2544

2.1.4 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

จากข้อมูลจุดประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ในตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่ไม่เท่ากัน ซึ่งสรุปโดยประมาณได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ในบ้านพักอาศัย

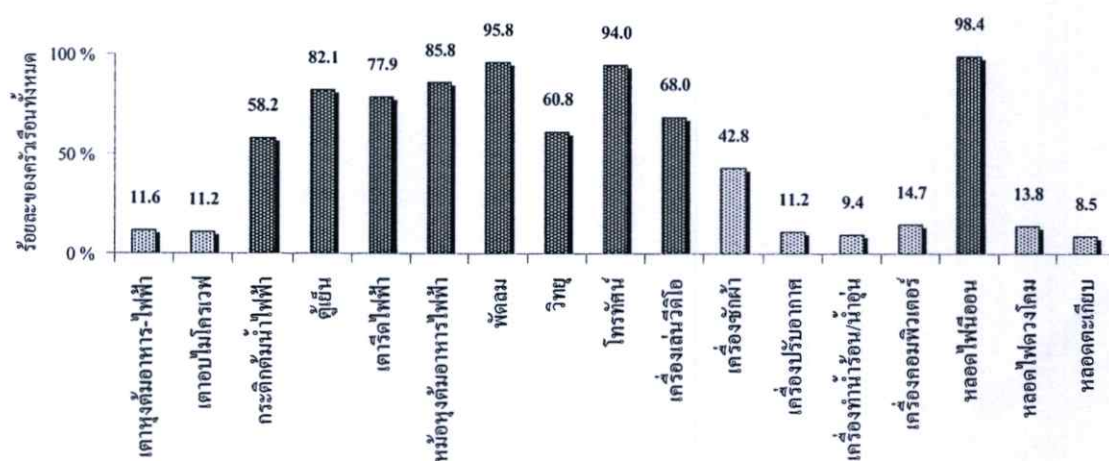
เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
พัดลมตั้งพื้น	45-75
พัดลมเพดาน	70-104
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	500-1,000
เตารีดไฟฟ้า	430-1,600
เครื่องทำความร้อนในห้องน้ำ	900-4,800
เครื่องปิ้งขนมปัง	600-1,000
เครื่องเป่าผม	300-1,300
เครื่องซักผ้า	250-2,000
เครื่องอบผ้าแห้ง	650-2,500
ตู้เย็น 2-12 คิว (ลบ.ฟุต)	53-194
เครื่องปรับอากาศ	680-3,300
เครื่องดูดฝุ่น	625-1,000
เตาไฟฟ้า(เดี่ยว)	300-1,500
โทรทัศน์ขาว-ดำ	24-30
โทรทัศน์สี	43-95
วิดีโอ	30-50
กาต้มน้ำไฟฟ้า	500-1,300
เครื่องซักผ้าที่มีเครื่องอบผ้า (หรือเครื่องตั้งอุณหภูมิของน้ำ)	250-2,000

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2544

2.1.5 การครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย

รายงานการเป็นเจ้าของสินทรัพย์ถาวรบางชนิด ที่ว่าราชอาณาจักร พ.ศ. 2549 จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าครอบครัวที่ทำการสำรวจจะมีอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ ดังแผนภูมิต่อไปนี้

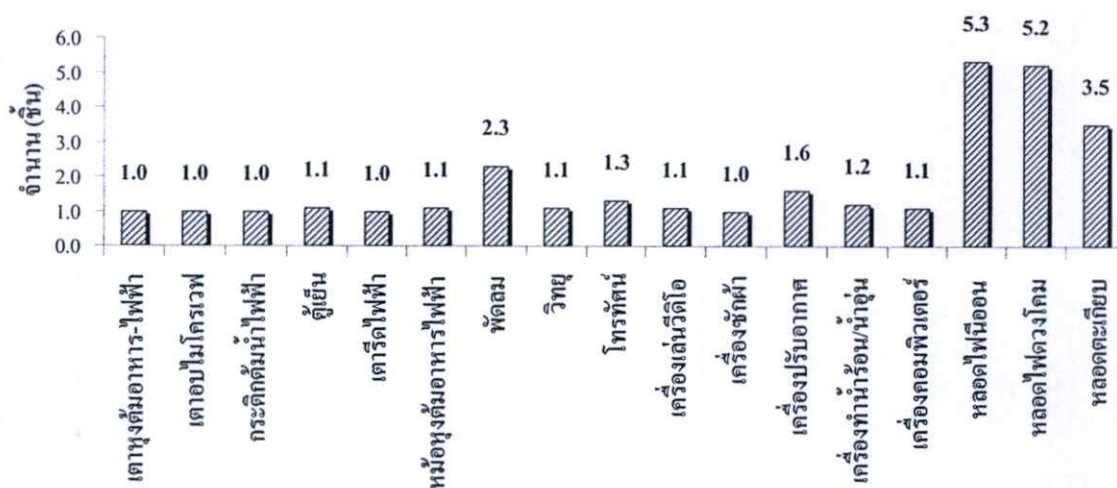
แผนภูมิที่ 2.3 การครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารพักอาศัย



ที่มา : รายงานการสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน, สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2549

จากแผนภูมิที่ 2.3 พอจะสรุปจากการครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกินร้อยละ 50 ได้ว่า ครอบครัวยุคใหม่จะมี กระติกต้มน้ำไฟฟ้า ตู้เย็น เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงต้มอาหารไฟฟ้า พัดลม วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องเล่นวีดีโอ และหลอดไฟนีออน เป็นอย่างน้อย โดยในแต่ละครัวเรือนจะมีจำนวนการครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

แผนภูมิที่ 2.4 จำนวนการครอบครองอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อครัวเรือน



ที่มา : รายงานการสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน, สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2549

2.2 สภาวะความสบาย

สภาวะความสบาย(Comfort Zone หรือ Comfort Requirement) คือ สภาวะที่เกิดความสมดุลในการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยย่อยอื่นๆ อีกมากมายที่ส่งผลต่อสภาวะความสบาย เช่น แสงสว่างและการมองเห็น ระดับเสียงที่พอเหมาะ ฝุ่นละออง ควัน แผลง ไฟฟ้าสถิต ความไม่บริสุทธิ์ทางเคมีและกายภาพ รวมถึงกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยย่อยเหล่านี้ล้วนละเอียดอ่อน และยากต่อการควบคุม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การปรับตัวในสภาพแวดล้อมของบุคคลนั้นๆ

การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานเพื่อตอบสนองต่อ “สภาวะความสบาย” ของผู้ใช้อาคาร ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศซึ่งประกอบไปด้วย อุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์(Relative Humidity) ความเร็วลม(Air Velocity) อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) และแสงสว่าง(Light) เป็นปัจจัยสำคัญ สภาวะความสบายของผู้ใช้อาคารที่ส่งผลต่อการ ใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยตรง แบ่งเป็นสภาวะความสบายทางอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ และสภาวะความสบายทางสายตาที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่าง

สภาวะความสบายทางอุณหภูมิ(Thermal Comfort) คือ สภาวะที่มนุษย์ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวจนเกินไป มีอุณหภูมิอากาศ(Air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์(Relative Humidity) ความเร็วลม(Air Velocity) และอุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีโดยรอบ(Mean Radiant Temperature) เป็นปัจจัยหลัก

สภาวะความสบายทางสายตา หรือสภาวะความสบายทางแสงสว่างและการมองเห็น (Visual Comfort) คือ สภาวะที่มนุษย์สามารถปรับสายตาเพื่อรับแสงและมองเห็นได้ชัดเจนในระดับหนึ่ง มีแสงสว่าง(Light) เป็นปัจจัยสำคัญ

2.2.1 สภาวะความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ขอบเขตสภาวะสบายโดยวิธีการของวิกเตอร์ โอลกยาร์ด (Victor Olgyay, 2506) อ้างอิงจากเส้นรุ้งที่ 40 องศาเหนือ สหรัฐอเมริกา มีค่าขอบเขตความสบายที่อุณหภูมิ 21.1 - 27.0 °C หรือ 70 - 82 °F ความชื้นสัมพัทธ์ 18 - 77 % ส่วนในพื้นที่อื่นๆ ทุก 5 องศา ที่เส้นรุ้งต่ำกว่า 40 องศาเหนือ ให้ปรับอุณหภูมิขอบเขตความสบายสูงขึ้น ¼ °F

สำหรับสภาวะความสบายทางอุณหภูมิของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อ้างอิงจากเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ ผู้วิจัยอ้างอิงค่าความสบายที่อุณหภูมิ 23.28 – 29.94 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 18 – 77% โดยที่อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสีโดยรอบ(MRT) มีค่าเท่ากัน ความเร็วลมค่อนข้างสงบ(อัตราความเร็วลมไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที) โดยแต่งกายแบบลำลองและทำกิจกรรมเบาๆ เป็นช่วงกว้างๆของเขตสบาย

2.2.2 สภาวะความสบายทางสายตาของกรุงเทพฯและปริมณฑล

สำหรับการวิจัยครั้งนี้อ้างอิงมาตรฐานของคณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล(CIE : Commission International de L'Eclairage) เป็นเกณฑ์วัดความสบายทางแสงสว่าง ด้วยมาตรฐาน CIE เป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลและใช้อย่างแพร่หลาย วิศวกรและสถาปนิกในประเทศไทยคุ้นเคยเป็นอย่างดี มาตรฐานดังกล่าวได้กำหนดขอบเขตของระดับความสว่างของแต่ละพื้นที่ที่มีกิจกรรมแตกต่างกัน ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาต่อไป

คณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล(Commission International de L'Eclairage) ได้กำหนดระดับความสว่างต่ำสุดของกิจกรรมประเภทต่างๆ หลายประเภท ในที่นี้จะแสดงค่ามาตรฐานของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับบ้านพักอาศัยเท่านั้น

ตารางที่ 2.3 แสดงระดับความสว่างที่อยู่ในเกณฑ์ความสบายทางการมองเห็น สำหรับกิจกรรมต่างๆ ในบ้านพักอาศัย ตามมาตรฐาน CIE

ลักษณะพื้นที่ใช้สอยและกิจกรรม	ระดับความสว่างต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่เกิดกิจกรรม (Lux)
ห้องนอน	
- ทั่วไป	50
- ไฟหัวเตียง	200
- โต๊ะอ่านหนังสือ	500
ห้องเด็กอ่อน	150
ห้องน้ำ	
- ทั่วไป	100
- โถงหมวด หรือแต่งหน้า	500
ห้องรับแขกหรือพักผ่อน	
- ทั่วไป	100
- อ่านหนังสือ หรือเขียนผ้า	500
ห้องทำงาน	300
บันได	100
ครัวและห้องรับประทานอาหาร	
- ทั่วไป	300
- พื้นที่ประกอบอาหาร	500
- โต๊ะรับประทานอาหาร	200
ห้องซักรีด	
- ทั่วไป	100
- รีดผ้า	100
ห้องเก็บของ	100

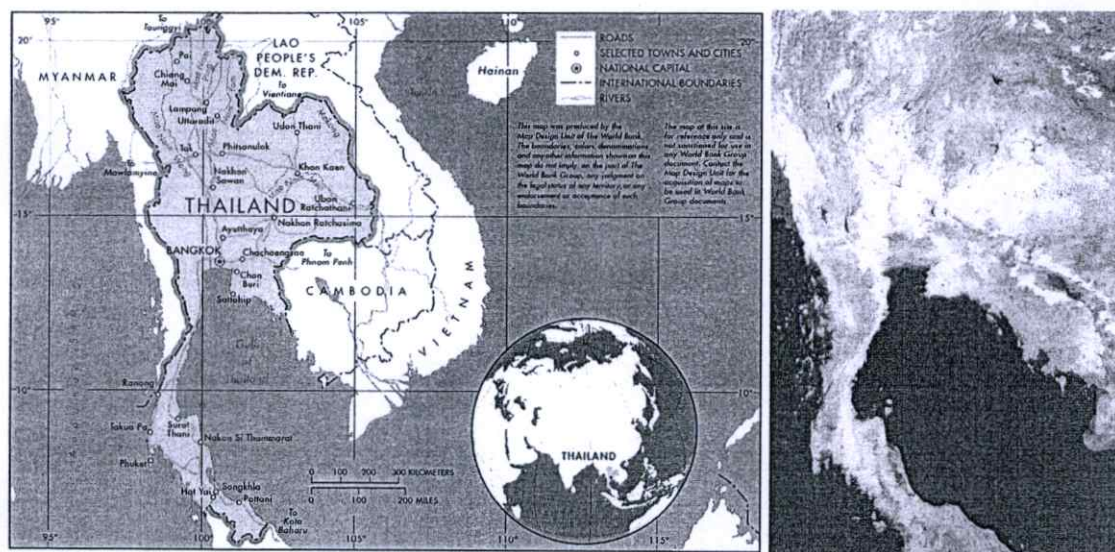
ที่มา : มาตรฐานแสงสว่างสากล (Commission International de L'Eclairage). 2550

2.3 สภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแต่ละช่วงของปี รวมทั้งการเหนี่ยวนำให้เกิดการพัดของกระแสลม ขึ้นอยู่กับปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเกิดจากการโคจรของโลกแตกต่างกันไปตามฤดูกาล ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ การแผ่รังสี การโคจรของดวงอาทิตย์ และกระแสลม จึงเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

2.3.1 สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูด $5^{\circ} 37'$ เหนือ กับ $20^{\circ} 27'$ เหนือ และระหว่างลองจิจูด $97^{\circ} 22'$ ตะวันออก กับ $105^{\circ} 37'$ ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 2.1 แสดงตำแหน่งและลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นของโลก มีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อน (Tropical climate) มีอุณหภูมิและฝนเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดเขตภูมิอากาศ พื้นที่ทั้งหมดของประเทศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมทั้ง 2 ฤดู คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากแถบมหาสมุทรอินเดียเป็นฤดูฝน มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากทะเลจีนใต้เป็นฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 18-34 องศาเซลเซียส พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ภายใต้ลักษณะภูมิอากาศแบบสะวันนาคือ มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งสลับกันชัดเจน ส่วนภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงมีภูมิอากาศแบบป่าฝนเมืองร้อนคือ ฝนตกเกือบตลอดปี

ฤดูกาล ประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะเดือนเมษายนบริเวณประเทศไทย มีดวงอาทิตย์อยู่เกือบตรงศีรษะในเวลาเที่ยงวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เต็มที่ สภาวะอากาศจึงร้อนอบอ้าวทั่วไป ในฤดูนี้แม้ว่าโดยทั่วไปจะมีอากาศร้อนและแห้งแล้ง แต่บางครั้งอาจมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมถึงประเทศไทยตอนบน ทำให้เกิดการปะทะกันของมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่

ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงหรืออาจมีลูกเห็บตกก่อให้เกิดความเสียหายได้ พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูนี้มักเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพายุฤดูร้อน ลักษณะอากาศในฤดูร้อนพิจารณาจากอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศร้อน	อุณหภูมิระหว่าง 35.0 °C - 39.9 °C
อากาศร้อนจัด	อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 °C ขึ้นไป

2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเมื่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านประเทศไทยทำให้มีฝนชุกทั่วไป ร่องความกดอากาศต่ำนี้ปกติจะพาดผ่านภาคใต้ในเดือนพฤษภาคม แล้วจึงเลื่อนขึ้นไปทางเหนือตามลำดับจนถึงช่วงประมาณปลายเดือนมิถุนายน จะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนในประเทศไทยลดลงระยะหนึ่ง และเรียกว่าเป็นช่วงฝนทิ้ง ซึ่งอาจนานประมาณ 1 - 2 สัปดาห์หรือบางปีอาจเกิดขึ้นรุนแรงและมีฝนน้อยนานนับเดือน ในเดือนกรกฎาคมปกติร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาทางใต้พาดผ่านบริเวณประเทศไทยอีกครั้ง ทำให้มีฝนชุกต่อเนื่อง จนกระทั่งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยแทนที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณกลางเดือนตุลาคมประเทศไทยตอนบน จะเริ่มมีอากาศเย็นและฝนลดลง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เว้นแต่ภาคใต้ยังคงมีฝนชุกต่อไปจนถึงเดือนธันวาคมและมักมีฝนหนักถึงหนักมากจนก่อให้เกิดอุทกภัย โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งจะมีปริมาณฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นฤดูฝนอาจจะช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์

เกณฑ์การพิจารณาปริมาณฝนในระยะเวลา 24 ชั่วโมงของแต่ละวันตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันหนึ่งถึงเวลา 07.00 น. ของวันรุ่งขึ้น ตามลักษณะของฝนที่ตกในประเทศที่อยู่ในเขตร้อนย่านมรสุมมีดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้	ปริมาณฝนน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร
ฝนเล็กน้อย	ปริมาณฝนระหว่าง 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร
ฝนปานกลาง	ปริมาณฝนระหว่าง 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร
ฝนหนัก	ปริมาณฝนระหว่าง 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร
ฝนหนักมาก	ปริมาณฝนตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป

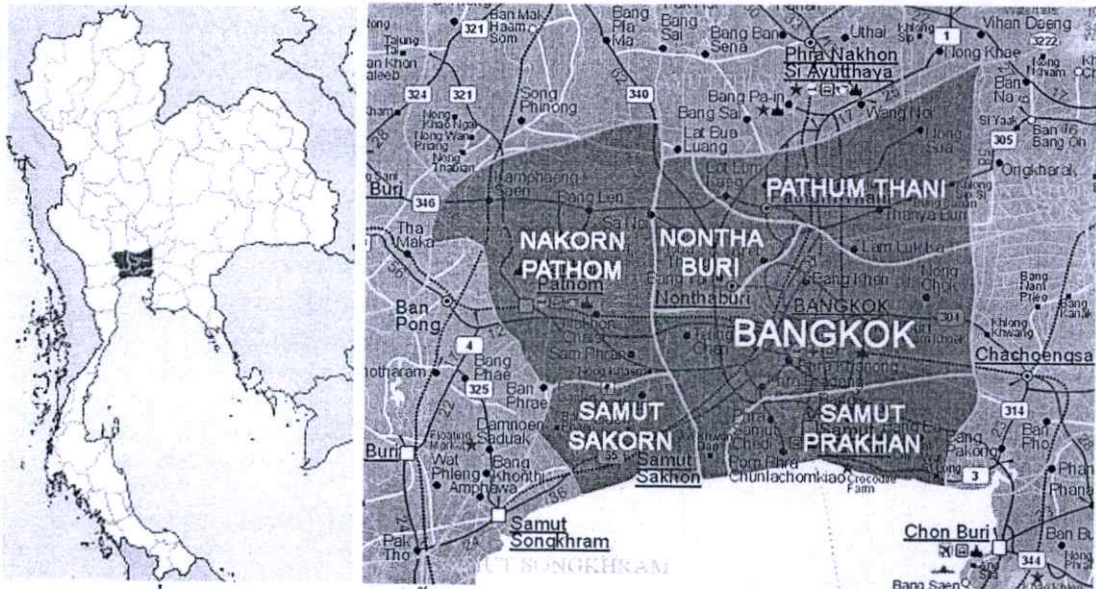
3) ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม ในช่วงกลางเดือนตุลาคมนานราว 1-2 สัปดาห์ เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว อากาศแปรปรวน ไม่แน่นอน อาจเริ่มมีอากาศเย็นหรืออาจยังมีฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งจะหมดฝน และเริ่มมีอากาศเย็นช้ากว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะอากาศในฤดูหนาวพิจารณาจากอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

อากาศหนาวจัด	อุณหภูมิต่ำกว่า 8.0 °C
อากาศหนาว	อุณหภูมิระหว่าง 8.0 °C - 15.9 °C
อากาศเย็น	อุณหภูมิระหว่าง 16.0 °C - 22.9 °C

2.3.2 สภาพภูมิอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (Bangkok Metropolitan Area ; Greater Bangkok) เป็นเขตเมืองของกรุงเทพมหานครและจังหวัดที่ตั้งอยู่โดยรอบ ประกอบด้วย เขตการปกครอง กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย บริเวณละติจูดที่ 13.45 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.28 องศาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7,000 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่ตั้ง และอาณาเขตของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นที่ราบลุ่มมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.50-2 เมตร โดยมีความลาดเอียงของระดับพื้นดินจากทิศเหนือ ค่อยๆ ลาดเอียงสู่อ่าวไทยทางทิศใต้ เฉพาะลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1.50 เมตร ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่ซึ่งในทางภูมิศาสตร์เรียกว่าบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ ซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำพาโดยเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย

ภูมิอากาศ กรุงเทพมหานครมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งก่อให้เกิดฤดูกาลที่แตกต่างกัน 3 ฤดู ได้แก่

ฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - เดือนเมษายน

ฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม

ฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม

ในที่นี้ได้สรุปข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 30 ปีของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังนี้

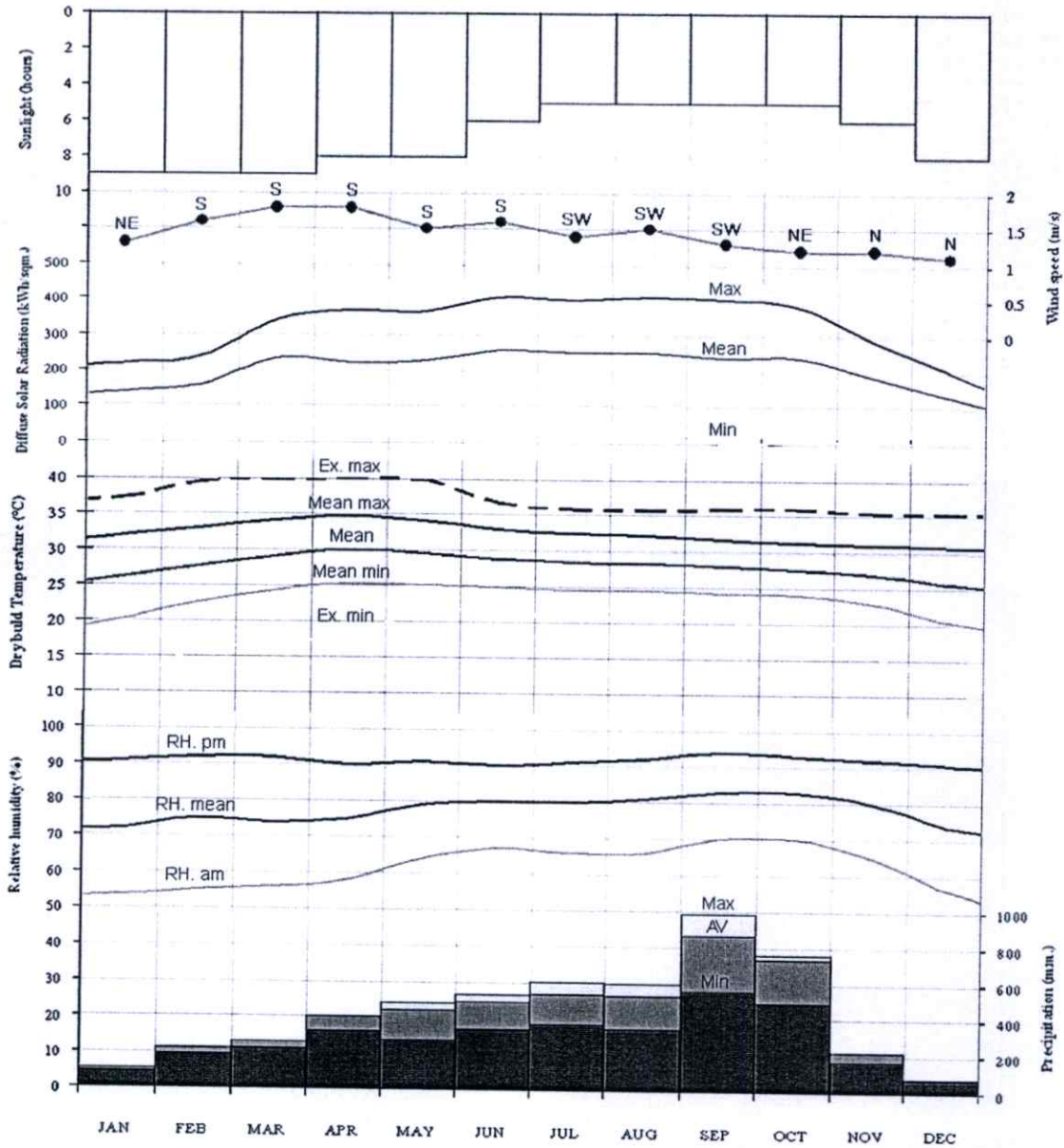
ตารางที่ 2.4 สรุปข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 30 ปี(พ.ศ.2521-2550)ของกรุงเทพฯและปริมณฑล

ตัวแปรในทางสถิติ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
Mean air temperature (°C)	26.0	27.8	29.2	30.1	29.7	28.9	28.5	28.4	28.0	27.7	27.0	25.7	28.1
Mean maximum air temperature (°C)	32.0	33.0	34.2	34.8	34.2	33.0	32.4	32.2	31.8	31.3	31.0	30.9	32.6
Mean minimum air temperature (°C)	20.1	22.6	24.3	25.3	25.1	24.9	24.5	24.5	24.2	24.1	22.9	20.5	23.6
Absolute maximum air temperature (°C)	36.9	39.4	39.8	39.9	39.8	36.8	35.8	35.7	35.8	35.9	35.5	35.3	39.9
Absolute minimum air temperature (°C)	9.9	16.0	16.5	18.2	21.1	21.7	20.2	21.2	20.4	18.8	15.5	12.3	9.9
Mean maximum relative Humidity (%)	91	92	92	90	91	90	91	92	94	93	92	91	92
Mean relative Humidity (%)	72	75	74	75	79	80	80	81	83	83	80	74	78
Mean minimum relative Humidity (%)	53	55	56	58	64	67	66	66	70	70	65	56	62
Mean precipitation (mm)	9	30	36	82	165	153	168	183	310	239	55	8	1438
Maximum precipitation (mm)	94	193	225	319	276	333	366	345	553	494	168	70	2072
Minimum precipitation (mm)	0	0	0	0	36	46	67	62	116	27	0	0	891
Maximum precipitation in 24 h (mm)	58	64	79	117	114	89	114	79	175	112	142	107	175
Days with precipitation	1	1	3	3	9	10	13	13	15	14	5	1	88
Sunlight (hours)	9	9	9	8	8	6	5	5	5	5	6	8	9
Radiation (kWh/sqm.)	254	224	248	300	233	183	146	161	156	189	226	242	2556
Potential evaporation (mm)	121	134	163	170	177	167	168	164	152	146	133	109	1804
Mean wind speed (m/s)	1.3	1.6	1.8	1.8	1.5	1.6	1.4	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.4
Wind direction	NE	S	S	S	S	S	SW	SW	SW	NE	N	N	

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551 ; BBC-weather Centre. 2008

แผนภูมิที่ 2.5 สรุปข้อมูลภูมิอากาศในรอบ 30 ปี(พ.ศ.2521-2550)ของกรุงเทพฯและปริมณฑล

Climate graph of GREATER BANGKOK



ที่มา : สรุปจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา. 2551 และ BBC-weather Centre. 2008

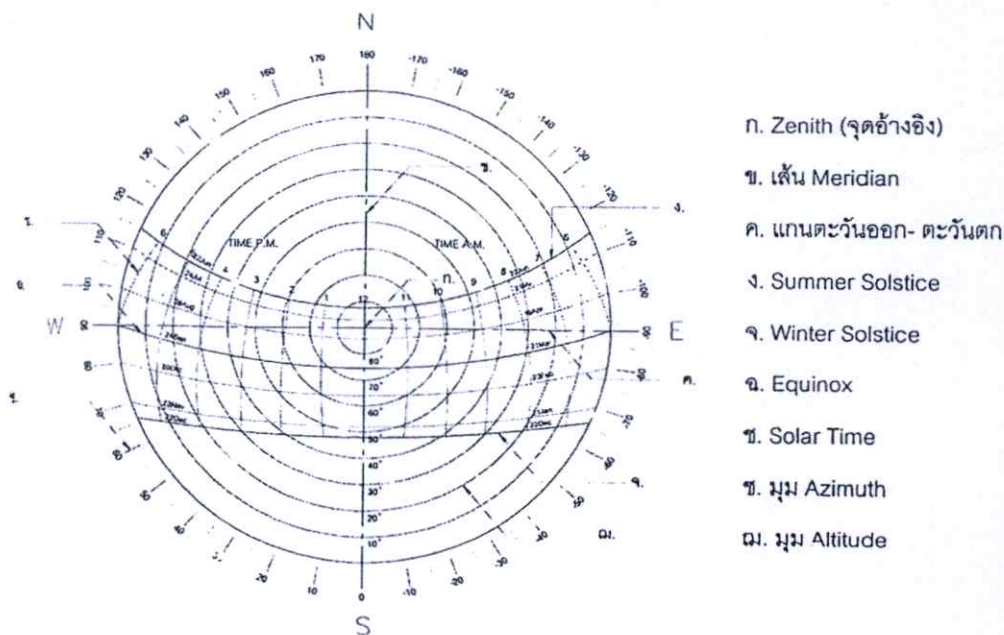
การออกแบบอาคารให้สภาวะภายในมีความสมดุลทางบรรยากาศ ต้องวิเคราะห์ถึงความสำคัญที่เกี่ยวเนื่องกันของปัจจัยทั้งหมดในอากาศ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีส่วนร่วมในสภาวะสบายดังกล่าว คือ อุณหภูมิอากาศ การแผ่รังสีความร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสลม และแสงสว่าง

2.3.3 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ที่มีอิทธิพลต่อกรุงเทพมหานคร

ตำแหน่งของโลกบนแนวโคจรที่เอียงแกนขั้วโลกเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์ในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนสิงหาคม(ประมาณ 4 เดือน)เป็นช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์เอียงไปทางเหนือ(อ้อมเหนือ)และตำแหน่งของดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกที่สุดในวันที่ 21 มิถุนายน(Summer Solstice) นอกจากนั้น(ประมาณ 8 เดือน) เป็นช่วงขั้วโลกใต้หันเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์เอียงไปทางใต้(อ้อมใต้)มากที่สุดวันที่ 21 ธันวาคม(Winter Solstice) และวันที่ 21 กันยายน เป็นวันที่แสงจากดวงอาทิตย์จะทำมุม 90 องศากับแนวพื้นผิวของโลก โดยเฉพาะบริเวณเส้นศูนย์สูตร ส่งผลให้ในวันนี้ทุกๆ แห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวันและกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่ากัน

แผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์ (Solar Chart) เป็นอุปกรณ์ที่แสดงเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ณ เวลาต่างๆ ในรอบปีบนสถานที่ใดๆ ตามเส้นรุ้ง เพื่อนำมาคำนวณหาอุปกรณ์บังแดด อาทิ กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ ได้ Solar Chart ประกอบไปด้วยเส้นต่างๆ ดังนี้

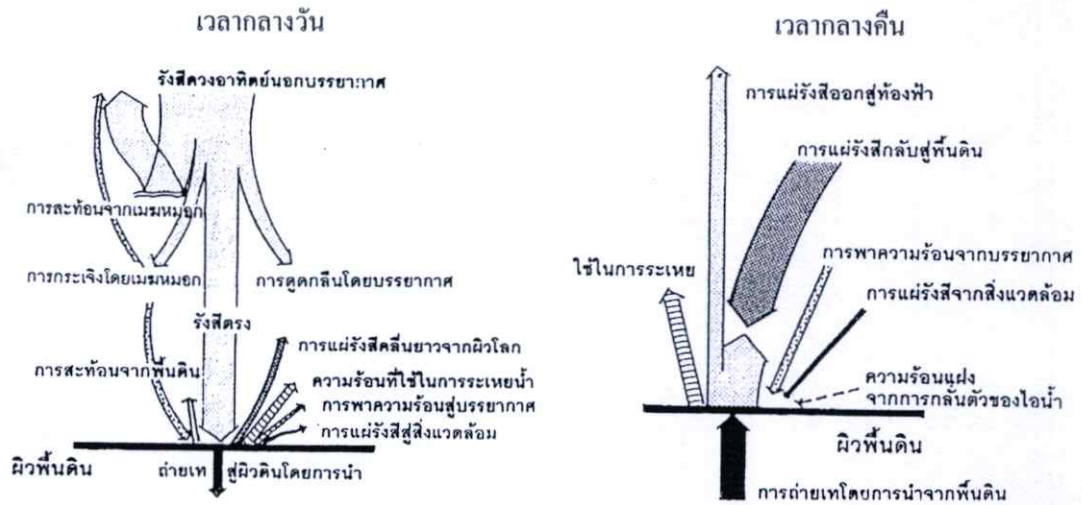
แผนภูมิที่ 2.6 แสดงแผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์ที่กรุงเทพมหานคร (เส้นรุ้งที่ 14° N)



การแผ่รังสีดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่ส่งผลกับโลกมากที่สุด พลังงานความร้อนที่ผิวดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิประมาณ 6,000 เคลวิน จะถูกส่งผ่านเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกที่ผันแปรในช่วง $\pm 3\%$ โดยเฉลี่ยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งตกลงในบรรยากาศของโลกเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งประกอบด้วยรังสีตรง และรังสีกระจาย พลังงานแสงอาทิตย์แบบรังสีตรงมีทิศทางค่ามุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเมื่อตกกระทบบนวัตถุสะท้อนแสง ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะมีรังสีตรงประมาณ 90% (100 วัตต์ต่อตารางเมตร) ส่วนพลังงานแสงแบบรังสีกระจาย เป็นรังสีที่สะท้อน และกระจาย

โดยก๊าซ ฝุ่นละอองต่างๆ ในชั้นบรรยากาศ รวมถึงเมฆหมอก รังสีกระจายในวันที่มีเมฆมากจะมี รังสีกระจายมากถึง 90% (400 วัตต์ต่อตารางเมตร) ส่วนหนึ่งพื้นดินจะรับไว้และเก็บในรูปของความร้อนและค่อยๆ คายออกมาสู่อากาศผิวดิน ยิ่งผิวโลกที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากเท่าไรรังสี ความร้อนที่ได้รับก็จะเพิ่มขึ้นตามความสูง

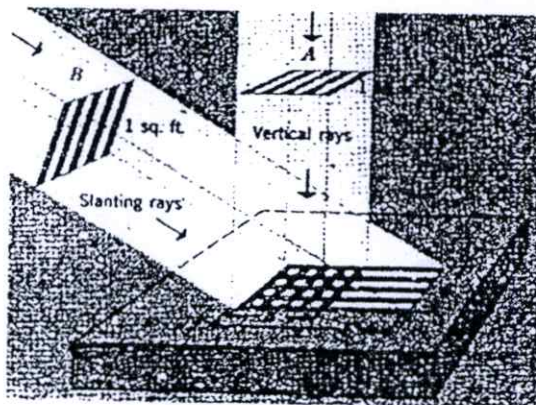


ภาพที่ 2.3 แสดงการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนในเวลากลางวัน และกลางคืน

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ. 2539 : 30

พลังงานแสงอาทิตย์ที่อยู่ใกล้ระดับพื้นดิน จะมีความสำคัญต่อมนุษย์มากที่สุด และจะไม่กระจายไปสู่บรรยากาศชั้นบน ปริมาณความร้อนที่โลกได้รับในแต่ละวันบนพื้นที่ต่างๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยเบื้องต้น 2 ประการ คือ

1) ความเข้ม และมุมตกกระทบของแสงจากดวงอาทิตย์ บริเวณที่ทำมุมตั้งฉากกับแสงจากดวงอาทิตย์จะได้รับความร้อนมากกว่าบริเวณที่ลำแสงเฉียงตกกระทบ เนื่องจากมีความเข้มของแสงมากกว่า และลำแสงเฉี่ยังสามารถครอบคลุมพื้นที่มากกว่าลำแสงที่ตั้งฉาก



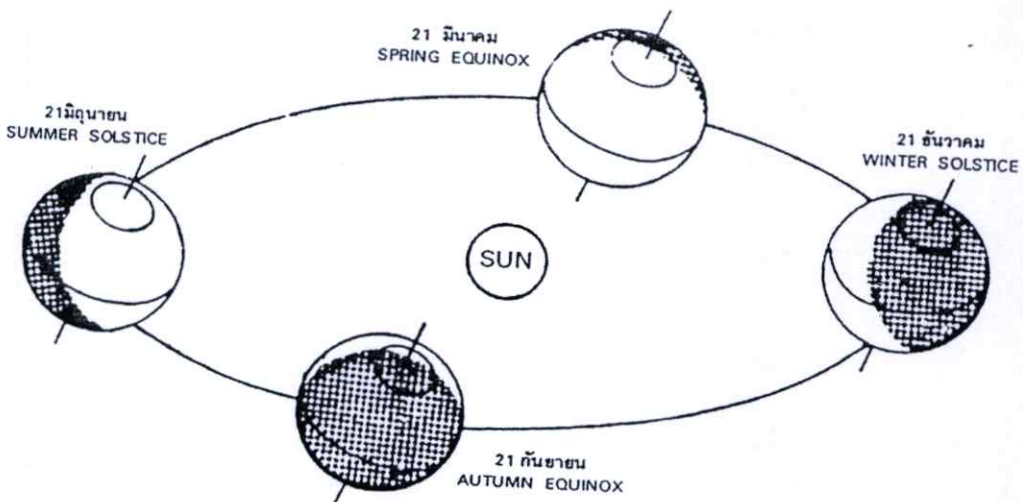
ภาพที่ 2.4 แสดงขนาดลำแสงเท่ากัน แต่มีมุมกระทบที่ต่างกัน แสงเฉียงจะครอบคลุมพื้นที่มากกว่าแสงแนวตั้ง



ภาพที่ 2.5 แสดงมุมตกกระทบของแสงเฉียง และแสงตั้งผ่านชั้นบรรยากาศซึ่งแสงเฉียงต้องผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่า

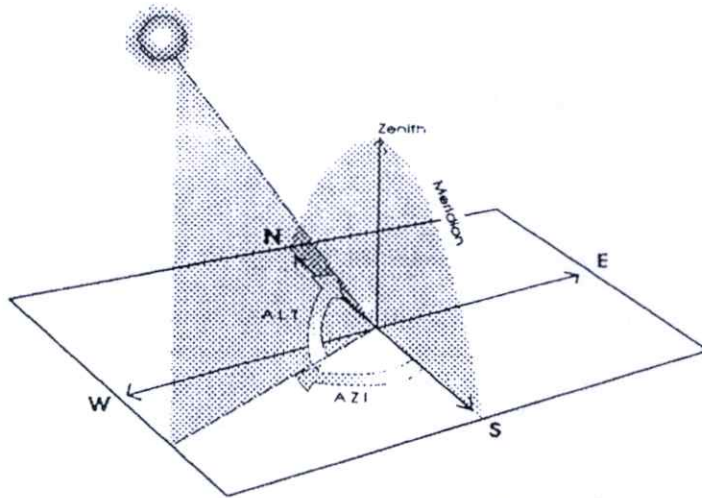
ดังนั้นแสงเฉียงจะผ่านชั้นบรรยากาศที่หนากว่าลำแสงในแนวตั้ง จึงถูกฝุ่นละออง ioni ในอากาศดูดความร้อนบางส่วนไว้ และสะท้อนความร้อนบางส่วนออกไปยังบรรยากาศภายนอกจึงทำให้ความเข้มของรังสีความร้อนที่ตกกระทบพื้นโลกของแสงเฉียงน้อยลงตามไปด้วย

2) ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดในหนึ่งวัน โลกหมุนรอบตัวเองตามแกนที่เอียง 23.5 องศา กับแนวตั้งโดยหมุนจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ในลักษณะวงรีใช้เวลาประมาณ 1 ปี เมื่อพื้นที่ต่างๆ บนโลกถูกรังสีความร้อนไม่เท่ากันในช่วงระยะเวลาต่างๆ จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศที่แตกต่างกันไปเรียกว่า ฤดูกาล



ภาพที่ 2.6 แสดงตำแหน่งของโลกที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่เกิดฤดูกาล

ดวงอาทิตย์ขึ้นจากขอบฟ้าทิศตะวันออก ซึ่งเป็นมุมต่ำทำให้มีความเข้มข้นรังสี ความร้อนต่อหน่วยพื้นที่น้อย จากนั้นจึงค่อยๆ ทำมุมสูงขึ้นจนสูงสุดในเวลาเที่ยงวัน จนกระทั่งค่อยๆ ลาดต่ำและตกในทิศตะวันตก การหาพิกัดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำได้โดยต้องทราบมุมทางแนวตั้ง (Altitude) ที่กระทำกับตำแหน่งจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ระหว่าง 0-90 องศา และมุมทางแนวราบ (Azimuth) ซึ่งมักอ้างอิงกับทิศใต้ เมื่อวัดตามเข็มนาฬิกาจะมีค่าเป็นบวก และวัดทวนเข็มนาฬิกาจะมีค่าเป็นลบ มีค่าอยู่ระหว่าง -180 ถึง +180 องศา

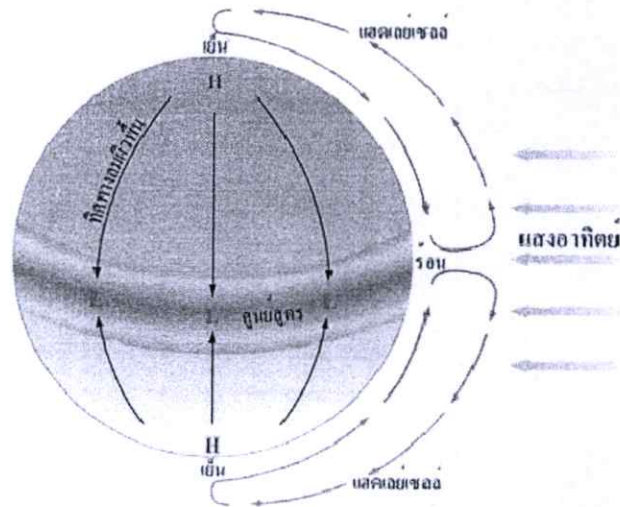


ภาพที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำในแนวตั้ง(Altitude Angle) กับแกนเหนือ-ใต้

2.3.4 กระแสลมและการเคลื่อนไหวของอากาศ

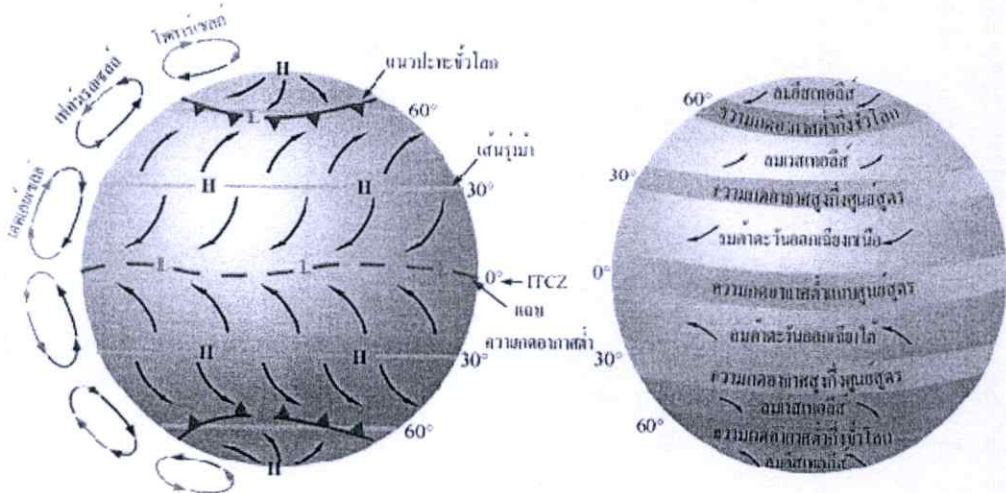
การกระจายความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังพื้นผิวโลก จะไม่เท่ากันทุกที่ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นในชั้นบรรยากาศ อากาศจะลอยตัวขึ้นจากพื้นที่ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ไปถึงเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือและใต้จะเป็นอากาศที่ร้อน แต่ในบริเวณถัดไปจะเป็นอากาศที่เย็นกว่า ลักษณะการไหลเวียนของอากาศขึ้นอยู่กับการหมุนตัวของโลกประกอบกับการแผ่รังสีความร้อนของผิวทวีปและมหาสมุทร เป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่างของชั้นความกดอากาศและอุณหภูมิ โดยที่ลักษณะทางภูมิประเทศจะมีส่วนกำหนดความเร็วของลมที่เกิดขึ้น

โลกมีสัณฐานเป็นทรงกลม โคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ ใช้เวลา 1 ปี หากโลกหมุนไม่หมุนรอบตัวเอง บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกจะเป็นแถบความกดอากาศต่ำ(อุณหภูมิสูง) เนื่องจากแสงอาทิตย์ตกกระทบเป็นมุมชัน ส่วนบริเวณขั้วโลกทั้งสองจะเป็นแถบความกดอากาศสูง(อุณหภูมิต่ำ) เนื่องจากแสงอาทิตย์ตกกระทบเป็นมุมลาด อากาศร้อนบริเวณศูนย์สูตรยกตัวขึ้น ทำให้อากาศเย็นบริเวณขั้วโลกเคลื่อนตัวเข้าแทนที่ เราเรียกการหมุนเวียนของอากาศทั้งสองซีกโลกว่า “แฮดเลย์เซลล์” (Hadley cell) ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงการหมุนเวียนของบรรยากาศ หากโลกไม่หมุนรอบตัวเอง

ในความเป็นจริง โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง เซลล์การหมุนเวียนของบรรยากาศจึงแบ่งออกเป็น 3 เซลล์ ได้แก่ แฮดเลย์เซลล์(Hadley cell) เฟอร์เรลเซลล์(Ferrel cell) และโพลาร์เซลล์(Polar cell) ในแต่ละซีกโลก ดังภาพที่ 2.9



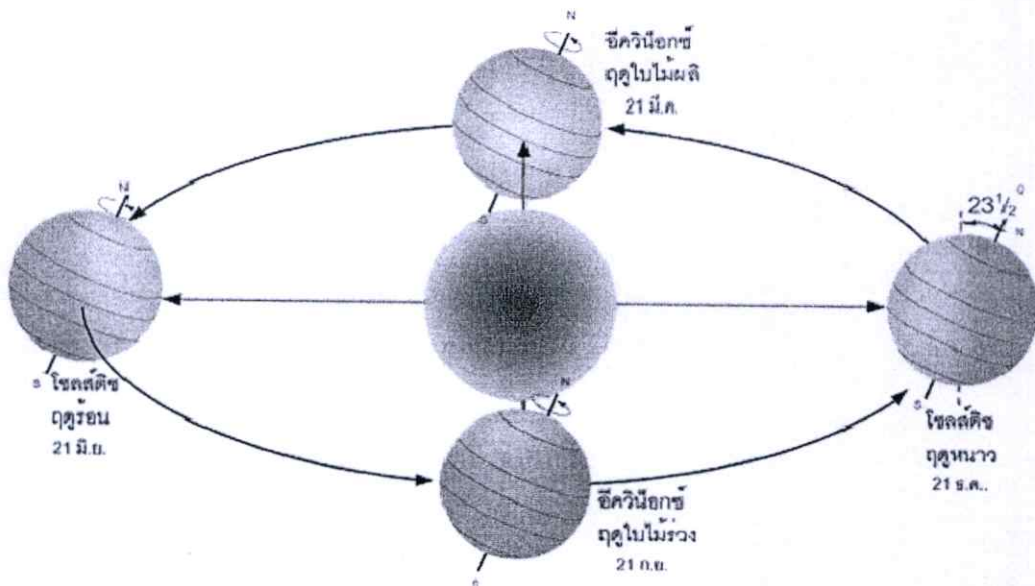
ภาพที่ 2.9 แสดงการหมุนเวียนของบรรยากาศ เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเอง

แถบความกดอากาศต่ำบริเวณเส้นศูนย์สูตร(Equator low) เป็นเขตที่ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุด กระแสลมค่อนข้างสงบ เนื่องจากอากาศร้อนขึ้นยกตัวขึ้น ควบแน่นเป็นเมฆคิวมูโลสขนาดใหญ่และมีการคายความร้อนแฝงจำนวนมาก ทำให้เป็นเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง อากาศชั้นบนซึ่งสูญเสียไอน้ำไปแล้ว เคลื่อนตัวไปทางขั้วโลก

แถบความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อน (Subtropical high) ที่บริเวณละติจูดที่ 30° เหนือและใต้ เป็นเขตแห้งแล้งเนื่องจากเป็นบริเวณที่อากาศแห้งจากแฮดเลย์เซลล์ และเฟอร์เรลเซลล์ปะทะกันแล้ว

จมตัวลง ทำให้พื้นดินแห้งแล้งเป็นเขตทะเลทรายและพื้นน้ำมีกระแสลมอ่อนมาก เราเรียกเส้นละติจูดที่ 30° ว่า “เส้นรุ้งม้า” (horse latitudes) เนื่องจากเป็นบริเวณที่กระแสลมสงบ จนบางครั้งเรือใบไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ลูกเรือต้องโยนสินค้า ข้าวของ รวมทั้งม้าที่บรรทุกมาทิ้งทะเล อากาศเหนือผิวพื้นบริเวณเส้นรุ้งม้าเคลื่อนตัวไปยังแถบความกดอากาศต่ำบริเวณเส้นศูนย์สูตร ทำให้เกิด “ลมค้า” (Trade winds) แรงโครีออริสซึ่งเกิดจากการหมุนรอบตัวของโลกเข้ามาเสริม ทำให้ลมค้าทางซีกโลกเหนือเคลื่อนที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และลมค้าทางซีกโลกใต้เคลื่อนที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลมค้าทั้งสองปะทะชนกันและยกตัวขึ้นบริเวณเส้นศูนย์สูตร แถบความกดอากาศต่ำนี้จึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า “แนวปะทะอากาศยกตัวเขตร้อน” หรือ “ITCZ” ย่อมาจาก Intertropic convection zone

แถบความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก (Subpolar low) ที่บริเวณละติจูดที่ 60° เป็นเขตอากาศยกตัว เนื่องจากอากาศแถบความกดอากาศสูงกึ่งศูนย์สูตร (H) เคลื่อนตัวไปทางขั้วโลก ถูกแรงโครีออริสเบี่ยงเบนให้เกิดลมพัดมาจากทิศตะวันตก เรียกว่า “ลมเวสเทอเลียส” (Westerlies) ปะทะกับ “ลมโพลาร์อีสเทอเลียส” (Polar easterlies) ซึ่งพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยถูกแรงโครีออริสเบี่ยงเบนมาจากขั้วโลก มวลอากาศจากลมทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก ทำให้เกิด “แนวปะทะอากาศขั้วโลก” (Polar front) มีพายุฝนฟ้าคะนอง อากาศชั้นบนซึ่งสูญเสียไอน้ำไปแล้ว เคลื่อนตัวไปยังจมตัวลงที่เส้นรุ้งม้า และบริเวณขั้วโลก



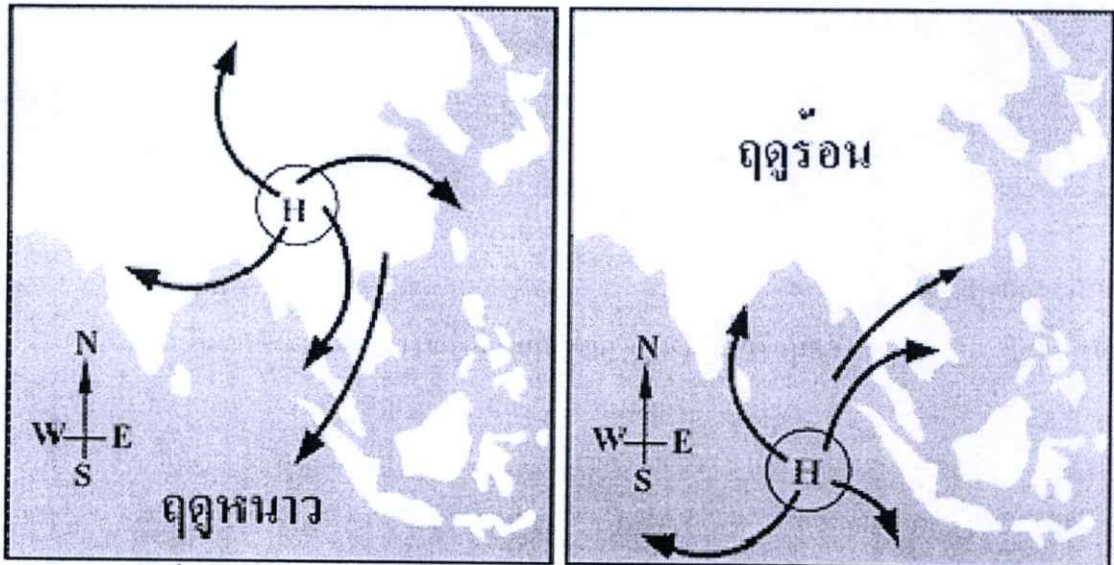
ภาพที่ 2.10 แกนของโลกเอียงขณะที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดฤดูกาล

ลมท้องถิ่น

ลมท้องถิ่น (Local winds) เป็นลมซึ่งเกิดขึ้นในช่วงวัน คลอบคลุมพื้นที่ขนาดจังหวัด การหมุนเวียนของอากาศในสเกลระดับกลางเช่นนี้ เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์และความแตกต่างของอุณหภูมิภายในท้องถิ่น ตัวอย่างเช่น ลมบก-ลมทะเล ลมภูเขา-ลมหุบเขา

ทิศทางลม

ลมเกิดขึ้นจากความแตกต่างของความกดอากาศ (แรงเกรเดียนความกดอากาศ) ดังนั้นการเปลี่ยนตำแหน่งของหย่อมความกดอากาศย่อมมีผลต่อทิศทางของลม ลมจึงมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางไปตามฤดูกาล ลมมรสุมเป็นตัวอย่างหนึ่งของลมประจำฤดู คำว่า “มรสุม(Monsoon)” มีรากฐานมาจากคำภาษาอารบิกซึ่งแปลว่า “ฤดูกาล” ลมมรสุมเกิดขึ้นในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีความเกี่ยวเนื่องมาจากอุณหภูมิพื้นผิวและสภาพภูมิศาสตร์ คล้ายกับการเกิดลมบกลมทะเล แต่มีสเกลใหญ่กว่ามาก



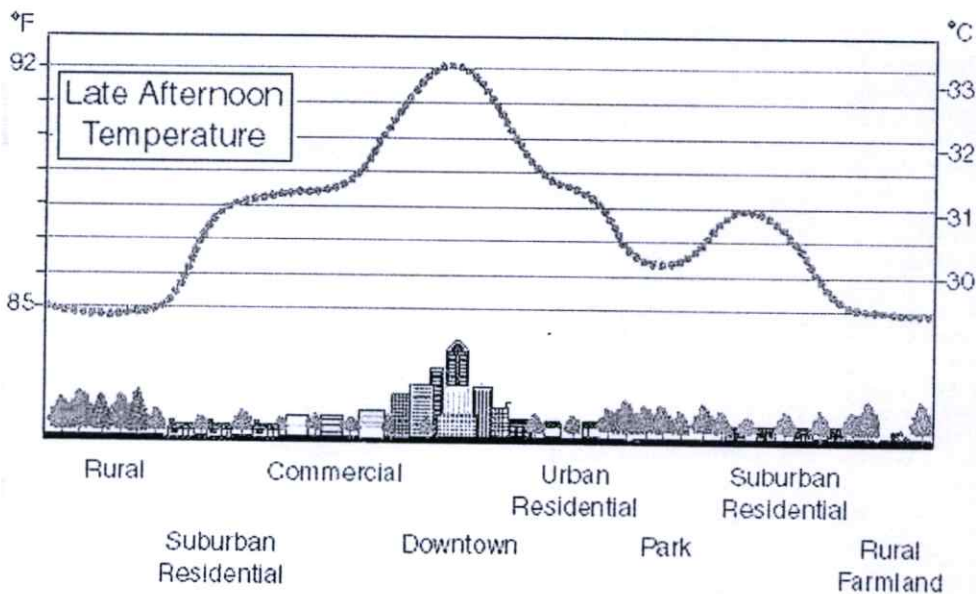
ภาพที่ 2.11 แสดงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ อากาศแห้งบริเวณตอนกลางของทวีปมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศชื้นเหนือนมหาสมุทรอินเดีย กระแสลมพัดจากหย่อมความกดอากาศสูงในเขตไซบีเรีย ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา(แอนตี้ไซโคลน) มายังหย่อมอากาศต่ำในมหาสมุทรอินเดีย ทำให้เกิด “ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ” พัดผ่านประเทศไทย ทำให้อากาศหนาวเย็น และแห้งแล้ง ท้องฟ้าใส

ในช่วงเดือนมีนาคม - ตุลาคม อากาศบริเวณตอนกลางทวีปมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศเหนือนมหาสมุทรอินเดีย อากาศร้อนยกตัวพัดเข้าหาแผ่นดินใจกลางทวีป ในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา (ไซโคลน) ทำให้เกิด “ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้” เมื่ออากาศชื้นปะทะเข้ากับชายฝั่งและภูมิประเทศซึ่งเป็นภูเขา มันจะยกตัวอย่างรวดเร็วและควบแน่น ทำให้เกิดเมฆและพายุฝนฟ้าคะนอง

2.3.5 ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Heat Islands)

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน(heat island) หรือ เกาะความร้อนในเมือง (urban heat island : UHI) คือปรากฏการณ์ที่พื้นที่บริเวณกลางเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัย ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวมีความชัดเจนในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน ในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน และจะชัดเจนมากเมื่อไม่มีลมหรือมีลมพัดอ่อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเกาะความร้อนเมืองได้แก่การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของแผ่นดินจากการพัฒนาเมือง ความร้อนที่ปล่อยออกจากการใช้พลังงานตามอาคารสถานที่ต่างๆ มีส่วนน้อยในการเกิดเกาะความร้อน เมื่อศูนย์กลางประชากรของเมืองเพิ่ม การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวแผ่นดินก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มอุณหภูมิทั่วไปโดยเฉลี่ย ผลของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในบริเวณใต้ลมที่ห่างจากใจกลางเมืองออกไปประมาณ 60 กิโลเมตรเพิ่มขึ้นจากปกติประมาณร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่เหนือลม



ภาพที่ 2.12 แสดงการผันแปรของอุณหภูมิของปรากฏการณ์เกาะความร้อนตามลักษณะการใช้ที่ดิน ที่มา : มุลนิธิวิกิมีเดีย (<http://th.wikipedia.org/>). 2552

สาเหตุ

สาเหตุของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองมีหลายประการ Oke (1982) อ้างว่าสาเหตุหลักสำหรับการร้อนขึ้นในช่วงกลางคืนเกิดจากอาคารต่างๆ(ที่ร้อนกว่า) บังวิวท้องฟ้า(ที่เย็นกว่า) ของตอนกลางคืน เหตุผลอีก 2 ประการได้แก่การเปลี่ยนคุณสมบัติของความร้อนบนผิววัสดุและการขาดการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) ในบริเวณเมือง วัสดุที่ใช้โดยทั่วไปในเมือง เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์มีคุณสมบัติในการรับความร้อนที่ต่างกันมาก รวมทั้งคุณสมบัติในการจุความร้อนและคุณสมบัติในการนำความร้อน และคุณสมบัติของอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo)

และสภาพการเปล่งรังสี (emissivity) มากกว่าบริเวณโดยรอบเมือง ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนความสมดุลของพลังงาน (energy balance) ในเขตเมืองซึ่งเป็นที่ให้อุณหภูมิในเมืองสูงกว่าพื้นที่ชานเมืองหรือพื้นที่ชนบท ความสมดุลของพลังงานยังถูกระทบจากการขาดพืชพรรณในพื้นที่ในเมืองที่จะช่วยให้เย็นลงจากการระเหยคายน้ำของต้นไม้ อีกสาเหตุหนึ่งของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้แก่ “ปรากฏการณ์เรขาคณิต (geometric effects)” นั่นคืออาคารสูงจำนวนมากในย่านกลางเมืองเป็น ผิวเชิงเอียง ที่รับการสะท้อนและการดูดซับแสงอาทิตย์ ทำให้บริเวณในเมืองร้อนขึ้น ซึ่งเรียกกันว่า “ปรากฏการณ์หุบผา (canyon effect)”

อีกสาเหตุหนึ่งที่เกิดจากอาคารสูงได้แก่การบังลมซึ่งทำให้ไม่เกิดความเย็นจากการพาความร้อน (convection) ความร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องปรับอากาศของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งก่อความร้อนอื่นๆ ในเมืองมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้เช่นกัน รวมทั้งบริเวณที่มีประชากรหนาแน่นในเมืองก็มีส่วนด้วยเช่นกัน นอกจากนี้มลภาวะในรูปต่างๆ ก็มี ส่วนเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของบรรยากาศด้วย

นัยสำคัญ

ผลต่อเนื่องอีกประการหนึ่งของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้แก่การเพิ่มความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น ในเมืองที่มีอากาศร้อน กลุ่มผู้ศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้ทำการประมาณความสิ้นเปลืองดังกล่าวในนครลอสแอนเจลิส รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ว่าตกถึงประมาณ 100 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี ในขณะที่เมืองในเขตหนาว เช่น ชิคาโกกลับมีค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับความอบอุ่นลดลงในฤดูหนาว

นอกจากผลกระทบที่ชัดเจนเกี่ยวกับอุณหภูมิแล้ว ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองยังมีผลกระทบระดับที่สองต่อการอุกุนิยมท้องถิ่นด้วย ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนรูปแบบของลมประจำถิ่น การเกิดเมฆ หมอก ความชื้น และอัตราของหยาดน้ำฟ้า(ฝน หิมะ น้ำค้าง ฯลฯ) อีกด้วย

การบรรเทา

ผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองอาจบรรเทาได้เล็กน้อยด้วยการใช้วัสดุที่มีผิวพื้นสีขาว หรือที่เป็นวัสดุสะท้อนความร้อนมาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ลานและถนน ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo) โดยรวมของเมือง มีหลายประเทศที่นำวิธีนี้มาใช้นานแล้ว ทางเลือกที่สองได้แก่การเพิ่มจำนวนของพืชพรรณที่คายน้ำมาก วิธีทั้งสองนี้อาจนำมาประยุกต์รวมในรูปของ “หลังคาเขียว(การปลูกพืชพรรณบนหลังคา)”

เทศบาลนครนิวยอร์กได้ชี้ชัดว่าศักยภาพในการทำความเย็นตามพื้นที่ต่างๆ ที่สูงสุดได้แก่การปลูกต้นไม้ข้างถนน ตามด้วยหลังคาเขียวหรือสวนหลังคา หลังคาที่เป็นสีอ่อน และการปลูกพืชพรรณในที่ว่าง ในแง่ของค่าใช้จ่ายต่อประโยชน์ที่ได้ พบว่าการใช้พื้นผิวสีอ่อน หลังคาสีอ่อนและการปลูกต้นไม้ข้างถนนมีค่าใช้จ่ายต่ออุณหภูมิที่ลดต่ำสุด

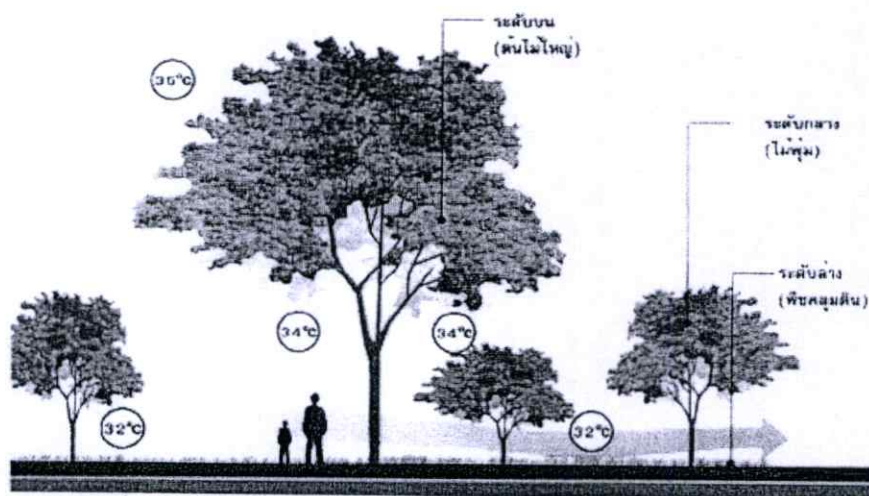
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประหยัดพลังงานในอาคาร

2.4.1 การจัดสภาพแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคาร (micro-climate) หรือการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร เป็นขั้นตอนแรกในการออกแบบที่ควรพิจารณา โดยมีแนวคิดที่สำคัญคือ การทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรอบภายนอกอาคารมีอุณหภูมิผลต่ำกว่าสภาพภูมิอากาศปกติ และลดผลกระทบที่เกิดจากความร้อนของรังสีดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็นให้กับตัวอาคารได้ โดยมีตัวแปรต่างๆที่ควรพิจารณาใช้ ได้แก่ ต้นไม้ พุ่มไม้ พืชคลุมดิน แหล่งน้ำ กระแสลม ความลาดเอียงของพื้นดิน เป็นต้น

พืชพรรณธรรมชาติ

ปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบๆอาคาร เพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความร้อนที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์ (direct sun) แต่ไม่เก็บกักความชื้น หรือใช้ไม้พุ่มเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น โดยให้มีลมพัดผ่านทำให้เกิดการระเหยน้ำ และปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับดิน และทำให้อุณหภูมิผิวของสภาพแวดล้อมเย็นลง

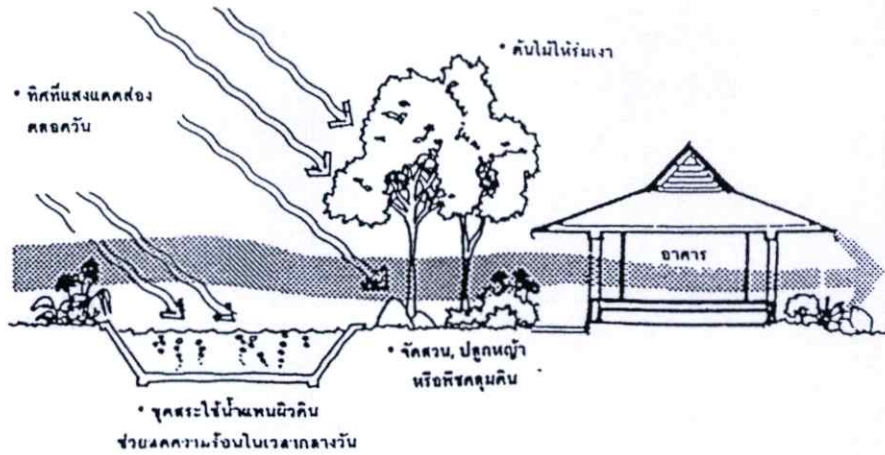


ภาพที่ 2.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้และกลางแจ้ง

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ. 2547 : 31

สภาพภูมิประเทศ

ปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้เอียงไปทางทิศเหนือ (north slope) เพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง หรือปรับแต่งเนินดินรอบอาคารเพื่อช่วยให้กระแสลมเย็นสามารถพัดผ่านตัวอาคาร และใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่เย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยให้พื้นที่ชั้นล่างของอาคารสัมผัสกับผิวดิน หรือออกแบบให้ผนังอาคารบางส่วนอยู่ในดิน รวมถึงการใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (ความลึกตั้งแต่ 1.5 เมตรขึ้นไป) สร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม โดยให้มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ



ภาพที่ 2.14 แสดงการใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมรอบอาคาร
ที่มา : ครีจใจ บูรณสมภพ. 2539 : 4

2.4.2 ความร้อนที่เกิดขึ้นในอาคารและการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

ความร้อนภายในอาคารมาจากแหล่งกำเนิดความร้อน 2 ส่วนหลักๆ คือความร้อนจากภายนอกและความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง โดยทั่วไปส่วนมากแล้วความร้อนรวมในอาคารจะมาจากภายนอกอาคารมากกว่าซึ่งเป็นความร้อนที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยการส่งผ่านความร้อนจะมาจากตัวกลางหลายชนิด และความร้อนเหล่านั้นก็จะส่งผ่านทางเปลือกอาคารสู่ภายในอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งในเรื่องของการถ่ายเทความร้อนสู่อาคารจะมีการกล่าวถึงประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้

ที่มาของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ประกอบด้วย

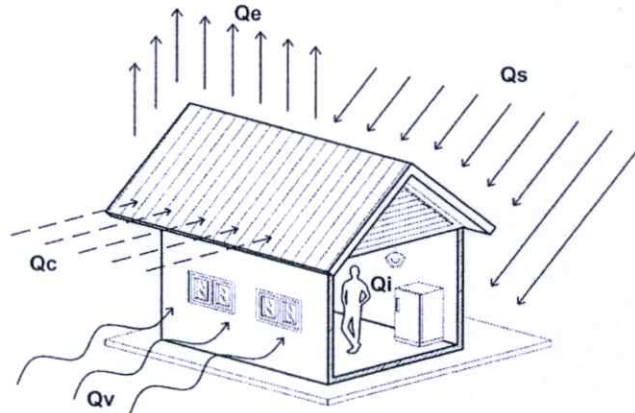
- 1) ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในอาคาร (Internal Heat Gain : Q_i) เป็นความร้อนที่อาจเกิดได้ทั้งจากคนหรือมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร เช่น ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า ตู้เย็น เป็นต้น
- 2) ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายนอกอาคาร (External Heat Gain) เป็นความร้อนที่จะเกิดจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ ดังนี้

- Conduction Heat Gain / Loss (Q_c) : การนำความร้อน ซึ่งอาจเกิดได้ทั้งการนำความร้อนเข้ามาภายในอาคารหรือการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยตัวนำความร้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเสมอ

- Solar Radiation (Q_s) : การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในกรณีของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะได้รับผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์เป็นอย่างมาก

- Ventilation Heat Gain / Loss (Q_v) : ความร้อนที่มาจากกระบวนการระบายอากาศ จะมีลักษณะคล้ายกับการนำความร้อนแต่จะมีตัวกลางในการพาความร้อนมาโดยอากาศ ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับทิศทางและความเร็วของกระแสลมด้วย

- Evaporative Heat Loss (Q_e) : การระเหยหรือความร้อนที่กลายเป็นไอ และในขณะที่เกิดการระเหยจำเป็นจะต้องใช้พลังงาน (ความร้อน) ในการเปลี่ยนสถานะ ทำให้สามารถช่วยลดความร้อนในบริเวณนั้นได้



ภาพที่ 2.15 แสดงความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

2.4.2.1 คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่งย่อมมีการเปลี่ยนแปลงหรือส่งผ่านพลังงาน โดยสาเหตุมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิเป็นหลัก โดยจะส่งผ่านจากอุณหภูมิที่สูงกว่าไปยังอุณหภูมิต่ำ เรียกขบวนการที่เกิดขึ้นว่า “การส่งผ่านความร้อน” หรือ Heat Transfers จะมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ การนำ การพา และการแผ่รังสี โดย 2 อย่างแรกเป็นปรากฏการณ์เดียวกันกับที่เกิดขึ้นในของไหลและต้องอาศัยตัวกลาง ส่วนการแผ่รังสีไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เนื่องจากพลังงานความร้อนที่ส่งผ่านโดยการแผ่รังสีจะเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การเคลื่อนตัวของความร้อนในรูปแบบพลังงานจากด้านที่มีอุณหภูมิต่ำ เกิดเป็นขบวนการถ่ายเทความร้อน(Heat Transmission) สิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังจาก Heat Transfer จะสะสมไว้ในวัสดุจนทำให้วัสดุเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นสูงสุดเต็มที่ในระดับหนึ่ง จึงค่อยๆ คลายความร้อนโดยวิธีการนำ(Conduction) เรียกขบวนการการคลายความร้อนของวัสดุในลักษณะนี้ว่า “Thermal mass หรือ Thermal inertia” ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุ และช่วงเวลาการให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์

ค่าที่ใช้เรียกการถ่ายเทความร้อนของวัสดุคือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน (Overall Coefficient of Heat Transmission หรือค่า U)

รูปแบบการถ่ายเทความร้อนมักจะเป็นรูปแบบที่มีลักษณะแบบผสมต่างๆ มารวมกัน เพียงแต่ว่าจะมีรูปแบบใดจะมีความสำคัญมากกว่าโดยพิจารณาเป็นกรณีๆ ไป

1) การนำความร้อน (Thermal Conduction)

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนชั้นอะตอมของอนุภาคในโลหะ การนำความร้อนเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ (คล้ายการนำไฟฟ้า) ในของเหลว และของแข็งที่มีสภาพการนำ

ความร้อนต่ำ การสั่นของโมเลกุลข้างเคียงจะเป็นสาเหตุให้เกิดการนำความร้อนขึ้น ส่วนในก๊าซจะมีการนำความร้อนเกิดจากการสั่นระหว่างโมเลกุล จากการทดลองพบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัตถุ (ด้านที่อุณหภูมิสูงและต่ำ) และพื้นที่ผิวที่ความร้อนไหลผ่าน โดยมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการไหลของความร้อน แต่จะเป็นสัดส่วนกลับกับความหนาของวัสดุนั้นๆ การนำความร้อนผ่านแผ่นราบสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการดังนี้

$$Q = [k \times A \times (T_1 - T_2)] / X \dots \dots \dots (2.4.2.1-1)$$

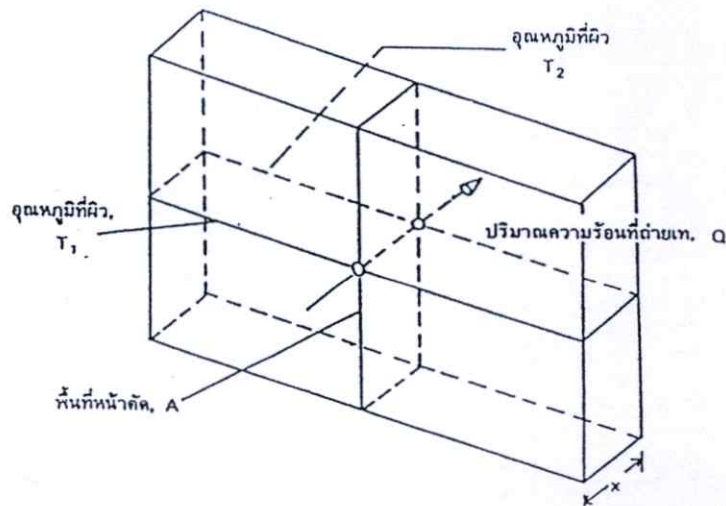
- Q = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่อ 1 วินาที (W)
 k = สภาพการนำความร้อนหรือ Thermal Conductivity (W/m.K)
 A = พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน (m²)
 T₁, T₂ = อุณหภูมิสูง และต่ำแต่ละด้านตามลำดับ (K)
 X = ความหนาแน่นของแผ่นราบ (m.)

ในสมการนี้สภาพการนำความร้อน(k) เป็นตัวคงที่ขึ้นอยู่กับวัสดุแต่ละชนิด ปกติค่า k จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ แต่หากอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนักสามารถใช้ค่าที่สมมติว่าค่า k คงที่ตลอดช่วงอุณหภูมิได้ เนื่องจากในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านวัตถุ จะคิดในเทอมของการต้านทานการถ่ายเทความร้อน ฉะนั้นเมื่อพิจารณาค่าความต้านทานความร้อนเทียบกับความต้านทานทางไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ (V₁-V₂) ในลักษณะนี้ซึ่งมีผลต่างของอุณหภูมิ (T₁-T₂) สมการ 2.4.2.1-1 จะกลายเป็น

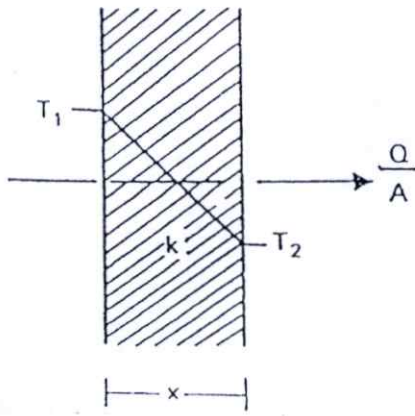
$$Q = (T_1 - T_2) / R \dots \dots \dots (2.4.2.1-2)$$

โดยที่ $R = X / k (A)$

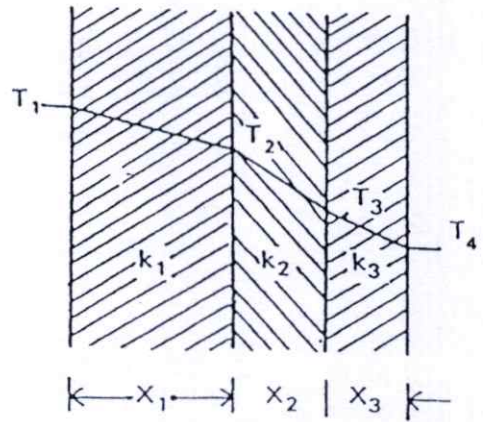
(ที่มา : ละครการ ก้าวกลีกรม. 2537)



ภาพที่ 2.16 แสดงการนำความร้อนผ่านแผ่นราบ (Thermal Conduction)



ภาพที่ 2.17 แสดงเส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังราบชั้นเดียว



ภาพที่ 2.18 แสดงเส้นผลต่างอุณหภูมิผ่านผนังราบ 3 ชั้น (วัสดุต่างชนิดกัน)

จากการที่ถือว่าค่า k คงที่ตลอดช่วงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ฉะนั้นวัตถุที่มีพื้นที่หน้าตัดและความหนาตามภาพประกอบ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะมีลักษณะเชิงเส้นตามภาพประกอบ หากพิจารณาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังที่ประกอบด้วยวัสดุต่างชนิดกันดังภาพ โดยคิดค่าการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบ Steady State และมีการถ่ายเทความร้อนผ่านวัตถุในอัตรา Q ที่เท่าเทียมกันตามกรรมวิธีข้างต้น จะได้สมการการถ่ายเทความร้อนรวมกลายเป็น

$$Q = T_1 - T_4 / (R_1 + R_2 + R_3) \dots \dots \dots (2.4.2.1-3)$$

2) การพาความร้อน (Thermal Convection)

เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลของไหล เมื่อของไหลสัมผัสกับพื้นผิวของแข็งที่อุณหภูมิต่างกัน การแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดพาความร้อนจะเกิดขึ้น การพาความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ การพาความร้อนแบบอิสระ (Free or Natural Convection) และการถ่ายเทความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) ลักษณะแรกเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลทำให้เกิดแรงยกตัว (Buoyancy Force) ส่วนการพาความร้อนแบบบังคับจะเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยใช้แรงภายนอกมาเคลื่อนที่ของไหลผ่านพื้นผิวของแข็งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ปริมาณการถ่ายเทความร้อนสามารถหาได้จากกฎของนิวตันว่าด้วยการเย็นตัวคือ

$$Q = h \times A (T_s - T_f) \dots \dots \dots (2.4.2.1-4)$$

โดยที่

h = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้วยการพา (W/M².K)

A = พื้นที่ผิวของของแข็งที่ของไหลสัมผัส (m²)

T_s = อุณหภูมิที่พื้นผิวของแข็ง (K)

T_f = อุณหภูมิของไหล (K)

ค่า h นี้จะไม่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ แต่จะขึ้นอยู่กับรูปร่างของผิววัสดุของไหลไหลผ่าน และธรรมชาติที่ไหลผ่านพื้นผิว และทำนองเดียวกันกับการนำความร้อน สามารถให้ค่าจำกัด ความต้านทานความร้อนของการพาความร้อน ได้ดังนี้ $R = 1/h(A)$ และดังนั้น

$$Q = (T_s - T_f) / R \dots \dots \dots (2.4.2.1-5)$$

3) การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation)

วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิมากกว่าศูนย์องศาสมบูรณ์ จะมีพลังงานภายในอยู่ในตัวจากการสั่นของโมเลกุลของวัตถุนั้น ซึ่งพลังงานนี้บางส่วนจะถูกปล่อยออกมาในลักษณะการแผ่รังสีความร้อนผ่านผิวของวัตถุนั้น โดยอาศัยกลไกของการแผ่รังสีด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รังสีความร้อนที่แผ่ออกมาปกติจะเดินทางผ่านช่องว่างในบรรยากาศด้วยความเร็วแสง มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.1-100 ไมครอน ในลักษณะเป็นเส้นตรงจนกว่าจะกระทบกับวัตถุใดๆ ซึ่งถ้าวัตถุที่แผ่รังสีออกมาไม่ได้รับความร้อนจากวัตถุอื่นๆ อุณหภูมิของวัตถุจะลดลง ในทำนองเดียวกันวัตถุที่ได้รับความร้อนมากกว่าที่วัตถุนั้นปล่อยออกไป อุณหภูมิของวัตถุจะเพิ่มขึ้น โดยรังสีความร้อนที่กระทบวัตถุใดๆ ส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนโดยวัตถุนั้นๆ บางส่วนอาจทะลุผ่านและมีบางส่วนสะท้อนกลับออกจากวัตถุนั้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของพลังงานการแผ่รังสีทั้งที่ดูดกลืนไว้ และที่ทะลุผ่าน และสะท้อนกลับจะขึ้นอยู่กับตัววัตถุเอง และคุณสมบัติทางพื้นผิวของวัตถุนั้น สำหรับวัตถุทึบจะมีสัดส่วนที่ทะลุผ่านเป็นศูนย์ ในวัตถุค่าจะมีค่าความสามารถดูดกลืนรังสีตกกระทบได้ทั้งหมดโดยไม่มีการสะท้อนหรือทะลุผ่าน ถือเป็นตัวกลางดูดกลืนรังสีที่สมบูรณ์ ฉะนั้นวัตถุค่าจึงเป็นวัตถุที่มีการแผ่รังสีที่สมบูรณ์เช่นกัน อย่างไรก็ตามวัตถุค่าจริงๆ ตามธรรมชาติไม่มี ยกเว้นดวงอาทิตย์ที่อาจสมมติว่าเป็นวัตถุค่าได้ โดยแนวความคิดเป็นเพียงเพื่อให้เกิดความสะดวกในการคำนวณทางวิศวกรรม ซึ่งถ้าเปรียบเทียบการแผ่รังสีของวัตถุชนิดหนึ่งที่เหมาะกับอุณหภูมิของวัตถุค่าพบว่า

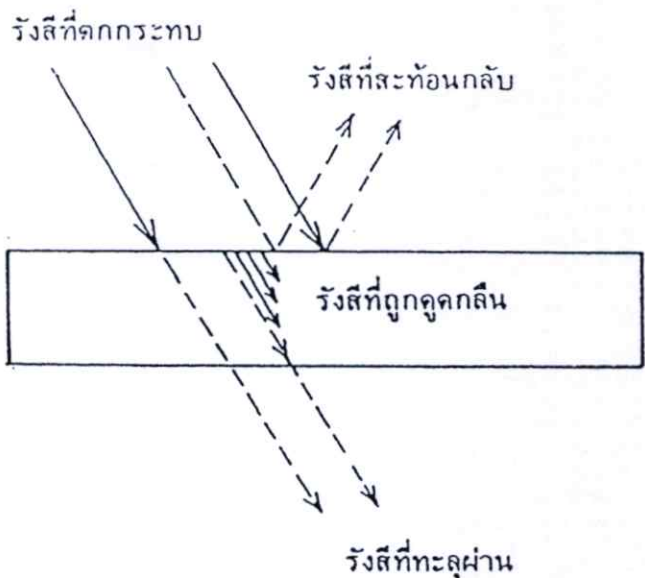
$$E / E_b = \epsilon \dots \dots \dots (2.4.2.1-6)$$

E = กำลังงานการแผ่รังสีของวัตถุนั้น

E_b = กำลังงานการแผ่รังสีของวัตถุค่า

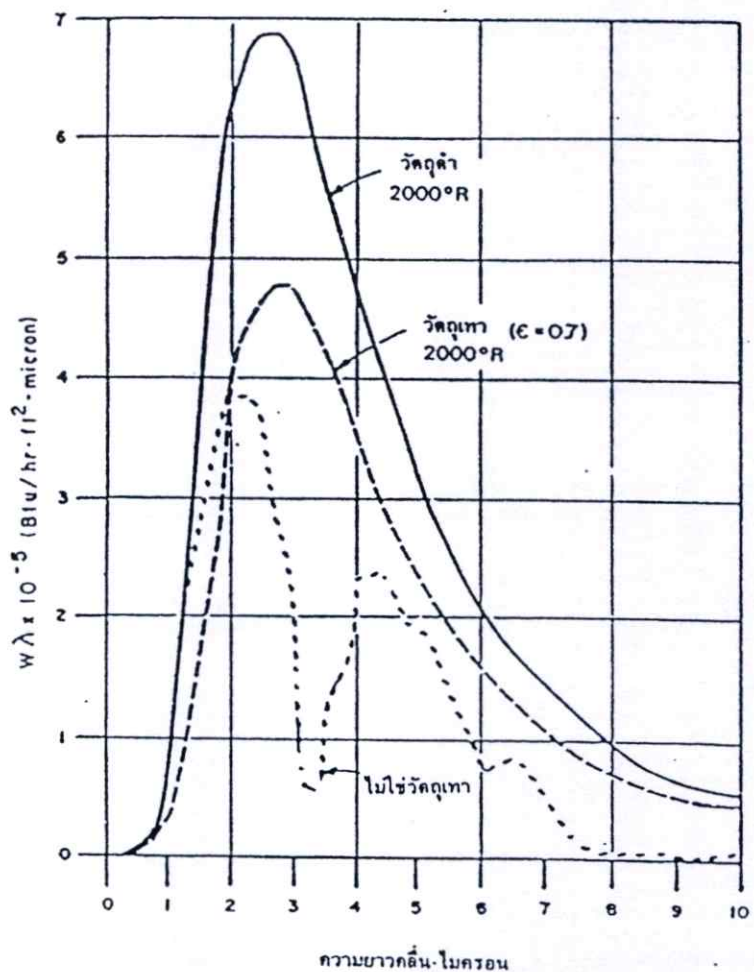
ϵ = สภาพการแผ่รังสีของวัตถุ (Emissivity) โดยทั่วไป < 1 เสมอ

การที่ค่าสภาพการแผ่รังสีมีค่าน้อยกว่า 1 เนื่องจากวัตถุชนิดใดๆ จะไม่เป็นตัวดูดกลืนรังสีที่สมบูรณ์เท่าวัตถุค่า การแผ่รังสีที่เปล่งออกมาจึงน้อยกว่าที่เปล่งออกจากวัตถุค่าที่มีอุณหภูมิเท่ากัน

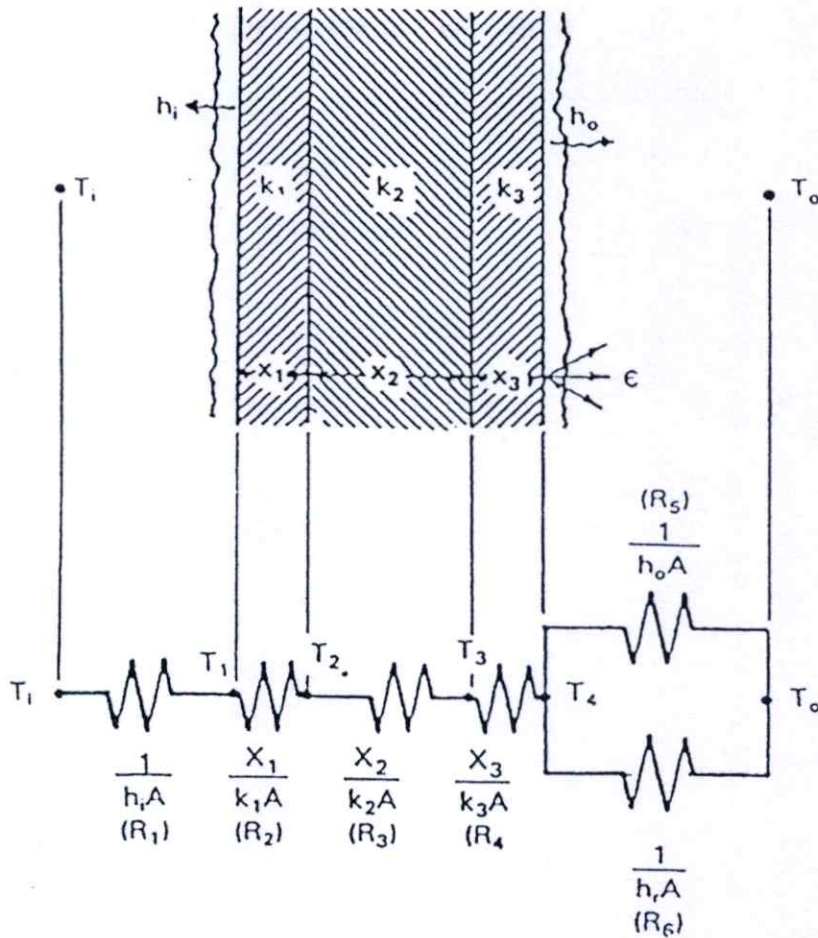


ภาพที่ 2.19 แสดงการสะท้อน การดูดกลืน และการทะลุผ่านของรังสีที่ตกกระทบวัตถุ

แผนภูมิที่ 2.7 แสดงการกระจายสเปกตรัมของกำลังการแผ่รังสีของวัตถุดำ เทา และไม่ใช่สีเทา



ที่มา : ตะการ ก้าวกลีกรม. 2537 : 14-16



ภาพที่ 2.20 แสดงการถ่ายเทความร้อนแบบผสมของแผ่นราบ

ที่มา : ตะการ ก้าวกลิกรม. 2537 : 20

2.4.2.2 อิทธิพลที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร

ผนังอาคารเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญที่เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้อง โดยเฉพาะผนังด้านนอกที่โดนแสงแดด ในคุณสมบัติของมวลสารที่มีการกักเก็บความร้อน และการหน่วงเหนี่ยวการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อช่วงเวลาที่เกิดภาวะการทำความเย็นสูงสุด และ Cooling Load Profile ได้มีการรวบรวมอิทธิพลต่างๆ ไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1) ความจุความร้อน (Heat Capacity)

ในมวลสารของวัสดุต่างๆ จะมีลักษณะของคุณสมบัติเฉพาะตัวในการเก็บกักความร้อน และยอมให้มีการถ่ายเทความร้อนที่มีอัตราที่แตกต่างกัน เรียกว่า “ค่าความจุความร้อนของวัสดุ” หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของวัสดุสูงขึ้น 1 องศา โดยทั่วๆ ไปวัสดุที่มีมวลมาก (Heavy Materials) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรมักจะมีค่าความจุความร้อนสูง แต่น้ำจะมีค่าความจุความร้อนที่สูงมาก แม้ว่าจะไม่จัดอยู่ในวัสดุประเภทที่มีมวลมาก เนื่องจากน้ำเป็นมวลสารประเภท Middle Weight Materials โดยสามารถพิจารณาจากตารางที่ 2.5

ในทางสถาปัตยกรรมแล้วจะให้ความสนใจเรื่องคุณสมบัติความจุความร้อนต่อปริมาตร หรือเรียกว่าค่าความจุความร้อน (Heat Capacity)

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า Heat Capacity of Materials by Volume

Materials	Heat Capacity per Volume (btu / ft ³ - F)
Water	62.4
Steel	59
Wood	26
Brick	25
Concrete (Stone)	22
Foam insulation	1
Air	0.02

ที่มา : Lechner, 1991 : 125

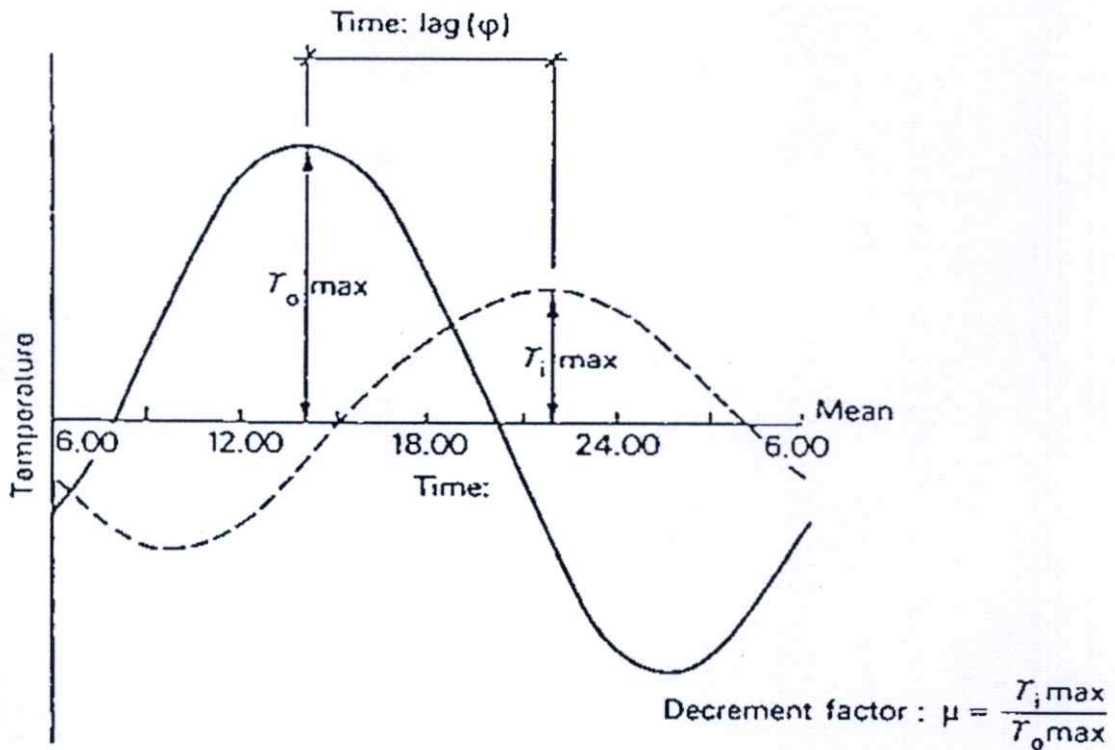
2) ค่าความต้านทานอุณหภูมิตั้ง (Thermal Resistance)

ค่าความต้านทานที่ตรงกันข้ามกับค่าการส่งผ่านความร้อน หรือสภาพที่ทำให้การถ่ายเทความร้อนทำได้ไม่ดี เรียกว่าคุณสมบัตินี้ว่า “ค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุ (Thermal Resistance : R)” ในการพิจารณาคุณสมบัติค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุจะใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดเพื่อตรงกับการใช้งาน เช่น คอนกรีตหนา 12 นิ้วจะมีค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับไม้ที่หนา 1 นิ้ว เนื่องจาก Air Space ที่ประกอบในเซลล์ของไม้และคอนกรีตเท่ากัน แต่มีเงื่อนไขว่าต้องอยู่ภายใต้สภาวะที่คงที่ (Steady State) เท่านั้น คือที่ได้ก็ตามที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งส่งผ่านวัสดุในลักษณะคงที่เป็นเวลานานๆ แต่ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งที่เกิดขึ้นคือคอนกรีตที่หนา 12 นิ้ว จะมีค่าความต้านทานความร้อนผ่านเข้ามาดีกว่าไม้หนา 1 นิ้ว สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการหน่วงเวลา และความร้อนภายในวัสดุ (Time Lag)

3) การหน่วงเวลา (Time Lag)

เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวในวัสดุใดๆ ด้านที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีการถ่ายเทความร้อนไปหาด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า อุณหภูมิด้านที่ต่ำกว่าจะยังไม่สูงขึ้นทันที แต่จะค่อยๆ อุณหภูมิขึ้นภายหลังในระยะเวลาหนึ่งจนถึงจุดอิ่มตัว (Fill up the Heat Capacity) ปรากฏการณ์การชะลอการถ่ายเทความร้อนนี้เรียกว่า การหน่วงเวลา หรือ Time Lag

แผนภูมิที่ 2.8 แสดง Time Lag and Decrement Factor



วัสดุที่มีขนาดความจุหรือปริมาตร โดยมวลวัสดุสูง (High Capacity Materials) มีการหน่วงเวลาของการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าวัสดุที่มีปริมาตร โดยมวลต่ำ (Low Capacity Materials) และปรากฏการณ์ Time Lag จะสิ้นสุดลงเมื่อปริมาตรของความร้อนมีการกักเก็บความร้อนเต็มที่ (The Storage Tank is Full) อีกทั้งภายใต้สภาวะคงที่ จะไม่มีการเกิดการหน่วงเวลา แต่ในสภาพความเป็นจริง การหน่วงเวลาของการถ่ายเทความร้อนของวัสดุจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ (ประพันธ์ จงปติยัตต์. 2537)

ประโยชน์ของ Time Lag ที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือการใช้วัสดุในอาคารที่อยู่ในแถบภูมิอากาศเขตร้อนแห้ง (Hot and Dry Climate) ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วง 1 วันที่สูง (Swing Temperature) ผลของการหน่วงเวลาที่เกิดจากมวลของผนังที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวน (Insulation Effect of Mass) ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนถูกกักเก็บไว้ในผนังช่วงเวลากลางวัน และคายความร้อนในช่วงเวลากลางคืน ส่วนในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทยมีการนำเอาความคิดของการหน่วงเวลาเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารเช่นกัน แต่เนื่องจากค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืนมีไม่มากพอทำให้ลดการถ่ายเทความร้อนได้ไม่มากนัก

ตารางที่ 2.6 แสดงช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ

วัสดุ	ความหนา	U-Value (W/m ² °C)	Time Lag
อิฐ	4	0.61	2.30 ชม.
	8	0.41	5.30 ชม.
	12	0.31	8.30 ชม.
คอนกรีต	4	0.85	2.30 ชม.
	8	0.67	5 ชม.
	12	0.55	8 ชม.
แผ่นฉนวนกันความร้อน	2	0.16	40 นาที
	4	0.09	3 ชม.
ไม้	0.5	0.68	10 นาที
	1	0.47	25 นาที
	2	0.30	1 ชม.

ที่มา : Egan, M.D. 1975 : 84 ; คริ่งใจ บุรณะสมภพ. 2539

4) ความเป็นฉนวนของวัสดุ (Insulation Materials)

เมื่อกล่าวถึงคุณสมบัติความเป็นฉนวน หรือวัสดุที่ถือว่ามีความเป็นฉนวนที่ดีนั้น ระดับของความเป็นฉนวนจะต้องพิจารณาจากคุณสมบัติในทางทฤษฎี 3 ข้อหลัก ดังนี้

ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Resistively)

ค่าความต้านทานความร้อน หรือ ค่า “R-Value” จะเป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามแนวที่ความร้อนไหลผ่านกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ กรณีที่วัสดุซ้อนกันหลายชั้น ค่าความต้านทานความร้อนรวมจะเท่ากับผลบวกของค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุที่กำหนดแต่ละชั้นรวมกัน และค่าการต้านทานความร้อนจะมีความสัมพันธ์กับค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน กล่าวคือ ถ้าค่าการต้านทานความร้อนสูง วัสดุนั้นก็จะมีค่านำความร้อนต่ำ

ค่าการต้านทานความร้อน หรือ ค่า “R-Value” สามารถคำนวณได้จาก

$$R = 1 / C = \Delta X / K$$

เมื่อ R = ค่าการต้านทานความร้อน (Resistively - W / m² °C)

C = ค่าความจุความร้อน (Thermal Capacity - W / m² °C or J / kg.°C)

ΔX = ความหนาของชั้นวัสดุที่นำมาพิจารณา

K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - W / m °C)

การนำความร้อน (Conductivity)

การนำความร้อน หรือ ค่า “K-Value” สามารถบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุเพียงชนิดเดียว โดยวัดค่าในรูปของอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุดระยะทางหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่านและหน่วยวัดอุณหภูมิวัดเป็น $Wm/m^2K = W/m.K$ (หรือ $W/m^{\circ}C$) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน(K - Value) ของวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกันมาก เช่น ฉนวนใยแก้วมีค่า 0.03 W/m.K ของทองแดงมีค่า 384 W/m.K

แต่ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารจริง การคิดค่าการนำความร้อนของเปลือกอาคารย่อมแตกต่างกันไปตามความหนา และกลุ่มวัสดุที่ประกอบเข้ามาเป็นผนังแต่ละชั้น รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารด้วย ในการศึกษาค่าการนำความร้อนรวมของวัสดุเปลือกอาคารจึงจำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม หรือ ค่า U เข้ามาใช้ในการคำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมสามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า k ได้ดังต่อไปนี้

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \dots + \frac{x_n}{k_n} + \frac{1}{h_i}}$$

- เมื่อ
- U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม มีหน่วยเป็น Btu/h-ft²-°F (W/m²-K)
 - h_o = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น Btu/h-ft²-°F หรือ (W/m²-K)
 - h_i = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของอากาศภายใน มีหน่วยเป็น Btu/h-ft²-°F หรือ (W/m²-K)
 - x_n = ความหนาของวัสดุในชั้นที่ n มีหน่วยเป็น นิ้ว หรือ (เมตร)
 - k_n = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชั้นที่ n มีหน่วยเป็น Btu-in/h-ft²-°F (W/m-K)

ความจุความร้อน (Thermal Capacity)

ความจุความร้อนของสสาร จะเท่ากับผลคูณของมวลสารกับความจุความร้อนจำเพาะ ซึ่งความจุความร้อนจำเพาะของสสาร (Specific Heat Capacity) เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ เนื่องจากความจุความร้อนจำเพาะของสสารเป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา โดยมีหน่วยวัดเป็น Cal/g-°C หรือ J/kg.K

หรือบางกรณีใช้เป็น Wh/kg.K ตัวอย่างค่าความจุความร้อนของวัสดุจำพวกอิฐคอนกรีต มีค่าเท่ากับ 800 – 1000 J/kg.K น้ำมีค่าเท่ากับ 4176 J/kg.K และอากาศแห้งมีค่าเท่ากับ 1005 J/kg.K เป็นต้น

ค่าความจุความร้อนของวัสดุ จะไม่สามารถบอกได้โดยตรงว่าควรจะมีค่ามากหรือน้อย จึงจะดี เพราะถ้าความจุความร้อนน้อยการส่งผ่านความร้อนสู่ภายในจะมากและส่งผ่านได้เร็ว ซึ่งจะเหมาะกับส่วนที่มีการใช้งานเฉพาะกลางคืน แต่ในทางกลับกันการที่สามารถเก็บความร้อนไว้ในตัวองได้มาก ความร้อนที่ถูกส่งผ่านต่อมายังในอาคารก็จะน้อยลงหรือส่งผ่านได้ช้าลง (Time Lag) ซึ่งเหมาะกับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะกลางวัน จะเห็นว่าการส่งผ่านความร้อนเนื่องจากค่าความจุความร้อนของวัสดุมีความเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาที่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

2.4.2.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer)

เป็นค่าที่ใช้แสดงความร้อนทั้งหมดที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งอาจเรียกอีกอย่าง ว่าค่า “Q” สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด และ ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

$$Q = U.A.\Delta T$$

เมื่อ Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (W / m²°C)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

A = พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด (m²)

ΔT = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (°C)

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สามารถแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดค่า คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) และเมื่อนำทั้งสองส่วนมารวมกันก็จะได้เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารทั้งหมด

สมการที่ใช้ในการคำนวณโดยทั่วๆ ไปมี 2 สมการคือ

$$Q = U \times A \times \Delta T \dots \dots \dots (2.4.2.3-1)$$

$$Q = U \times A \times CLTD \dots \dots \dots (2.4.2.3-2)$$

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนัง (BTU/HR.F²)

A = พื้นที่ของผนังที่มีการถ่ายเทความร้อน (m²)

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอก และภายในของผนัง (F)

CLTD = ค่าความแตกต่างของภาระการทำความเย็นเทียบเท่าหรือ Cooling Load Temperature Difference (F)

จากสูตรการคำนวณดังกล่าวจะพบว่าตัวแปรที่จะลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารมีอยู่ 3-4 ตัวแปรคือ

ค่า “U” โดยการลดค่า U ที่ใช้ทำผนังลง จากการใช้ฉนวนต่างๆ ที่มีค่าความต้านทานการนำความร้อน (Resistance : R) ให้กับผนัง

ค่า “A” โดยการออกแบบพื้นที่ผิวของอาคารไม่ให้มีมากเกินไป เช่นมีการหักเหลี่ยม หรือการหยักเข้าออกของอาคารเป็นต้น โดยที่พื้นที่ใช้สอยไม่ได้เพิ่ม

ค่า “CLTD” และค่า “ ΔT ” ค่าทั้ง 2 ค่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมากทางความหมาย แต่ต่างกันเรื่องเวลาในการนำไปใช้ ค่า ΔT จะใช้ในกรณีดังนี้

- ค่าความแตกต่างของความร้อนระหว่างภายนอก และภายในมีค่าคงที่
- อิทธิพลภายนอกไม่ให้ผลกระทบที่รุนแรง
- ใช้คำนวณหาค่า Heat Load ของอาคารในประเทศที่มีอากาศหนาว เพราะค่าอิทธิพลของมวลสาร และ Time Lag เป็นค่าที่ช่วยลดความเสี่ยงในการคำนวณ

ส่วนค่า CLTD จะมีอิทธิพลของแสงแดด และมวลสารของผนัง และการถ่ายเทความร้อนจากผิวภายนอกเข้าด้วยกัน โดยสูตรการคำนวณที่มีค่าปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องคือ

$$Q = U \times A \times CLTD_{corr} \dots\dots\dots (2.4.2.3-3) \text{ หรือ}$$

$$Q = CLTD + (25.5 - T_R) + (T_M - 29.4) \dots\dots\dots (2.4.2.3-4)$$

- CLTD_{corr} = ค่า CLTD Corrector
- CLTD = ค่าที่ได้จากการจัดกลุ่มประเภทของผนัง และตามตำแหน่งของ Latitude Month
- (25.5 - T_R) = ค่าปรับแก้ของอุณหภูมิภายในห้อง T_R = Inside Temperature (C)
- (T_M - 29.4) = ค่าปรับแก้ของอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก T_M = Maximum Outdoor Temperature (Daily Range/2) (C)

จากทั้ง 2 สมการจะพบว่าการคำนวณจะใช้สมการที่ 2.4.2.3-1 ในกรณีที่ค่าความแตกต่างของความร้อนระหว่างภายนอกและภายในมีค่าคงที่ (Steady State Condition) หรืออิทธิพลจากองค์ประกอบภายนอกมีผลกระทบที่ไม่รุนแรงมากนัก ส่วนอีกกรณีหนึ่งที่ใช้สมการที่ 2.4.2.3-1 ในการคำนวณคือ เพื่อความสะดวกในกรณีที่ม้อัตรเสี่ยงต่ำ ในการคำนวณหาค่า Heat Load ของอาคารในเมืองหนาวซึ่งถือว่าม้อิทธิพลอันเนื่องมาจากมวลสาร การหน่วงเวลา หรืออื่นๆ เป็นเสมือนค่า Steady Factor ในการคำนวณ ส่วนสมการที่ 2.4.2.3-2 ค่า ΔT ถูกเปลี่ยนเป็น CLTD เพื่อปรับปรุงให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น เพราะในทางปฏิบัติแล้วความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอก และภายในอาคารไม่คงที่ แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศที่

เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้การคำนวณหาค่า Peak Load ของอาคารจึงใช้ค่า CLTD แทนค่า ΔT จากการศึกษารายละเอียดในการคำนวณจะพบว่าค่า CLTD นั้นเป็นค่าที่ดัดแปลงมาจาก ΔT หากแต่ปรับให้เข้ากับอิทธิพลจากองค์ประกอบภายนอกเช่น วัน เวลา เดือน เขตละติจูดที่เกิด Peak Load มวลสารของผนัง สีของผนัง การห่น่วงเวลาของผนัง และผลกระทบของแสงแดด อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนี้พยายามปรับให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดโดยการคำนวณนั้นได้พยายามคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร (ที่มา : มาตรฐาน American Society of Heating Refrigerating and Air-Condition Engineering (ASHRAE). 1989)

1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV)

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนของผนังอาคารทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นผนังทึบหรือผนังโปร่งแสง เช่น ช่องประตู หรือหน้าต่าง ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง คำนวณได้จาก

$$\text{OTTV}_i = \underbrace{U_w (1-WWR) T_{d_{eq}}}_{\text{ความร้อนที่ผ่านผนังทึบ}} + \underbrace{U_f WWR \Delta T}_{\text{ความร้อนที่ผ่านผนังโปร่งแสง}} + \overbrace{SC \cdot WWR \cdot SF}^{\text{ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบังแดด}}$$

เมื่อ $A_1 =$ พื้นที่ผนังส่วนที่ 1 (m^2)
 ฉะนั้น
$$\text{OTTV}_{รวม} = \frac{A_1 \cdot \text{OTTV}_1 + A_2 \cdot \text{OTTV}_2 + \dots + A_i \cdot \text{OTTV}_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผนัง โดยแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา คำนวณได้จาก

$$\text{RTTV}_i = U_r (1-SRR) T_{d_{eq}} + U_m (SRR) T + SC \cdot SRR \cdot SF$$

เมื่อ $A_1 =$ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ 1 (m^2)
 ฉะนั้น
$$\text{RTTV}_{รวม} = \frac{A_1 \cdot \text{RTTV}_1 + A_2 \cdot \text{RTTV}_2 + \dots + A_i \cdot \text{RTTV}_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

 โดยที่ $U_w =$ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนทึบ ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)

$$WWR = \frac{\text{อัตราส่วนพื้นที่ผนังที่มีช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น}}{\text{พื้นที่ช่องแสง}}$$

$T_{d_{eq}}$ = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมผลคูณของการคูณกลืนรังสีของผนังส่วนที่บ (°C)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนโปร่งแสง ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)

ΔT = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (°C)

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = Solar Factor ค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ (W / m^2)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนที่บ ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)

SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น

U_m = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนโปร่งแสง ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)

2.4.3 การป้องกันความร้อนจากแสงแดด

การควบคุมแสงแดดและความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงทุกครั้งที่มีการออกแบบอาคาร พิจารณาได้ดังนี้ (ตรึงใจ บูรณสมภพ. 2521)

1. หน้าต่างและช่องแสง โดยเฉพาะกระจกเป็นจุดที่ความร้อนผ่านเข้ามาได้มากที่สุด ควรระมัดระวังในการกำหนดตำแหน่งของช่องแสง และออกแบบการให้ร่มเงากับช่องแสง

2. เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตร การโคจรของดวงอาทิตย์จะส่องทั้งอ้อมเหนือและอ้อมใต้

3. ช่วงเวลาสำคัญที่ตรวจหาร่มเงาทางด้านเหนือ คือเวลาบ่ายของวันที่ 21 มิถุนายน (ในวันนี้ดวงอาทิตย์จะอ้อมเหนือมากที่สุด ซึ่งจะอยู่ในช่วงฤดูร้อน)

4. สำหรับช่วงเวลาที่ตรวจสอบทางด้านทิศใต้ คือวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้ได้มากที่สุด และมุมทางตั้งของดวงอาทิตย์จะทอดต่ำกว่าในเดือนมิถุนายนมากทางด้านทิศใต้จึงต้องการแผนบังแดดที่ยื่นยาวกว่าทางด้านทิศเหนือ

5. ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกจะรับแสงแดดมากในตอนเช้าและตอนบ่าย ซึ่งมุมของแสงแดดจะทอดต่ำทั้งสองทิศนี้ จึงทำการบังแดดได้ยาก ในการหลีกเลี่ยงแดดบ่ายทางด้านตะวันตกจึงควรเปิดช่องแสงแต่ที่จำเป็นให้น้อยที่สุด

6. ต้นไม้จะช่วยบังร่มเงาให้กับอาคาร การปลูกต้นไม้ที่ถูกต้องและเหมาะสมจึงเสมือนหลังคาบังแดดผืนใหญ่

7. อาคารข้างเคียงจะช่วยบังแดดให้กับอาคารที่ต้องการได้ถ้าอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง

8. การยื่นชายคา ระเบียง กันสาด อุปกรณ์บังแดดต่างๆ หรือรูปทรงอาคารอาจจะช่วยบังแดดได้

9. แผงบังแดดนอกอาคารจะกันแดดและความร้อนได้ดีกว่ากระจกตัดแสงหรือม่านและมู่ลี่ภายในอาคาร

10. รูปแบบหลังคาจะลดพื้นที่ที่รับแดดได้ เช่น หลังคาทรงจั่วจะรับแดดเพียงครั้งเดียวหรือหลังคาทรงปั้นหยาจะรับแดดด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งปล่อยให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้

11. ถึงแม้ว่าจะต้องควบคุมความร้อนที่เข้าสู่อาคาร แต่ก็จำเป็นต้องให้มีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคาร รวมทั้งการมองเห็นวิวภายนอกอาคารด้วย

12. การใช้กระจกสะท้อนแสงมีผลกับบริเวณข้างเคียง เพราะจะสะท้อนแสงและความร้อนให้บริเวณรอบที่ตั้งอาคารและบริเวณข้างเคียง ต้องระมัดระวังในการเลือกชนิดของกระจกและเปอร์เซ็นต์ของการสะท้อน

13. การให้ร่มเงาแก่ช่องเปิดอาคาร ควรมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร ในเบื้องต้นได้แก่การออกแบบหลังคาที่มีชายคายื่นบังแดด การออกแบบผนัง ระเบียงที่ยื่นบังแดด การจัดภูมิสถาปัตยกรรมให้ร่มเงาแก่ช่องเปิด เป็นต้น

14. หน้าต่างบานไม้ทึบในอดีต มีข้อดีคือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ(U-value) ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนต่ำ เมื่อเปิดหน้าต่าง 90 องศา บานหน้าต่างก็จะเป็นอุปกรณ์บังแดดด้วย แต่ข้อเสียคือ มุมมองออกสู่ภายนอกมีน้อย

ทิศทางและช่องเปิดที่เหมาะสมในสภาพภูมิอากาศในเขต กทม.

การเลือกเปิดช่องหน้าต่างที่เหมาะสมกับทิศ มีปัจจัยอย่างมากมาย เช่น มุมมอง การถ่ายเทความร้อน การใช้สอย ความสวยงาม ฯลฯ แต่ในที่นี้จะคำนึงถึงค่าการถ่ายเทความร้อน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ และทิศทางกระแสลม (วชิระ แสงรัศมี, 2542)

ทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณรังสีตรงดวงอาทิตย์มีปริมาณน้อยกว่าทิศอื่นๆ ส่วนมากจะเป็นรังสีกระจายประมาณ 70% และ 59% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ จึงมีคุณภาพในด้านแสงสว่างและกระแสลมพัดผ่านในบางช่วง ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือ เดือนมิถุนายน สามารถออกแบบช่องเปิดได้ทุกรูปแบบ

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 8.00 ถึง 17.00 น.

ทิศใต้ทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดปี ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 74% และ 65% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือ เดือนธันวาคม และมีกระแสลมพัดผ่านมา จึงควรเปิดรับกระแสลมเพื่อระบายอากาศในอาคารประกอบกับออกแบบอุปกรณ์กันแดด

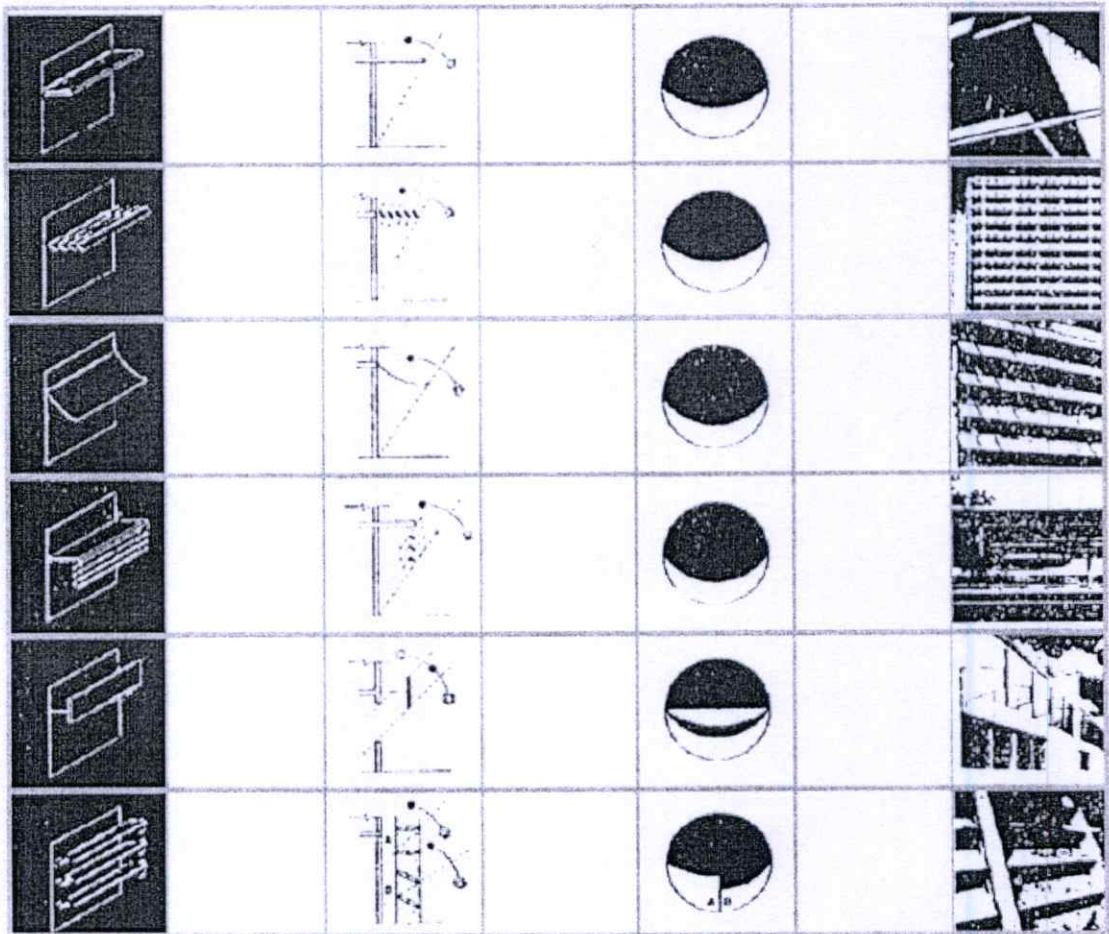
ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 11.00 ถึง 17.00 น.

ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดปีในช่วงเวลาเที่ยงถึงเวลาเย็น ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ 56% และ 59% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือเดือนมีนาคม จึงไม่ควรเปิดช่องเปิดเพราะจะเป็นการเพิ่มความร้อนภายในอาคาร ถ้าจำเป็นต้องเปิดควรออกแบบอุปกรณ์กันแดดด้วย หรือวางพื้นที่ภายในเป็นส่วนห้องน้ำ ห้องครัวเพื่อช่วยป้องกันความร้อนบางส่วนให้กับอาคาร

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 12.00 ถึง 17.00 น.

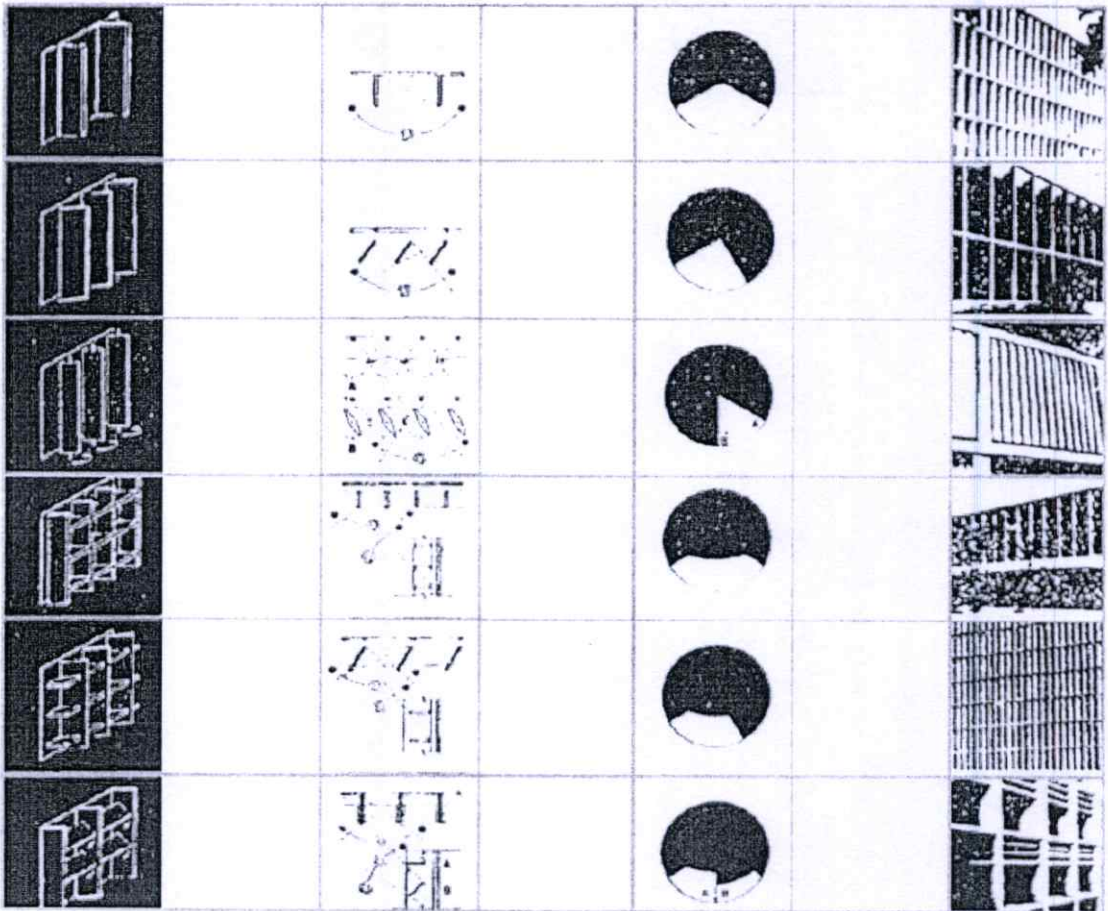
ทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดปีในช่วงก่อนเวลาเที่ยงถึงเวลาเย็นปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 71% และ 65% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือเดือนธันวาคม ไม่เหมาะกับช่องเปิดที่มีการรับกระแสลมเพราะทิศทางของกระแสลมน้อยหรือการวางตำแหน่งห้องที่มีการปรับอากาศไว้ทางสองทิศนี้จะเหมาะสม

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 11.00 ถึง 17.00 น.



ภาพที่ 2.21 แสดงตัวอย่างแผงกันแดดชนิดต่างๆ และเงาที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันมุมตัด (Profile) ของดวงอาทิตย์

ที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541



ภาพที่ 2.22 แสดงตัวอย่างแผงกันแดดชนิดต่างๆ และเงาที่เกิดขึ้น เพื่อป้องกันมุมเบี่ยง(Bearing) ของดวงอาทิตย์

ที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541

การจัดวางตำแหน่งห้องให้เหมาะสมกับทิศต่างๆ

การจัดวางห้องต่างๆ สำหรับที่อยู่อาศัยมีลักษณะและขนาดขึ้นอยู่กับจำนวนผู้อยู่อาศัย แต่การจัดวางตำแหน่งของห้องต่างๆ จะได้ใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์ จึงต้องมีการวางให้ถูกทิศเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาจากความร้อนได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (วชิระ แสงรัสมิ. 2542)

1. ห้องนอน เป็นห้องที่ต้องการความสบายใช้เป็นที่พักผ่อนหลับนอนเวลาที่ใช้ประมาณ 19.00 ถึง 16.00น. ไม่ควรได้รับรังสีตรงดวงอาทิตย์มาก เช่น ทิศตะวันตกเพราะผนังจะเกิดการสะสมความร้อนไว้ พอเวลาค่ำจะคายความร้อนออกมาซึ่งเป็นช่วงเวลาที่พักผ่อน ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ห้องรับแขก ห้องนี้มักจะทำกิจกรรมร่วมกับห้องอาหารซึ่งเป็นกิจกรรมตอนเช้าและเย็น หรือเป็นห้องที่ใช้พักผ่อนในวันหยุด ควรเป็นตำแหน่งที่ไม่ได้รับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะในช่วงเย็น ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้

3. ห้องอาหาร ห้องนี้มักจะทำกิจกรรมในตอนเช้าและเย็นหรือเป็นห้องที่ร่วมกับห้องรับแขกหรือต่อเนื่องกับห้องรับแขก ควรเป็นตำแหน่งที่ไม่ได้รับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะในช่วงเช้าและเย็น ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้

4. ห้องน้ำ ห้องนี้มักจะใช้ในตอนเช้าและเวลาค่ำ จะต้องเป็นห้องที่มีการระบายอากาศที่ดี และได้รับแสงและยังเป็นตำแหน่งที่ป้องกันความร้อนให้กับบ้านอีกด้วย ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

5. ห้องทำงาน เป็นห้องที่ต้องการความสงบ ช่วงเวลาที่ใช้ในการทำงานในวันหยุด ควรเป็นตำแหน่งที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากกระแสลมโดยตรง เพราะอาจควบคุมปริมาณลมที่มากเกินไปจนเกินไปไม่ได้ มีผลต่อสมาธิในการทำงาน ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้

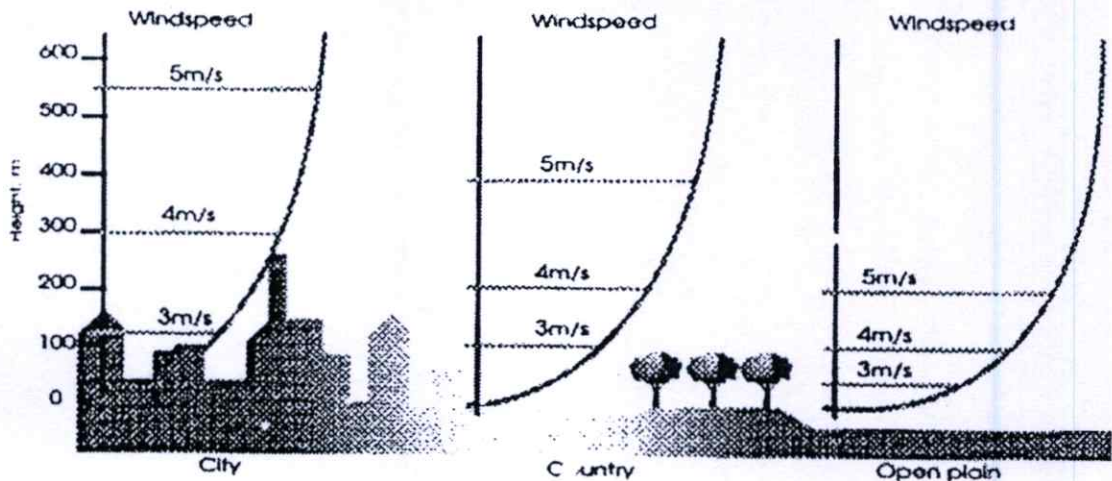
6. ห้องโถง เป็นส่วนประกอบของบ้านในทิศต่างๆ ซึ่งต้องดูปัจจัยในการออกแบบประกอบ เช่น แสงสว่างที่เหมาะสมในการกระจายเข้าสู่ห้องต่างๆ หรือการระบายอากาศที่ดีเป็นต้น ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

7. ห้องครัว เป็นห้องที่ใช้ในช่วงเช้าและเย็นหรือค่ำ ต้องเป็นห้องที่อยู่ท้ายลม ได้รับแสงสว่างเพียงพอและการระบายอากาศเป็นสิ่งจำเป็นมาก ควรวางไว้ตำแหน่งหลังบ้านหรือแยกออกจากบ้าน ทิศที่เหมาะสมคือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

2.4.4 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ(Natural Ventilation)

แนวความคิดในการระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือการพัดผ่านของลมมาช่วยให้เกิดสภาพความสบายขั้นมูลฐานภายในอาคาร การเคลื่อนที่ของอากาศจะช่วยให้เกิดความสดชื่น เพราะเป็นการเพิ่มระดับการระเหยให้กลายเป็นไอ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวกายลดลง ส่งผลให้ผู้อาศัยภายในอาคารจะรู้สึกสบายมากขึ้น

การลดอุณหภูมิโดยการผ่านของกระแสลมจะเกิดผลดี เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของผิวร่างกาย ซึ่งมีค่าระหว่าง 35-36.1 องศาเซลเซียส ตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิของอากาศมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของผิวกายผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร ความเร็วของลมที่จะช่วยเร่งให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอ จะไม่สามารถก่อให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้อยู่อาศัยได้



ภาพที่ 2.23 แสดงความเร็วลมที่สัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ต่างๆ

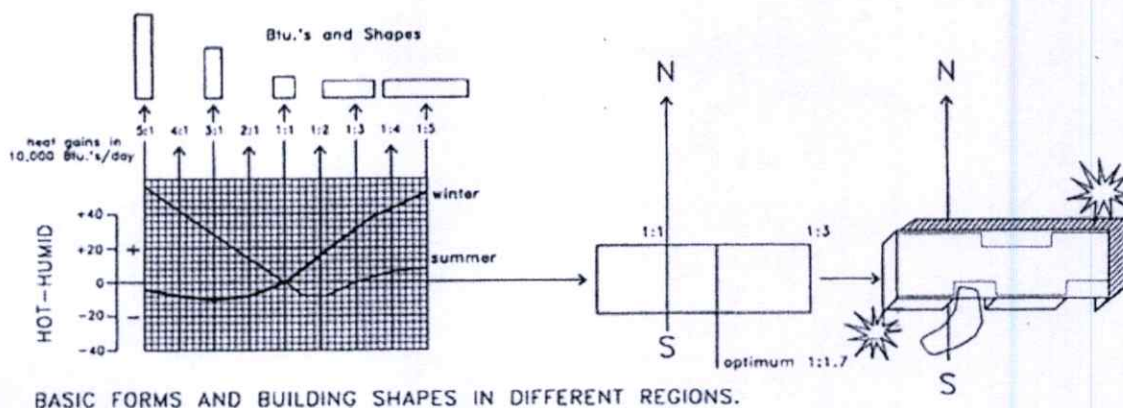
สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ

ในการออกแบบอาคารเพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดีจะต้องพิจารณาถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง อันเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้การระบายอากาศได้ผลตามต้องการ สามารถประมวลและสรุปได้ดังนี้ (Meleragno, 1982 ; มาลินี ศรีสุวรรณ, 2543)

- อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลมตลอดทั้งปี
- ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องทางที่ลมเข้าและช่องที่ลมออก
- รูปร่างและชนิดของช่องเปิด รวมทั้งกันสาด
- ตำแหน่งของช่องเปิด กับทิศทางของกระแสลม
- พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของลมภายในอาคาร
- ปริมาณกระแสลม

รูปร่างและสัดส่วนของอาคารที่สัมพันธ์กับกระแสลม

ประเทศไทยซึ่งจัดอยู่ในเขตร้อนชื้นนั้น ควรออกแบบอาคารให้สูญเสียความร้อนในบรรยากาศให้มากที่สุด ลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับภูมิอากาศควรมีผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอาคารได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุดตามเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์ การวางผังอาคารจึงควรกำหนดให้ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นด้านแคบ ส่วนด้านทิศเหนือและทิศใต้เป็นด้านยาวเพื่อรับกระแสลม สัดส่วนผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้ ควรอยู่ระหว่าง 1 : 1.7-3 จึงจะมีการไหลเวียนของกระแสลมตามธรรมชาติดีที่สุด



ภาพที่ 2.24 แสดงอิทธิพลของรูปทรงและทิศทางการวางอาคารที่มีผลต่อปริมาณกระแสลมและความร้อนที่เข้าสู่อาคารในเขตร้อนชื้น

ที่มา : Olgyay V. 1992 : 89

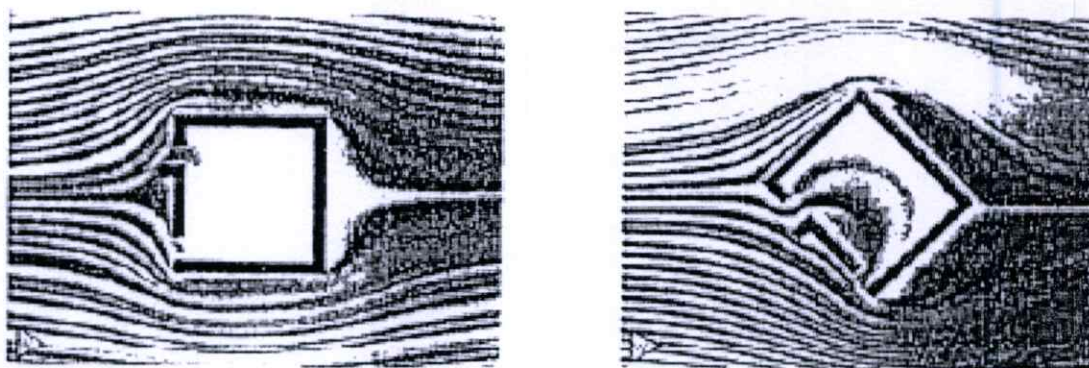
การระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ(Natural ventilation) สามารถสรุปแนวทางการทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในอาคาร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรมได้ 3 วิธี คือ (มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543)

1. การระบายอากาศด้านเดียว(Single side ventilation)

การระบายอากาศด้านเดียวเป็นการถ่ายเทอากาศโดยใช้ช่องเปิดเดียวกันหรือช่องเปิดในผนังด้านเดียวกัน (มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543) อาคารบางชนิดมีข้อจำกัดและมีความเป็นไปได้น้อยในการออกแบบอาคารให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในได้ดี บ้านเดี่ยวที่ก่อสร้างชิดแนวเขตที่ดินจนสามารถมีช่องเปิดได้เพียงด้านเดียว ในสภาพการณ์นี้ การระบายอากาศด้านเดียว(Single side ventilation) จะเป็นทางเลือกในการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสลมที่พัดผ่านช่องเปิดของอาคารด้วย

ทิศทางของอาคารที่เหมาะสมกับการใช้ช่องเปิดแบบ Single side ventilation

การจัดวางทิศทางของอาคารเพื่อการไหลเวียนของอากาศที่ดีไม่ได้หมายความว่าทิศทางของอาคารจะต้องตั้งฉากกับทิศทางของลมเสมอไป ลมที่มีทิศทางทำมุมระหว่าง 20 - 70 องศา กับทิศทางของผนังทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศเข้ามาในอาคารได้ ถ้าช่องเปิดถูกสร้างในลักษณะที่เป็นผนังดักลมยื่นออกมาจากอาคาร (สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544)

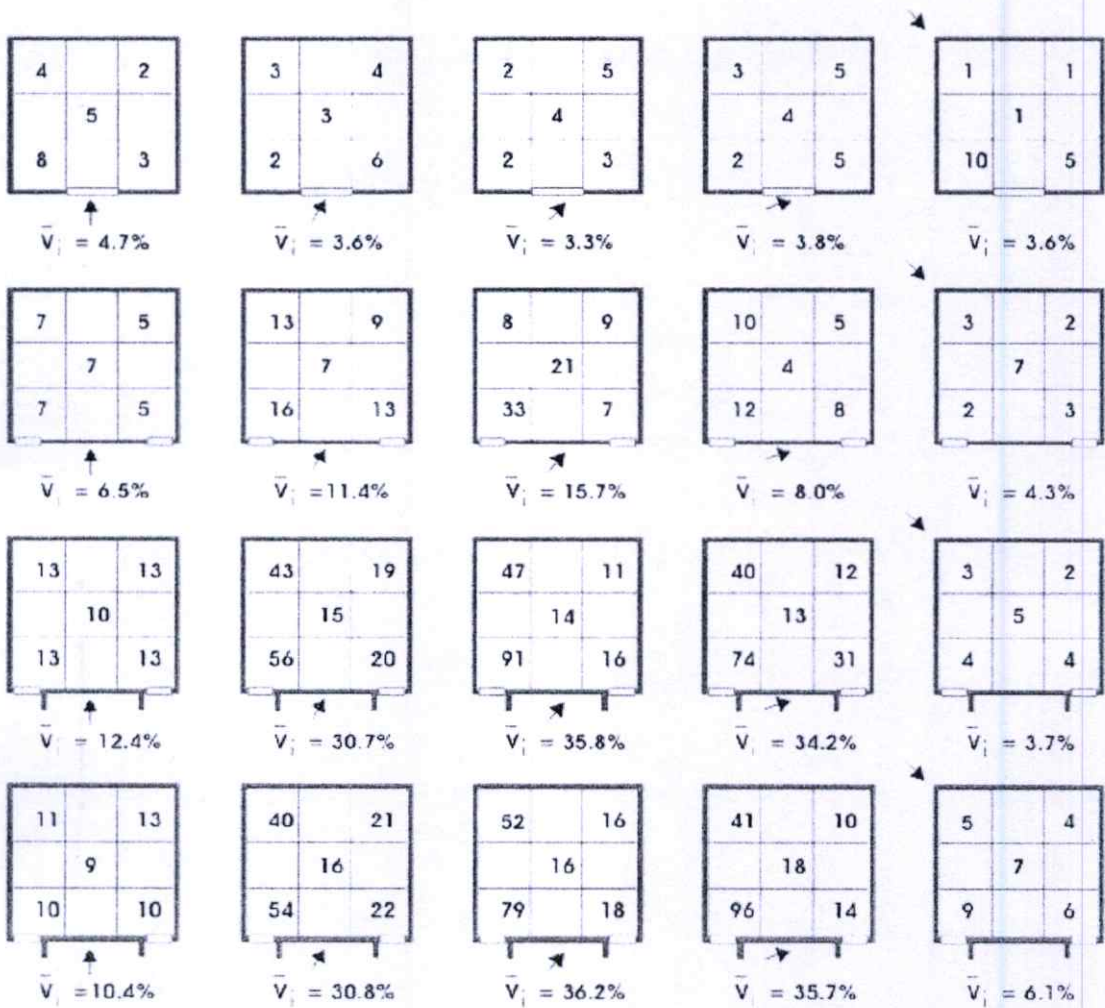


ภาพที่ 2.25 แสดงผลการทดลองให้เห็นว่าเมื่อลมมาปะทะกับผนังที่เจาะช่องเปิดเพียงด้านเดียวในทิศทางตั้งฉาก ลมจะไม่เข้ามาในห้องเลยครึ่งเมื่อลมเข้ามาในทิศทางทำมุม 45° กับแนวผนังกลับปรากฏว่าลมเข้ามาในห้องได้ดีขึ้น

ที่มา: มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543 : 157

ผนังดักลม (Wing wall)

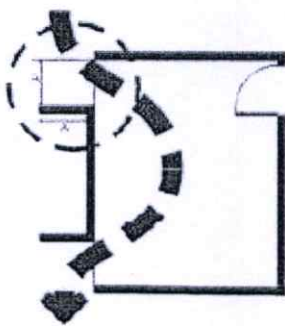
เมื่อลมทำมุมเอียงกับผนัง สามารถเพิ่มความแตกต่างของความดันระหว่างหน้าต่างทั้งสองได้โดยใช้ผนังดักลม (Wing wall) ถ้าผนังดักลมถูกติดตั้งในทิศได้ลม ทางด้านหน้าของผนังดักลมจะมีความดันมากขึ้นและถ้าติดตั้งในทิศเหนือลมจะทำให้การไหลเวียนของอากาศดีขึ้น ผลกระทบของการใช้ผนังดักลมต่อความเร็วของลมเฉลี่ยภายในห้องแสดงในภาพที่ 2.4.4 โดยตัวเลขที่อยู่ในช่องสี่เหลี่ยมคือเปอร์เซ็นต์ของความเร็วลม ณ ตำแหน่งนั้นเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารที่ระดับเดียวกันและค่า V_i ได้ภาพคือเปอร์เซ็นต์ความเร็วลมเฉลี่ยเทียบกับความเร็วลมภายนอกอาคารที่ระดับเดียวกัน (สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544)



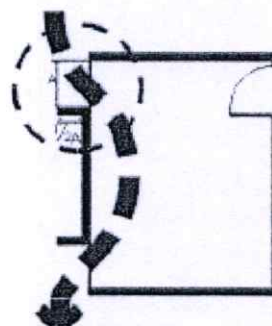
ภาพที่ 2.26 แสดงผลกระทบการใช้ผนังดักลมต่อความเร็วลมภายในอาคาร
ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544 : 33

ขนาดของผนังดักลม

ขนาดของผนังดักลมที่เหมาะสมควรจะเท่ากับขนาดของช่องเปิดและที่เล็กที่สุดไม่ควรน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างของช่องเปิด

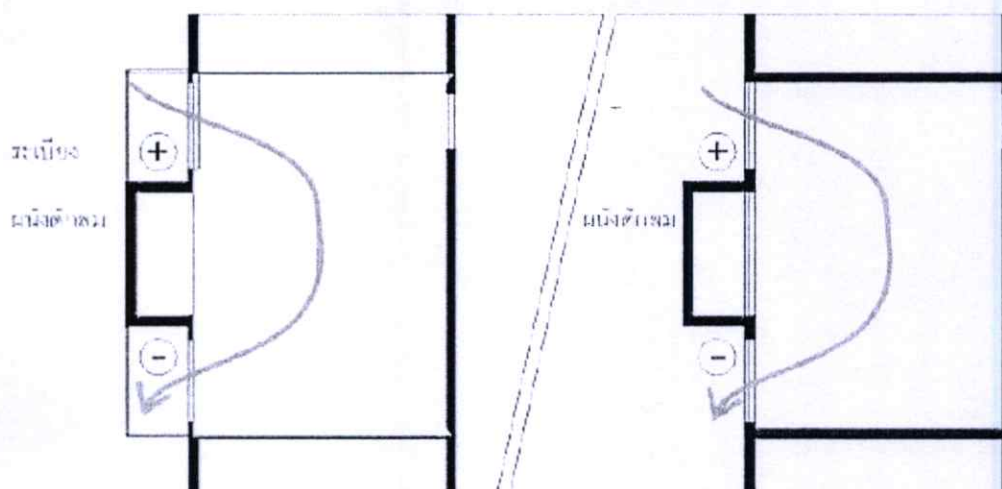


ขนาดที่เหมาะสมของ wing wall



ขนาดเล็กที่สุดที่เหมาะสมของ wing wall

ภาพที่ 2.27 แสดงการหาขนาดของผนังดักลมที่เหมาะสมกับขนาดช่องเปิด



ภาพที่ 2.28 แสดงส่วนประกอบอาคารที่ทำหน้าที่คล้าย Wing wall

ที่มา: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544 : 33

ข้อแนะนำในการใช้การระบายอากาศด้านเดียว Single side ventilation

Single side ventilation จะใช้ได้ผลดีเมื่อทิศทางลมทำมุมระหว่าง 20 ถึง 70 องศา (เกรียงไกร พรพิทักษ์พงศ์. 2546) กับทิศทางของผนังประกอบกับการติดตั้งผนังดักลมในการเบี่ยงเบนกระแสลมให้เกิดการไหลผ่านเข้าไปในอาคาร การนำเอาครีบอกอาคาร(wing wall) มาใช้จะเกิดประโยชน์อย่างยิ่งในการเพิ่มอัตราการระบายอากาศให้กับห้องซึ่งมีผนังด้านเดียวที่อยู่ภายนอกอาคาร (Subrato Chandra. 1983) การใช้ช่องเปิดแบบ Single side ventilation จะมีข้อจำกัดในการรับลม กล่าวคือ จะมีพื้นที่ใช้งานในส่วนที่ใกล้ช่องเปิดเท่านั้นที่จะได้รับลม ในส่วนของพื้นที่ที่อยู่ห่างจากช่องเปิดออกไปจะได้รับลมลดลงเป็นลำดับตามระยะที่ห่างออกไป ซึ่งใช้ได้กับพื้นที่ที่มีความลึกไม่เกิน 6 เมตรจากช่องเปิด เหมาะกับอาคารที่มีข้อจำกัดในเรื่องการเจาะช่องเปิดหรือมีช่องเปิดได้เพียงด้านเดียว เช่น ห้องพักในอาคารหรืออพาทต์เมนต์ หากหลีกเลี่ยงได้ควรใช้การเจาะช่องเปิดแบบไหลข้ามกัน (Cross ventilation) จะเหมาะสมและได้ผลดีในการระบายอากาศที่ดีกว่า

2. การระบายอากาศโดยให้ลมพัดผ่าน(Cross ventilation)

การระบายอากาศโดยให้ลมพัดผ่าน(Cross ventilation) เป็นการระบายอากาศ โดยให้ลมพัดผ่านจากช่องทางเข้าด้านที่มีความกดอากาศสูงไปสู่ทางออกด้านที่มีความกดอากาศต่ำ และถ้าวางตำแหน่งให้ช่องเปิดทางเข้าและทางออกอยู่ตรงข้ามกันจะทำให้ปริมาณอากาศไหลผ่านมากที่สุด เป็นการระบายอากาศโดยใช้ความดันลมช่วยให้เกิดการไหลของอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยให้เกิดการระบายอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543)

การระบายอากาศที่ดี ช่วยให้เกิดความสบายขึ้นภายในอาคาร ลมที่พัดผ่านนั้นเป็นได้ทั้งตัวพาความเย็นและความร้อนเข้าสู่อาคาร ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและทิศทางของอาคาร ดังนั้นการใช้

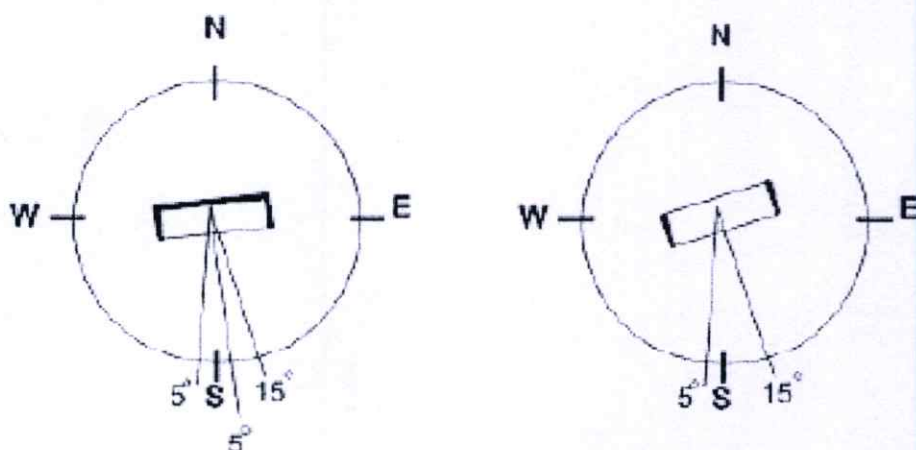
ลมพัดผ่านก็ควรศึกษาคุณลักษณะของลมด้วย เพื่อก่อให้เกิดความเหมาะสมในการเลือกใช้ (มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543)

ตามหลักการนั้น การวางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลมโดยให้มีช่องลมเข้าและช่องลมออกเพื่อให้เกิด Cross ventilation จะทำให้ลมเข้าอาคารเต็มที่ แต่ทิศทางลมประดังของประเทศไทยส่วนมากจะมาจากเดียวกับแดดคือทิศใต้หรือทิศตะวันตก ในการออกแบบอาคารจึงควรหาทางป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาพร้อมกับลมด้วย เช่น การใช้ชายคาบ้าน หรือการวางอาคารทำมุมกับทิศทางลมและการลดความร้อนรอบอาคาร อัตราความเร็วเฉลี่ยสูงสุดที่ใช้ในอาคารควรเป็น 1.5 เมตร/วินาทีในตอนกลางวัน และเป็น 1 เมตร/วินาทีในตอนกลางคืน โดยอุณหภูมิอยู่ที่ 22-29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20% ถึง 75% เพื่อให้เกิดสภาวะสบายโดยวิธีธรรมชาติ

(The center of tropical and near eastern architecture. 1967-1968 ; มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543)

การใช้ Cross ventilation นั้นส่วนใหญ่มักใช้ในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากการนำอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคารที่ปรับอากาศแล้วจะเป็นการทำให้เพิ่มภาระการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศให้มากขึ้นไปอีก (อวิรุทธิ์ ศรีสุชาพรรณ. 2541) อีกทั้งอุณหภูมิภายนอกไม่ควรสูงเกิน 30-32 องศาเซลเซียส และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละวันไม่ควรเกิน 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นลักษณะของภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แต่หากในบางช่วงเวลาไม่สามารถจะใช้การระบายอากาศได้ก็ควรเปิดพัดลมในการช่วยพัดพาความชื้นด้วย (เกรียงไกร พรพิทักษ์พงศ์. 2546)

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะรูปทรงอาคารในการระบายอากาศแบบ Cross ventilation ให้เกิดประสิทธิผล



การวางอาคารเปิดด้านเดียว

การวางอาคารเปิด 2 ด้าน

ภาพที่ 2.29 แสดงรูปทรงและการวางตัวอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย จากรูปเส้นทึบของรูปสี่เหลี่ยมหมายถึงผนัง เส้นบางหมายถึงช่องเปิดที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541 : 54

3. การระบายอากาศโดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack ventilation)

เป็นการระบายอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ๆมีความสูงหรือมีความแตกต่างของอุณหภูมิของช่องทางเข้าและทางออกมาก (มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543) การพาความร้อนที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิทำให้อากาศเคลื่อนที่ สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งสถานะที่มีอากาศถ่ายเทและไม่มี ซึ่งในสถานะที่มีการถ่ายเทอากาศจะเป็นการพาความร้อนแบบอิสระ หรือการพาความร้อนตามธรรมชาติ ส่วนในสถานะที่ไม่มีมีการถ่ายเทอากาศเรียกว่า Thermo siphoning หรือ Gravity flow คือ อากาศร้อนซึ่งเบากว่าอากาศเย็นจะลอยสูงขึ้น ในขณะที่อากาศเย็นซึ่งมีความหนักรกว่าและมีลักษณะการไหลคล้ายน้ำก็จะไหลลงไปแทนที่ด้านล่าง ซึ่งสร้างเป็นชั้น(Layer) ของอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันในห้องที่มีอากาศร้อน อากาศร้อนจะสะสมอยู่ใกล้ๆ พื้นห้องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (สุภาวดี บุญถนอม. 2541)

ความแตกต่างของอุณหภูมิทำให้เกิดความกดอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการไหลของอากาศในสถานะที่ลมสงบเราสามารถให้ความแตกต่างของอุณหภูมิกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระแสลมได้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ โดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิ

1. ความแตกต่างของอุณหภูมิ ถ้ายังมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากก็จะเกิดการลอยตัวมากขึ้นเท่านั้น
2. ความสูงของทางเข้าออกของอากาศในแนวตั้ง ถ้าสูงมากการเคลื่อนที่ของอากาศก็จะมีมากตาม
3. พื้นที่หน้าตัดของทางลมเข้าและทางลมออก(มีผลต่อระบบระบายอากาศมากกว่าความสูงและความแตกต่างของอุณหภูมิ)

จากหลักการระบายทางปล่อง (Stack effect) สามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดการกระตุ้นการไหลเคลื่อนของอากาศ เพื่อการระบายอากาศของอาคาร ดังนี้

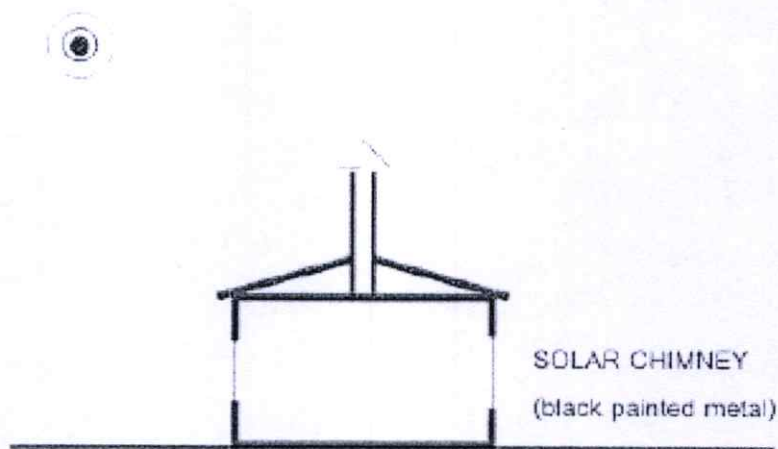
1. ปล่องรังสีอาทิตย์ (Solar chimney)
2. หลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ (Roof solar collector, RSC)
3. ผนังปล่องรังสีอาทิตย์ (Trombe wall)

ปล่องรังสีอาทิตย์

เป็นปล่องที่ใช้ในการระบายอากาศโดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่ออากาศได้รับความร้อนอุณหภูมิจะสูงขึ้นความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง ทำให้อากาศลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนแล้วไปลอยตัวออกที่ปากปล่องซึ่งยื่นขึ้นไปจะช่วยเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิภายในช่องเปิดด้านล่างและช่องเปิดด้านบนในรายละเอียดจะมี 2 แนวทางที่ต่างกัน คือ หลักการแรกจะใช้แสงอาทิตย์ทำ ความร้อนที่ตัวปล่องเลยเพื่อจะให้อากาศภายในปล่องร้อนและเกิดการเคลื่อนที่ ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำปากปล่องต้องเป็นวัสดุที่นำความร้อนที่ดีที่มักใช้กันคือ ปล่องโลหะทาสีดำ ส่วนหลักการที่สอง

นั้น ปล่องรังสีประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนที่ทำให้อากาศร้อน เมื่ออากาศร้อนจะลอยตัวเข้าสู่ส่วนที่สองคือส่วนปล่อง เพื่อให้อากาศร้อนระบายออก ซึ่งส่วนแรกมักจะเป็นแผงกระจกโดยมีช่องอากาศอยู่ตรงกลาง ด้านล่างเป็นวัสดุนำความร้อน เช่น แผ่นโลหะทาสีดำ เพื่อให้อากาศตรงกลางร้อนแล้วจึงส่งอากาศเข้าปล่อง โดยปล่องจะต้องเป็นฉนวนความร้อนไม่ให้ความร้อนของอากาศสูญเสียไปขณะเดินทาง แต่อย่างไรก็ดีถือเป็นหลักการเบื้องต้นเดียวกัน เพียงแต่จะแยกส่วนหรือรวมเข้ากับปล่องเลขเท่านั้น (คณิศ หุตานูวัตร. 2545)

ความเป็นไปได้ของการใช้ปล่องพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อช่วยระบายอากาศในอาคารยังมีการศึกษากันน้อย เนื่องจากว่าปัจจัยจำกัดในเรื่องการแปรผันของพลังงานแสงอาทิตย์ ความยากลำบากในการวัดพลังงานลมซึ่งมีค่าน้อยและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (กาญจนา ริเริ่มสุนทร. 2538)



ภาพที่ 2.30 แสดงการทำให้เกิดการไหลของอากาศจากการใช้หลังคา Solar chimney

ที่มา: Lechner. 1991 : 186

หลังคาปล่องรังสีอาทิตย์

ใช้หลักการลอยตัวของอากาศคล้ายปล่องรังสีอาทิตย์ เพียงแต่ตัดช่องปล่องออก แล้วอาศัยช่องว่างระหว่างหลังคา กับฝ้าเป็นปล่องระบายความร้อนแทน โดยใช้วัสดุหลังคาที่นำความร้อนจากแสงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ช่องว่างอากาศตรงกลาง ในส่วนของวัสดุฝ้าจะเป็นวัสดุฉนวนป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายใน ซึ่งจะมีการเจาะช่องเปิดเพื่อเป็นทางเข้าของอากาศภายในอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิใต้หลังคา และเปิดทางออกให้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้ระบายออกไปทางสันหลังคา เมื่อหลังคาได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะเกิดความร้อนที่ช่องว่างระหว่างหลังคา กับฝ้าจนเกิดการลอยตัวสูงขึ้นไปตามแนวหลังคาจนกระทั่งไประบายออกที่สันหลังคา ส่วนของอากาศจากภายในอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำก็จะไหลเข้าไปแทนที่ เป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายในอาคาร (Abrms. 1986 ; กัมปนาท คงมีสุข. 2540)

ผนังปล่องรังสีอาทิตย์

เป็นการประยุกต์ใช้วิธีของปล่องระบายความร้อนกับผนัง โดยการใช้ผนัง 2 ชั้น ทำหน้าที่เป็นปล่องระบายอากาศที่อยู่ตรงกลางระหว่างผนังทั้ง 2 ชั้น ซึ่งด้านล่างของผนังชั้นด้านในที่ติดกับห้องจะเปิดช่องทางเข้าของอากาศภายในห้อง ในส่วนของด้านบนที่ถูกแดดจะเปิดช่องทางออกของอากาศที่ด้านบนของผนัง กลวิธีที่จะทำให้ผนัง Trombe wall ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ การเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศในช่องว่างระหว่างผนังทั้งสองชั้น เพื่อให้เกิดการลอยตัวของอากาศร้อนที่อยู่ในช่องว่างผนัง จากนั้นอากาศในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก็จะไหลเข้าไปแทนที่อากาศร้อนที่ลอยตัวออกไปทางช่องเปิดด้านบนของผนังชั้นด้านนอก ซึ่งการไหลแทนที่ของอากาศจากในห้องที่ช่องว่างระหว่างผนังทั้งสองชั้นจะก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องและเกิดการระบายอากาศขึ้นได้

ในกลวิธีเพิ่มอุณหภูมิของอากาศในช่องว่างระหว่างผนังนั้น มีทั้งการใช้ผนังคอนกรีตทาสีดำเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศ ใช้ผนังกระจกใสเป็นตัวแผ่รังสีความร้อนให้กับแผ่นโลหะ (สังกะสี) ทาสีดำ ทำให้อุณหภูมิภายในผนังเพิ่มขึ้นได้สูงสุด ซึ่งการเพิ่มของอุณหภูมินี้ส่งผลให้การระบายอากาศในอัตราที่สูงที่สุดอยู่ในช่วง 0.26-1.0 m/s ใช้เวลาดังแต่ 10.00 ถึง 16.00 น.

2.4.5 การออกแบบแสงสว่างในอาคาร

ในการดำเนินกิจกรรมประจำวันของมนุษย์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยแสงสว่างเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการมอง ซึ่งในสภาวะปัจจุบันได้มีการสำรวจพบว่าที่พักอาศัยมีการใช้พลังงานเพื่อแสงสว่างประมาณร้อยละ 20 นอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเพื่อแสงสว่างแล้วยังมีผลกระทบต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ อันเนื่องมาจากความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งสัดส่วนของแสงสว่างและความร้อนดังนี้

ชนิดหลอด	ให้สว่าง	ให้ความร้อน
หลอดไส้	5 %	95 %
หลอดฟลูออเรสเซนต์	21 %	79 %

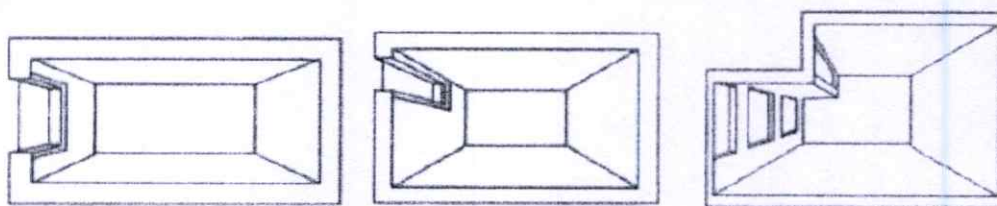
การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างได้อย่างดี เนื่องจากแสงธรรมชาติมีประสิทธิผลที่สูงกว่าแสงไฟประดิษฐ์มาก เมื่อเปรียบเทียบที่ค่าความสว่างที่เท่ากันแสงสว่างจากธรรมชาติมีปริมาณความร้อนภายในอาคารน้อยกว่าแสงประดิษฐ์ อีกทั้งคุณภาพของแสงสว่างธรรมชาติทำให้การมองเห็นสีต่างๆ มีความถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากเป็นแสงที่รวมความยาวคลื่นในช่วงความยาวคลื่นแสง (ปรีชญา มัทชนทวิ. 2547)

รูปแบบการให้แสงสว่างธรรมชาติภายในอาคาร

1. การให้แสงทางด้านข้าง โดยปกติตำแหน่งในช่องเปิดมี 2 ลักษณะคือ

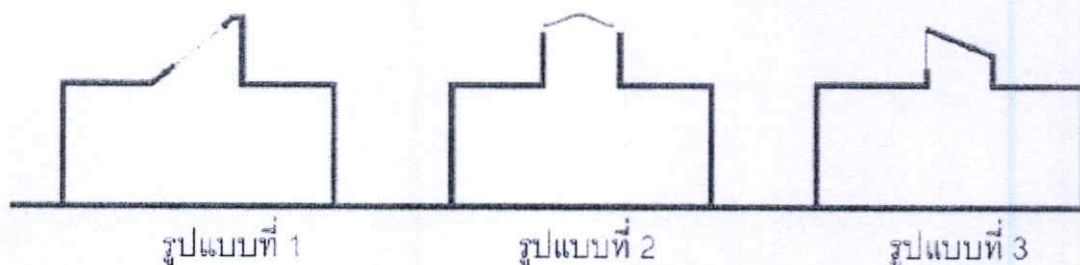
1.1 ช่องเปิดระดับสายตา มีข้อดีคือ สามารถเปิดมุมมองสู่ภายนอกอาคารได้ แต่มีข้อเสียอยู่ตรงที่อาจก่อให้เกิดปัญหาแสงบาดตาได้

1.2 ช่องเปิดเหนือระดับสายตา มีข้อดีคือ ช่วยลดปัญหาแสงบาดตาได้อีกทั้งยังสามารถนำแสงสว่างเข้ามาภายในอาคารได้ลึกกว่าช่องเปิดระดับสายตาแต่ยังมีข้อจำกัดในการออกแบบ ก็คือต้องมีระยะความสูงที่เพียงพอ



ภาพที่ 2.31 แสดงลักษณะการเจาะช่องแสงทางด้านข้างทั้งระดับสายตาและเหนือระดับสายตา
ที่มา: ปรีชญามหัทธนนทวิ. 2547 : 3-5 (ดัดแปลงมาจาก Schiler. 1902)

2. การให้แสงด้านบน สามารถให้แสงสว่างมากถึง 40 วัตต์ต่อตารางฟุต ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับแสงทางด้านข้าง เพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างและช่วยให้การกระจายแสงสว่างได้ดีขึ้น แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่สามารถให้แสงเข้ามาได้ทางด้านบนสุดของอาคารเท่านั้น



ภาพที่ 2.32 แสดงลักษณะการเจาะช่องแสงทางด้านบน

ที่มา: ปรีชญามหัทธนนทวิ. 2547 : 3-6 (ดัดแปลงมาจาก Egan and Olgyay. 2002)

รูปแบบที่ 1 Horizontal light เป็นการให้แสงสว่างในแนวนอนหรือแนวเอียง ซึ่งสามารถให้ปริมาณแสงคงที่สม่ำเสมอ แต่มีข้อค้ำึงคือปริมาณความร้อนและความจ้ำที่ผ่านเข้ามาพร้อมแสงสว่าง และปริมาณแสงที่มีความจ้ำมากเกินไปจึงเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตหนาว

รูปแบบที่ 2 Monitor light เป็นลักษณะการให้แสงสว่างแบบ 2 ด้าน ทำให้ลักษณะการส่องสว่างที่สม่ำเสมอ ข้อควรค้ำึงคือ ช่องเปิดในทางทิศใต้จะต้องมีการป้องกันแสงแดดโดยตรง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของช่องแสงด้านบนนี้ลดลง

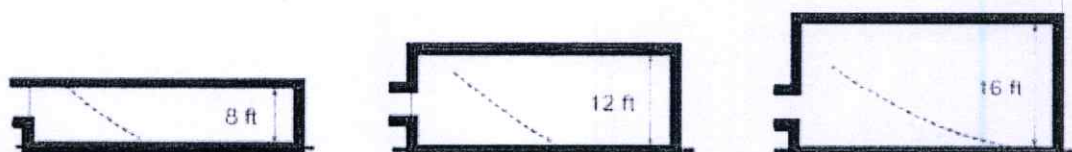
รูปแบบที่ 3 Sawtooth light เป็นการให้แสงสว่างเพียงด้านเดียว โดยส่วนใหญ่มักจะหันไปทางทิศเหนือ ซึ่งไม่ค่อยได้รับแสงแดดจึงได้แสงที่มีความนุ่มนวล มีข้อคำนึงคือการเอียงของกระจกในส่วนของช่องเปิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างธรรมชาติ

1) ทิศทางการวางอาคาร ความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จะมีปริมาณสูงทางด้านทิศตะวันออกในช่วงเวลาเช้าและทางด้านทิศตะวันตกในช่วงเวลาบ่าย ส่วนทางด้านทิศเหนือจะได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด การวางอาคารด้านยาวเข้าหาทิศเหนือ-ใต้ มีข้อดีตรงที่การกันแสงแดดในทิศได้ด้วยอุปกรณ์บังแดดสามารถทำได้ง่าย ในขณะที่การวางอาคารด้านยาวเข้าหาทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก การป้องกันแดดจะทำได้ยาก เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะอยู่ในมุมต่ำ รูปร่างของอุปกรณ์บังแดดที่ใช้ป้องกันแดดในทิศดังกล่าว อาจลดปริมาณแสงสว่างธรรมชาติเข้าสู่อาคารและบังมุมมองสู่ภายนอกอาคาร

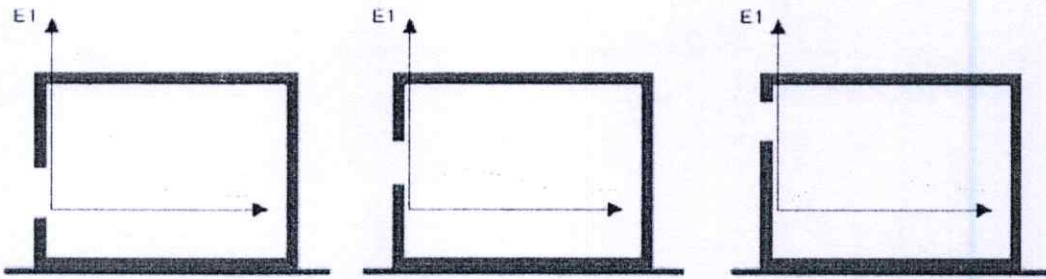
2) รูปร่างของอาคาร ที่สามารถรับแสงสว่างจากธรรมชาติได้ดี ควรมีพื้นที่รอบรูปมาก แต่อย่างไรก็ตาม อาคารรูปยาว สามารถรับแสงธรรมชาติและระบายอากาศได้ดี แต่ยังคงคำนึงถึงความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วย ทำให้อาคารต้องมีสัดส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรต่ำ(ตริงใจ บูรณสมภพ. 2539)

3) สัดส่วนของห้อง โดยทั่วไปแล้วห้องที่มีความสูงกว่าจะสามารถช่วยให้แสงภายในห้องมีการกระจายตัวไปในส่วนที่ห่างจากช่องเปิดทางด้านข้างได้ดียิ่งขึ้น



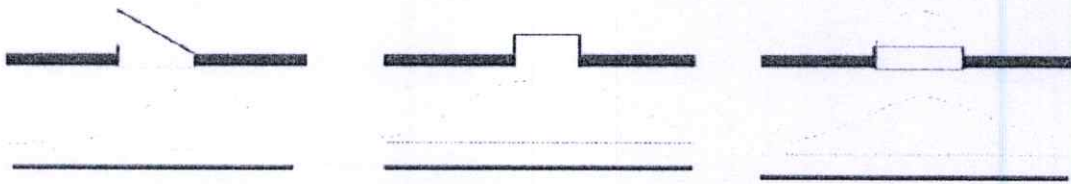
ภาพที่ 2.33 แสดงสัดส่วนของห้องที่มีผลต่อปริมาณและลักษณะการกระจายแสงภายในห้อง ที่มา: ปริชญามัทธนทวี. 2547 : 3-6 (ดัดแปลงมาจาก Egan and Olgyay. 2002)

4) ตำแหน่งรูปร่างและขนาดของช่องแสง ตำแหน่งของช่องเปิดที่ผนังด้านข้างที่อยู่สูงจากระดับพื้นจะช่วยให้แสงสว่างจากธรรมชาติสามารถส่องไปถึงยังบริเวณที่อยู่ห่างจากหน้าต่างได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ระดับค่าความสว่างที่มีค่าสูงสุดจะอยู่ในบริเวณที่ห่างออกไปจากผนังด้านที่มีช่องแสงมากขึ้น รูปร่าง ขนาด และระยะห่างของช่องเปิดทางด้านบน มีผลต่อปริมาณและการกระจายแสงภายในห้องเช่นกัน



ภาพที่ 2.34 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดทางด้านข้างที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง

ที่มา: ปรัชญา มหัทธนนทวิ. 2547 : 3-8 (ดัดแปลงมาจาก Majoros. 1998)



ภาพที่ 2.35 แสดงตำแหน่งของช่องเปิดทางด้านบนที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง

ที่มา: ปรัชญา มหัทธนนทวิ. 2547 : 3-8 (ดัดแปลงมาจาก Majoros. 1998)



ภาพที่ 2.36 แสดงตำแหน่งและขนาดช่องเปิดทางด้านบนที่มีผลต่อปริมาณและการกระจายตัวของแสงสว่างภายในห้อง

ที่มา: ปรัชญา มหัทธนนทวิ. 2547 : 3-8 (ดัดแปลงมาจาก Egan and Olgyay. 2002)

5) วัสดุภายในห้อง ควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนแสงสูง วัสดุที่มีสีอ่อนจะมีค่าการสะท้อนแสงสูงกว่าสีเข้ม

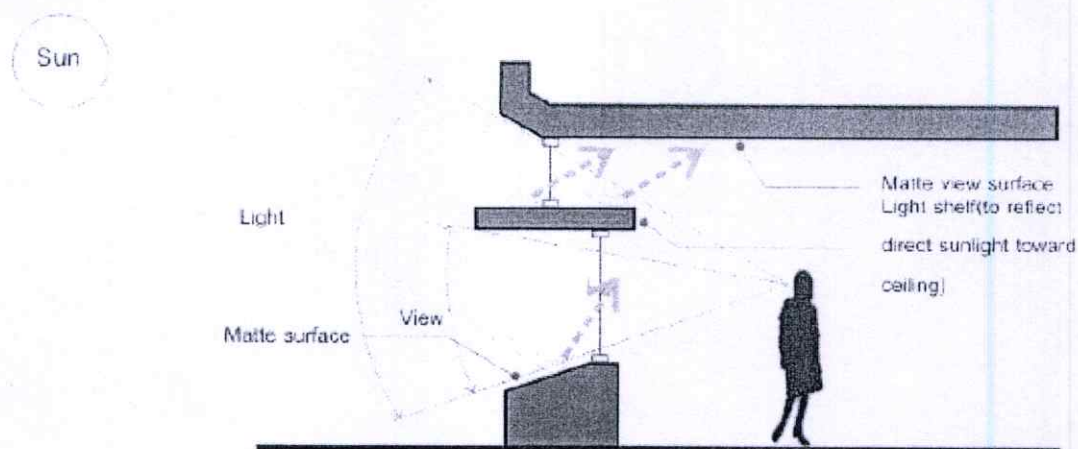
ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน ผ้าม่าน และพื้น ในห้องที่มีผลต่อแสงสว่างภายในห้องที่แตกต่างกัน โดยค่าการสะท้อนแสงฝ้าเพดานจะมีผลต่อปริมาณแสงสว่างภายในมากกว่าค่าการสะท้อนแสงที่พื้น การออกแบบสีห้องต่างๆ เช่น ห้องทำงานให้มีแสงที่เหมาะสมในการกระจายแสงไม่บาดตา ควรมีเปอร์เซ็นต์ดังนี้ (ตรีงใจ บูรณสมภพ. 2539)

เพดาน	80 %
ผ้าม่านบนติดเพดานถึงขอบล่างหน้าต่าง	70-80 %
ผ้าม่านใต้ขอบหน้าต่างลงมา	50-60 %
พื้น	20-30 %

6) วัสดุกระจกที่ใช้ ถ้าต้องการความรู้สึกเปิดโล่งและแสงสว่าง ควรใช้กระจกในขนาดที่จำเป็นและใช้กระจกที่มีคุณภาพในการลดการไหลผ่านของความร้อน และถ้าทำได้ควรให้มีการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดเพื่อให้ร่มเงากับกระจก การลดพื้นที่กระจกที่ผิวภายนอกอาคาร ไม่ได้ทำให้ลดแสงสว่างธรรมชาติลงไปมากตามสัดส่วนพื้นที่ของกระจก เราอาจลดพื้นที่กระจกไปเศษหนึ่งส่วนสามแต่ลดแสงสว่างไปเพียงเศษหนึ่งส่วนสี่เท่านั้น การใช้พื้นที่กระจกน้อยจึงเป็นการลดปริมาณความร้อนที่ผ่านสู่อาคาร

7) การใช้อุปกรณ์บังแดด แสงที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงจะมีค่าความสว่างสูงซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาแสงบาดตา แนวทางในการแก้ไขปัญหาคือการใช้อุปกรณ์บังแดดช่วยบังแสงจากดวงอาทิตย์ทั้งนี้ต้องมีการออกแบบให้อุปกรณ์บังแดดสามารถลดค่าความสว่างในปริมาณที่เหมาะสมและไม่บดบังทัศนียภาพภายนอก

การใช้หิ้งสะท้อนแสง(Light shelf) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันแสงแดดและช่วยสะท้อนแสงที่ตกกระทบพื้นผิวของ Light shelf ไปยังฝ้าเพดานและผนังภายในห้อง ตำแหน่งของ Light shelf จะอยู่ได้ช่องแสงทางด้านบนหรืออยู่ระหว่างหน้าต่างกับช่องแสงด้านบน พื้นผิวของ Light shelf มีทั้งแบบเรียบหรือมีความโค้ง มีค่าการสะท้อนแสงที่ดีติดตั้งในแนวระนาบหรือแนวเอียง



ภาพที่ 2.37 แสดง Light shelf ที่ใช้ในการบังแสงแดดตรงและช่วยสะท้อนแสงภายในอาคาร
ที่มา: ปรัชญา หัทธนนทวิ. 2547 : 3-10 (ดัดแปลงมาจาก Egan and Olgyay. 2002)

8) การใช้แสงประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบไฟฟ้าส่องสว่างควรแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ แสงสว่างสำหรับบริเวณทั่วไป และแสงสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งาน เนื่องจากความต้องการแสงสว่างแตกต่างกัน การออกแบบโดยการให้ค่าแสงสว่างเท่ากันทั้งหมดจึงเป็นการสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น

นอกจากนี้ควรจัดวางตำแหน่งของหลอดไฟ แบ่งกลุ่มสวิทช์เปิด-ปิดตามตำแหน่งกลุ่ม เช่น กลุ่มที่อยู่ใกล้ตำแหน่งหน้าต่าง กลุ่มที่อยู่ไกลจากหน้าต่าง และกลุ่มที่ต้องทำงานแบบใช้สายตา เป็นต้น

9) การจัดวางเครื่องใช้ภายในห้องที่เหมาะสม ไม่ควรวางเครื่องใช้ที่มีความสูงเช่นชั้นหนังสือขนานกับช่องแสง เพราะเป็นการบังแสงธรรมชาติ หรือจัดโต๊ะทำงานที่ต้องใช้สายตามาก ต้องการแสงสว่างมากไว้ใกล้หน้าต่าง โดยอาจจัดโต๊ะขนานไปกับหน้าต่าง

2.4.6 ระบบไฟฟ้าประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.4.6.1 ระบบปรับอากาศในอาคาร

ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การไหลเวียน คุณภาพ และความสะอาดของอากาศ เพื่อให้เกิดความสบายและเป็นผลดีต่อผู้ที่ทำงานและอยู่อาศัยในอาคาร ระบบปรับอากาศจึงถือว่าเป็นระบบใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไป

การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต้องอาศัยสารทำความเย็น ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีกลิ่น สี และรส วัฏจักรการทำความเย็นเริ่มจาก สารทำความเย็นเหลวในปริมาณพอเหมาะจะไหลผ่าน อุปกรณ์เปลี่ยนสารทำความเย็นเข้าไปยังแผงท่อทำความเย็นซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง พัดลมส่งลมเย็น จะดูดอากาศร้อนและชื้นภายในห้องผ่านแผ่นกรองอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหน้าของแผงท่อทำความเย็น เพื่อกรองเอาฝุ่นละอองขนาดใหญ่ออกไป จากนั้นอากาศร้อนชื้นจะคายความร้อนให้แก่สารทำความเย็นภายในแผงท่อทำความเย็น ทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดลงและถูกพัดลมส่งลมเย็น กลับเข้ามาสู่ห้องอีกครั้งหนึ่ง โดยผ่านแผ่นเกลือกระจายลม เพื่อให้ลมเย็นแพร่ไปสู่ส่วนต่างๆ ของห้องอย่างทั่วถึง สำหรับสารทำความเย็นเหลวภายในแผงท่อทำความเย็น เมื่อได้รับความร้อนจากอากาศภายในห้องจะระเหยกกลายเป็นไอ และไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งไอที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปยังแผงท่อระบายความร้อนซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคาร พัดลมระบายความร้อนจะดูดอากาศภายนอกมา ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้ไอสารทำความเย็นกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง และไหลออกจากแผงท่อระบายความร้อนไปสู่อุปกรณ์เปลี่ยนสารทำความเย็นวนเวียน เป็นวัฏจักรเช่นนี้ จนกว่าอุณหภูมิในห้องจะถึงระดับที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิก็จะส่งสัญญาณให้เครื่องคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานชั่วขณะหนึ่ง จะประหยัดไฟฟ้าส่วนที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้ แต่พัดลมส่งลมเย็นยังคงทำหน้าที่ส่งลมให้ภายในห้อง จนกระทั่งอุณหภูมิภายในห้องเริ่มสูงขึ้นอีกครั้ง คอมเพรสเซอร์จะทำงานโดยอัดสารทำความเย็นป้อนเข้าไปในแผงท่อทำความเย็นใหม่

ระบบปรับอากาศมี 3 ระบบ คือ ระบบติดหน้าต่าง(Window Type) ระบบแยกส่วน(Split Type) และระบบเครื่องทำน้ำเย็น(Air-cooled Water Chiller)

1) ระบบติดหน้าต่าง(Window Type) ต้องเตรียมโครงไว้สำหรับรับน้ำหนักของตัวเครื่อง เพราะมีน้ำหนักมาก และต้องติดลอยอยู่ กลางกำแพง ถ้าไม่เตรียมไว้จะเกิดการแตกร้าวได้ เพราะความ สั่นสะเทือนของเครื่อง

2) ระบบแยกส่วน(Split Type) จะมีปัญหาหาก ถ้าตัวเครื่องเป่าลม เย็นอยู่กลางห้อง เพราะต้องคำนึงถึงการระบายน้ำว่าจะไปทาง ไค และถ้าต่อลงห้องน้ำ ก็อาจมีกลิ่นย้อนเข้ามา ทำให้ภายในห้องมีกลิ่นเหม็น และภายนอกต้องมีที่วางคอยล์ร้อน(Condenser)

3) ระบบเครื่องทำน้ำเย็น(Air-cooled Water Chiller) จะต้องเป็นบ้านขนาดใหญ่ และต้องมีบริเวณที่เป็นห้องเครื่อง (ห้อง AHU) สามารถระบาย อากาศได้ ก่อนข้างมีความยุ่งยากในการติดตั้ง เพราะต้องเดิน ท่อสำหรับเป่าลม

ตารางที่ 2.7 แสดงลักษณะเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับบ้านพักอาศัย

ลักษณะของเครื่องปรับอากาศ	ขนาด (ตันความเย็น)	ประมาณการกินไฟโดยทั่วไป (กิโลวัตต์/ตัน)
เครื่องแบบหน้าต่าง (Window Type)	0.5 - 3	1.3 - 1.5
เครื่องแบบแยกส่วน (Split Type)	0.75 - 3.0	1.3 - 1.5
เครื่องทำน้ำเย็น(Air-cooled Water Chiller)	3 - 10	1.4 - 1.6

ที่มา : เอกสารความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ. 2552

(<http://www.thaihvac.com/knowledge/fundamental/fundamental2.htm>)

ขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทำความเย็นภายในบ้าน ความสูงของห้องโดยเฉลี่ยทั่วไป ประมาณ 2.6-3 เมตร สามารถประมาณขนาดเครื่องปรับอากาศคร่าวๆ ดังนี้

- ห้องรับแขก ห้องอาหาร ประมาณ 15 ตร.ม./ตันความเย็น
- ห้องนอนที่เพดานห้องติดหลังคา ประมาณ 20 ตร.ม./ตันความเย็น
- ห้องนอนที่เพดานห้องติดพื้นของอีกชั้นหนึ่ง ประมาณ 23 ตร.ม./ตันความเย็น

การพิจารณาเลือกเครื่องปรับอากาศ

ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีคุณภาพ สามารถพิจารณาการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของตัวเครื่องปรับอากาศที่ปรากฏอยู่ในแคตตาล็อกผู้ผลิตเป็นสำคัญ

หากเครื่องปรับอากาศที่ต้องการซื้อ มีขนาดไม่เกิน 25,000 บีทียู/ชม. ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่ ผ่านการรับรองการใช้พลังงานไฟฟ้าหมายเลข 5 ซึ่งแสดงว่าเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยมีฉลากปิดที่ตัวเครื่องให้เห็นได้ อย่างชัดเจน ถ้าต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่กว่า 25,000 บีทียู/ชม. ให้เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้ไฟไม่เกิน 1.40 กิโลวัตต์ต่อ 1 ตันความเย็นหรือมีค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ไม่น้อยกว่า 8.6 บีทียู ชม./วัตต์ โดยดูจากแคตตาล็อกผู้ผลิต

แนวทางการออกแบบและประยุกต์ใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ หรือมีระดับการทำความเย็นอย่างเหมาะสม ควรคำนึงถึงค่ามาตรฐานการปรับอากาศในอาคารของสมาคมปรับอากาศแห่งประเทศไทยเป็นเกณฑ์ ดังนั้นการใช้งานในระบบปรับอากาศอย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมาก

2.4.6.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

ระบบแสงสว่างเป็นระบบที่ทำให้เกิดแสงสว่างทำให้มองเห็นสิ่งต่างๆ และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสงสว่างยังมีผลโดยตรงต่อสุขภาพสายตา อารมณ์และความรู้สึกของผู้ทำงานและอยู่อาศัยในอาคารด้วย ระบบแสงสว่างจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกิจกรรมการดำรงชีวิตและการทำงานของมนุษย์

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นอีกหนึ่งระบบที่ใช้ในบ้านพักอาศัย โดยทั่วไปปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างมีสัดส่วนเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ ทั่วไป เช่น หลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ และโคมไฟฟ้า เป็นต้น อย่างไรก็ตามการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างที่ถูกต้อง จึงไม่ใช่มุ่งแต่เพียงเฉพาะการประหยัดไฟฟ้า แต่จะต้องมุ่งสู่การได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงรวมถึงการจัดการใช้งานระบบอย่างเหมาะสม

การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในบ้านพักอาศัยได้อย่างเหมาะสม แบ่งได้ดังนี้

1) หลอดไฟฟ้า การใช้งานควรพิจารณาเลือกหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง (ลูเมนต่อวัตต์สูง ; ลูเมน คือปริมาณแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอดแสงสว่าง ส่วนวัตต์ คือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการกำเนิดแสง)

คุณภาพแสงของหลอดไฟฟ้าและตารางคุณสมบัติด้านค่าใช้จ่ายของหลอดไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไปและ แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 2.8 แสดงประสิทธิภาพของแสง(ค่าลูเมนต่อวัตต์) ของหลอดแสงสว่างชนิดต่างๆ

ชนิดของหลอดแสงสว่าง	ลูเมนต่อวัตต์
หลอดไส้	8-22
หลอดแสงจันทร์	26-58
หลอดฟลูออเรสเซนต์	30-83
หลอดเมทัลฮาไลด์	67-115
หลอดโซเดียมความดันสูง	74-132

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551

2) บัลลาสต์ การเลือกใช้บัลลาสต์ ควรพิจารณาพิจารณาคูณสมบัติสำคัญดังนี้

แรงดันไฟฟ้า(Line Volt) คือ ค่าแรงดันที่บัลลาสต์ถูกออกแบบไว้ หากแรงดันที่ป้อนหรือความถี่ผิดไปจะส่งผลกระทบต่อกระเทือนอย่างมากให้แก่หลอดไฟฟ้าจนอาจเสียหายได้

แรงดันไฟฟ้าตก(Voltage Dip) คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าตกลงในช่วงสั้นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความสว่างของหลอดไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย แต่บัลลาสต์ยังสามารถส่งกระแสให้หลอดติดอยู่ได้

ตัวประกอบกำลัง(Power Factor, PF) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังวัตต์ ต่อผลคูณของค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแส บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจะดึงกระแสเข้ามาทำให้ขนาดของ

สายไฟฟ้า พิวส์ สวิตช์ และเบรกเกอร์ อาจรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ที่ต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มทำงาน (Starting current) ก็มีผลเช่นเดียวกัน

ประสิทธิภาพของบัลลาสต์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า ต่อ กำลังไฟฟ้ารวม ซึ่งรวมความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ (Ballast Losses)

ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (Peak) ต่อค่า RMS (Root-Mean-Square Value) ของกระแส ซึ่งขึ้นกับรูปคลื่นที่ออกมาจากบัลลาสต์ หากมีค่าสูงเกินไปจะมีส่งผลกระทบต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า และทำให้หลอดเสื่อมเร็วขึ้น

3) โคมไฟฟ้า การเลือกใช้โคมไฟฟ้า ควรพิจารณาคุณสมบัติสำคัญดังนี้

ประสิทธิภาพของโคมไฟ คือ อัตราส่วนระหว่างลูเมนรวมที่ออกมาจากโคมไฟต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า โคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้มาก

กราฟการกระจายแสงของโคมไฟ (Distribution Curve)

ระดับการป้องกันฝุ่นผงและความชื้น (Degree of Protection)

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization, CU) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าลูเมนรวมที่ไปตกถึงพื้นที่ทำงานต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า จึงเปรียบเสมือนได้รวมค่าประสิทธิภาพโคมไฟเข้ากับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น คือ ความสูงและสัดส่วนของห้อง หรือ อัตราส่วนโพรง (Cavity Ratio) ตลอดจนค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนังและพื้นไว้ด้วยแล้ว

ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก (Luminaire Dirt Depreciation, LDD) คือ การที่ปริมาณแสงลดลงตามระยะเวลาที่ใช้โคมไฟเนื่องจากการฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งขึ้นกับความสะอาดของพื้นที่ และลักษณะของโคมไฟแต่ละชนิด

แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน

การออกแบบและจัดการระบบแสงสว่างในบ้านพักอาศัยให้มีประสิทธิภาพและมีระดับความสว่างอย่างเหมาะสม จำเป็นต้องพิจารณาถึงประเภทหรือชนิดของกิจกรรมที่กระทำในพื้นที่นั้นๆ ว่าเป็นกิจกรรมชนิดใด มีการทำงานในเวลาใด และต้องมีระดับความสว่างมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง ควรคำนึงถึงระดับความสว่างมาตรฐานภายในเป็นเกณฑ์ เนื่องจากการทำงานภายใต้ระดับแสงสว่างที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างมาก

การใช้แสงธรรมชาติ การออกแบบอาคารให้นำแสงธรรมชาติจากภายนอกส่องเข้ามาภายในอาคารช่วงกลางวัน โดยวิธีการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์หรือจากท้องฟ้า เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากหลอดไฟ (แสงประดิษฐ์) ในช่วงเวลากลางวัน อย่างไรก็ตามการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ควรคำนึงถึงการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือที่เหมาะสม ความคุ้มกัน ไปด้วย

เลือกใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง เป็นแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่าง โดยยังคงประสิทธิภาพการส่องสว่าง เพื่อให้หลอดไฟมีการใช้งานในระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีค่าการสูญเสียต่ำทดแทนบัลลาสต์แบบแกนเหล็กธรรมดา เพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์ลดลง นอกจากนี้ ควรพิจารณาเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง เพื่อให้สามารถกระจายแสงในพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างเพิ่มขึ้นจากเดิม สามารถลดจำนวนหลอดไฟใช้งานได้

2.4.6.3 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

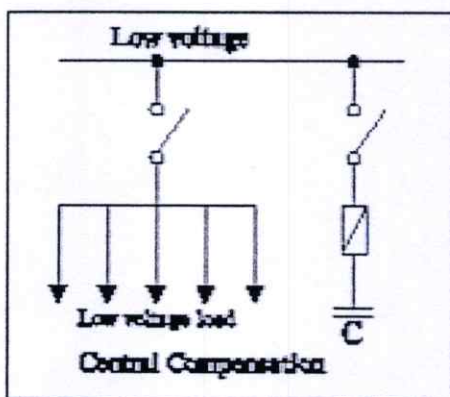
ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นระบบซึ่งรับไฟฟ้าจากระบบส่งจ่ายจากการไฟฟ้าและจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆภายในบ้าน โดยผ่านอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า แผงไฟฟ้าประธาน ตู้และแผงจ่ายไฟฟ้า สายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ซึ่งในการส่งจ่ายพลังงานนี้จะเกิดการสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งไป ซึ่งอาจสูงถึง 10-20% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ได้รับจากการไฟฟ้า ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบ ใช้งาน รวมทั้งบำรุงรักษาระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียพลังงานในส่วนต่างๆของระบบ และทำให้การส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าจนไปสู่อุปกรณ์ปลายทางมีประสิทธิภาพสูงสุด

วงจรไฟฟ้าในบ้าน ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ มีความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย 220 โวลต์ สายไฟที่เข้ามาในบ้านจะมี 2 สาย ต่อจากสายหลักที่เสาไฟฟ้าผ่านมาตรวัด(กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) แล้วเข้าไปในบ้าน โดยสาย 2 สายนั้น สายหนึ่งจะเป็นสายกลาง(N) และอีกสายจะเป็นสายมีศักย์(L) สายมีศักย์จะผ่านฟิวส์ซึ่งจะเป็นตัวป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าช็อตหรือการใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาดที่ฟิวส์จะทนได้ เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจะต่อกันแบบขนานหลังจากผ่านสะพานไฟรวมไปแล้ว

ระบบส่งจ่ายไฟฟ้าในอาคาร โดยทั่วไป ที่มีการออกแบบที่ดีและเหมาะสมนั้น ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและได้มาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงหรือภูมิภาคซึ่งจะทำให้ใช้งานได้ปลอดภัยและสามารถใช้ได้ยาวนานยิ่งขึ้น องค์ประกอบหลักในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าในอาคารคือ หม้อแปลงไฟฟ้า และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งสิ่งสำคัญในอันดับต้นๆ ต้องมีการออกแบบและใช้งานอย่างเหมาะสมจะทำให้สามารถรับและจ่ายไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่เกินความจำเป็นลงได้

ในอาคารทั่วไป จะประกอบด้วยโหลดที่มีขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ด้วยเหตุที่พิถีพิถันของตัวเก็บประจุไฟฟ้ามีขนาดเป็นมาตรฐาน(Standard Size) ในทางปฏิบัติจะหาตัวเก็บประจุไฟฟ้าขนาดกิโลวัตต์ที่ถูกต้องแต่ละโหลดไม่ได้ และโดยทั่วไปแล้วโหลดต่างๆเหล่านี้ก็ไม่ได้ทำงานพร้อมกัน เหตุนี้จึงควรติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพียงจุดเดียว ณ ตำแหน่งซึ่งเป็นจุดรวมของโหลดทั้งหมด ซึ่งกรณีเช่นนี้จะต้องมีสวิตช์ตัดหรือต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้าเข้ากับโหลดทั้งหมดหรือบางส่วน ตาม

สภาวะของโหลดได้โดยอัตโนมัติตัวอย่างเช่น ถ้าหากเพียง 50% ของมอเตอร์โหลดทั้งหมดทำงานพร้อมกันในเวลาเดียวกัน ตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพียงครั้งหนึ่งในจุดนั้นเท่านั้นที่จะถูกต่อเข้ากับวงจรโหลด อีกครั้งหนึ่งจะถูกตัดออก แต่ถ้าไม่มีสวิทช์ควบคุมการปิด-เปิดตัวเก็บประจุไฟฟ้าอัตโนมัติและโหลดทำงานไม่พร้อมกันแล้ว ก็ควรติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าขนานเข้ากับโหลดแต่ละตัว



ภาพที่ 2.38 แสดงการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบศูนย์กลางที่จุดเดียว(Central Compensation)

โดยปรกติแล้วแม้ไม่มีโหลด หม้อแปลงไฟฟ้าก็ยังต้องสร้างสนามแม่เหล็กที่เป็นกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟอยู่ ดังนั้นการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อลดกำลังรีแอกทีฟในช่วงไม่มีโหลดโดยตรงเข้าทางด้านแรงดันต่ำหรือด้านทุติยภูมิ(Secondary)ของหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างถาวร ไม่เพียงช่วยประหยัดพลังงานเท่านั้น แต่ยังช่วยลดขนาดตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ใช้ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบอีกด้วย ซึ่งการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าจะเป็นแบบผสม กล่าวคือ โหลดใหญ่ๆ จะติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่โหลดแต่ละชุด ส่วนโหลดอื่นๆจะติดตั้งแบบกลุ่มหรือแบบศูนย์กลาง ส่วนตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเพียงการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าเท่านั้น

แนวทางการอนุรักษ์พลังงาน

การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงหรือแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีค่าการสูญเสียในแกนเหล็ก(Core loss) ต่ำกว่าแบบธรรมดา ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เป็นการลดกำลังสูญเสียพลังงานลงได้ และป้องกันการเสียดำปรับจากทางการไฟฟ้าอันเนื่องมาจากค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำกว่า 0.85

การปรับตั้งแรงดันใช้งานที่เหมาะสม การปรับตั้งแรงดันใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสม เนื่องจากการที่แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานที่ไม่เหมาะสมจะก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้น สามารถทำการลดแรงดันได้โดยการปรับ Tap ของหม้อแปลงไฟฟ้า

หรือการติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ปรับระดับแรงดัน

การลดกำลังสูญเสียขณะไม่มีโหลด หม้อแปลงไฟฟ้าจะมีกำลังสูญเสียในแกนเหล็ก (Core loss) ที่มีการสูญเสียพลังงานอยู่เท่าเดิมตลอดเวลา ไม่ว่าหม้อแปลงไฟฟ้าจ่ายโหลดมากหรือน้อย หรือไม่มีการจ่ายโหลดเลย สามารถทำการลดกำลังสูญเสียนี้โดยการลดโหลดหม้อแปลง โดยการรวมโหลดหม้อแปลงเข้าด้วยกัน

การลดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด การบริหารการจัดการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด สามารถลดค่าใช้จ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้ รวมถึงสถานประกอบการมีตัวประกอบโหลดอย่างเหมาะสม เป็นการใช้ไฟฟ้านั้นได้ประโยชน์สูงสุด

2.4.6.4 ระบบสุขาภิบาล

ในระบบสุขาภิบาลหรือระบบประปา มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร คือ ระบบปั้มน้ำ มีความสำคัญคือ จ่ายน้ำที่สะอาดไปยังจุดที่ใช้งานต่างๆ ในปริมาณและแรงดันที่เหมาะสมกับการใช้งาน และยังสำรองน้ำในกรณีฉุกเฉินหรือมีการปิดซ่อมระบบภายนอกหรือช่วงขาดแคลนนํ้า ในอาคารบางประเภท ยังต้องสำรองน้ำสำหรับระบบดับเพลิง แยกต่างหากอีกด้วย

ปั้มน้ำ เป็น อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด แบ่งประเภทตามลักษณะการทำงานการปั้มน้ำออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบอาศัยแรงกลไกการเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของๆเหลวในการพาของเหลว และแบบอาศัยการแทนที่ของๆเหลวในการพาของเหลว

การสำรองน้ำสำหรับการใช้นั้นจะต้องมีการใช้ถังเก็บน้ำประกอบการใช้งาน ถังเก็บน้ำที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปในปัจจุบันนั้นมีหลายแบบให้เลือกใช้ รวมทั้งอาจจะต้องมีเครื่องสูบน้ำติดตั้งอีกด้วย แต่เครื่องสูบน้ำนั้น ห้ามต่อระหว่างระบบสาธารณะกับถังพักน้ำในบ้าน เพราะเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมายเนื่องจาก เป็นการสูบน้ำจากระบบสาธารณะโดยตรง ซึ่งเป็นการเอาเปรียบผู้อื่น การสูบน้ำในบ้านจะต้องปล่อยให้น้ำจากสาธารณะมาเก็บในถังพักตามแรงดันปกติเสียก่อนแล้วค่อยสูบน้ำไปยังจุดที่ต้องการอื่นๆได้

ปั้มน้ำอัตโนมัติ เหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยวเป็นระบบสวิทช์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดกำลังไฟฟ้าเพื่อส่งน้ำไปยังจุดต่างๆภายในบ้านได้ดี สามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำได้

ปั้มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอาคารตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว เป็นปั้มน้ำอัตโนมัติควบคุมแรงดันคงที่ ให้น้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น ไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน

ปั้มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบน้ำจากแท็งค์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำSprinkle สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูงๆ

ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออก เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ มีกำลังส่งต่ำ แต่สูบน้ำได้ปริมาณ
 มากๆ

ตารางที่ 2.9 แสดงแนวทางการพิจารณาเลือกใช้ปั๊มอัตโนมัติ

ลักษณะบ้านและการใช้งาน	ขนาดปั๊มน้ำที่เหมาะสม (วัตต์)
บ้านไม่เกิน 2 ชั้น มีการใช้น้ำพร้อมกันไม่เกิน 2 จุด	100 Watt
บ้านไม่เกิน 2 ชั้น มีการใช้น้ำพร้อมกันไม่เกิน 2 จุด มีเครื่องทำน้ำอุ่น 1 เครื่อง	150 Watt
บ้านไม่เกิน 3 ชั้น มีการใช้น้ำพร้อมกันไม่เกิน 2 จุด มีเครื่องทำน้ำอุ่น 1 เครื่อง	200 Watt
บ้านไม่เกิน 4 ชั้น มีการใช้น้ำพร้อมกันไม่เกิน 3 จุด มีเครื่องทำน้ำอุ่น 1 เครื่อง	250 Watt
บ้านไม่เกิน 4 ชั้น มีการใช้น้ำพร้อมกันไม่เกิน 3 จุด มีเครื่องทำน้ำอุ่น 2 เครื่อง	300 Watt

2.4.6.5 อุปกรณ์ไฟฟ้า

โดยทั่วไป อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านมักมีการใช้พลังงานสูงแทบทุกชนิด ดังนั้นผู้ใช้ควรต้องมีความรู้ และทราบถึงวิธีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดค่าไฟฟ้าภายในบ้านลง และลดปัญหาในเรื่องการใช้พลังงานอย่างผิดวิธีด้วย

อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า จะต้องวงจรแบบขนานจากเต้ารับซึ่งเดินสายไฟมาจากสะพานไฟรวม เพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นได้รับความต่างศักย์เท่ากันและเท่ากับที่กำหนดไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงจะเกิดกำลังตามที่กำหนด และถ้าเครื่องมือใดชำรุดเสียหาย ก็จะเสียหายเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องนั้น ไม่เกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น

การพิจารณาเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า จะต้องคำนึงถึงค่าประสิทธิภาพการใช้งาน ซึ่งสิ่งที่แสดงถึงค่าประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่สูงนั้น สามารถแสดงได้ 2 ลักษณะคือ

1) ฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5) เป็นการรับรองความมีประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานไฟฟ้า การติด “ฉลากเบอร์ 5” บนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ มีประโยชน์คือ ให้ข้อมูลที่ชัดเจนแก่ผู้บริโภคพิจารณาอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งในด้านประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายเป็นปี เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อทุกครั้ง

2) มาตรฐาน Energy Star ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น จอมอนิเตอร์ และอุปกรณ์จ่ายกระแสไฟฟ้า(Power Supply) โดยอุปกรณ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน Energy Star จะสามารถตรวจสอบว่าเครื่องไม่มีการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงเปลี่ยนสถานะการทำงานเป็นสถานะที่ใช้พลังงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 วัตต์ โดยอัตโนมัติ

2.5 กฎหมาย ข้อบังคับ เกณฑ์มาตรฐาน และข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

จากการค้นคว้ากฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติที่บังคับใช้ในประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดหรืออนุรักษ์พลังงานในอาคาร พบว่ายังไม่มีเนื้อหากฎหมายด้านการประหยัดพลังงานในอาคารฉบับใดที่ครอบคลุมถึงอาคารประเภทบ้านพักอาศัยเลย อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ศึกษา “พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน” ซึ่งเป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร เพื่อให้ศึกษาเทียบเคียงเนื้อหา เป็นแนวทางอ้างอิงและประยุกต์ใช้กับบ้านพักอาศัย นอกจากนี้ได้ค้นคว้า ข้อบังคับ เกณฑ์มาตรฐาน และข้อแนะนำการประหยัดพลังงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารและการจัดการด้านการประหยัดพลังงาน เนื้อหากฎหมาย ข้อบังคับ เกณฑ์มาตรฐาน และข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร มีดังนี้

2.5.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

โดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (ปัจจุบันอยู่ในอำนาจของกระทรวงพลังงาน) มีจุดประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานประเภทต่างๆในอาคาร ครอบคลุมอาคารประเภทอาคารควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารและโรงงานควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะอาคารควบคุม

สำหรับอาคารควบคุม มีเนื้อหากล่าวถึงการลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้และติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ และการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ได้กำหนดค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.10 แสดงมาตรฐานค่าถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารหรือส่วนของอาคาร สำหรับอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทอาคาร	OTTV ของผนัง (W/sq.m.)
อาคารเก่า	55
อาคารใหม่	45
ประเภทอาคาร	RTTV ของหลังคา (W/sq.m.)
ทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่	25

(OTTV/RTTV คือ ค่าปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ส่งผ่านหลังคา/ผนังในรอบปี ของช่วงที่มีแดดใช้กับอาคาร/ส่วนของอาคารที่ปรับอากาศเท่านั้น)

มาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคาร โดยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 แสดงมาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารสำหรับอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทอาคาร/ลักษณะการใช้งาน	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด(W/sq.m.)
สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา โรงพยาบาล/สถานพักฟื้น	16
ร้านค้าของ ซูเปอร์มาร์เก็ต ศูนย์การค้า	23

หมายเหตุ : 1. ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งอาคารแต่ไม่รวมที่จอดรถ
2. ไม่รวมไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า

ในปี พ.ศ. 2552 ได้ประกาศกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีเนื้อหาครอบคลุมอาคารที่มีการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกัน ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ครอบคลุมอาคารประเภท สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล สถานศึกษา สำนักงาน อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร อาคารโรงมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร อาคารโรงมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยโรงมหรสพ อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ และอาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

เนื้อหาในส่วนของมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร ได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.12 แสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (W/sq.m.)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	50
(ข) โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้านรวมกัน

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.13 แสดงมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (W/sq.m.)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	15
(ข) โรงแรม ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	12
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	10

อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบกรอบอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ได้กำหนดให้การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.14 แสดงมาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารแต่ละประเภท ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด(W/sq.m.)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	14
(ข) โรงแรม ศูนย์การค้า สถานบริการ	18
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้น

2.5.2 หลักเกณฑ์ในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีการประหยัดพลังงาน

ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วยังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง ซึ่งจะส่งผลเสียต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของประเทศเป็นอย่างมาก ฉะนั้นการมีจิตสำนึกในการปลุกฝังให้ใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดจึงมี

ความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยหลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีการประหยัดพลังงานอย่างง่าย ๆ แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

2.5.2.1 วิธีการเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้า

- 1) ศึกษาหลักการทำงานเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละรุ่น โดยเลือกในรุ่นที่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าเมื่อมีระบบการทำงานที่เหมือนกัน ควรเลือกรุ่นที่มีระบบการติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก
- 2) เลือกดูเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความคงทนแข็งแรง มีเครื่องหมายรับรองคุณภาพจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)
- 3) เลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีฉลากแสดงถึงประสิทธิภาพ และพยายามเลือกรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูง
- 4) เลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าในรุ่นที่ไม่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม
- 5) มีคู่มือการใช้งานเพื่อการประหยัดพลังงานและการใช้งานที่มีประสิทธิภาพ
- 6) เลือกขนาดให้เหมาะสมกับขนาดของครัวเรือน เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และเหมาะสมกับขนาดพื้นที่การใช้งาน



ภาพที่ 2.39 แสดงรูปแบบต่างๆ ของฉลากแสดงถึงประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.5.2.2 วิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า

- 1) ศึกษาคู่มือการใช้งานอย่างละเอียดทำความเข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- 2) ปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้งานเพื่อการประหยัดพลังงานอย่างเคร่งครัด
- 3) รู้จักสังเกตการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือเสียงที่เกิดจากการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- 4) รู้จักใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อถึงคราวจำเป็นและใช้อย่างประหยัด

2.5.2.3 วิธีการบำรุงรักษาเครื่องใช้ไฟฟ้า

- 1) ปฏิบัติตามคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- 2) หมั่นทำความสะอาดระบบระบายความร้อน รวมทั้งดูแลระบบหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอ
- 3) หมั่นตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงอะไหล่ที่สึกหรอให้อยู่ในวิสัยที่ใช้งานอยู่เสมอ

2.5.3 มาตรการเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน

ประเทศไทยได้เริ่มโครงการด้านมาตรการเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนมานานนับสิบปี ส่วนหนึ่งได้แก่ ฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ

ตารางที่ 2.15 มาตรการที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน

อุปกรณ์	มาตรการบังคับ	มาตรการด้านความสมัครใจ
อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า		
ตู้เย็น	MEPs	Label/incentives
เครื่องปรับอากาศ	MEPs	Label/incentives
บลูสแต็ค	MEPs	Label/incentives
พัดลม	-	Label
หลอด CFL/FL	MEPs	-
เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า	-	อยู่ระหว่างการศึกษา*
หม้อหุงข้าว	-	อยู่ระหว่างการศึกษา*
การต้มน้ำ	-	อยู่ระหว่างการศึกษา*
เตาอบไมโครเวฟ เตาอบไฟฟ้า	-	อยู่ระหว่างการศึกษา*
เตารีด	-	อยู่ระหว่างการศึกษา*
การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม		
โครงการहारสอง/ฉลาก		ประชาสัมพันธ์ กิจกรรม ข่าวสาร
โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา		
โครงการต่างๆภายใต้กองทุนอนุรักษ์ฯ		ศึกษา วิจัย
เพิ่มขีดความสามารถของบุคลากร		อบรม ศึกษาต่อ

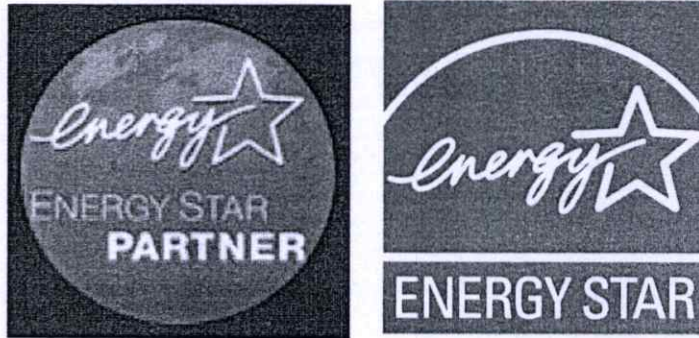
*กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษาการร่างกฎกระทรวงเพื่อส่งเสริมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง

MEPS	=	มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่คาดว่าจะประกาศภายในอนาคต
Label	=	ฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต
Incentives	=	มาตรการจูงใจอื่นๆ เช่น การให้เงินสนับสนุน

2.5.3.1 มาตรการฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ฉลากแสดงประสิทธิภาพจะแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานแล้วและอาจแสดงข้อมูลประสิทธิภาพพลังงาน หรือ เปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานกับอุปกรณ์ในรุ่นใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของฉลาก ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1) ฉลากประเภทให้การรับรอง (Endorsement Label) เป็นฉลากที่ให้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมากมักไม่แสดงรายละเอียดข้อมูล แต่จะแสดงเพียงสัญลักษณ์ที่จดจำได้ง่าย เช่น สัญลักษณ์ Energy Star ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะเห็นได้ง่ายจากจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทย



ภาพที่ 2.40 แสดงตัวอย่างฉลากประเภทให้การรับรอง

2) ฉลากแสดงข้อมูล (Information Label) เป็นฉลากที่แสดงข้อมูลประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ได้จากการทดสอบ โดยให้ผู้บริโภคเป็นคนเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวในการเลือกซื้อสินค้า

SANYO

ตู้เย็น ชั้นโย วัน SR-145B NL

ปริมาณความเย็น	127.5 ลิตรต่อเดือน
	4.5 ลิตรต่อสัปดาห์
สารทำความเย็น R134a	90 กรัม
แรงดันไฟฟ้า	220 V
ความถี่	50 Hz
กระแสไฟฟ้า	0.47 A
ขนาดคอมเพรสเซอร์	100 W
น้ำหนักสุทธิ	32 kg

หมายเลขเครื่อง 

ผลิตโดย 30500697

ขนาด (กว้าง x ลึก x สูง) ได้มาตรฐาน มอก. (มอก.ช. 5) ประเทศไทย

หมายเลข 15-5-46

ภาพที่ 2.41 แสดงตัวอย่างฉลากแสดงข้อมูล

3) ฉลากเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Comparative Label) ฉลากประเภทนี้จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับฉลากแสดงข้อมูล แต่จะมีการเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ติดฉลากนั้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในรุ่นที่ใกล้เคียงกัน โดยการเปรียบเทียบอาจทำในลักษณะที่มีการแบ่งระดับ เช่น ฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5)

ฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5) ได้กลายเป็นสัญลักษณ์ของความมีประสิทธิภาพและการประหยัดอย่างแพร่หลายภายใต้ความสำเร็จในการคิด “ฉลากเบอร์ 5” บนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งนับเป็นอีกโครงการหนึ่งของ “โครงการประชาร่วมใจ ประหยัดไฟฟ้า” ที่ประสบความสำเร็จอย่างเป็น

รูปธรรมทั้งนี้ เกิดจากความร่วมมือร่วมใจระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในอันที่จะอนุรักษ์ทรัพยากรพลังงานของประเทศ ด้วยการรณรงค์ให้มีการผลิตและเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ถือเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นแบบอย่างแห่งความสำเร็จที่น่าชื่นชมของความร่วมมือร่วมใจในสังคมไทยที่เป็นไปอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

การดำเนินการ “ฉลากเบอร์ 5” ของโครงการประชาร่วมใจใช้ตู้เย็นประหยัดไฟฟ้าและโครงการประชาร่วมใจใช้เครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้าที่ผ่านมา เป็นการผลักดันให้เกิดตลาดตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ พัดลม หลอดไฟฟ้า และบัลลาสต์ ดิจิตอลแสดงระดับประสิทธิภาพขึ้นในประเทศไทย และส่งผลให้เกิดมาตรฐานประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นให้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น



ปีพ.ศ. 2544-2548



ปีพ.ศ. 2550

ภาพที่ 2.42 แสดงฉลากเปรียบเทียบประสิทธิภาพภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในปี 2544 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(กฟผ.) ได้มีการผลักดันให้มีการปรับค่าระดับประสิทธิภาพสำหรับตู้เย็นเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 20 จากมาตรฐานเดิมในปี 2538 ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์ในการประหยัดพลังงานจากการใช้ตู้เย็นเพิ่มขึ้น 110.5 ล้านหน่วย และในปี 2550 กฟผ.ยังได้มีการปรับระดับประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และส่งเสริมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใต้ “ฉลากเบอร์ 5” ให้มีการพัฒนาเข้าสู่ตลาดเมืองไทยอย่างกว้างขวางเพิ่มขึ้น อาทิ หม้อหุงข้าว เตาไรด์ ตู้แช่ ซึ่งถือเป็นการผลักดันตลาดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในประเทศให้ค้ำเนินถึงการผลิตและจำหน่ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ อันส่งผลดีต่อประเทศในอนาคต

2.5.3.2 มาตรการประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standards -MEPS)

มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ เป็นมาตรการภาคบังคับที่จะยกระดับและขจัดอุปกรณ์ที่ด้อยประสิทธิภาพออกไปจากท้องตลาด นอกจากนั้นแล้วยังป้องกันไม่ให้มีการนำ

สินค้าที่ระดับการใช้พลังงานที่ต่ำกว่ากำหนดเข้ามาจำหน่ายในประเทศ มาตรฐานนี้มีผลบังคับใช้กับผู้ผลิตเท่านั้น และไม่มีผลบังคับใช้กับสินค้าที่ผลิตก่อนที่มาตรฐาน ฯ จะประกาศ ประโยชน์ที่จะได้รับ คือการประหยัดพลังงาน ลดการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า และเป็นการลดมลภาวะในที่สุด

ในปัจจุบันนี้ ประเทศไทยได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด เป็นที่คาดว่ามาตรฐานขั้นต่ำ(MEPS) ของตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศจะมีผลบังคับใช้ในเร็วนี้ ซึ่งหากมีผลบังคับใช้แล้วในฐานะผู้บริโภคเราควรเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อเป็นการประหยัดไฟฟ้าในที่อยู่อาศัยของเราและยังช่วยให้ประหยัดทรัพยากรของประเทศชาติได้อีกทางหนึ่งด้วย

2.5.4 การจัดการด้านพลังงานในบ้านพักอาศัย

เนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการด้านพลังงานในบ้านพักอาศัย ผู้วิจัยได้สรุปจากเอกสารเผยแพร่ชุด “สาระวิธีประหยัดไฟ” ของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ในปีพ.ศ.2546 ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ต้องลด ละ เลิก พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าแบบสิ้นเปลือง เช่น ลดการเปิดไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง เช่น จากที่เคยเปิด 12 ชั่วโมงให้เหลือ 8 ชั่วโมง ลดการเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องนอน ลงวันละครึ่งชั่วโมง ละเว้นการเปิดวิทยุฟังเพลงพร้อมกับการเปิดโทรทัศน์ เลิกการเปิดโทรทัศน์รายการเดียวกันพร้อมกันคนละเครื่อง คนละห้อง ควรชวนมาดู พร้อมกันที่เครื่องเดียวกัน เลิกเสียบปลั๊กกระติกน้ำร้อนแห้งทิ้งไว้เพื่อรอชงกาแฟครั้งต่อไป

ขั้นที่ 2 หมั่นบำรุงรักษา ยืดอายุเครื่องใช้ไฟฟ้า และใช้อย่างถูกวิธี เช่น ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสม ทำความสะอาดแผ่นกรองของเครื่องปรับอากาศ อย่าให้มีฝุ่นเกาะ ตั้งตู้เย็นให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 15 เซนติเมตร เพื่อให้ระบายความร้อนได้ดี ละลายน้ำแข็งในตู้เย็นสม่ำเสมอ เพื่อให้การทำความเย็นมีประสิทธิภาพสูง ไม่นำอาหารที่ยังร้อนเก็บในตู้เย็น เช็ดผมให้แห้งหมาดๆด้วยผ้าก่อนใช้เครื่องเป่าผม

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงอุปกรณ์บางอย่าง หรือเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ไฟฟ้าเก่าที่ใช้ไฟฟ้ามามากและไม่มีประสิทธิภาพ เป็นตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เช่น ติดฟิล์มกันรังสีความร้อนให้หน้าต่างกระจก เพื่อลดความร้อนเข้าบ้าน ปลุกต้นไม้เพื่อบังแสงแดดให้บ้าน ติดฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดาน เพื่อลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดตะเกียบ เมื่อซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าควรศึกษาเครื่องมือการใช้อย่างละเอียด

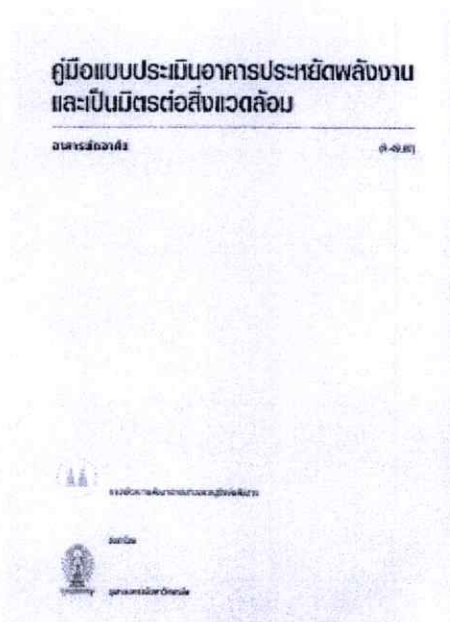
จากข้อมูล “สาระวิธีประหยัดไฟ” พบว่าการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัยจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารเป็นหลัก

2.6 มาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก

เกณฑ์ประเมินอาคารในประเทศไทย

จากการสำรวจแบบทดสอบหรือเกณฑ์การประเมินอาคารประหยัดพลังงานในประเทศไทยพบว่าปัจจุบันมีเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จัดทำโดยสถาบันวิจัยพลังงานและภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ.2549 โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัย



ภาพที่ 2.43 แสดงคู่มือเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัย และตัวอย่างผลการรับรอง

ข้อมูลเบื้องต้น

เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (TEEAM) สำหรับอาคารพักอาศัย ถูกพัฒนาขึ้นโดย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ริเริ่มโครงการดำเนินการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยการติดฉลากขึ้น เพื่อรณรงค์ให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความเข้าใจถึงกระบวนการอนุรักษ์พลังงานที่ถูกต้อง และหันมาให้ความร่วมมือในการขับเคลื่อนโครงการดำเนินการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยการติดฉลาก เพื่อสร้างประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้พลังงานร่วมกัน

เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น เกณฑ์ประเมินสำหรับอาคารพักอาศัย และอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย โดยแบ่งระยะการประเมินเป็น ช่วงออกแบบ ช่วงก่อสร้าง และหลังจากก่อสร้างเสร็จ ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเกณฑ์ประเมินสำหรับอาคารพักอาศัย ซึ่งครอบคลุมถึง บ้านเดี่ยว บ้านแถว และอาคารอยู่อาศัยรวม โดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อหลักในการประเมิน

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัยได้มีการแบ่งหัวข้อหลักออกเป็น 9 หมวดใหญ่อันได้แก่

1. สถานที่ตั้งโครงการ

ประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยในการประเมินที่ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งอาคารกับระบบขนส่งมวลชน และแหล่งบริการชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้มีการเดินและการใช้ระบบขนส่งมวลชนมากขึ้น ลดความถี่ในการใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง การเกิดภาวะเกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island) และมลพิษทางอากาศ

2. ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม

ประกอบไปด้วยหัวข้อในการประเมินสามหัวข้อหลัก อันได้แก่ การวางผังบริเวณ การรักษาระบบนิเวศในพื้นที่ก่อสร้าง และงานภูมิสถาปัตยกรรม โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารผ่านระบบงานภูมิสถาปัตยกรรม และการวางผัง เช่น การใช้พืชพรรณไม้ให้ร่มเงา การจำกัดขนาดพื้นที่ลาดแข็ง (เพื่อลดความร้อนสะสมในมวลของพื้นลาดแข็งที่อาจส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารได้) และการแนะนำสัดส่วนของพื้นที่ผนังระหว่างทิศเหนือ/ใต้ ต่อทิศตะวันออก/ตะวันตก นอกจากนี้ในหัวข้อหลาย ๆ หัวข้อยังเป็นการส่งเสริมให้มีการออกแบบอาคารที่คำนึงสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

3. เปลือกอาคาร

หัวข้อการประเมินในหมวดนี้ถือได้ว่าเป็นหัวใจเกณฑ์ประเมิน โดยมีการประเมินเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพการออกแบบระบบเปลือกของอาคาร ซึ่งรวมไปถึงหลังคา ผนัง(ทึบ) ประตู/หน้าต่าง/วงกบ/บานกรอบ กระจก ช่องแสง โดยมีการอ้างอิงเกณฑ์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทั้งผ่านเข้าสู่ผนังอาคาร(OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทั้งผ่านเข้าสู่หลังคา(RTTV) จากร่างกฎหมายควบคุมอาคารที่ยังไม่ได้มีการประกาศใช้อย่างเป็นทางการผนวกกับลักษณะการก่อสร้างอาคารที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

4. ระบบปรับอากาศ

หัวข้อการประเมินในหมวดที่ 4 เป็นการประเมินอาคาร โดยการเทียบเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (ที่มักใช้ในอาคารพักอาศัย) โดยเป็นการอ้างอิงจาก

ร่างข้อกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

สำหรับหัวข้อในการประเมินยังรวมไปถึงการเลือกใช้สารทำความเย็นที่ส่งผลกระทบต่อทางด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การคำนึงถึงสภาพอากาศ และอุณหภูมิภายในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร และการกำหนดเกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนชั้นต่ำของผนังภายในที่กั้นระหว่างส่วนปรับอากาศ และส่วนไม่ปรับอากาศ

5. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

หัวข้อการประเมินในหมวดนี้เป็นการประเมิน โดยการเทียบเคียงจากเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านพลังงาน และการส่งเสริมการใช้เทคนิค และหรืออุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานอื่น ๆ

6. ระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน

หัวข้อการประเมินในหมวดที่ 6 เกี่ยวกับการสนับสนุนการใช้ระบบการถ่ายเทอากาศธรรมชาติ(Natural ventilation) ในส่วนของการประเมินอาคารพักอาศัย และการใช้ระบบแสงสว่างธรรมชาติ(Day lighting) ในอาคาร

7. ระบบสุขาภิบาล

ในส่วนของระบบสุขาภิบาล ซึ่งสามารถเทียบเคียงได้กับหัวข้อทรัพยากรน้ำของเกณฑ์ประเมินต่างประเทศ มีเป้าหมายเพื่อการลดการใช้น้ำภายในอาคาร ผ่านการใช้สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ห้องน้ำต่าง ๆ ที่จะช่วยในการประหยัดน้ำ การส่งเสริมระบบกักเก็บน้ำฝนมาใช้งาน และการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ยังมีการประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การกำหนดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย บ่อดักขยะ และบ่อดักไขมัน

8. วัสดุและการก่อสร้าง

ในหมวดวัสดุและการก่อสร้าง เป็นหมวดที่ประเมินความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารที่กำลังจะสร้างขึ้นใหม่ โดยมีการคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่จะส่งผลกระทบต่อทางด้านลบต่อสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร(indoor environmental quality : IEQ) และสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร(global environment) น้อย

9. เทคนิคออกแบบ และกลยุทธ์ประหยัดพลังงาน/รักษาสีสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากยังมีเทคนิคการก่อสร้าง และกลยุทธ์ต่างๆ ที่อาจจะช่วยในการประหยัดพลังงาน และรักษาสีสิ่งแวดล้อม ในหมวดสุดท้ายของเกณฑ์ประเมิน จึงได้มีการระบุหัวข้อในการประเมินที่ไม่ได้มีเกณฑ์อย่างชัดเจน หากแต่เปิดกว้างไว้สำหรับแนวทางการออกแบบที่ผู้ออกแบบ ซึ่งไม่ได้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติวิชาชีพ อาจจะนำมาประยุกต์ใช้

ค่าสัมประสิทธิ์คะแนน และการให้คะแนน

สัมประสิทธิ์ หรือค่าคะแนนในแต่ละหัวข้อหลัก และหัวข้อย่อย ได้มาจากการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยการจำลองสภาพการใช้พลังงานจาก

ระบบปรับอากาศประมาณ 70% ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 15% และจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ อีก 15%

ตารางที่ 2.16 แสดงค่าคะแนนในการประเมินและหมวดการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้อง ของเกณฑ์
ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาคารพักอาศัย

หัวข้อในการประเมิน		การประหยัดพลังงาน	ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
1	สถานที่ตั้งโครงการ	4	2
2	ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม	8	8
3	ระบบเปลือกอาคาร	40	0
4	ระบบปรับอากาศ	10	2
5	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	12	1
6	ระบบธรรมชาติและพลังงานทดแทน	12	5
7	ระบบสุขาภิบาล	4	5
8	วัสดุ และการก่อสร้าง	0	5
9	เทคนิคกลยุทธ์ประหยัดพลังงาน/รักษาสิ่งแวดล้อม	10	5
รวม		100	33

สำหรับการประเมินอาคาร ได้มีการแบ่งค่าคะแนนให้กับระบบเปลือกอาคารและระบบปรับอากาศ ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบปรับอากาศ รวมเป็น 50 คะแนน นอกจากนี้ยังมีคะแนนรวมในหมวดงานภูมิสถาปัตยกรรม และระบบธรรมชาติ 20 คะแนน ซึ่งมีผลกระทบทางอ้อมต่อระบบปรับอากาศ รวมค่าคะแนนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศเป็น 70 คะแนน (เปอร์เซ็นต์) ในส่วนของค่าคะแนนที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงสว่างมีค่าคะแนนในหมวดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 12 คะแนน(เปอร์เซ็นต์) ค่าคะแนนที่เหลืออีก 18 คะแนน (เปอร์เซ็นต์) ได้มีการแบ่งไปตามหมวดต่างๆ อันได้แก่ หมวดระบบสุขาภิบาล 4 คะแนน หมวดสถานที่ตั้งโครงการ 4 คะแนน และหมวดเทคนิค และกลยุทธ์ 10 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ในส่วนของเกณฑ์ที่จะใช้เป็นการรับรองการประเมิน ได้ทำการแบ่งระดับการประเมินไว้ 3 ระดับคือ ดี ดีมาก และ ดีเด่น โดยการกำหนดค่าคะแนนสำหรับเกณฑ์ดังกล่าว ดังนี้

ตารางที่ 2.17 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารพักอาศัย

ระดับของการประหยัดพลังงาน	ค่าคะแนนประหยัดพลังงาน (%)
ดี	40 - 54
ดีมาก	55 - 69
ดีเด่น	70 หรือมากกว่า

โดยได้คะแนนตามตารางและต้องผ่านเกณฑ์ด้านความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมดังนี้

- 1) ไม่ใช่สารซีเอฟซี(CFC)เป็นสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ
- 2) เกณฑ์ค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ และเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 3) มีระบบบำบัดน้ำเสีย บ่อดักขยะ และ บ่อดักไขมัน
- 4) มีแผนการดำเนินการป้องกันมลภาวะและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง
- 5) เลือกใช้สีและหรือสารเคลือบผิวที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

เกณฑ์ประเมินอาคารจากต่างประเทศในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก

สำหรับการสำรวจและศึกษาการประเมินอาคารประหยัดพลังงานจากต่างประเทศในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิกมีการสำรวจและศึกษาดังนี้

2.6.2 เกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK)

ข้อมูลเบื้องต้น

เกณฑ์ประเมินของประเทศสิงคโปร์คือเกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK) ได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงานของรัฐด้านการก่อสร้างอาคารของประเทศสิงคโปร์(Singapore Building Construction Authority) เพื่อเป็นการประเมินผลกระทบจากการก่อสร้างสู่สิ่งแวดล้อมและประสิทธิภาพของอาคาร โดยครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบจนถึงการก่อสร้าง ซึ่งเกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK) นี้แบ่งออกเป็นแบบที่ใช้ในการประเมินอาคารสร้างใหม่(New construction) และอาคารที่ใช้งานแล้ว(Existing building)



ภาพที่ 2.44 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์กรีนมาร์ค(GREEN MARK for BUILDINGS)

ที่มา : <http://www.greenmark.sg> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หัวข้อหลักในการประเมิน

เกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK) มีหัวข้อหลักในการประเมิน 5 หัวข้อ ได้แก่

1. ประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficiency)

หัวข้อการประเมินในหมวดนี้เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ผ่านเข้าสู่ผนังอาคาร(OTTV) การคำนวณการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้า การแยกมิเตอร์ไฟฟ้าย่อยเพื่อประโยชน์ต่อการตรวจการใช้พลังงาน การเลือกใช้ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง การแยกโซนการควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และการจัดให้มีการใช้พืชพรรณไม้เพื่อให้อากาศถ่ายเท

2. ทรัพยากรน้ำ (Water efficiency)

หมวดทรัพยากรน้ำ มีการประเมินในเรื่องของการใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำประเภทต่างๆ เช่น ก๊อกน้ำ โดสสุขภัณฑ์ การตรวจจับการรั่วซึมของระบบน้ำดี การจำกัดการใช้น้ำในการรดต้นไม้ และการจัดการการใช้น้ำในระบบทำน้ำเย็นของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่

3. การจัดการโครงการ (Site/Project development & management)

หัวข้อนี้มีการประเมินในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ระบบนิเวศภายในโครงการก่อสร้าง มีการคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งโครงการและการคมนาคม การจัดให้มีระบบการจัดการขยะ การเลือกใช้ผู้รับเหมาที่ได้มาตรฐานไอเอสโอ 14000 (ISO 14000) การเลือกใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และการจัดทำคู่มืออาคารประหยัดพลังงาน (ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ต้องมี)

4. สภาวะแวดล้อมในอาคารและสภาพแวดล้อมภายนอก (Design for good indoor environmental quality and environmental protection)

หัวข้อการประเมินในหมวดนี้ ได้แก่ การตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอาคาร การเลือกใช้บัลลาสต์ความถี่สูง การคำนึงถึงการปรับแต่งระบบแสงสว่าง และอุณหภูมิที่ส่งเสริมสภาวะน่าสบาย การควบคุมเสียงภายในอาคาร การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษภายในอาคาร การเลือกใช้สารทำความเย็นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน และการตรวจจับการรั่วซึมของสารทำความเย็น

5. เทคนิคอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อรักษาสภาวะแวดล้อม (Innovation)

หัวข้อสุดท้ายของเกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK) ได้แก่การเลือกใช้เทคนิคอื่นๆที่ไม่ได้ระบุไว้ในเกณฑ์ข้างต้น โดยเทคนิคดังกล่าวจะต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน การเลือกใช้เทคนิคการก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงานและอื่นๆ

ค่าสัมประสิทธิ์คะแนน และการให้คะแนน

ตารางที่ 2.18 แสดงค่าคะแนนในการประเมินและหมวดการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้อง ของเกณฑ์
ประเมินอาคารกรีนมาร์ค(GREEN MARK)

หัวข้อในการประเมิน		คะแนน (%)
1	ประสิทธิภาพพลังงาน	30
2	ทรัพยากรน้ำ	20
3	การจัดการโครงการ	6
4	สภาวะแวดล้อมในอาคารและสภาพแวดล้อมภายนอก	21
5	เทคนิคอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม	23
รวม		100

เกณฑ์การประเมินของเกณฑ์กรีนมาร์ค(GREEN MARK)

เกณฑ์การประเมินของเกณฑ์กรีนมาร์ค(GREEN MARK) แบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ รางวัลกรีนมาร์ค(GREEN MARK Award), กรีนมาร์คระดับทอง(GREEN MARK Gold) และ กรีนมาร์คระดับทองคำขาว(GREEN MARK Platinum) โดยการเทียบเกณฑ์ค่าคะแนนรวมในแต่ละหมวดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.19 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์กรีนมาร์ค(GREEN MARK)

เกณฑ์ประสิทธิภาพ	ค่าคะแนนโดยรวม (%)
รางวัลกรีนมาร์ค (GREEN MARK Award)	55 - 69
กรีนมาร์คระดับทอง (GREEN MARK Gold)	70 - 81
กรีนมาร์คระดับทองคำขาว (GREEN MARK Platinum)	85 หรือมากกว่า

2.6.3 เกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

ข้อมูลเบื้องต้น

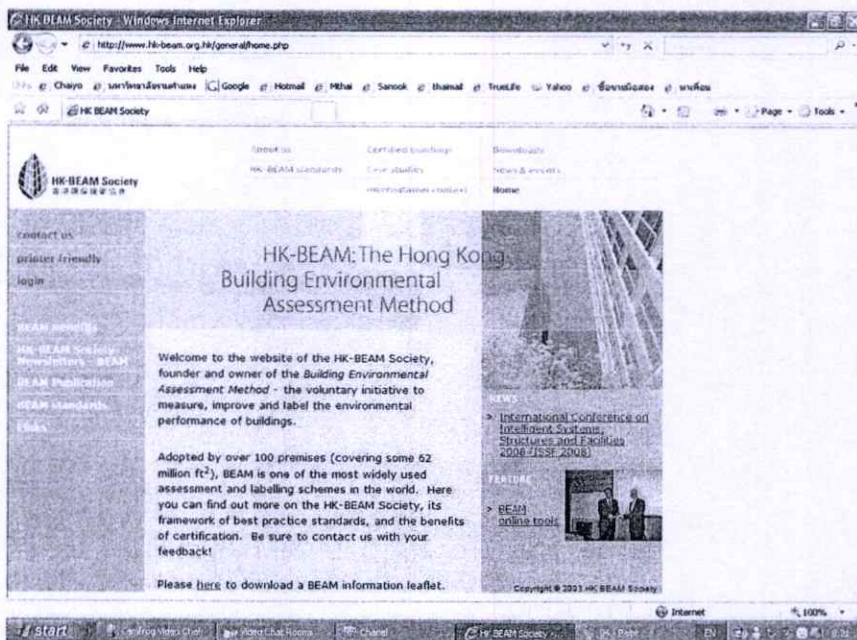
เกณฑ์ประเมินสิ่งแวดล้อมอาคารเขตฮ่องกง(Hong Kong Building Environmental Assessment Method) หรือที่เรียกย่อๆว่า เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) ซึ่งเป็นเกณฑ์ประเมินที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารในเขตการปกครองพิเศษฮ่องกง โดยมีจุดมุ่งหมายหลัก 5 ประการ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มคุณภาพของอาคารและการก่อสร้างในเขตการปกครองฮ่องกง
2. เพื่อกระตุ้นความต้องการอาคารที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืน และเป็นการคำนึงถึงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม
3. เพื่อเป็นการพัฒนามาตรฐานที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของอาคารที่สามารถนำไปใช้ได้โดยผู้บริหาร โครงการและเจ้าของโครงการ
4. เพื่อเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการก่อสร้าง

5. เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการผสมผสานการออกแบบที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ช่วงต้นของการออกแบบ

เกณฑ์ประเมินอาคาร เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) นี้สามารถประเมินอาคารใหม่ อาคารที่ได้รับการปรับปรุง และอาคารเก่า โดยครอบคลุมการประเมินในทุกระยะของการก่อสร้าง ตั้งแต่การออกแบบ การวางผัง การก่อสร้าง การจัดการอาคาร รวมไปถึงการดูแลรักษา โดยประเมินประสิทธิภาพของอาคารทั้งทางด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพพลังงาน มุ่งเน้นไปที่คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร(indoor environmental quality) เป็นหลัก

เกณฑ์ประเมิน เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) ได้รับการพัฒนาดังแต่ปี ค.ศ. 1996 โดยใช้เกณฑ์ประเมิน BREEAM ของประเทศอังกฤษเป็นต้นแบบ ในช่วงแรกเป็นการพัฒนาเกณฑ์ประเมินสำหรับอาคารสำนักงานที่กำลังจะก่อสร้างและนำมาใช้งานแล้ว ต่อมาในปี ค.ศ. 1999 มีการเพิ่มเกณฑ์ประเมินของอาคารสูงอยู่อาศัยรวม (High-rise residential building) จนถึงปี ค.ศ. 2004 ได้แยกเกณฑ์ประเมินเป็นสองประเภท ได้แก่ เกณฑ์ประเมินสำหรับอาคารใหม่ และเกณฑ์ประเมินสำหรับอาคารที่ใช้งานแล้ว



ภาพที่ 2.45 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

ที่มา : <http://www.hk-beam.org.hk> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หัวข้อหลักของเกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

1. สถานที่ตั้งโครงการ (Site aspects)

หัวข้อการประเมินในหมวดสถานที่ตั้งโครงการแบ่งเป็นสามหัวข้อย่อย ได้แก่

1.1 การเลือกสถานที่ตั้งโครงการ (Site location) มุ่งเน้นไปที่การสนับสนุนการก่อสร้างในสถานที่ที่มีความเหมาะสม อาทิเช่น การก่อสร้างในพื้นที่ที่เคยมีการก่อสร้างมาก่อน หรือ

สนับสนุนการก่อสร้างในพื้นที่ที่เคยเป็นพื้นที่ที่เสื่อมโทรมมาก่อน นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนให้มีการลดจำนวนที่จอดรถ การให้ความสะดวกแก่ผู้เดินเท้า และการให้ค่าคะแนนเพิ่มเติมหากสถานที่ก่อสร้างอยู่ใกล้กับแหล่งบริการชุมชน ที่โล่ง หรือสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

1.2 การออกแบบสถานที่ตั้งโครงการ (Site planning and design) หมวดนี้มีหัวการประเมินย่อยต่างๆ อาทิเช่น การคำนึงถึงระบบนิเวศและความสำคัญทางวัฒนธรรมของพื้นที่ การออกแบบระบบภูมิสถาปัตยกรรมต่างๆ เช่น การกำหนดให้ใช้วัสดุที่น้ำซึมผ่านเป็นพื้นที่กึ่งหนึ่งของบริเวณพื้นที่ลาดแข็งทั้งหมด การกำหนดพื้นที่ปลูกพืชพรรณอย่างน้อย 30 % ของพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมด การเลือกใช้วัสดุและการออกแบบที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิบริเวณ โดยรอบอาคาร การกำหนดให้มีการสัญจรของรถที่เข้าและออกโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ และการเตรียมแผนการก่อสร้าง/การเตรียมพื้นที่ดิน

1.3 ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Emission from the site) หัวข้อการประเมินในหมวดนี้คำนึงถึงผลกระทบด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง และเมื่อมีการอยู่อาศัยแล้ว ไปยังสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมไปถึงมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง มลพิษทางน้ำ ระหว่างการก่อสร้าง โรคลิเจียนเนรัอันเกิดจากท่อฝังน้ำ มลพิษทางเสียงอันเกิดจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ภายในอาคาร และมลภาวะทางแสงที่เกิดจากการใช้แสงประดิษฐ์ในเวลากลางคืน

2. ปัจจัยทางด้านวัสดุ (Materials aspects)

หัวข้อการประเมินในหมวดวัสดุสามารถแบ่งได้เป็นสามหัวข้อย่อย ได้แก่

2.1 การใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient use of materials) หัวข้อย่อยในการประเมินในหมวดนี้มุ่งเน้นไปที่การใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วยการสนับสนุนการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ การประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนอาคารที่มีขนาดมาตรฐาน(modular and standardized design) เพื่อลดเศษวัสดุที่อาจจะเหลือจากการตัด การเลือกใช้วัสดุที่สำเร็จรูปที่มีการผลิตจากนอกโครงการก่อสร้าง(Off-site fabrication) การออกแบบที่เอื้อต่อการปรับเปลี่ยนการใช้สอยและการต่อเติมในอนาคต และการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีความทนทาน และเหมาะสมกับอายุการใช้งานของอาคารที่ได้มีการกำหนดไว้

2.2 แนวทางการเลือกวัสดุ (Selection of Materials) สำหรับหัวที่สองในหมวดวัสดุเป็นการสนับสนุนการใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย โดยการสนับสนุนการใช้วัสดุที่สามารถผลิตทดแทนได้ง่าย การใช้ไม้จากป่าปลูก การเลือกใช้วัสดุหมุนเวียน และการใช้สารทำความเย็นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน

2.3 การจัดการขยะ (Waste management) หัวข้อสุดท้ายในหมวดวัสดุคำนึงถึงการจัดการขยะในช่วงต่างๆ ของการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นช่วงการเตรียมพื้นที่ดินเพื่อการก่อสร้าง และช่วงระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งรวมไปถึงการจัดการแยกขยะออกเป็นส่วนที่สามารถนำไปหมุนเวียนได้

3. ปัจจัยทางด้านพลังงาน (Energy)

ในหมวดพลังงานมีหัวข้อ ในการประเมินย่อยอยู่ที่หัวข้อ ได้แก่

3.1 ปัจจัยใช้พลังงานรวม(Annual energy use) หัวข้อนี้มีการแบ่งเกณฑ์ออกไปเป็นอาคารประเภทต่างๆ ได้แก่ อาคารพาณิชย์ อาคารประเภทโรงแรม อาคารสถานศึกษา อาคารพักอาศัย อาคารที่มีระบบปรับอากาศ และอาคารประเภทอื่นๆ ซึ่งในส่วนของอาคารสองประเภทหลังนั้นยังไม่มีกำหนดค่าคะแนนตายตัว ส่วนในอาคารสี่ประเภทแรกค่าคะแนนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณของพลังงานที่ลดลงเมื่อคำนวณเฉลี่ยเป็นรายปี(Annual energy consumption) โดยปริมาณสูงสุดที่สามารถลดได้ในอาคารพาณิชย์อาจลดลงได้ถึง 45% สำหรับอาคารพักอาศัยมีการกำหนดปริมาณสูงสุดที่สามารถลดได้เป็น 22%

นอกจากนี้ยังมีการให้คะแนนเพิ่มเติมหากมีการประเมินการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Maximum electricity demand) โดยมีการแบ่งตามประเภทของอาคารเช่นกันตั้งแต่ 15-30% สำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทต่างๆ และ 8-15% สำหรับอาคารพักอาศัย

3.2 การเลือกใช้งานระบบที่มีประสิทธิภาพ (Energy efficient system) ความหมายของคำว่าการระบบในหัวข้อนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะระบบที่เกี่ยวข้องกับสถานะแวดล้อมภายในอาคาร หากแต่ยังรวมไปถึงระบบโครงสร้างอาคารด้วย ดังนั้นหัวข้อในการประเมินจึงมีการประเมินตามเกณฑ์ค่าพลังงานแฝง(embodied energy) ในตัววัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้าง การเลือกใช้ระบบจ่ายอากาศ (ventilation systems) ที่ใช้พลังงานน้อยกว่าระบบมาตรฐานอย่างน้อย 15-25% การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบจ่ายอากาศที่ช่วยลดการใช้พลังงาน การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างรวมไปถึง โคมและบัลลาสต์ที่ช่วยลดการใช้พลังงานไปได้อย่างน้อย 15-25% เมื่อเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน และการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติ (timer) หรืออุปกรณ์ปรับหรี่แสง (dimmer) ที่ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

นอกจากระบบจ่ายอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างแล้ว ยังมีการคำนึงถึงการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงานในระบบอื่นๆ อีก เช่น ระบบทำน้ำร้อน และระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน การติดตั้งเดินสายระบบไฟฟ้า และท้ายที่สุด มีการสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนที่กำหนดไว้ในช่วง 2-12% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในอาคาร

3.3 การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ (Energy efficient equipment) ในหัวข้อการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ อาจเทียบได้ว่าเป็นหัวข้อที่ต่อเนื่องจากหัวข้องานระบบที่ผ่าน หากแต่เกี่ยวข้องกับการออกแบบมากขึ้น อาทิเช่น การเลือกสถานที่ตั้งระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ใช้สอย การเตรียมพื้นที่สำหรับตากผ้า การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานในพื้นที่ส่วนรวมของอาคาร และการเลือกใช้อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าอื่นๆ อาทิเช่น พัดลมดูดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าพัดลมดูดอากาศโดยทั่วไป

3.4 การจัดการพลังงาน (Facilities for energy management) ในหมวดการจัดการพลังงาน มีการประเมินทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานอาทิเช่น การตรวจและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงการนำเสนอรายงานที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานของระบบต่างๆ เมื่อใช้อาคารแล้ว ในเกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) ยังได้จัดให้มีการประเมินอาคาร โดยสนับสนุนการเตรียมแผนการจัดการพลังงานรวมถึงแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีการสนับสนุนให้มีการตรวจวัดอัตราอากาศเย็น หัวข้อสุดท้ายเป็นการสนับสนุนให้มีการตรวจการวัดอัตราการใช้พลังงานที่แยกกันระหว่างหน่วยอาคารเช่าและพื้นที่ส่วนรวม

4. ทรัพยากรน้ำ (Water use)

ในหัวข้อทรัพยากรน้ำ มีการแยกหัวข้อในการประเมินออกเป็นสามหัวข้อใหญ่ๆ ได้แก่

4.1 คุณภาพของน้ำ (Water quality) เป็นการประเมินเปรียบเทียบกับคุณภาพของน้ำดีที่ควรจะเป็นตามมาตรฐาน

4.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ (Water conservation) ในหมวดนี้มีการสนับสนุนการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถลดอัตราการใช้น้ำลงได้ (ต่อ ปีจากการประเมิน) ได้อย่างน้อย 15-35% รวมถึงการใช้อุปกรณ์ปิดน้ำอัตโนมัติ การตรวจการรั่วซึมในระบบท่อน้ำดี และกาตรวจการใช้น้ำโดยรวมของอาคาร

นอกจากนั้น ยังคำนึงถึงการลดการใช้น้ำในระบบงานภูมิสถาปัตยกรรม การบำบัดน้ำใช้ และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

4.3 การบำบัดน้ำเสีย (Effluent) ในหมวดสุดท้ายเป็นการประเมินให้คะแนนหากประมาณการได้ว่า จะมีการลดการปลดปล่อยของเสียลงสู่รางระบายน้ำสาธารณะได้อย่างน้อย 25% เมื่อเทียบกับอาคารมาตรฐาน

5. สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor environmental quality)

หมวดสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร ถือได้ว่าเป็นหมวดที่ใหญ่ที่สุดของเกณฑ์ประเมินเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยในการประเมิน 8 หัวข้อ อันได้แก่

5.1 ระบบฉุกเฉินและระบบรักษาความปลอดภัย (Safety) หัวข้อการประเมินในหมวดนี้มุ่งเน้นที่การติดตั้งระบบต่างๆ ซึ่งจะต้องทำงานได้ดีหากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น อาทิเช่น ระบบเตือนอัคคีภัย การติดตั้งอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอ่อน และการติดตั้งระบบเตือนภัยอื่นๆ

5.2 ระบบสุขาภิบาล (Hygiene) มีการให้คะแนนเพิ่มเติมหากมีการออกแบบให้การส่งผ่านเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และ กลิ่น ในระบบท่อน้ำสุขาภิบาลลดน้อยลง นอกจากนั้นยังมีการคำนึงถึงโรคลีเจียนเนร์ จากระบบ ปรับอากาศ และการมีอุปกรณ์เก็บขยะที่ถูกสุขลักษณะ

5.3 สภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air quality) สำหรับหมวดสภาวะอากาศภายในอาคาร การคำนึงถึงการจัดการกับมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างซึ่งควร

จะต้องมีการระบายออกไปก่อนอยู่อาศัย และการจัดการกับก๊าซต่างที่อาจจะเป็นพิษได้ เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ โอโซน และ RSP รวมไปถึง เคมท์ค่า Volatile Organic Compounds (VOCs) การใช้สารฟอร์มัลดีไฮด์ และเรดอน นอกจากสภาวะอากาศภายในส่วนอยู่อาศัยแล้ว ยังมีการคำนึงถึงสภาวะอากาศภายในอาคารจอร์รด และในส่วนเชื่อมต่อระบบขนส่งมวลชน (ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่ได้รับการประเมิน)

5.4 การระบายอากาศ (Ventilation) ในส่วนของการระบายอากาศมีการประเมินให้คะแนนหากผ่านเกณฑ์การระบายอากาศขั้นต่ำทั้งในส่วนใช้สอยในยูนิต และในส่วนกลาง นอกจากนี้ยังมีการให้คะแนนเพิ่มหากการระบายอากาศนั้นสามารถทำได้ด้วยระบบธรรมชาติ

5.5 สภาวะน่าสบาย (Thermal comfort) ในหัวข้อนี้จะมีคะแนนให้ หากระบบปรับอากาศในห้องได้รับการออกแบบมาให้ควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง $+1^{\circ}\text{C}$ ทั้งในเวลาที่อยู่อาศัยและในเวลาที่ไม่มีการอยู่อาศัย และยังมีการให้คะแนนเพิ่มเติมหากระบบจ่ายอากาศได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน Air Diffusion Performance Index สำหรับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ จะต้องมีการคำนวณประเมินค่า Indoor operative temperature ให้ได้ตามเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ (acceptability limits) อย่างน้อย 80 %

5.6 คุณภาพของแสงสว่าง (Lighting quality) ในส่วนของคุณภาพของแสงสว่างมีการคำนึงถึงการให้ระบบแสงสว่างธรรมชาติ ที่ให้ค่า Daylight factor 0.5% เป็นอย่างน้อย จนถึงการให้คะแนนมากที่สุดหากสามารถใช้แสงสว่างธรรมชาติได้ถึง 2%

ในส่วนของระบบแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์มีการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของแสงโดยพิจารณาจากค่าความสว่าง (illuminance) ค่าเทียบเคียง (color rendering index) มีการเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์ความถี่สูงในพื้นที่โดยทั่วไป ในส่วนของพื้นที่ใช้งานย่อยจะมีการคำนึงถึงค่าความสว่าง และคุณภาพตามเกณฑ์ที่ได้มีการกำหนดไว้อื่นๆ

5.7 ระบบเสียง (Acoustics and noise) ในส่วนของระบบเสียงมีการเทียบเคียงการให้คะแนนเมื่อเวลาของเสียงสะท้อนกลับ (reverberation time) มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด มีการป้องกันการส่งผ่านของเสียงทางอากาศและทางมวลของอาคาร และมีการควบคุมการสั่นสะเทือนที่ไม่เกินค่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.8 ระบบอื่นๆ (Building amenities) การประเมินหัวข้อนี้เกี่ยวกับการเตรียมอาคารให้พร้อมสำหรับการใช้สอยโดยคนพิการ นอกจากนี้ ยังมีหัวข้อซึ่งไม่ได้มีการกำหนดเกณฑ์ตายตัว หากแต่เมื่อมีระบบซึ่งสามารถอำนวยความสะดวก ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของผู้คนในอาคารได้ ก็จะได้คะแนน

6. นวัตกรรมการออกแบบอื่นๆ (Innovation and Performance Enhancements)

ในหัวข้อนี้ มีการให้คะแนนสำหรับการใช้เทคนิคการออกแบบอื่นๆ ที่ไม่ได้มีการกล่าวถึงไว้ในเกณฑ์ประเมินนี้ โดยมีการให้ค่าคะแนนมากที่สุด 5 คะแนน

สัดส่วนการแบ่งคะแนนระหว่างหัวข้อในเอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

สัดส่วนการแบ่งคะแนนระหว่างหัวข้อในการประเมินที่คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการทำให้การพัฒนาอาคารเป็นไปอย่างยั่งยืน โดยที่ค่าคะแนนในแต่ละหัวข้อย่อมมีค่าที่ใกล้เคียงกันคือมีค่าเท่ากับ 1 ยกเว้นในบางหัวข้อที่มีถือว่ามีความสำคัญมากกว่าจะมีค่าคะแนนมากกว่า อาทิเช่น หมวดของพลังงาน

ตารางที่ 2.20 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

	หัวข้อ	ค่าคะแนนดิบ	ค่าคะแนนเป็นร้อยละ
1	สถานที่ตั้งโครงการ	25	15.72
2	วัสดุ	23	14.47
3	พลังงาน	43	27.04
4	ทรัพยากรน้ำ	14	8.81
5	สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร	49	30.82
6	นวัตกรรมและเทคโนโลยีการออกแบบอื่นๆ	5	3.14
	ค่าคะแนนรวม	159	100

หมวดสภาวะแวดล้อมภายในอาคารเป็นหมวดที่ได้คะแนนมากที่สุดถึงหนึ่งในสามของคะแนนทั้งหมด ตามมาด้วยหมวดพลังงาน หมวดสถานที่ตั้งโครงการและวัสดุได้คะแนนประมาณ 15% ส่วน ในหมวดทรัพยากรน้ำ และนวัตกรรมมีค่าคะแนนน้อยที่สุดเพียง 8 และ 3% ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมินของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

เกณฑ์การประเมิน โดยคร่าวของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM) สามารถแบ่งได้เป็นสี่ระดับ คือ เกินค่าเฉลี่ย(above average) ดี(good) ดีมาก(very good) และยอดเยี่ยม(excellent) โดยการเทียบเกณฑ์ค่าคะแนนรวมในแต่ละหมวด และค่าคะแนนขั้นต่ำในหมวดสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (IEQ)เป็นเปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

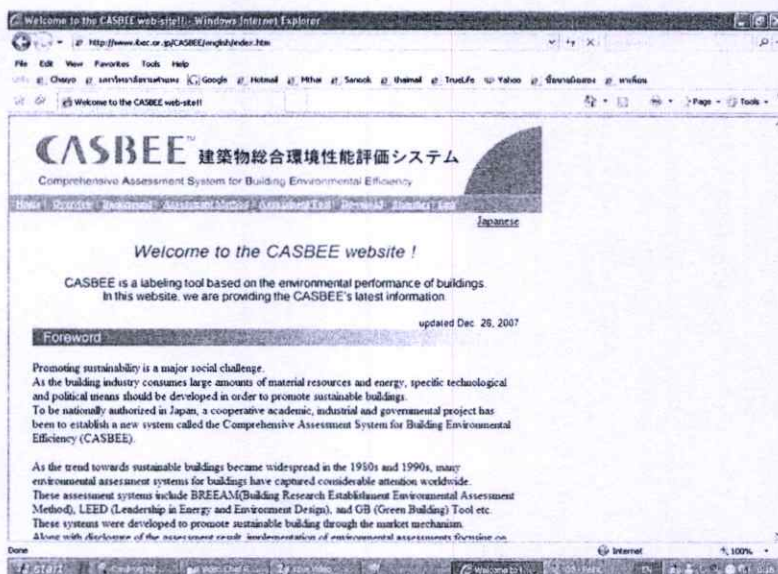
ตารางที่ 2.21 แสดงเกณฑ์การประเมินของเกณฑ์เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM)

เกณฑ์ประสิทธิภาพ	ค่าคะแนน โดยรวม (%)	ค่าคะแนนขั้นต่ำในหมวด IEQ
เกินค่าเฉลี่ย(above average)	40	45
ดี(good)	55	50
ดีมาก(very good)	65	55
ยอดเยี่ยม(excellent)	75	65

2.6.4 เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE)

ข้อมูลเบื้องต้น

เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) ย่อมาจาก Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency เป็นเกณฑ์ประเมินได้รับการพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่น โดยสมาคมสถาปัตยกรรมยั่งยืนแห่งประเทศไทย(Japan Sustainable Building Consortium ; JSBC)



ภาพที่ 2.46 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของ แคสบี(CASBEE)

ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) สามารถแบ่งได้เป็นสี่ประเภทใหญ่โดยอ้างอิงตามระยะเวลาในกระบวนการก่อสร้างอันได้แก่

1. แคสบีสำหรับช่วงระยะเวลาก่อนการออกแบบ (CASBEE for Pre-Design ; CASBEE-PD) เป็นเกณฑ์ประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เจ้าของโครงการ นักออกแบบ และบุคคลที่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาก่อนการออกแบบ เข้าใจในเกณฑ์เบื้องต้น ทานด้านผลกระทบทางสภาวะแวดล้อมจากการเลือกสถานที่ตั้งโครงการ และเพื่อประเมินผลกระทบทางสภาวะแวดล้อม ตั้งแต่ช่วงระยะเวลาก่อนการออกแบบ หากแต่จะยังไม่มีการรับรองประกาศนียบัตรให้

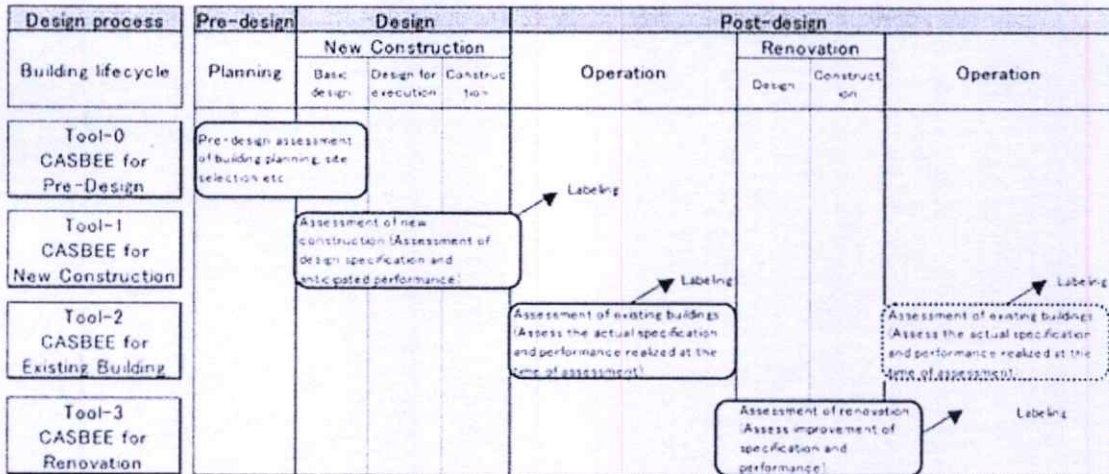
2. แคสบีสำหรับช่วงการออกแบบ (CASBEE for New Construction ; CASBEE-NC) เป็นเกณฑ์ประเมินที่สถาปนิก และวิศวกรสามารถประเมินโครงการที่ตนเองออกแบบได้ด้วยตัวเอง โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ในการประเมินที่เรียกว่า Building Environmental Efficiency (BEE) โดย CASBEE-NC เหมาะสำหรับใช้ในช่วงการออกแบบโดยอาคารที่ผ่านการประเมินจะได้รับการรับรองประกาศนียบัตร ซึ่งหลังจากได้รับการประเมินประกาศนียบัตรจะมีอายุเพียง 3 ปี หลักจาก

การก่อสร้างอาคารและอยู่อาศัยแล้ว หลังจากนั้น หากต้องการให้มีการประเมินอาคารอีก จะต้องใช้เกณฑ์ประเมิน CASBEE-EB แทน

3. แคสบีสำหรับอาคารที่สร้างเสร็จและมีการใช้งานแล้ว (CASBEE for Existing Building ; CASBEE-EB) เป็นเกณฑ์ประเมินที่มุ่งเน้นไปที่การประเมินอาคารที่สร้างเสร็จแล้วและมีการใช้งานแล้ว โดยอ้างอิงจากข้อมูลทางด้านการจัดการสถานะแวดล้อมที่มีการเก็บสะสมอย่างน้อยเป็นเวลา 1 ปี หลังจากการก่อสร้างเสร็จ โดยอาคารที่ผ่านการประเมินจะได้รับการรับรองประกาศนียบัตร

4. แคสบีสำหรับอาคารที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ (CASBEE for Renovation ; CASBEE-RN) เกณฑ์ประเมิน CASBEE-RN ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองการขยายตัวของอาคารในวงการอสังหาริมทรัพย์ของประเทศญี่ปุ่นที่มีการปรับปรุงเพิ่มมากขึ้น

แผนภูมิที่ 2.9 แสดงเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) และวัฏจักรของการก่อสร้างอาคาร



ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) มีเกณฑ์การประเมินค่อนข้างแตกต่างจากเกณฑ์ประเมินอื่นๆ โดยเกณฑ์ในการประเมินแบ่งเป็นค่าคะแนนสองส่วนใหญ่ ได้แก่ ค่าคะแนนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสถานะแวดล้อมและประสิทธิภาพพลังงาน (Q, Quality : the environmental and performance of the building) และค่าคะแนนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของอาคารต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (L, Loading : the building's environmental loading) ค่าคะแนนรวมทั้งสองส่วนจะถูกนำมาคำนวณเป็นค่า ประสิทธิภาพรวมของอาคาร (Building environmental efficiency, BEE)

เกณฑ์ในการให้คะแนนจะแตกต่างกันตามประเภทของอาคารหากแต่มีพื้นฐานร่วมกัน คือ

1. แบ่งเกณฑ์ในการประเมินออกเป็นห้าระดับใหญ่ ตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดยค่าคะแนน 3 เป็นค่ามาตรฐาน

2. โดยทั่วไป ค่าคะแนน 1 หมายถึง อาคารที่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำทางด้านกฎหมาย และอาคารโดยทั่วไป (ซึ่งคาดว่ามีความมาตรฐานสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ) จะมีค่าเท่ากับ 3

3. ค่าคะแนนมาตรฐาน เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น โดยมีการเทียบเคียงกับเทคโนโลยี และวิธีการก่อสร้าง ที่มีอยู่ในขณะนั้น

4. อาจจะมีการปรับเปลี่ยนเกณฑ์ได้บ้างตามความเหมาะสมหากมีความจำเป็น เช่น อาคารนั้นอยู่ในสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างออกไปจากอาคาร โดยทั่วไป

วิธีการประเมิน

1. วิธีการให้คะแนน

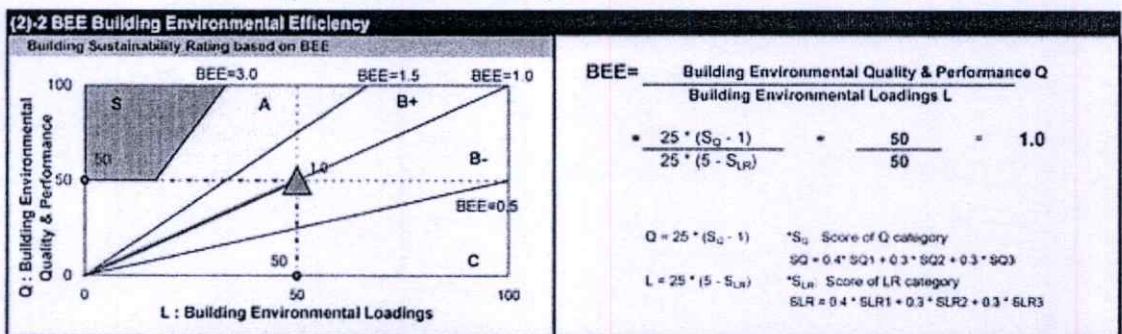
สำหรับอาคารประเภทพักอาศัย และที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย จะมีเกณฑ์ในการประเมินรวมต่อนั้น ในส่วนของอาคารประเภทพักอาศัย จะแบ่งเป็นอาคาร ที่ใช้พักอาศัยถาวร (ได้แก่ อพาร์ตเมนต์) และอาคารที่มีห้องพักอาศัยชั่วคราว (ได้แก่ โรงแรม และ โรงพยาบาล) โดยจะนำค่าคะแนนมาคำนวณ โดยเทียบเคียงกับสัดส่วนของพื้นที่อาคารที่ใช้อยู่อาศัย และสัดส่วนของพื้นที่อาคารที่เป็นสาธารณะ เช่น โถงรับรอง(lobby)

2. การประเมิน

ค่า BEE (Building Environmental Efficiency) สามารถคำนวณได้โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่าง Q : Building environmental quality and performance หากด้วย L: Building environmental loading โดยสามารถแสดงออกมาเป็นกราฟได้ตามแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 2.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Environmental quality and performance (Q) และ

Building environmental loading(L)



(3) Important Assessment Items Excluded from Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency

(3)-1 Quantitative Assessment Indicators for Typical Building Environmental Loadings

	Value / y / m ²	Value / person / h	Unit / person / y / m ²	Person / m ²	Person / m ²
Energy consumption in building operation	MJ/y/m ²	MJ/person/h	MJ/y/m ²		
CO ₂ emission in building operation	kg-CO ₂ /y/m ²	kg-CO ₂ /person/h	kg-CO ₂ /y/m ²		
Water consumption	m ³ /y/m ²	m ³ /person/h	m ³ /y/m ²		
Lifecycle CO ₂ emission	kg-CO ₂ /y/m ²	kg-CO ₂ /person/h	kg-CO ₂ /y/m ²		
Lifecycle amount of waste disposal	t/y/m ²	t/person/h	t/y/m ²		
Lifecycle amount of resource	t/y/m ²	t/person/h	t/y/m ²		

ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หัวข้อในการประเมินในเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE)

เกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) สามารถแบ่งหัวข้อหลักในการประเมินได้เป็นสองส่วนใหญ่ คือ ค่าคะแนนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสภาวะแวดล้อม และประสิทธิภาพพลังงาน (Q, Quality :the Environmental and performance of the building) และในส่วนที่เป็นค่าคะแนนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของอาคารต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ (L, Loading's environmental loading) ซึ่งในแต่ละหัวข้อหลัก ก็ยังมีหัวข้อประเมินย่อยดังต่อไปนี้

Q. หมวดคุณภาพของสภาวะแวดล้อมและประสิทธิภาพพลังงาน

Q1 สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment)

หัวข้อย่อยนี้มุ่งเน้นการประเมินทางด้านประสิทธิภาพของระบบต่างๆ ภายในอาคาร อันได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบเสียง ในช่วงของการออกแบบและก่อสร้าง แทนที่จะเป็นการทำการประเมินอาคารหลังการอยู่อาศัยแล้ว (Post-occupancy evaluation) โดยเน้นการประเมินปัจจัยต่างๆที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของงานระบบ เช่น การจัดการ การดูแลรักษา การตรวจคุณภาพ และการควบคุม นอกจากนี้ยังมีการประเมินในข้อด้านคุณภาพอากาศ (ที่มีการปลดปล่อยจากวัสดุก่อสร้างและวัสดุตกแต่ง) ในหมวดนี้มีหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

Q1.1 ระบบเสียง (Noise & Acoustics) ประเมินทางด้าน background noise ที่ก่อให้เกิดสภาวะน่าสบาย ยังรวมไปถึงเสียงอันมาจากระบบปรับอากาศ และการป้องกันการส่งผ่านของเสียงระหว่างห้องต่อห้อง

Q1.2 สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (Thermal comfort) ประเมินทางการปรับแต่ง การควบคุม และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

Q1.3 ระบบแสงประดิษฐ์และระบบแสงธรรมชาติ (Lighting and Illumination) ประเมินทางด้านเทคนิคการใช้แสงธรรมชาติที่ผ่านทางช่องเปิดหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่เหมาะสม การป้องกันสภาวะแสงบาดตา และการควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามเกณฑ์การวัดค่าความสว่างของแสงบนพื้นผิวทำงาน

Q1.4 คุณภาพของอากาศ (Air Quality) คำนึงถึงคุณภาพของอากาศภายในอาคารที่เกิดจากปัจจัยใหญ่ๆ สามประการ คือ ส่งเสริมการใช้วัสดุที่มีการปลดปล่อยสารพิษที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศน้อย ประเมินด้านมาตรฐานการระบายอากาศ และดูแลรักษาหลักจากเปิดใช้อาคารแล้ว

Q2 การจัดการพื้นที่ใช้สอย (Quality of Services)

หัวข้อนี้ประเมินในเรื่องของการจัดการพื้นที่ใช้สอยซึ่งจะมีผลกระทบต่อกิจกรรมของผู้ใช้งานอาคาร รวมไปถึงการดูแลรักษาอาคารที่จะส่งผลให้อาคารมีสภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานในระยะยาว

Q2.1 การใช้พื้นที่และการเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ (Service Ability) การประเมินในหัวข้อนี้เกี่ยวกับการออกแบบที่จะส่งเสริมให้ผู้อยู่อาศัยมีความสะดวกสบายมากขึ้น โดยการตีความออกมาในหน่วยงานของการประเมินที่เป็นรูปธรรม เช่น การกำหนดขนาดพื้นที่ต่อจำนวนผู้อยู่อาศัย การกำหนดขนาดความสูงของฝ้าเพดานชั้นต่ำ และ เตรียมความพร้อมด้านระบบการติดต่อสื่อสาร (IT) รวมไปถึงการเตรียมพื้นที่เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ

Q2.2 ความคงทน (Durability & Reliability) ประเมินผลทางด้าน การดูแลรักษาอาคารให้มีสภาพที่ดี โดยคำนึงถึงการออกแบบที่ตอบสนองต่อแผ่นดินไหว (สำหรับประเทศญี่ปุ่น) การเตรียมความพร้อมของระบบฉุกเฉินต่างๆ และความคงทนของวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง และการตกแต่ง

Q 2.3 การออกแบบเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงการใช้งานในอนาคต (Flexibility & Adaptability) ประเมินทางด้าน การเตรียมความพร้อมเพื่อตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงการใช้งานในอนาคต อาทิเช่น การเลือกออกแบบให้สามารถมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยได้ หรือ การกำหนดความสูงระหว่างชั้นต่อชั้น

Q3 สภาวะภายนอกอาคารที่ยังอยู่ในขอบเขตที่ดิน (Outdoor environment on site)

หมวดสุดท้ายของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมแนวทางการออกแบบสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคารที่ส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร โดยในหมวดนี้มีการประเมินในแง่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

Q3.1 การอนุรักษ์สภาวะแวดล้อม (Preservation & creation of biotope) ประเมิน โดยการพิจารณาแนวโน้มการรักษาสภาวะแวดล้อมอันเกิดจากการเก็บรักษาต้นไม้

Q 3.2 ระบบเมืองและระบบภูมิสถาปัตยกรรม (Townscape & landscape) ประเมิน โดยการพิจารณาการผสมผสานกันในการออกแบบระหว่างสภาวะเมือง (Urban Contest) และ ทัศนียภาพของเมือง (URBAN Scenery)

Q3.3 การออกแบบสภาวะภายนอกเพื่อเพิ่มสภาวะน่าสบาย (Local characteristics & outdoor amenity) ประเมินทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อของลักษณะและวัฒนธรรมพื้นถิ่น (Local topography and culture) และความสัมพันธ์ระหว่างชุมชน รวมถึงแนวทางการออกแบบอื่นๆ ที่จะส่งเสริมให้เกิดสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิภายในพื้นที่ก่อสร้าง

L หมวดผลกระทบของอาคารต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

L1 พลังงาน (Energy)

ในหมวดพลังงานมุ่งเน้นไปที่การลดการใช้พลังงานจากปัจจัยต่างๆ หรือการใช้พลังงานจากแหล่งธรรมชาติ โดยมีการอ้างอิงกับกฎหมายควบคุมการพลังงานของประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้กำหนดแนวบรรณวิธีวัดการใช้พลังงานไว้

L1.1 พลังงานที่เกี่ยวกับระบบอุณหภูมิจากอาคาร (Building thermal load) เป็นการประเมินที่อ้างอิงค่าครุฑ Pal และ Point value เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของระบบเปลือกอาคารจากผังสถาปัตยกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

L1.2 การเลือกใช้พลังงานธรรมชาติ (Natural energy utilization) เป็นการประเมินเพื่อสนับสนุนการใช้ระบบธรรมชาติ อันได้แก่ ระบบระบายอากาศธรรมชาติ และระบบแสงธรรมชาติ รวมไปถึงการใช้พลังงานหมุนเวียน อาทิเช่น พลังงานจาก เซลล์ แสงอาทิตย์

L1.3 ประสิทธิภาพของงานระบบอาคาร (Efficiency in building service system) ประเมินโดยอ้างอิงจากค่า CEC และ Point value ที่รวบรวมได้จากอุปกรณ์ต่างๆเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบทำน้ำร้อน และระบบลิฟต์

L1.4 การใช้งานอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient operation) ประเมินจากการตรวจการใช้พลังงาน (Energy consumption monitoring) สำหรับอาคารประเภทอพาร์ทเมนต์ ไม่มีการประเมินในหมวดนี้ เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำเกณฑ์ประเมินอธิบายว่า การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลกระทบบการใช้พลังงานน้อยมาก

L 2 วัสดุและทรัพยากร (Resources and materials)

ในหมวดของวัสดุและทรัพยากร การประเมินมุ่งเน้นไปที่การลดการใช้วัสดุและทรัพยากร โดยอ้างอิงเกณฑ์ที่มีอยู่เดิมทั้งในประเทศญี่ปุ่นและต่างประเทศ

L2.1 ทรัพยากรน้ำ (Water resources) ประเมินจากการมีระบบกักเก็บน้ำฝน การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และการบำบัดน้ำเสีย

L 2.2 การเลือกใช้วัสดุ (Material of low environmental load) ประเมินการเลือกใช้วัสดุหมุนเวียน การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ การใช้ไม้จากป่าปลูก และการใช้วัสดุที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ เช่น สาร CFC และ ฮาโลน

L3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร (Off-side environment)

การประเมินในหัวข้อนี้มุ่งเน้นไปที่การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคารอันเกิดจากตัวอาคาร โดยมีหัวข้อย่อยในการประเมินดังต่อไปนี้

L3.1 มลพิษทางอากาศ (Air pollution) ประเมินโดยพิจารณาจากแนวโน้มการปลดปล่อยสารพิษที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากตัวอาคารเอง และประเมินจากการลดมลพิษโดยการใช้ต้นไม้ช่วยฟอกอากาศ

L 3.2 มลพิษจากเสียง การสั่นสะเทือน และกลิ่น (Noise, vibration and odor) ประเมินโดยพิจารณาจากการมีมาตรการควบคุมการส่งผ่านของเสียง การสั่นสะเทือน หรือกลิ่น อันอาจจะเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ภายในอาคาร หรือสารเคมีที่ใช้ภายในอาคาร

L3.3 กระจกแตก และการบดบังการได้รับแสงอาทิตย์ (Wind damage and sunlight obstruction) หัวข้อในการประเมินนี้เหมาะสมกับการประเมินอาคารขนาดใหญ่ที่อาจจะส่งผลให้เกิดช่องลมที่มีความเร็วลมสูง หรืออาคารข้างเคียงที่อาจจะบดบังการได้รับแสงอาทิตย์

L3.4 มลพิษจากระบบแสงสว่างในเวลากลางคืน (Light pollution) ประเมินโดยพิจารณาจากมลพิษจากระบบแสงสว่างในเวลากลางคืน ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่สำหรับชุมชนเมือง โดยมีต้นกำเนิดมาจากระบบแสงสว่างที่ใช้สอยอาคารในเวลากลางคืน เพื่อประโยชน์ใช้สอย การโฆษณา หรือเพื่อความสวยงาม รวมไปถึงการสะท้อนแสงจากผนังอาคารข้างเคียง

L3.5 สภาวะเมืองร้อน (Heat island effect) ประเมินโดยพิจารณาจากกระจกที่พัดผ่านสถานที่ตั้ง โครงการ การปลูกพืชพรรณ ไม้บนและรอบอาคาร และการลดการดูดซับรังสีแสงอาทิตย์

L3.6 ผลกระทบที่เกิดต่อระบบเมือง (Load on local infrastructure) หัวข้อสุดท้ายของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) เป็นการประเมินโดยพิจารณาการควบคุมผลกระทบที่เกิดจากตัวโครงการ ไปยังระบบเมือง อันได้แก่ การระบายน้ำฝนจากตัวโครงการสู่รางระบายน้ำสู่สาธารณะ การจัดการขยะ การจัดการจราจร และการจัดการน้ำทิ้ง

ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE)

ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) ได้มาจากการคำนวณที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มความสนใจทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจากผู้ออกแบบ เจ้าของโครงการผู้จัดการอาคาร รวมถึงบุคคลอื่นๆ สำหรับเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) ได้ค่า สัมประสิทธิ์มาจากการสำรวจความคิดเห็นจากบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคาร และผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการ Analytic Hierarchy Process (AHP) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สำหรับหัวข้อประเมินหลัก ดังตาราง

ตารางที่ 2.9 แสดงสัมประสิทธิ์คะแนนของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE)

หัวข้อประเมิน	อาคารที่ไม่ใช่โรงงาน	อาคารประเภทโรงงาน
Q1 สภาวะแวดล้อมในอาคาร	0.40	0.30
Q2 การจัดการพื้นที่ใช้สอย	0.30	0.30
Q3 สภาวะภายนอกอาคารที่ยังอยู่ในขอบเขตที่ดิน	0.30	0.40
LR1 พลังงาน	0.40	
LR2 วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ	0.30	
LR3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร	0.30	

ตารางที่ 2.24 แสดงแบบฟอร์มลงคะแนนของเกณฑ์ประเมินแคสบี(CASBEE) ในกรณีเกณฑ์อยู่ในช่วง 1 ถึง 5

1.1.1 Background Notes					WEA1) Weight (default: 0.50)					WEA1) Weight (default: 0.50)				
Entrprising and commercial buildings					Residential and Apartment buildings									
Level 5	Offices/Hospitals/Hotels/Apartments/Factories	Schools	Factories/Restaurants	Halls	Level 1	Hotels/Apts	Hotels/Apartments							
Level 1	more than 18	more than 45	more than 15	more than 48	Level 1	more than 50	more than 75							
Level 2	more than 17, 30 or less	more than 42, 45 or less	more than 12, 15 or less	more than 27, 30 or less	Level 2	more than 47, 50 or less	more than 72, 75 or less							
Level 3	more than 13, 17 or less	more than 38, 42 or less	more than 8, 12 or less	more than 22, 27 or less	Level 3	more than 43, 47 or less	more than 68, 72 or less							
Level 4	more than 10, 13 or less	more than 35, 38 or less	more than 6, 8 or less	more than 18, 22 or less	Level 4	more than 40, 43 or less	more than 65, 68 or less							
Level 5	10 or less	35 or less	6 or less	18 or less	Level 5	40 or less	65 or less							

Background notes Allowable interior levels										
WEA1	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
WEA2	10-15	5-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	
Indoor air quality index	Good	Very Good	Acceptable (with a suitable margin)			Passable (with a margin)		Poor (with a margin)		Unacceptable (with a margin)
Subject	Classrooms	Halls for non-educational	Halls (study)	Education (study) Halls (study)		General offices		Hotels (study)		Living and sleeping rooms
Use and load	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
Occupancy	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
Function and structure	Classrooms	Halls for non-educational	Halls (study)	Education (study) Halls (study)		General offices		Hotels (study)		Living and sleeping rooms
Generation	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
Fluoride loadings	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
School and other	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High

ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

ตารางที่ 2.25 แสดงแบบฟอร์มลงคะแนนของเกณฑ์แคสบี(CASBEE) ในกรณีที่ใช้เกณฑ์ตาม Level of effort

Doors		Weight Coefficient (default: 0.50)		
Level 3	Offices/Schools/Retailers/Restaurants/Halls/Hospitals/Hotels/Apartments/Factories	Floor Area of "Offices/Schools/Retailers/Restaurants/Halls/Hospitals/Hotels/Factories"	15,000m ²	Floor Area of "Apartments"
Level 1	On the Efforts to be evaluated	0.0 ≤ Credit Ratio (3) or (5) < 0.2		
Level 2	On the Efforts to be evaluated	0.2 ≤ Credit Ratio (3) or (5) < 0.4		
Level 3	On the Efforts to be evaluated	0.4 ≤ Credit Ratio (3) or (5) < 0.6		
Level 4	On the Efforts to be evaluated	0.6 ≤ Credit Ratio (3) or (5) < 0.8		
Level 5	On the Efforts to be evaluated	0.8 ≤ Credit Ratio (3) or (5)		

Credits	Level of efforts			Efforts
	High	Low	None	
2	2	1	0	1) Measures targeting sources of odor. (Not applied to 'apartments'.)
0	2	1	0	2) Installation of equipment to eliminate or reduce offensive odors. (Not applied to 'apartments'.)
1	2	1	0	3) Measures against waste (organic etc.) generated by building operation
Excluded	2	1		4) Others ()

(1) Total Credits = 3 points	(2) Maximum Credits = 6 points	(3) Credits Ratio ((1)/(2)) = 0.50	—"Offices/Schools/Retailers/Restaurants/Halls/Hospitals/Hotels/Factories"
(4) Total Credits = 1 points	(5) Maximum Credits = 2 points	(6) Credits Ratio ((4)/(5)) = 0.50	—"Apartments"

ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

ในกรณีที่ในอาคารเดียวกันมีการใช้งานอยู่หลายประเภทแคสบี(CASBEE) แนะนำให้มีกรประเมินคะแนนเฉพาะในหมวดประสิทธิภาพพลังงานด้วยมือก่อน แล้วจึงค่อยนำมาถ่วงเฉลี่ยตามพื้นที่ของอาคารทั้งหมด

3. แบบฟอร์มแสดงค่าคะแนน (Score Sheet)

เป็นแบบที่ใช้ในการแสดงค่าคะแนนรวมที่ได้จากแบบฟอร์มลงคะแนน โดยค่าคะแนนจะมีค่าสัมประสิทธิ์ให้โดยอัตโนมัติ (ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์) ตัวอย่างของ แบบฟอร์มแสดงค่าคะแนนได้แสดงไว้

ตารางที่ 2.26 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มแสดงค่าคะแนนของเกณฑ์ประเมิน แคสบี(CASBEE)

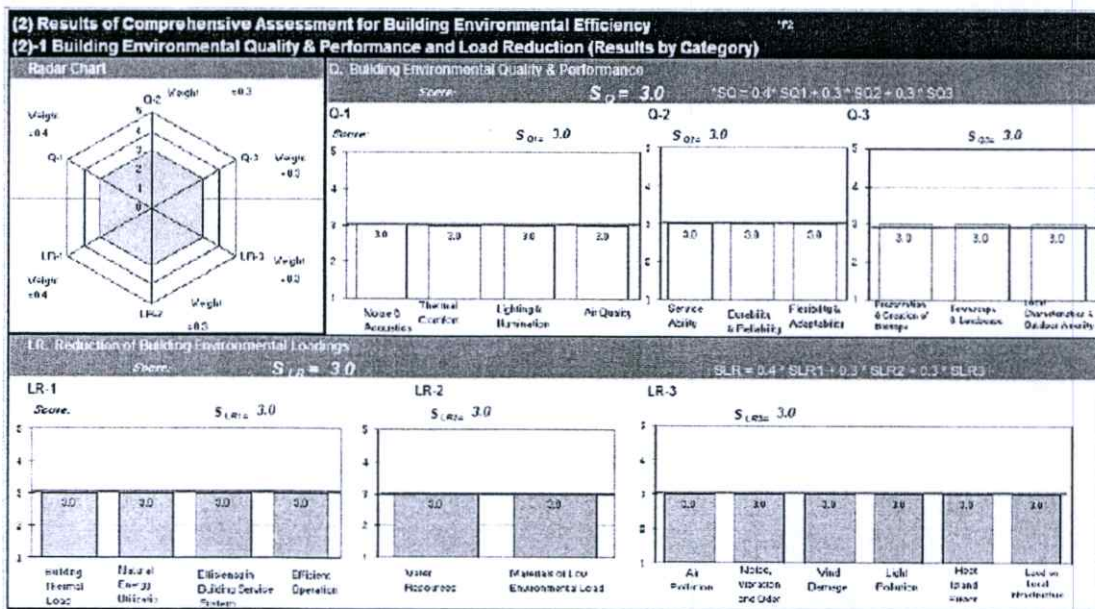
CASBEE for New Construction		CASBEE NCS_2004+102				
XX building						
(4) Score Sheet		Execution Design Stage				
Concerned categories	Brief summary of Design for Environment	Entire Building and Common Properties		Inhabitant's Accommodations		Total
		Score	Weighting coefficient	Score	Weighting coefficient	
Q Building Environmental Quality & Performance						3.0
Q-1 Indoor Environment						3.0
1 Noise & Acoustics						3.0
1.1 Noise						3.0
1 Background noise						3.0
2 Equipment noise						3.0
1.2 Sound insulation						3.0
1 Sound insulation of Ceilings						3.0
2 Sound insulation of Partition Walls						3.0
3 Sound insulation of Floor Slabs (Light Impact)						3.0
4 Sound insulation of Floor Slabs (Heavy Impact)						3.0
1.3 Sound Absorption						3.0
2 Thermal Comfort						3.0
2.1 Room Temperature Control						3.0
1 Room Temperature Setting						3.0
2 Variable Loads & Follow-up Control						3.0
3 Operation Performance						3.0
4 Zoning Control						3.0
5 Temperature & Humidity Control						3.0
6 Individual Control						3.0
7 Allowance for After-hours Air Conditioning						3.0
8 Monitoring Systems						3.0
2.2 Humidity Control						3.0

ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

4. แบบแสดงผลการประเมิน (Assessment result sheet)

ผลของการประเมินจะถูกแสดงไว้ในแบบแสดงผล ซึ่งจะให้ค่าคะแนนทั้งทางด้านของประสิทธิภาพของอาคาร ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และค่าประสิทธิภาพของอาคารต่อสภาวะแวดล้อม (BEE) โดยผลที่จะแสดงออกมาในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลอาคารเบื้องต้น กราฟแท่ง และกราฟเรดาร์ที่แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพอาคารทางด้านต่างๆ กราฟแสดงค่า BEE (Q/L) ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ในการประเมิน และข้อมูลทางด้าน การใช้พลังงาน และการปลดปล่อยสารคาร์บอนไดออกไซด์

แผนภูมิที่ 2.11 แสดงตัวอย่างผลการแสดงผลค่า BEE



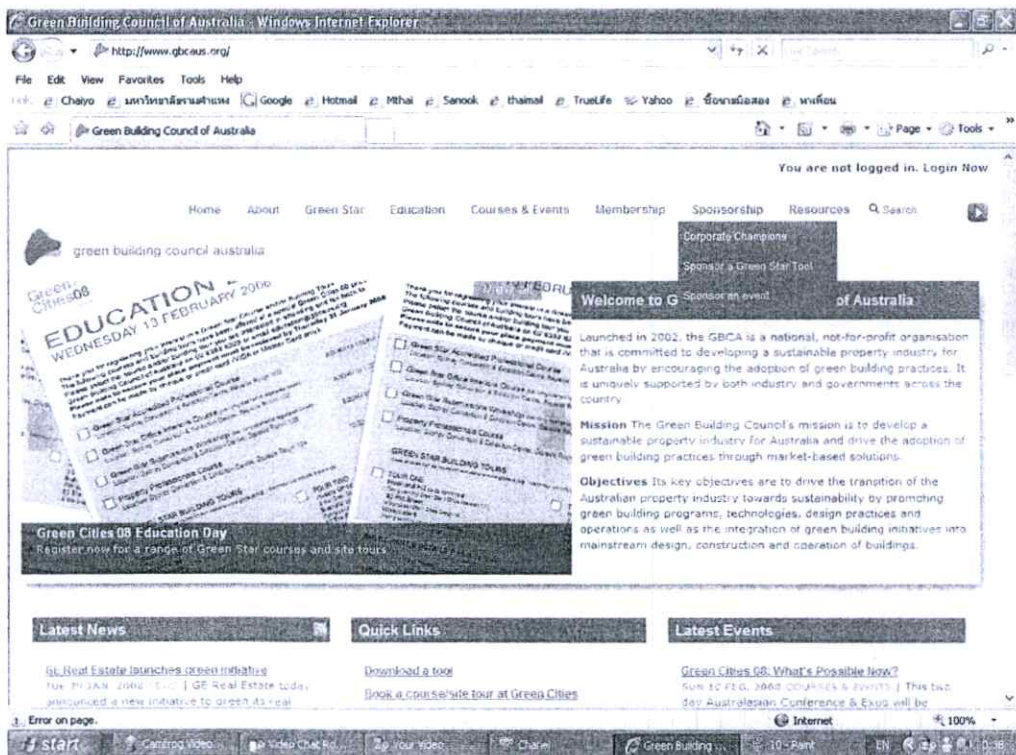
ที่มา : <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

ในส่วนของการแสดงผลการประเมินที่น่าสนใจที่สุดคือการแสดงค่า BEE เพื่อแสดงความเป็นสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน(Sustainable architecture) โดยมีการแสดงผลที่คล้ายๆ กับการตัดเกรดของอาคารเทียบกับค่า BEE อาทิเช่น อาคารที่มีค่าประสิทธิภาพของอาคาร ใกล้เคียงกับค่า ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะได้เกรดประมาณ B- หรือ B+ หากเป็นอาคารที่ได้รับค่าประสิทธิภาพของอาคารสูง และค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ จะทำให้ค่าคะแนนเบี่ยงไปทางซ้าย และจะได้เกรดที่ดียิ่งขึ้น คือ A หรือ S (Excellent) หากอาคารใดได้รับประสิทธิภาพของอาคารต่ำ และค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงจะได้เกรด C (Poor)

2.6.5 เกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์(Green Star)

ข้อมูลเบื้องต้น

เกณฑ์ประเมินของประเทศออสเตรเลียคือเกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์(Green Star) ได้รับการพัฒนาโดยคณะกรรมการอาคารสีเขียวแห่งประเทศออสเตรเลีย(Green Building Council of Australia) หรับการประเมินคุณสมบัติของอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีเกณฑ์ประเมินที่ใช้สำหรับอาคารหลายประเภท บางประเภทครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอาคาร ขณะทำการก่อสร้าง ไปจนถึงการเปิดใช้งานอาคาร ในที่นี้ผู้วิจัยเลือก แบบสำหรับการประเมินอาคารพักอาศัยที่มีหลายหน่วย (Green Star – Multi Unit Residential Pilot) เป็นกรณีศึกษา



ภาพที่ 2.47 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของกรีนสตาร์(Green Star)

ที่มา : <http://www.gbcaus.org> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หัวข้อหลักในการประเมินกรีนสตาร์(Green Star – Multi Unit Residential Pilot)

สำหรับเกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์สำหรับการประเมินอาคารพักอาศัยที่มีหลายหน่วย (Green Star – Multi Unit Residential Pilot) มีหัวข้อหลักในการประเมิน 9 หัวข้อ ได้แก่

1. การจัดการ (Management)
2. สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality)
3. พลังงาน (Energy)
4. การคมนาคม (Transport)
5. น้ำ (Water)
6. วัสดุ (Materials)
7. ระบบนิเวศน์และการใช้พื้นที่(Land Use & Ecology)
8. การปล่อยพลังงาน (Emissions)
9. นวัตกรรมการออกแบบอื่นๆ (Innovation)

สำหรับรายละเอียดของแต่ละหัวข้อหลักในการประเมิน ทางผู้วิจัยไม่สามารถหาข้อมูลได้ จึงมีได้นำเสนอรายละเอียดมา ณ ที่นี้

สัดส่วนการแบ่งคะแนนของเกณฑ์กรีนสตาร์(Green Star – Multi Unit Residential Pilot)

สัดส่วนการแบ่งคะแนนระหว่างหัวข้อในการประเมินค่านิ่งถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานในอาคารและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.27 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมินกรีนสตาร์สำหรับประเมินอาคารพักอาศัยที่มีหลายหน่วย (Green Star – Multi Unit Residential Pilot)

หัวข้อ	ค่าคะแนนเป็นร้อยละ
1 การจัดการ (Management)	8
2 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality)	20
3 พลังงาน (Energy)	25
4 การคมนาคม (Transport)	10
5 น้ำ (Water)	15
6 วัสดุ (Materials)	10
7 ระบบนิเวศน์และการใช้พื้นที่(Land Use & Ecology)	7
8 การปล่อยพลังงาน (Emissions)	5
9 นวัตกรรมการออกแบบอื่นๆ (Innovation)	-
ค่าคะแนนรวม	100

ที่มา : <http://www.gbcaus.org> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หมวดพลังงาน(Energy) เป็นหมวดที่ได้คะแนนมากที่สุดถึงหนึ่งในสี่ของคะแนนทั้งหมด ตามมาด้วยหมวดสถานะแวดล้อมภายในอาคาร(Indoor Environment Quality) 20% หมวดน้ำ (Water) 15% การคมนาคม(Transport) และวัสดุ(Materials)หมวดละ 10% หมวดการจัดการ (Management) 8% ระบบนิเวศน์และการใช้พื้นที่(Land Use & Ecology) 7% และการปล่อยพลังงาน(Emissions)มีค่าคะแนนน้อยที่สุดเพียง 3% ตามลำดับ ซึ่งในหมวดนวัตกรรม(Innovation) ไม่มีการให้คะแนน

เกณฑ์การประเมินของกรีนสตาร์(Green Star – Multi Unit Residential Pilot)

เกณฑ์การประเมินของ Green Star – Multi Unit Residential Pilot สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับ 4 ดาว (4 Star Green Star Certified Rating) ระดับ 5 ดาว (5 Star Green Star Certified Rating) และระดับ 6 ดาว (6 Star Green Star Certified Rating) โดยมีการคิดค่าคะแนนรวมในแต่ละหมวดตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.28 แสดงเกณฑ์ประสิทธิภาพของกรีนสตาร์(Green Star)

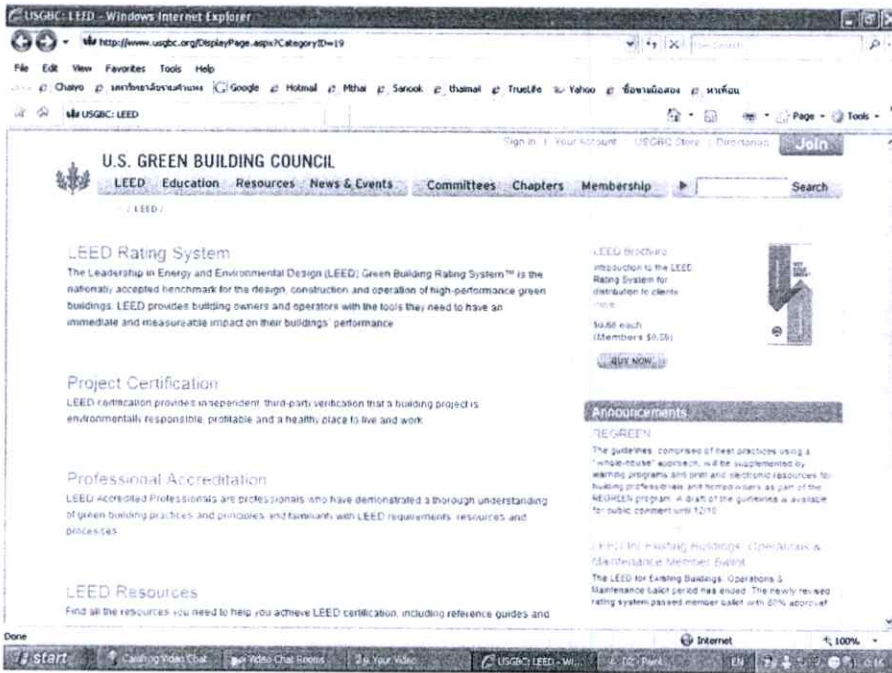
เกณฑ์ประสิทธิภาพของกรีนสตาร์(Green Star)	ช่วงคะแนน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)
4 Star Green Star Certified Rating / Signifies 'Best Practice'	45-59
5 Star Green Star Certified Rating / Signifies 'Australian Excellence'	60-74
6 Star Green Star Certified Rating / Signifies 'World Leadership'	75-100

ที่มา : <http://www.gbcaus.org> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

2.6.6 เกณฑ์ประเมิน ลีด(LEED)

ข้อมูลเบื้องต้น

ลีด(LEED) ย่อมาจาก Leadership in Energy and Environmental Design (LEED™) เป็นเกณฑ์ประเมินซึ่งได้รับการพัฒนาโดยคณะกรรมการอาคารสีเขียวแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United State Green Building Council ; USGBC) เพื่อที่จะส่งเสริมแนวทางการก่อสร้างอาคารสีเขียว(Green Building) ให้เป็นมาตรฐานที่สามารถใช้ได้ทั้งประเทศผ่านการประเมินในรูปแบบของการแนะนำทางการออกแบบ(design guideline) และการประเมินประสิทธิภาพอาคารจากหน่วยงานประเมินอาคารอิสระ(third-party certification) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะส่งเสริมสถานะความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัย ประสิทธิภาพทางพลังงาน การรักษาสภาพแวดล้อม และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ โดยอ้างอิงจากแนวทางการปฏิบัติวิชาชีพทางการก่อสร้าง มาตรฐานระบบอาคาร และ มาตรฐานระบบเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.48 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของ USGBC

ที่มา : <http://www.usgbc.org> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

เกณฑ์ประเมินของลีด(LEED) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีการอ้างอิงประเด็นต่างๆ จากสมาชิกของสมาคม และผู้ประเมินที่ได้รับการรับรองจาก USGBC จนกระทั่งในปัจจุบัน เกณฑ์ประเมินของ USGBC ได้แตกแขนงออกมาเป็นเกณฑ์ประเมินที่แบ่งแยกตามประเภทของอาคาร และตามอายุของอาคาร ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเกณฑ์ลีดสำหรับบ้าน(LEED - H ; LEED for Homes) เป็นเกณฑ์ประเมินสำหรับบ้านที่กำลังก่อสร้างใหม่

ลักษณะของการประเมินลีด(LEED) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- 1) การตรวจประเมินในช่วงระหว่างการก่อสร้าง (Inspection)
- 2) การตรวจประเมินประสิทธิภาพระบบต่างๆภายในอาคาร (Performance testing)
- 3) การให้คะแนน (Rating)
- 4) การรับรอง (Certification)

หัวข้อหลักในการประเมิน LEED for Homes (LEED-H)

สำหรับเกณฑ์ประเมิน LEED-H ซึ่งยังไม่ได้มีการประกาศใช้อย่างเป็นทางการ มีการแบ่งหัวข้อหลักในการประเมินเป็น 8 หัวข้อ ได้แก่

1. สถานที่ตั้งโครงการและการคมนาคม (Location and linkage)

หัวข้อย่อยในการประเมินในหมวดนี้ ครอบคลุมไปถึงการเลือกสถานที่ตั้งโครงการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การเข้าถึงของโครงการที่ไม่ไกลจากแหล่งบริการชุมชนและระบบขนส่งมวลชนหลัก และ การควบคุมความหนาแน่นของอาคารต่อพื้นที่ก่อสร้าง

2. การพัฒนาสถานที่ตั้งโครงการอย่างยั่งยืน (Sustainable sites)

หัวข้อย่อยในหมวดนี้แบ่งการประเมินเป็นสองส่วนใหญ่ๆ โดยส่วนแรกครอบคลุมไปถึงการออกแบบระบบภูมิสถาปัตยกรรม อาทิเช่น การจำกัดพื้นที่ลาดแข็ง การเลือกใช้พรรณไม้และการเลือกใช้สารฆ่าแมลงที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยส่วนที่สองเกี่ยวกับสัดส่วนของพื้นที่ส่วนก่อสร้างอาคาร และการป้องกันการพังทลายของหน้าดิน

3. ทรัพยากรน้ำ (Water efficiency)

ในหมวดของทรัพยากรน้ำ มีการประเมินครอบคลุมไปถึงการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ การกักเก็บน้ำฝน การเลือกกระบบรดน้ำต้นไม้ และการเลือกใช้สุขภัณฑ์ และ ก๊อกน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง

4. สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor environmental quality)

หมวดสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร ถือว่าเป็นหมวดที่ใหญ่หมวดหนึ่งในของเกณฑ์ประเมินสีด(LEED) โดยผู้ประเมินสามารถเลือกประเมินโดยอ้างอิงเกณฑ์ ของ ENERGY STAR หรือว่าจะเลือกการประเมินที่แยกระบบต่างๆ ออกเป็นหัวข้อย่อยซึ่งเทียบเคียงได้ใกล้เคียงกับ เกณฑ์ของ ENERGY STAR หรือว่าจะเลือกการประเมินที่แยกระบบต่างๆ ออกเป็นหัวข้อย่อยซึ่งเทียบเคียงได้ใกล้เคียง กับ เกณฑ์ของ ENERGY STAR

เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศในเมืองหนาว การประเมินในหมวดนี้จึง มุ่งเน้นที่การเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อสร้างความร้อนในอาคาร(Heating unit) การนำอากาศดีเข้าอาคาร และการควบคุมมลพิษที่อาจซึมเปื้อนผ่านเข้ามาทางอากาศ โดยมีการอ้างอิง ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติวิชาชีพของสมาคมวิชาชีพ และหน่วยงานต่างๆ เช่น American Society of Heating Refrigerating Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Environmental Protection Agency (EPA)

5. วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Material and resources)

ในหมวดวัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ การประเมินมุ่งเน้นไปที่การจัดการวัสดุในการก่อสร้าง อันประกอบได้ด้วย การสนับสนุนการใช้วัสดุท้องถิ่น การเลือกใช้วัสดุที่มีอายุสภาพการใช้งานยาวนาน การเลือกใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และ การจัดการขยะที่เกิดจากการก่อสร้าง

6. พลังงานและชั้นบรรยากาศ (Energy and atmosphere)

หมวดพลังงานและชั้นบรรยากาศ เป็นหมวดที่มีค่าคะแนนมากที่สุดในเกณฑ์ประเมิน LEED-H โดยในหมวดนี้ ผู้ประเมินสามารถเลือกประเมินโดยอ้างอิงเกณฑ์ของ ENERGY STAR for Homes หรือว่า อาจเลือกการประเมินที่แยกระบบต่างๆ ออกเป็นหัวข้อย่อยซึ่งเทียบเคียงได้ใกล้เคียงกับ เกณฑ์ของ ENERGY STAR โดยอย่างน้อยต้องผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำ ทางด้านประสิทธิภาพพลังงานของ ENERGY STAR for Homes (ที่อ้างอิงกับ Home Energy Rating System, HERS) หรือมีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานที่ดีกว่า

หากไม่สามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของ ENERGY STAR for Homes ผู้ประเมินอาจเลือกประเมินอาคาร โดยเทียบเกณฑ์ที่แยกระบบต่างๆ ออกเป็นหัวข้อย่อย อาทิเช่น ระบบฉนวนกันความร้อน การรั่วซึมของอากาศ ระบบหน้าต่าง และระบบการทำความร้อน และการทำความเย็น

หัวข้ออื่นๆ ในหมวดนี้เกี่ยวกับการใช้พลังงานในหมวดอื่นๆ อันได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้า การใช้พลังงานทดแทน หรือ พลังงานหมุนเวียน รวมไปถึง การเลือกใช้สารทำความเย็นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

7. การปลูกฝังจิตสำนึกต่อเจ้าของบ้าน (Homeowner awareness)

เกณฑ์ในการประเมินในหมวดนี้สร้างขึ้นมาเพื่อปลูกฝังจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ผ่านการให้ความรู้ความเข้าใจทางด้านการใช้พลังงานในอาคาร ซึ่งรวมไปถึงการจัดทำคู่มือบ้านประหยัดพลังงาน และ การแนะนำการใช้งานบ้านประหยัดพลังงานที่ได้สร้างขึ้นมา

8. เทคนิคการออกแบบอื่นๆ (Innovation and design process)

ในหมวดเทคนิคการออกแบบอื่นๆ เป็นการเปิด โอกาสให้กับผู้ออกแบบที่สามารถคิดค้นเทคนิคใหม่ๆ ในการประหยัดพลังงาน ได้นำเสนอผลงานการศึกษาวิจัย และ เพื่อเป็นการสนับสนุนให้มีการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ในการประหยัดพลังงาน

การให้คะแนนสำหรับเกณฑ์ประเมิน LEED-H

สำหรับเกณฑ์ประเมินสีเขียว (LEED) สามารถแบ่งการให้คะแนนได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน (Prerequisite or required point)

เป็นการกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่อาคารที่ถูกประเมินจะต้องมี หากอาคารใดไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ ก็จะไม่ได้รับการรับรองจาก USBC สำหรับเกณฑ์ขั้นต้นนี้ มีอยู่ในเกือบทุกหมวดหลักของเกณฑ์ประเมิน LEED-H อาทิเช่น เกณฑ์ตามมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ ASHRAE 62.2-2003 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality In Low-Rise Residential Buildings ว่าด้วยเรื่องของการระบายอากาศและสภาพอากาศภายในอาคารพักอาศัยที่มีความสูงไม่มาก การจัดให้พื้นที่ผิวที่น้ำซึมผ่านได้เป็นส่วนอย่างน้อยร้อยละ 65 ของพื้นที่ดิน ทั้งหมด การกำหนดค่าการรั่วซึมของอากาศของระบบผนัง และการจัดทำคู่มือบ้านประหยัดพลังงาน

2. คะแนนที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามเกณฑ์ (Interval score point)

หมายถึงการที่ค่าคะแนนเป็นสัดส่วนแปรผันตามระดับของประสิทธิภาพของระบบ (ที่วัดได้) อาทิเช่น ประสิทธิภาพทางด้านพลังงานของอาคารที่วัดเทียบเคียงกับ HERS score หรือ ขนาดของบ้านเมื่อเทียบเคียงกับขนาดของบ้านมาตรฐานของประเทศ ทั้งนี้ค่าคะแนนอาจจะมีค่าเป็นบวก หากประสิทธิภาพดีกว่าเกณฑ์ที่กำหนด หรือคะแนนอาจจะมีค่าเป็นลบ หากประสิทธิภาพด้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ลักษณะของการให้คะแนนที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามเกณฑ์จะพบได้ในหมวดพลังงาน และ ชั้นบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) ของเกณฑ์ประเมินทั้งสองประเภทของ USGBC

3. คะแนนแบบที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ (All-or-none point)

ค่าคะแนนแบบที่ผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ เป็นกระบวนการให้คะแนนหลัก จะเป็นลักษณะการให้คะแนนที่ให้เท่าๆกัน ในแต่ละข้อ (มีค่าเท่ากับ 1 ถ้าผ่านเกณฑ์ หรือ 0 ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์) โดยไม่คำนึงถึงระดับของผลกระทบต่อประสิทธิภาพพลังงานหรือสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.29 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมิน LEED-H

หัวข้อ	เงื่อนไขที่ต้องมี	ค่าคะแนนดิบ	สัดส่วนคะแนน (ร้อยละ)	
1	สถานที่ตั้ง โครงการและการคมนาคม	ไม่มี	10	9.26
2	การพัฒนาสถานที่ตั้งโครงการอย่างยั่งยืน	มี	14	12.96
3	ทรัพยากรน้ำ	มี	12	11.11
4	สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร	มี	14	12.96
5	วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ	มี	24	22.22
6	พลังงานและชั้นบรรยากาศ	มี	29	26.85
7	การปลูกฝังจิตสำนึกต่อเจ้าของบ้าน	มี	1	0.93
8	เทคนิคการออกแบบอื่นๆ	ไม่มี	4	3.70
ค่าคะแนนรวม		-	108	100

สัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมิน LEED-H จากสัดส่วนดังกล่าว จะเห็นได้ว่า เกณฑ์ประเมินนี้มีการคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทำให้การพัฒนาอาคารเป็นไปอย่างยั่งยืน หากแต่ คะแนนส่วนใหญ่ (26.85 %) จะเป็นคะแนนที่อยู่ในหมวดของพลังงาน และชั้นบรรยากาศ ในหัวข้อที่ได้สัดส่วนค่าคะแนนรองลงมาคือหมวดวัสดุและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ (22.22 %) ในหมวดอื่นๆนอกจากนี้จะมีสัดส่วนคะแนนค่อนข้างน้อย (ประมาณ 9-12%) และคะแนนน้อยที่สุดคือหมวดการปลูกฝังจิตสำนึกต่อเจ้าของบ้าน (0.93 %)

เกณฑ์การประเมินของ LEED-H

เกณฑ์การประเมินของ LEED-H สามารถแบ่งได้เป็นสี่ระดับได้แก่ certified, silver, gold และ platinum โดยมีการคิดค่าคะแนนรวมในแต่ละหมวดตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

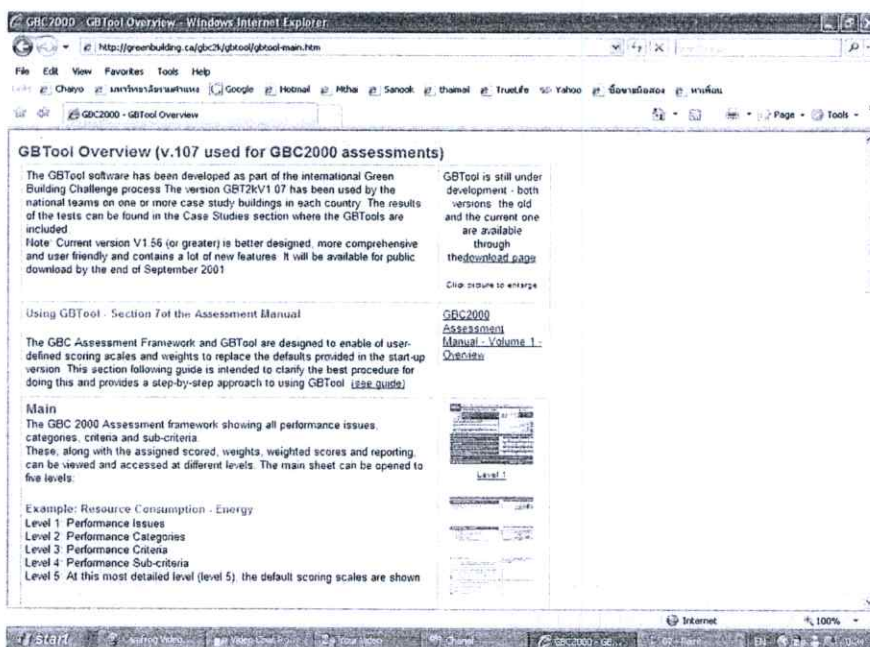
ตารางที่ 2.30 แสดงเกณฑ์ประสิทธิภาพของ LEED-H

เกณฑ์ประสิทธิภาพของ LEED-H	ช่วงคะแนน (คะแนนเต็ม 108 คะแนน)
Certified	30-49
Silver	50-69
Gold	70-89
Platinum	90-108

2.6.7 เกณฑ์ประเมินจีบีซีเมททอดด์(GBC)

ข้อมูลเบื้องต้น

เกณฑ์ประเมินจีบีซีเมททอดด์(GBC Method ; Green Building Challenge Assessment Method) ซึ่งได้ทำเครื่องมือในการประเมินออกมาที่เรียกว่า จีบีทูลล์(GBTool) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในประเทศแคนาดา สำหรับการประเมินอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2.49 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)

ที่มา : <http://www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool/gbtool-main.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

หัวข้อหลักในของเกณฑ์ประเมินจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)

เกณฑ์ประเมินจีบีซี เมททอดด์(GBC Method) มีหัวข้อหลักในการประเมิน 7 หัวข้อ ได้แก่

1. การใช้ทรัพยากร (Resource Consumption)

หัวข้อย่อยในการประเมินในหมวดนี้ ครอบคลุมไปถึงวัฏจักรการใช้พลังงาน พื้นฐาน ลักษณะการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงที่ดิน การบริโภคน้ำดื่ม การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ และคุณภาพของวัสดุในที่ตั้งโครงการ

2. ภาระในด้านต่างๆ (Loadings)

ครอบคลุมไปถึงการปล่อยแก๊สที่ส่งผลต่อสภาวะเรือนกระจก โอโซน และก๊าซออกซิเจน รวมถึงการปล่อยของเสียอื่นๆ ที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม

3. สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality)

ในหมวดนี้ จะกล่าวถึงคุณภาพของอากาศ การระบายอากาศ ความสบายทางอุณหภูมิ การให้แสงสว่างจากธรรมชาติ เสียงรบกวนและการป้องกัน รวมถึงมลพิษด้านอื่นๆ ในอาคาร

4. ประสิทธิภาพการใช้งาน (Service Quality)

หัวข้อนี้ กล่าวถึงผลการใช้งานอาคารในด้านต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพ

5. เศรษฐศาสตร์ (Economics)

ในหมวดนี้จะครอบคลุมในด้านการลงทุนและการคืนทุนทางเศรษฐกิจ

6. การจัดการก่อนดำเนินการ (Pre-Operations Management)

ในหมวดนี้ เป็นการวางแผนการก่อสร้าง ครอบคลุมไปถึงพฤติกรรมและการวางแผนการปฏิบัติงาน

7. การชดเชยการปล่อยของเสีย (Commuting Transport)

ในหมวดนี้ กล่าวถึงการชดเชยการปล่อยของเสียที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม

สัดส่วนการแบ่งคะแนนระหว่างหัวข้อในจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)

สัดส่วนการแบ่งคะแนนระหว่างหมวดต่างๆ ในการประเมิน มีดังนี้

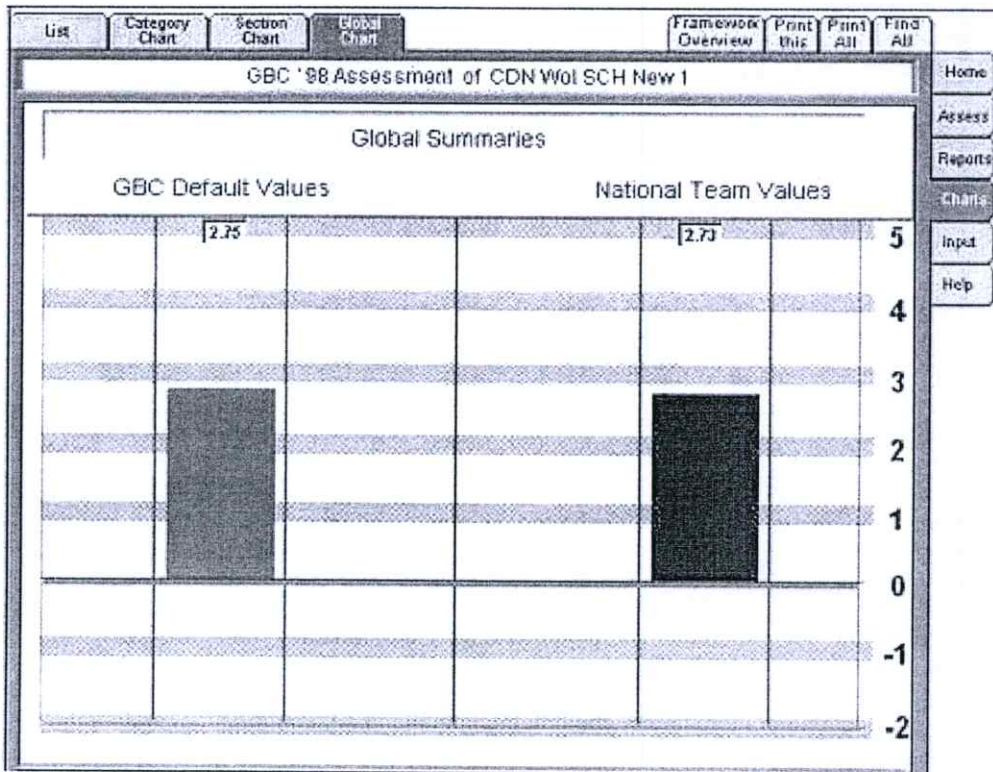
ตารางที่ 2.31 แสดงสัดส่วนการแบ่งค่าคะแนนระหว่างหัวข้อในเกณฑ์ประเมินจีบีซี เมททอดด์ (GBC Method)

	หัวข้อ	ค่าคะแนนเป็นร้อยละ
1	การใช้ทรัพยากร (Resource Consumption)	20
2	ภาระในด้านต่างๆ (Loadings)	25
3	สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality)	20
4	ประสิทธิภาพการใช้งาน (Service Quality)	15
5	เศรษฐศาสตร์ (Economics)	10
6	การจัดการก่อนดำเนินการ (Pre-Operations Management)	10
7	การชดเชยการปล่อยของเสีย (Commuting Transport)	0
	ค่าคะแนนรวม	100

หมวดภาระในด้านต่างๆ (Loadings) เป็นหมวดที่ได้คะแนนมากที่สุดถึงหนึ่งในสี่ของคะแนนทั้งหมดคิดเป็น 25% ตามมาด้วยหมวดการใช้ทรัพยากร (Resource Consumption) และสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality) หมวดละ 20% หมวดประสิทธิภาพการใช้งาน (Service Quality) 15% ส่วนหมวดเศรษฐศาสตร์ (Economics) และหมวดการจัดการก่อนดำเนินการ (Pre-Operations Management) มีค่าคะแนนน้อยที่สุดเพียงหมวดละ 10% ตามลำดับ ซึ่งในหมวดการชดเชยการปล่อยของเสีย (Commuting Transport) ไม่มีการให้คะแนน

เกณฑ์การประเมินของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)

เกณฑ์การประเมินของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method) ไม่ได้แบ่งเป็นระดับชั้น แต่ให้เป็นการให้คะแนนจากคะแนนเต็ม ที่สรุปจากคะแนนในหมวดต่างๆ ตั้งแต่ -2 ไปจนถึง 5 ดังภาพตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 2.50 แสดงตารางการให้คะแนนของจีบีซี เมททอดด์(GBC Method)

ที่มา : <http://www.greenbuilding.ca/gbc2k/gbtool/gbtool-main.htm> (เข้าชมเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2551)

2.6.8 เกณฑ์ประเมินอาคารอื่นๆ

นอกจากเกณฑ์ประเมินบ้านจัดสรรอนุรักษ์พลังงานดีเด่นประจำปี 2548 เกณฑ์ประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เกณฑ์ประเมินกรีนมาร์ค(GREEN MARK), เอชเค-บีเอ็ม(HK-BEAM), แคสบี(CASBEE), กรีนสตาร์(Green Star) , ลีด(LEED) และจีบีซี เมททอดด์(GBC Method) แล้ว ยังมีเกณฑ์ประเมินที่ใช้กันในประเทศอื่นๆ อีก อาทิเช่น เกณฑ์ประเมินบริม(BREEAM)ของประเทศอังกฤษ และอื่นๆ ซึ่งมีเนื้อหาที่ค่อนข้างคล้ายคลึงกับเกณฑ์ประเมินที่กล่าวมาข้างต้น คือเป็นการประเมินที่ครอบคลุมการส่งเสริมการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงานทั้งภายในและภายนอกอาคาร

บทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลและการพัฒนาดัชนี

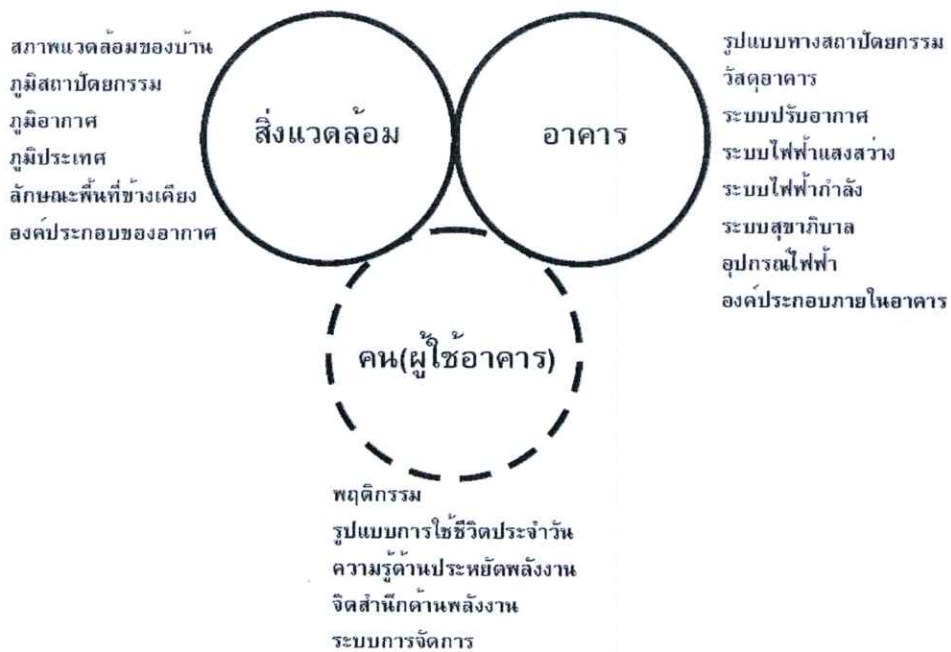
การพัฒนาเกณฑ์เพื่อใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว ได้มีการกำหนดขอบเขตเนื้อหา ต่อจากนั้นจึงมีการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดหมวดหมู่และแจกแจงรายละเอียดเป็นข้อย่อย เพื่อตั้งเกณฑ์ตามเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ และร่างรูปแบบและวิธีการประเมิน

3.1 การพิจารณาปัจจัยต่างๆที่ส่งต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว

จากการทบทวนวรรณกรรมและการค้นคว้าเบื้องต้น โดยการพิจารณาประเด็นต่างๆอันเป็นสาเหตุให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งพบว่าสาเหตุที่ใช้พลังงานเป็นไปตามจุดประสงค์ต่างๆมากมาย อันมีตัวแปรมาจากผู้ใช้อาคาร เป็นหลัก

ซึ่งสถาปัตยกรรมจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อปรับอากาศและให้แสงสว่าง อันมีองค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

แผนภูมิที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบและปัจจัยทั่วไปที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว



1) อาคาร

ปัจจัยด้านอาคาร ประกอบด้วย การวางผังอาคาร และลักษณะทางสถาปัตยกรรม เกี่ยวข้องกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การระบายอากาศภายในอาคาร และการใช้แสงสว่างจาก

ธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศและให้แสงสว่างโดยตรง นอกจากนี้ยังรวมถึงระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาคาร การการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า จะขึ้นอยู่กับคุณภาพหรือประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชิ้น รวมถึงการเลือกใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้าและการออกแบบระบบประกอบอาคารที่เหมาะสม

2) ผู้ใช้อาคาร

พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร โดยตรงในทางปฏิบัติ การใช้พลังงานไฟฟ้าตามวัตถุประสงค์ต่างๆของผู้ใช้อาคาร จะผันแปรไปตามพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร ซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ลำบาก

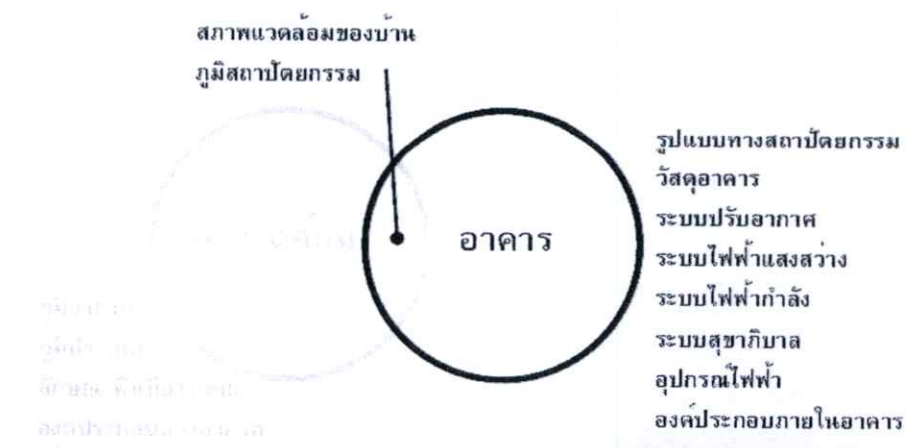
3) สิ่งแวดล้อม

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมก็คือสภาพแวดล้อมรอบอาคาร มีทั้งสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น ภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ การจัดสภาพแวดล้อมของบ้านและงานภูมิสถาปัตยกรรม นอกจากนี้ยังมีสภาพแวดล้อมที่มนุษย์ไม่สามารถควบคุมหรือกำหนดได้ เช่น สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

สำหรับปัจจัยด้าน “ผู้ใช้อาคาร” เป็นปัจจัยที่ไม่คงที่และควบคุมได้ยากลำบาก จึงไม่นำมาใช้พิจารณาในการศึกษานี้ การหาปัจจัยต่อไปนี้จะเจาะจงเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมโดยตรง โดยมีเนื้อหาครอบคลุมด้านสิ่งแวดล้อมอาคารและด้านอาคาร

ปัจจัยจากอาคารและสิ่งแวดล้อมอาคาร เป็นปัจจัยร่วมที่มีอิทธิพลต่อการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การลดความร้อนภายในอาคาร การระบายอากาศ และการใช้แสงธรรมชาติ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและให้แสงสว่าง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีทั้งปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ด้วยการออกแบบทางสถาปัตยกรรมหรือการปรับปรุงพฤติกรรมต่างๆ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือควบคุมได้ลำบาก ซึ่งได้แจกแจงไว้ ดังนี้

แผนภูมิที่ 3.2 แสดงกลุ่มองค์ประกอบ-ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้าน



ตารางที่ 3.1 แสดงกลุ่มขององค์ประกอบและปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ด้วยการออกแบบทางสถาปัตยกรรมหรือการปรับปรุงพฤติกรรมต่างๆ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือควบคุมได้ลำบาก

ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้	ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือควบคุมได้ลำบาก
- ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	- ภูมิอากาศ
- ระบบประกอบอาคาร	- ภูมิประเทศ
- อุปกรณ์ไฟฟ้า	- ลักษณะและองค์ประกอบของพื้นที่ข้างเคียงนอกเหนือเขตที่ดิน
- การจัดสภาพแวดล้อมอาคาร	- องค์ประกอบของอากาศ

3.2 องค์ประกอบและปัจจัยทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ผลจากการศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้พิจารณาครอบคลุมปัจจัยเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมตั้งแต่สภาพแวดล้อมอาคาร ตัวอาคาร ไปจนถึงระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ทำให้ทราบถึงสาเหตุและปัจจัยสำคัญทางสถาปัตยกรรมอันเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

หลังจากแจกแจงในเบื้องต้น สามารถจำแนกปัจจัยทางสถาปัตยกรรมออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1)สภาพแวดล้อมรอบอาคาร 2)ลักษณะทางสถาปัตยกรรม และ3)ระบบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สภาพแวดล้อมรอบอาคาร (สภาพแวดล้อมและภูมิสถาปัตยกรรม)

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอาคาร มีทั้งสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น ภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ การจัดสภาพแวดล้อมของบ้าน ร้วบ้าน และองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม เป็นต้น องค์ประกอบและปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นตัวแปรที่ส่งผลโดยตรงต่อสถานะภูมิอากาศจุลภาค(microclimate)รอบอาคาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิรอบอาคารโดยตรง รวมถึงการบังแดดให้อาคาร การกำหนดทิศทางลม และการใช้แสงธรรมชาติด้วย

2) ลักษณะทางสถาปัตยกรรม (อาคาร)

ปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมก็คือตัวอาคาร ประกอบด้วยลักษณะทางสถาปัตยกรรม และการวางผังอาคาร เกี่ยวข้องกับการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านเปลือกอาคาร การระบายอากาศภายในอาคาร และการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศและให้แสงสว่างโดยตรง

3) ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ปัจจัยด้านระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วย การออกแบบและเลือกใช้ อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าในอาคาร ระบบสุขาภิบาล และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในอาคาร โดยมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของการ

ออกแบบระบบ รวมถึงขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

3.3 แนวทางการแก้ปัญหาในประเด็นต่างๆ

หลังจากศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว ทำให้ทราบถึงปัจจัยและสาเหตุที่ส่งผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร และได้ศึกษาแนวทางเพื่อลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าจากสาเหตุ-ปัจจัยต่างๆ โดยอ้างอิงจากทฤษฎีและหลักเกณฑ์การประหยัดพลังงาน เป็นแนวทางในการพิจารณากำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว จากการศึกษาพบว่าต้นเหตุและปัจจัยที่ส่งผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวจะเกี่ยวข้องกับ การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การลดความร้อนและเพิ่มความเย็นในอาคาร การระบายอากาศและใช้แสงจากธรรมชาติ และลดภาระการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	สภาพแวดล้อมรอบอาคาร	หลีกเลี่ยงแสงแดด	พื้นคาดแจ้งควรอยู่ที่ทิศตะวันออก/เหนือ เหนือ หรือ ตะวันตก/เหนือ
		ให้ร่มเงาและป้องกันความร้อน	ปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาแก่สภาพแวดล้อมอาคาร
			ให้ร่มเงาแก่พื้นคาดแจ้ง
			ยื่นชายคาหรืออุปกรณ์บังแดดหน้าต่าง
			ปลูกต้นไม้บนหลังคาอาคาร
	ปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร		
	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	หลีกเลี่ยงแสงแดด	วางผังอาคาร ให้ด้านแคบอาคารอยู่ที่ทิศตะวันออก-ตะวันตก ใช้พื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงกลางวัน หลีกเลี่ยงทิศตะวันตก ทิศใต้ และชั้นบนของบ้าน
		ให้ร่มเงาและป้องกันความร้อน	ใช้วัสดุหลังคาที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวน
			ใช้วัสดุผนังที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวน
			มีช่องเปิดแต่น้อย และใช้วัสดุกระจกเท่าที่จำเป็น
สีผิวผนังภายนอกควรเป็นสีอ่อน			
ใช้อุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ			
ปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาแก่อาคาร			
ใช้พื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงกลางวัน อยู่ทางทิศ ตะวันตก ทิศใต้ และชั้นบนของบ้าน เพื่อป้องกันความร้อนให้ส่วนอื่นๆ			

ตารางที่ 3.3 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการลดความร้อน / เพิ่มความเย็น

ลดความร้อน / เพิ่มความเย็น	สภาพแวดล้อม รอบอาคาร	ระบายอากาศ	เปิดพื้นที่โล่งรอบอาคาร
			รั้วบ้านควรจะมีคืบโปร่ง
		เพิ่มความเย็น หรือ ลดความร้อน	ปลูกต้นไม้ให้ความเย็น
			ใช้ความเย็นจากดิน
	ลักษณะทาง สถาปัตยกรรม	ระบายอากาศ	ใช้ความเย็นจากสระน้ำ
			ระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาอย่างเหมาะสม
		เพิ่มความเย็น หรือ ลดความร้อน	ปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร
			ปลูกพืชคลุมดิน
	ระบบประกอบอาคาร และอุปกรณ์ไฟฟ้า	ลดความร้อน	มีสระน้ำอยู่ต้นลมของอาคาร (ส่วนที่ไม่ปรับอากาศ)
			แยกครัวไทยออกจากตัวบ้าน
			แยกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน ออกจากส่วนปรับอากาศ

ตารางที่ 3.4 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการพึ่งพาธรรมชาติ

พึ่งพาธรรมชาติ	สภาพแวดล้อม รอบอาคาร	ระบายอากาศ	ใช้ต้นไม้ควบคุมทิศทางลม
			รั้วบ้านควรจะมีคืบโปร่ง
	ลักษณะทาง สถาปัตยกรรม	ระบายอากาศ	เปิดพื้นที่โล่งรอบอาคาร
			รับลมธรรมชาติ (สำหรับกม. ควรเปิดให้ลมเข้าทางทิศใต้ และมีช่องทางให้ลมออกทางทิศเหนือ)
			วางผังแบบโปร่ง (เพดานสูง และผนังภายในอาคารไม่บังลม)
			จัดเครื่องเรือนไม่บังลม
		ให้แสงสว่าง	ออกแบบรับแสงธรรมชาติจากทิศเหนือ
			เลือกใช้ระบบหิ้งสะท้อนแสง(light shelf)
			ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด

ตารางที่ 3.5 แสดงแนวทางการแก้ปัญหาโดยการลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	เพิ่มประสิทธิภาพปรับอากาศ	วางผังพื้นที่ปรับอากาศที่ใช้งานในช่วงกลางวันเป็นหลัก ในตำแหน่งที่โดนแดดน้อย (หลีกเลี่ยงทิศใต้ และทิศตะวันตก)
			พื้นที่ปรับอากาศควรมีรูรั่วของอากาศน้อยที่สุด (ประตู-หน้าต่างมิดชิดมิดชิด และหลีกเลี่ยงประตู-หน้าต่างบานเกล็ด)
			ผนังและเพดานของห้องปรับอากาศควรใส่ฉนวน
		เพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง	ผนัง เพดาน และเครื่องเรือนมีสีอ่อน จัดเครื่องเรือนไม่บังแสง
ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า	เพิ่มประสิทธิภาพปรับอากาศ	ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 เลือกเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่และการใช้งาน	
	เพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง	ใช้หลอดประหยัดพลังงานหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ(ขนาด 7 วัตต์) หรือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(ต่ำกว่า 1-3 วัตต์) ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน ใช้โคมไฟที่สะท้อนและกระจายแสงได้ดี	
	ลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	พื้นที่หรือห้องที่ปรับอากาศควรมีขนาดกะทัดรัด จัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อนในตำแหน่งที่เหมาะสม (มีการถ่ายเทอากาศที่ดี และแยกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกจากห้องปรับอากาศ) วางคอยล์ร้อน(Condenser) ของเครื่องปรับอากาศมีร่มเงาปกคลุม ใช้ปั๊มน้ำที่มีแรงม้าเหมาะสมกับการใช้งาน และความสูงของอาคาร ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5	
	ลดการสูญเสียพลังงาน	ติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในบ้าน ในกรณีที่มีอาคารสูงไม่ถึง 5 ชั้น ไม่ควรวางถังเก็บน้ำไว้บนหลังคา	

3.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินอาคารอื่นๆ

จากการทบทวนวรรณกรรมเกณฑ์ประเมินอาคารทั้งในและต่างประเทศในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก ทำให้เห็นถึงข้อเหมือนและข้อแตกต่างระหว่างเกณฑ์ที่ได้มีการพัฒนาในแต่ละประเทศ อันมีองค์ประกอบและปัจจัยแตกต่างกันไป เพื่อเป็นแนวทางต่อการพัฒนาเกณฑ์สำหรับบ้านเดี่ยวในประเทศไทย การวิเคราะห์เกณฑ์ประเมินอาคารทั้งหมดได้แบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ไว้ 3 ประการคือ รูปแบบและวิธีการ และเนื้อหาของเกณฑ์

3.4.1 รูปแบบและวิธีการของเกณฑ์ประเมินอาคารกรณีศึกษา

ชนิดของเกณฑ์ประเมินอาคาร

ชนิดของเกณฑ์ประเมินอาคารแต่ละแบบที่ทำการศึกษามีความใกล้เคียงกัน โดยมีการแบ่งตามระยะเวลาของการประเมิน เช่น ช่วงเวลาการออกแบบ ก่อสร้าง และการเข้าไปอยู่อาศัยใช้งาน หรือแบ่งตามประเภทอาคารอย่างชัดเจน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดประสงค์ให้เกณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ครอบคลุมระยะขั้นตอนการออกแบบ ก่อสร้าง และการเปิดใช้งานของอาคาร เพื่อเป็นแบบตรวจสอบสำหรับสถาปนิกในขั้นตอนการออกแบบ ไปจนถึงการตรวจสอบสำหรับผู้ใช้อาคารเมื่ออาคารเปิดใช้งาน

กระบวนการประเมินอาคาร

โดยสรุป กระบวนการประเมินอาคารสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่หรืออาคารที่ได้รับการปรับปรุงครั้งใหญ่ สามารถแบ่งได้เป็นสามขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การประเมินเบื้องต้น ในขั้นนี้ผู้ประเมินจะทำการประเมินจากแบบก่อสร้างอาคาร โดยผู้ประเมินจะจัดเตรียมเอกสาร และรวมคะแนนเบื้องต้น พร้อมแจ้งให้ผู้ออกแบบหรือเจ้าของโครงการทราบ และสามารถให้คำแนะนำเพื่อการปรับปรุงก่อนการก่อสร้างจริงได้

ขั้นที่ 2 การประเมินในขั้นสุดท้าย ในขั้นนี้ผู้ประเมินจะทำการประเมินในช่วงระหว่างก่อสร้างอาคาร โดยตรวจประสิทธิภาพของระบบต่างๆ ในอาคารตามที่ได้มีการติดตั้งจริงจัดเตรียมเอกสาร และรวบรวมคะแนน

ขั้นที่ 3 การรับรองผลการประเมิน ในขั้นสุดท้าย องค์กรประเมินหลักจะทำการตรวจทานเอกสารที่ทางผู้ประเมิน ได้การจัดเตรียม และทำการรับรองผลการประเมิน

สำหรับการศึกษานี้ผู้วิจัยกำหนดกระบวนการประเมินอาคารในรูปแบบที่แตกต่างออกไป เนื่องจากศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวนี้ ไม่ได้อยู่ในรูปขององค์กรที่มีการรับรองผลการประเมินและให้ประกาศนียบัตรกับอาคารที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน แต่เป็นเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบสำหรับสถาปนิกในขั้นตอนการออกแบบ ไปจนถึงการตรวจสอบสำหรับผู้ใช้อาคารเมื่อจะเลือกซื้อหรือปรับปรุงบ้านเดี่ยวได้ด้วยตัวเอง

3.4.2 เนื้อหาของเกณฑ์ประเมินอาคารกรณีสถิติศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า เนื้อหาของเกณฑ์ประเมินกรณีสถิติศึกษาต่างๆ จะมีเนื้อหาประเมินหลักและรายละเอียดต่างๆคล้ายคลึงกัน แต่จะมีรูปแบบการแบ่งหมวดหมู่ในแต่ละเกณฑ์การประเมินแตกต่างกันออกไปบ้าง ผู้วิจัยได้จัดหมวดหมู่ให้มีความกระชับขึ้นดังนี้

1) **สถานที่ตั้งโครงการและสภาพแวดล้อมอาคาร (Location and Environment)** ประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมรอบๆ โครงการทั้งด้านการจัดสภาพแวดล้อมในเขตที่ดิน รวมไปถึงสถานที่ตั้งอาคารที่สัมพันธ์กับระบบขนส่งมวลชนและแหล่งบริการชุมชน โดยคำนึงถึงระบบนิเวศและความสำคัญทางวัฒนธรรมของพื้นที่ การออกแบบระบบภูมิสถาปัตยกรรมต่างๆ การเลือกใช้วัสดุและการออกแบบที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิบริเวณโดยรอบอาคาร การเตรียมแผนการก่อสร้าง/การเตรียมพื้นที่ดิน การเลือกใช้พรรณไม้และการเลือกใช้สารฆ่าแมลงที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ในด้านสถานที่ตั้งโครงการมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ระบบขนส่งมวลชนมากขึ้น เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง การเกิดภาวะเกาะความร้อนในเมือง (Urban Heat Island) และมลพิษทางอากาศ รวมถึงมุ่งเน้นไปที่การสนับสนุนการก่อสร้างในสถานที่ที่มีความเหมาะสม

2) **ลักษณะทางสถาปัตยกรรม (Architecture)** ในหมวดนี้ มีการประเมินในเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานรูปแบบต่างๆ ภายในอาคาร

เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม จะกล่าวถึง การตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์ในอาคาร การคำนึงถึงการปรับแต่งระบบแสงสว่าง และอุณหภูมิที่ส่งเสริมสภาวะน่าสบาย การควบคุมเสียงภายในอาคาร การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษภายในอาคาร การเลือกใช้สารทำความเย็นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน รวมไปถึงประเมินความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารที่กำลังจะสร้างขึ้นใหม่ โดยมีการคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่จะส่งผลกระทบต่อด้านลบต่อสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (indoor environmental quality : IEQ) และสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร (global environment) น้อย

ส่วนเนื้อหาด้านการใช้พลังงานรูปแบบต่างๆ จะเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงาน การประเมินการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านเปลือกอาคาร การบังแดด การเลือกใช้ประตู หน้าต่าง การใช้ระบบการถ่ายเทอากาศธรรมชาติ (Natural Ventilation) การใช้ระบบแสงสว่างธรรมชาติ (Day lighting) ในอาคาร และการใช้พลังงานทางเลือกอื่นๆ

3) **ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า (Building system and Electric equipments)** เกี่ยวกับการสนับสนุนการออกแบบระบบอาคารที่มีประสิทธิภาพ การออกแบบระบบปรับอากาศ การคำนึงถึงการเทียบเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (ที่มักใช้ในอาคารพักอาศัย) โดยเป็นการอ้างอิงจากร่างข้อกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ด้านระบบไฟฟ้า

แสงสว่าง มีการเทียบเคียงจากเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดทางด้านพลังงาน และหรืออุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานอื่นๆ การออกแบบระบบประปา-สุขาภิบาลที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้น้ำภายในอาคาร ผ่านการใช้สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ห้องน้ำต่าง ๆ ที่จะช่วยในการประหยัดน้ำ การส่งเสริมระบบกักเก็บน้ำฝนมาใช้งาน และการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ยังมีการประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น การกำหนดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย บ่อดักขยะ และบ่อดักไขมัน รวมถึงข้อกำหนดเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคารอื่นๆด้วย

4) พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร/การจัดการ (Operation User/Management)

มีเนื้อหาเพื่อปลูกจิตสำนึกในการใช้พลังงานผ่านการใช้ความรู้ความเข้าใจทางด้านการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารให้เป็นไปตามแนวทางของการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

5) อื่นๆ

นอกจากเนื้อหาหลักทั้ง 4 หมวดแล้ว ยังมีเนื้อหาด้านการลงทุนและการคืนทุนทางเศรษฐกิจ ซึ่งจัดอยู่ในด้านเศรษฐศาสตร์ที่แยกออกมาอีกประเด็นหนึ่ง

เมื่อวิเคราะห์ในรายละเอียด เนื้อหาในการประเมินบางหมวดหมู่อาจจะไม่ได้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันในแต่ละเกณฑ์ประเมิน หากแต่เพื่อเป็นการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนคะแนนระหว่างเกณฑ์ประเมินจึงขอแสดงการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของหมวดหมู่ในการประเมินในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของหัวข้อหลักในการประเมินของเกณฑ์ประเมินกรณีศึกษา (แสดงค่าเป็นร้อยละ)

เกณฑ์ประเมิน	หมวดหมู่ในการประเมิน				
	สิ่งแวดล้อมอาคาร	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	ระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้า	พฤติกรรมของผู้ใช้/การจัดการ	อื่นๆ
TEEAM	12	52	26	10	-
GREEN MARK	-	74	20	6	-
HK-BEAM	15.72	48.43	35.85	-	-
Green Star	17	60	15	8	-
LEED-H	22.22	65.74	11.11	0.93	-
GBC Method (GB Tool)	-	65	-	25	10
ค่าเฉลี่ย	16.86	60.95	22.13	10.83	10

จากตารางที่ 3.6 จะทราบถึงค่าเฉลี่ยของสัดส่วนคะแนนในแต่ละหมวดหมู่ ผลเฉลี่ยของสัดส่วนคะแนนในหมวดลักษณะทางสถาปัตยกรรมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดถึง 60.95 % ของค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด โดยหมวดระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้ามีคะแนนเฉลี่ยรองลงมาเป็นอันดับที่ 2 (22.13 %) ตามด้วยหมวดสิ่งแวดล้อมอาคาร (16.86 %) หมวดพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร/การจัดการ (10.83 %) และหมวดอื่นๆ (10 %) ตามลำดับ สัดส่วนคะแนนจากเกณฑ์การศึกษาเหล่านี้จะเป็นแนวทางในการกำหนดสัดส่วนคะแนนแต่ละหมวดหมู่ของการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

เกณฑ์ประเมินอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้งในและต่างประเทศโดยทั่วไปจะมีเนื้อหาครอบคลุมด้านการใช้ทรัพยากรพลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ผู้วิจัยได้แจกแจงกลุ่มหัวข้อในการประเมินให้ชัดเจนตามจุดประสงค์การประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงการแจกแจงกลุ่มหมวดหมู่ในการประเมินตามจุดประสงค์การประเมิน

หมวดหมู่ในการประเมิน	ด้านพลังงาน	ด้านสิ่งแวดล้อม	ด้านอื่นๆ
1. สิ่งแวดล้อมอาคาร			
2. ลักษณะทางสถาปัตยกรรม			
3. ระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้า			
4. พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร/การจัดการ			
8. อื่นๆ (เศรษฐศาสตร์)			

หลังจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ประเมินอาคารกรณีศึกษาทั้งในและต่างประเทศแล้ว จะใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวทางเพื่อกำหนดขอบเขตและหมวดหมู่ขององค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวต่อไป

3.5 กำหนดเนื้อหาและพิจารณาปัจจัยต่างๆ

จากการจำแนกปัจจัยทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยว และศึกษาเกณฑ์ประเมินอาคารทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ทราบแนวทางในการกำหนดหมวดหมู่และเนื้อหาของการประเมินในด้านต่างๆ ผู้วิจัยได้กำหนดหมวดหมู่หัวข้อหลักของการประเมินโดยการศึกษาเปรียบเทียบจากเกณฑ์ประเมินอาคารกรณีศึกษา และคำนึงถึงเกณฑ์ต่างๆที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินบ้านเดี่ยวในประเทศไทยโดยพิจารณาตัดและเพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนเพื่อให้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในประเทศไทยมีความสมบูรณ์ที่สุด และได้จัดหมวดหมู่เนื้อหาใหม่ ดังนี้

หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมรอบอาคาร

หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

หมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากผลการพิจารณาเนื้อหา มีเนื้อหาการประเมินแบ่งแยกเป็นหมวดต่าง ๆ ดังนี้ต่อไป

หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมอาคาร

มีจุดประสงค์หลักเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารผ่านระบบงานภูมิสถาปัตยกรรมและการวางผังบริเวณ แบ่งเนื้อหาได้ดังนี้

1.1) ผังบริเวณและสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร

มีจุดประสงค์เพื่อลดการเก็บสะสมความร้อน และถ่ายเทอากาศ โดยปรับปรุงสภาพภูมิอากาศจุลภาค (microclimate) รอบอาคารให้เอื้อต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร

1.2) ภูมิสถาปัตยกรรม

มีจุดประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิและป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์เข้าอาคาร และลดการสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารจากพื้นผิวดาดแข็ง โดยการเลือกปลูกพืชพรรณและจัดองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม

หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การถ่ายเทความร้อนภายในอาคาร และการพึ่งพาลมและแสงจากธรรมชาติ มีเนื้อหาครอบคลุมปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมตั้งแต่ การวางทิศทางอาคาร เปลือกอาคาร การวางตำแหน่งการใช้สอยภายในอาคาร (Zoning) ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน การจัดการความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (Internal heat gain) การพึ่งพาธรรมชาติ และเทคนิคการออกแบบอื่นๆ ซึ่งในแต่ละหัวข้อมีจุดประสงค์แตกต่างกัน ดังนี้

2.1) การวางทิศทางอาคาร

มีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานและสร้างสภาวะความสบายภายในอาคาร ด้วยรูปทรงและการวางทิศทางของอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

2.2) เปลือกอาคาร

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบและเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง โดยใช้ฉนวนกันความร้อนอย่างเหมาะสม

2.3) การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร (Zoning)

มีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานและสร้างสภาวะความสบายภายในอาคาร โดยการออกแบบวางตำแหน่งของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร ให้สอดคล้องกับกิจกรรม เวลา และตำแหน่งของดวงอาทิตย์

2.4) ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน

มีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยการออกแบบขนาดและรูปร่างของห้องที่สอดคล้องกับภาระในการปรับอากาศ และการระบายอากาศตามธรรมชาติ

2.5) การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (Internal heat gain)

มีจุดประสงค์เพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (Internal heat gain) ช่วยลดภาระในการปรับอากาศ

2.6) การพึ่งพาธรรมชาติ

มีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและให้แสงสว่างโดยการพึ่งพาธรรมชาติ

2.7) เทคนิคการออกแบบอื่นๆ

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมเทคนิคหรือกลยุทธ์การออกแบบอื่นๆที่ช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคารและสร้างสภาวะความสบายภายในอาคาร

หมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ และออกแบบระบบประกอบอาคารให้เกิดประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมถึงระบบประกอบอาคารด้านต่างๆที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อไว้ดังนี้

3.1) ระบบปรับอากาศ

มีจุดประสงค์เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง และใช้พลังงานในการปรับอากาศ และลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศโดยการลดความร้อนที่เข้ามาจากการนำความร้อนผ่านทางผนังภายในที่กันพื้นที่ปรับอากาศ

3.2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ และการเลือกใช้หลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

3.3) ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

มีจุดประสงค์เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบจ่ายไฟฟ้ากำลังของบ้าน โดยการออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสม

3.4) ระบบสุขาภิบาล

ในหมวดนี้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารก็คือระบบปั้มน้ำ มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในระบบปั้มน้ำ

3.5) อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้า

3.6 เกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในการประเมิน

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน อ้างอิงจากข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และจากเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในต่างประเทศด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร รวมถึงทฤษฎีด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งการอ้างอิงเกณฑ์ได้เป็นสามประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1) การอ้างอิงจากข้อกำหนดที่มีอยู่เดิม

ผู้วิจัยได้ค้นคว้ากฎหมาย หรือกฎหมายที่มีเนื้อหาในลักษณะใกล้เคียงกัน ที่เกี่ยวข้องกับ การประหยัดพลังงานรวมถึงการก่อสร้าง ต่อเติม ดัดแปลง และรีดออนอาคาร อาทิเช่น พระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และเกณฑ์ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือที่รู้จักกันในชื่อฉลาก ประหยัดไฟเบอร์ 5 เป็นต้น ผู้วิจัยได้ค้นคว้าไว้ดังนี้

2) การอ้างอิงเกณฑ์จากเอกสารวิจัย บทความทางวิชาการ หรือจากเกณฑ์ประเมินอื่นๆ

สำหรับหัวข้อในการประเมินซึ่งมิได้เป็นข้อบังคับทางกฎหมาย อาจจะมีการอ้างอิงเกณฑ์ที่ ได้รับการพัฒนามาแล้วจากสถาบันการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ได้มีการตีพิมพ์ลงบน เอกสารทางวิชาการต่าง ๆ หรือจากเกณฑ์ประเมินกรณีศึกษา โดยอาจมีการประยุกต์ให้มีความ เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพสังคม และปัจจัยอื่นๆของประเทศไทย อาทิเช่น ทิศทางการเปิดช่องลมที่เหมาะสมกับเขตกรุงเทพมหานคร สัดส่วนพื้นที่ผนังของอาคารที่เหมาะสม กับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และสัดส่วนความลึกของห้องที่เหมาะสมกับการรับแสงธรรมชาติ เป็นต้น

3) การอ้างอิงทฤษฎีด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับหัวข้อในการประเมินที่ไม่มีเกณฑ์อ้างอิงที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่างๆมาพิจารณา เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่สามารถนำมาปรับใช้ได้กับเกณฑ์ ประเมินนี้ อาทิเช่น บทความเกี่ยวกับประ โยชน์ของต้นไม้ในงานสถาปัตยกรรม คู่มือการใช้อุปกรณ์ ไฟฟ้า และคู่มือการจัดการด้านพลังงานในบ้านพักอาศัย เป็นต้น

3.7 เกณฑ์การให้คะแนนในข้อต่างๆ

เกณฑ์การประเมินในแต่ละข้อ จะต้องวัดหรือคำนวณค่าต่างๆในแต่ละข้อปัจจัยเพื่อ อ้างอิงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งจะมีเกณฑ์การให้คะแนนคิดเป็นร้อยละ(%)เหมือนกันทุกข้อ โดยกำหนด เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละหัวข้อย่อยของการประเมิน จะได้คะแนนอย่างน้อย 50 % ถ้าผ่าน เกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ในแต่ละหัวข้อ ถ้าหากว่ามีมาตรฐานดีกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ก็จะได้ คะแนนเพิ่มขึ้นจากคะแนน 50 % อีกเป็นลำดับขั้นไปจนถึงได้คะแนนเต็ม 100 % ซึ่งมีมาตรฐานดี ที่สุด ในทางกลับกันถ้าหากว่ามีมาตรฐานแย่กว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ก็จะ ได้คะแนนลดลงจาก 50 % เป็นลำดับขั้นไปจนถึง 0 % เช่นกัน ส่วนช่วงของค่าคะแนนในแต่ละขั้นจะขึ้นอยู่กับการแบ่ง สัดส่วนของระดับมาตรฐานในแต่ละข้อที่ประเมิน เกณฑ์คะแนนในการประเมินดังกล่าวเป็น รูปแบบแผนภูมิ ดังนี้

แผนภูมิที่ 3.3 แสดงเกณฑ์คะแนนในหัวข้อย่อยต่างๆ

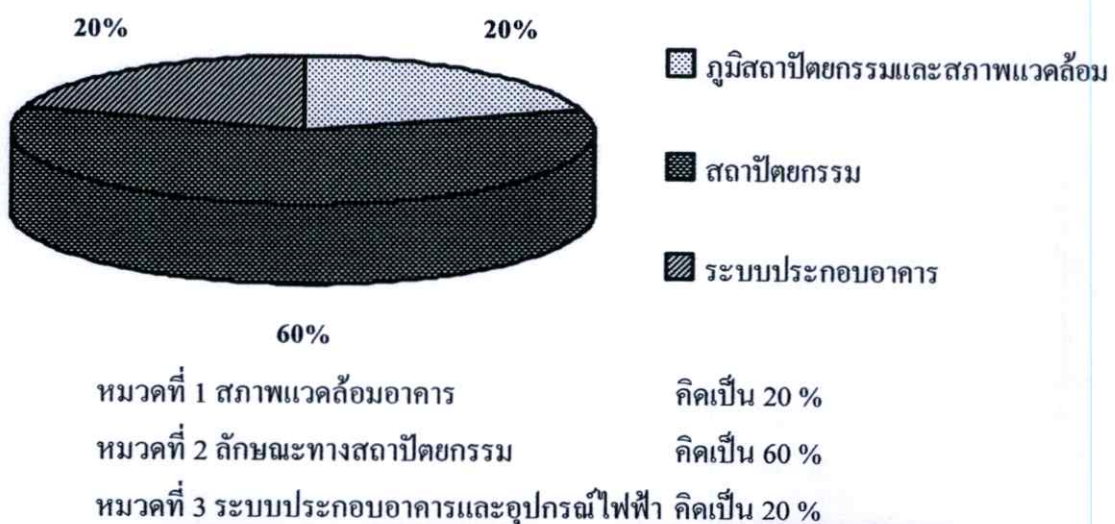


3.8 สัดส่วนคะแนนในแต่ละหมวดหมู่การประเมิน

หลังจากกำหนดเนื้อหาในแต่ละหมวดหมู่การประเมินได้แล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาสัดส่วนคะแนนแต่ละหมวดหมู่ เนื่องจากประเด็นในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ประกอบและปัจจัยทางด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลักในการประเมิน สัดส่วนคะแนนในหมวดสถาปัตยกรรมจึงมีน้ำหนักมากที่สุด ส่วนปัจจัยที่นอกเหนือจากสถาปัตยกรรมคือ หมวดสภาพแวดล้อมอาคาร และหมวดระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้า จะเป็นส่วนประกอบเสริมในการประเมิน จะมีน้ำหนักของสัดส่วนคะแนนรองลงมา

ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดสัดส่วนของสัมประสิทธิ์หรือน้ำหนักคะแนนของแต่ละหมวดหมู่ในการประเมิน โดยใช้สัดส่วนคะแนนจากเกณฑ์ประเมินอาคารกรณีศึกษาดังตารางที่ 3.6 เป็นแนวทางซึ่งมีผลเฉลี่ยของสัดส่วนคะแนนในหมวดลักษณะทางสถาปัตยกรรม 60.95 % ของค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด ส่วนหมวดระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้ามีคะแนนเฉลี่ย 22.13 % และหมวดสิ่งแวดล้อมอาคาร 16.86 % ผู้วิจัยได้นำค่าดังกล่าวมาปรับปรุงให้มีสัดส่วนที่ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น โดยให้น้ำหนักคะแนนของหมวดสถาปัตยกรรมคิดเป็นร้อยละ 60 ของสัมประสิทธิ์คะแนนทั้งหมด ส่วนหมวดภูมิสถาปัตยกรรมและสภาพแวดล้อม และหมวดระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร มีสัดส่วนคะแนนร้อยละ 20 เท่ากัน

แผนภูมิที่ 3.4 แสดงสัดส่วนสัมประสิทธิ์คะแนนในแต่ละหมวดหมู่การประเมิน



3.9 การสำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว

การใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำเป็นต้องวัดหรือคำนวณค่าต่างๆเพื่อใช้อ้างอิงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในแต่ละหัวข้อของการประเมิน

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ขององค์ประกอบวัสดุกรอบอาคาร สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งเป็นการแทนค่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุก่อสร้างอาคารในสมการทางคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุ(U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \sum R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมประตู-หน้าต่าง ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
 $\sum R$ = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

จากสมการ จำเป็นจะต้องทราบค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ(R)ก่อน ซึ่งสามารถคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

$$R = \frac{\Delta x}{K}$$

เมื่อ R = ค่าความต้านทานความร้อน (Resistively - $W / m^2 \text{ } ^\circ C$)
 Δx = ความหนาของวัสดุ (เมตร)
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - $W / m \text{ } ^\circ C$)

ผู้วิจัยเห็นว่า การหาแทนค่าในสมการดังกล่าว มีความซับซ้อนน้อย ผู้ที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในเบื้องต้นสามารถคำนวณได้ด้วยตนเอง

อย่างไรก็ตาม การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของวัสดุหลายชนิดในแต่ละส่วนของเปลือกอาคาร(หลังคา ผนัง และประตู-หน้าต่าง) ด้วยวิธีการแทนค่าในสมการทางคณิตศาสตร์ อาจต้องใช้เวลาาน ผู้วิจัยจึงได้สำรวจเครื่องมือทุ่นแรงในการคำนวณดังกล่าว เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้งานที่สะดวกขึ้น

ผู้วิจัยได้สำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบ เพื่อใช้คำนวณสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value)ของวัสดุอาคาร โดยพิจารณาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ “โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV” เพื่อช่วยในการคำนวณ

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value)ของวัสดุอาคาร อย่างไรก็ตามการใช้งานเครื่องมือดังกล่าว จะต้องมียกขาะในการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV มีรายละเอียดและคุณสมบัติดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าแรกของ โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคาร และหลังคา OTTV/RTTV

เครื่องมือ : โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV

เจ้าของลิขสิทธิ์ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ความทันสมัยของข้อมูล : ปี พ.ศ.2541

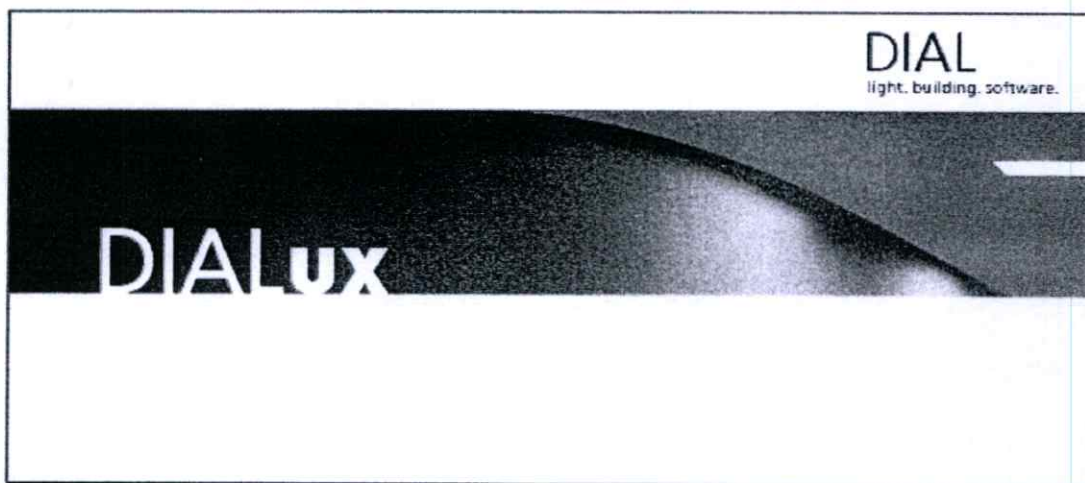
คุณสมบัติ :

เป็น โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคาร OTTV/RTTV ซึ่งใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 โดยการกำหนดตัวแปรขององค์ประกอบวัสดุ เช่น ชนิดวัสดุ ความหนา และจำนวนชั้นของวัสดุ เป็นต้น สามารถแก้ไขปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆของวัสดุและเพิ่มเติมข้อมูลวัสดุใหม่ๆได้ ผู้สนใจสามารถทำความเข้าใจและศึกษาการใช้งานเครื่องมือดังกล่าวได้ง่าย เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ภาษาไทย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการวัดค่าความส่องสว่างภายในอาคาร (สำหรับผู้ที่ต้องการวัดค่าความส่องสว่างภายในอาคารเพิ่มเติม) โดยพิจารณาเครื่องวัดความส่อง

สว่างของแสงแบบตัวเลข (ILLUMINATION METER รุ่น DX-200) เพื่อช่วยในการคำนวณค่าความส่องสว่างภายในอาคาร สำหรับการประเมินฯ ในช่วงอาคารเปิดใช้งานแล้ว โดยเครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข จะใช้งานได้ง่ายและสะดวกกว่าการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณ ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในพื้นที่จริงได้ทันที

ผู้วิจัยได้สำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการทดสอบ เพื่อใช้วัดค่าความส่องสว่างภายในอาคาร โดยพิจารณาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไคอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX VERSION 4.4)เพื่อช่วยในการคำนวณค่าความส่องสว่างภายในอาคาร สำหรับการประเมินฯ ทั้งในขั้นตอนการออกแบบอาคาร และช่วงอาคารเปิดใช้งานแล้ว อย่างไรก็ตามการใช้งานเครื่องมือดังกล่าว จะต้องมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควร ผู้วิจัยเห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไคอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX VERSION 4.4) จะเหมาะกับผู้ออกแบบอาคารใช้ในการประเมินฯ ในขั้นตอนการออกแบบมากกว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไคอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX VERSION 4.4) มีรายละเอียดและคุณสมบัติดังนี้



ภาพที่ 3.2 แสดงหน้าแรกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไคอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX V. 4.4)

เครื่องมือ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไคอะลักซ์ เวอร์ชัน 4.4(DIALUX VERSION 4.4)

เจ้าของลิขสิทธิ์ : POV-Ray™

ความทันสมัยของข้อมูล : ปี พ.ศ.2551

คุณสมบัติ :

เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณปริมาณแสงสว่างที่เกิดขึ้นในอาคารทั้งจากแสงธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์ โดยอาศัยตัวแปรของ ชนิด/ประเภทของหลอดไฟ และองค์ประกอบของห้อง เช่น ขนาด รูปร่าง ประเภท วัสดุ และสี รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้ง สามารถคำนวณปริมาณแสงสว่าง ความร้อนที่เกิดขึ้น และการใช้พลังงานได้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจเครื่องมือที่ช่วยในการวัดค่าความส่องสว่างภายในอาคารอีกชิ้นเป็นทางเลือก โดยพิจารณาเครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข (ILLUMINATION METER รุ่น DX-200) เพื่อช่วยในการคำนวณค่าความส่องสว่างภายในอาคาร สำหรับการประเมินฯ ในช่วงอาคารเปิดใช้งานแล้ว โดยเครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข จะใช้งานได้ง่ายและสะดวกกว่าการป้อนข้อมูลลงใน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณ ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในพื้นที่จริงได้ทันที



ภาพที่ 3.3 แสดงเครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข (ILLUMINATION METER)

เครื่องมือ : เครื่องวัดความส่องสว่างของแสงแบบตัวเลข (ILLUMINATION METER รุ่น DX-200)

เจ้าของลิขสิทธิ์ : ไม่ระบุ

ความทันสมัยของเครื่องมือ : ไม่ระบุ

คุณสมบัติ :

เป็นเครื่องวัดปริมาณแสงสว่างที่เกิดขึ้นในอาคารทั้งจากแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ โดยมีตัวรับแสงเป็นจุด สามารถแสดงค่าความสว่างได้ทั้งหน่วยของลักซ์ (Lux) และแรงเทียน (Foot candle)

ส่วนการวัดหรือคำนวณค่าอื่นๆนอกเหนือจากนี้ เช่น การคำนวณสัดส่วนพื้นที่ ความสูง หรือการแทนค่าในสมการต่างๆ สามารถวัดและคำนวณได้ตามหลักคณิตศาสตร์ทั่วไปโดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือช่วย

บทที่ 4

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินฯ

4.1 รายละเอียดของเกณฑ์การประเมินฯ

ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดตามหมวดหมู่ต่างๆของเกณฑ์การประเมิน มีเนื้อหาและขอบเขตตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ และตั้งเกณฑ์พร้อมกับได้อธิบายวิธีการประเมินในแต่ละข้อ โดยมีเนื้อหาดังนี้

หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมอาคาร

มีจุดประสงค์หลักเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารผ่านระบบงานภูมิสถาปัตยกรรมและการวางผังบริเวณ แบ่งเนื้อหาได้ดังนี้

1.1 ผังบริเวณและสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร

1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน

วัตถุประสงค์

ลดการเก็บสะสมความร้อน โดยการเปิดที่โล่งรอบอาคาร เพื่อเปิดโอกาสให้สร้างพื้นที่สีเขียวและมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อสร้างภูมิอากาศจุลภาคที่เหมาะสมรอบอาคาร และบรรเทาภาวะเกาะความร้อนในเขตเมือง (Urban heat island)

หลักการและเหตุผล

พื้นที่เปิด โล่งรอบอาคารมีผลต่อการระบายอากาศ ช่วยลดการเก็บสะสมความร้อน การมีพื้นที่เปิด โล่งเพิ่มมากขึ้น จะมีการถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้นและเปิดโอกาสให้ปลูกต้นไม้ได้มากขึ้น ดังนั้นการลดขนาดอาคารที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ดินและเพิ่มที่โล่งนั้น จะส่งผลดีต่อการประหยัดพลังงาน

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาตามสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง(open space)ต่อพื้นที่ดิน โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะผ่านเกณฑ์ในข้อนี้ เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิด โล่งมากกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่อ้างอิงจากพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และกฎกระทรวงกำหนดไว้ว่าอาคารอยู่อาศัย ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ที่ดินของอาคาร เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำตามกฎหมาย

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน เนื่องจากผิดกฎหมายตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิด โล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน

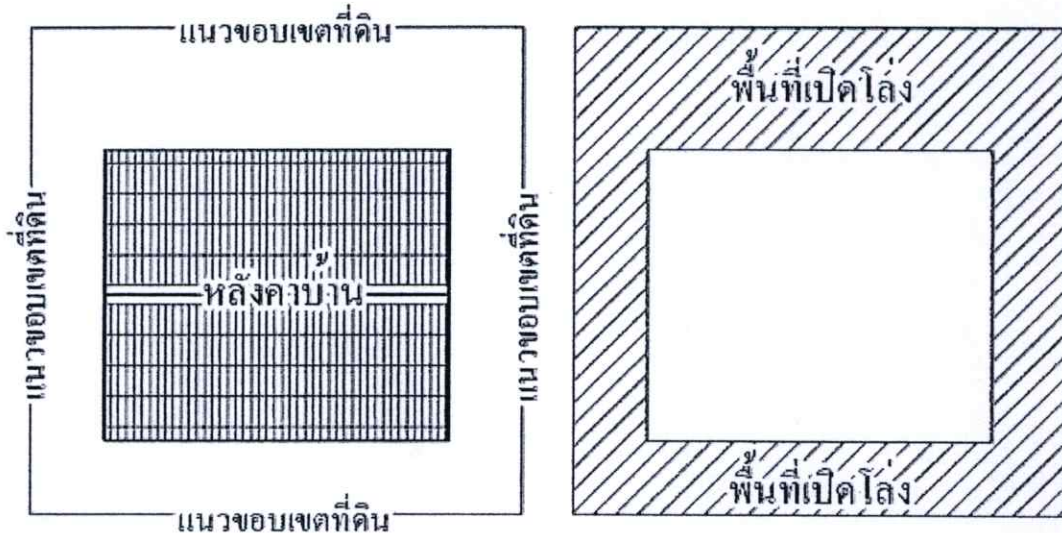
ได้คะแนน 60 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิด โล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน

ได้คะแนน 70 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิด โล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน

ได้คะแนน 80 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
ได้คะแนน 100 % เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ขึ้น ไปของพื้นที่ดิน

วิธีการประเมิน

คำนวณพื้นที่เปิดโล่งจากผังบริเวณ โดยผู้ประเมินคำนวณจากสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ที่ดิน



ภาพที่ 4.1 แสดงขอบเขตที่ดินและผังหลังคาหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีการปกคลุม เพื่อการคำนวณ สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ที่ดิน

หมายเหตุ : ที่เปิดโล่ง(open space) หมายถึง พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม และ ให้หมายรวมถึงพื้นที่ที่ปลูกพืชพรรณ พื้นที่ของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.20 เมตร ซึ่งไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร. 2522.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อม-อาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

1.1.2 สัดส่วนพื้นคาบแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่ง

วัตถุประสงค์

จำกัดพื้นที่คาบแข็ง เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและลดอุณหภูมิรอบอาคาร และบรรเทาภาวะเกาะความร้อนในเขตเมือง (Urban heat island)

หลักการและเหตุผล

พื้นลาดแข็ง มีคุณสมบัติเป็นมวลสารสะสมความร้อน (Thermal mass) คือมีการสะสมความร้อนไว้ในเวลากลางวันในปริมาณมาก เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุ และถ่ายเทความร้อนกลับสู่บ้านของท่านในเวลากลางคืน ซึ่งจะทำให้สภาพแวดล้อมของบ้านและตัวบ้านมีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาตามสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมดของที่ดิน โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะได้คะแนนผ่านเกณฑ์ เมื่อมีสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งไม่เกิน 30% ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด ในกรณีที่มีสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งน้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับขั้น และกรณีที่มีสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนลดลงเป็นลำดับขั้นเช่นกัน

ได้คะแนน 0 % เมื่อมีพื้นที่ลาดแข็ง มากกว่า 40% ของพื้นที่เปิดโล่ง

ได้คะแนน 25 % เมื่อมีพื้นที่ลาดแข็ง มากกว่า 30% แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่เปิดโล่ง

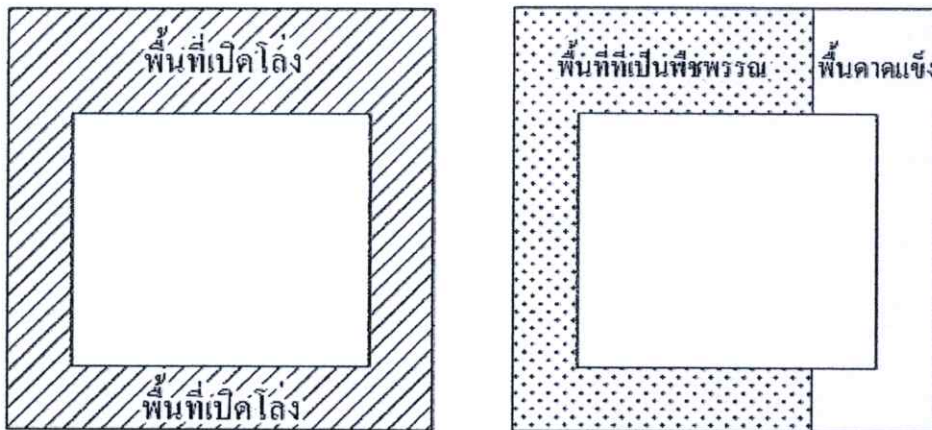
ได้คะแนน 50 % เมื่อมีพื้นที่ลาดแข็ง มากกว่า 20% แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่เปิดโล่ง

ได้คะแนน 75 % เมื่อมีพื้นที่ลาดแข็ง มากกว่า 10% แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่เปิดโล่ง

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีพื้นที่ลาดแข็ง ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่เปิดโล่ง

วิธีการประเมิน

คำนวณพื้นที่ลาดแข็งจากผังบริเวณ โดยผู้ประเมินคำนวณจากสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมดของที่ดิน



ภาพที่ 4.2 แสดงผังบริเวณ เพื่อการคำนวณสัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่ง

หมายเหตุ : พื้นลาดแข็ง (Hard scape) คือ ทางเดิน ลาดจอดรถ ถนน ฯลฯ ที่มีวัสดุพื้นเป็นของแข็ง

แหล่งอ้างอิง

ตรึงใจ บุรณสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2539.

1.1.3 สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน

วัตถุประสงค์

เพิ่มการถ่ายเทอากาศของโครงการ ด้วยการออกแบบรั้วที่มีช่องลมเพียงพอต่อการระบายอากาศได้ดี

หลักการและเหตุผล

รั้วหรือกำแพงรอบโครงการ ถ้าหากเป็นรั้วทึบตันหรือมีความสูงเกินไป จะส่งผลให้มีการถ่ายเทของอากาศได้น้อย เนื่องจากรั้วบังลม ดังนั้นการออกแบบรั้วที่มีช่องให้ลมผ่าน จะช่วยให้พื้นที่ในโครงการมีการถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น มีส่วนช่วยลดการสะสมความร้อนรอบอาคารได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนของพื้นที่เปิดหรือช่องลม ต่อพื้นที่ของรั้ว/กำแพงที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด(อ้างอิงตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 รั้วหรือกำแพงที่สร้างขึ้นติดต่อหรือห่างจากถนนสาธารณะน้อยกว่าความสูงของรั้ว ให้ก่อสร้างได้สูงไม่เกิน 3 เมตร เหนือระดับทางเท้าหรือระดับถนนสาธารณะ) โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะได้คะแนนผ่านเกณฑ์ เมื่อมีสัดส่วนของพื้นที่เปิดหรือช่องลมมากกว่า 30% พื้นที่ของรั้ว/กำแพงที่สามารถสร้างรั้วได้ทั้งหมด ในกรณีที่มีสัดส่วนพื้นที่เปิดหรือช่องลมมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับขั้น และกรณีที่มีสัดส่วนพื้นที่เปิดหรือช่องลมน้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนลดลงเป็นลำดับขั้น เช่นกัน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีการเปิดช่องเปิดไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย

ได้คะแนน 25 % เมื่อมีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด

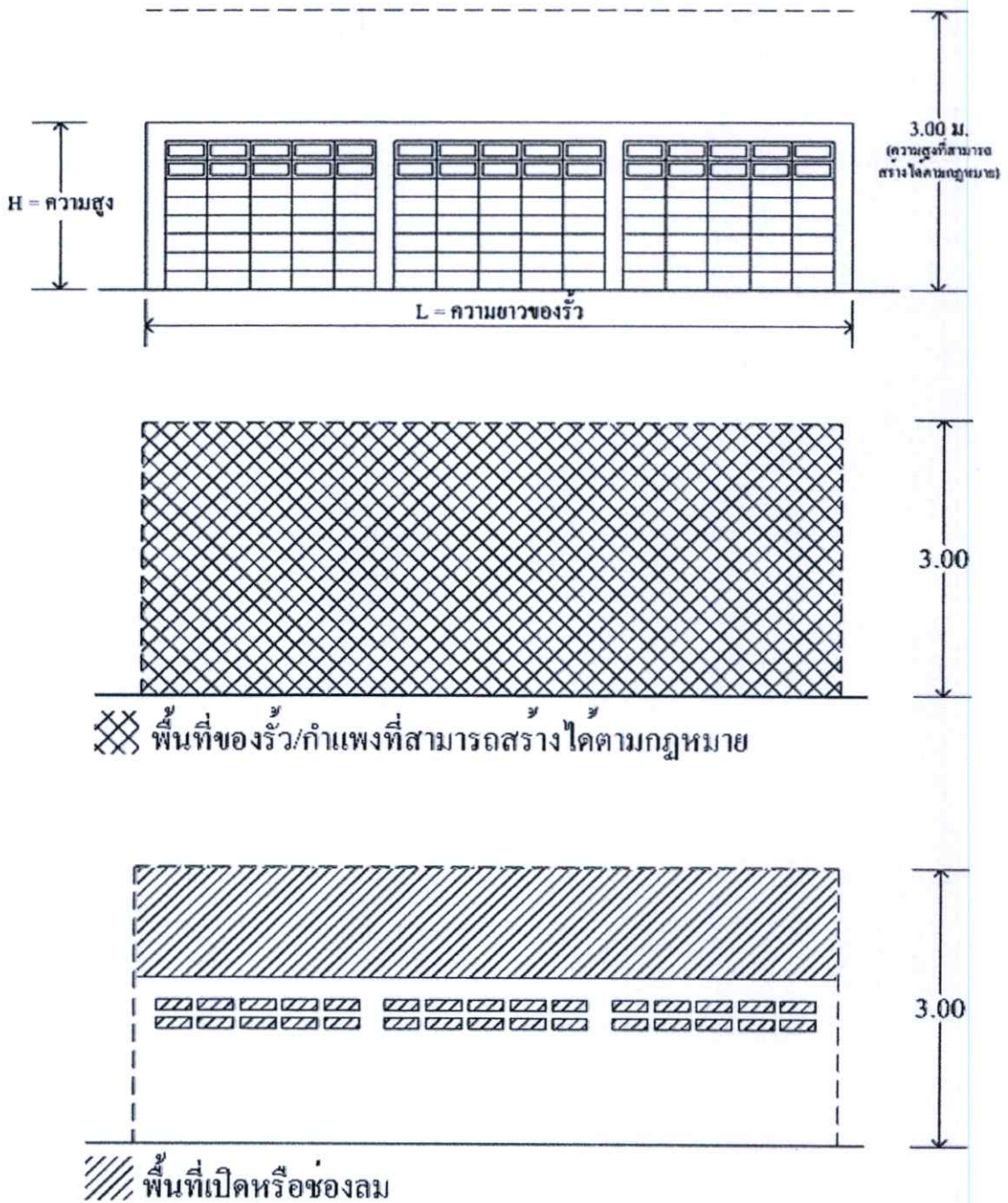
ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด

ได้คะแนน 75 % เมื่อมีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินต้องทำการตรวจสอบขนาดพื้นที่เปิดหรือช่องลมที่รั้วหรือกำแพง และเทียบเคียงสัดส่วนกับพื้นที่ของรั้วหรือกำแพงทั้งหมดที่สามารถสร้างได้ตามกฎหมาย



ภาพที่ 4.3 แสดงรูปด้านของรั้ว/กำแพง เพื่อการคำนวณสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่รั้ว/กำแพงทั้งหมดที่สร้างได้ตามกฎหมาย

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร. 2522.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

1.2 ภูมิสถาปัตยกรรม

1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างสภาวะภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate) ที่เหมาะสมรอบอาคาร

หลักการและเหตุผล

ต้นไม้ลดแสงแดดที่ตกกระทบตัวบ้านและให้ร่มเงาแก่พื้นที่รอบๆอาคาร มีประสิทธิภาพในการลดความร้อนในสภาพแวดล้อมด้วยการคายไอน้ำผ่านทางปากใบ

ต้นไม้ขนาดใหญ่ 1 ต้น จะมีประสิทธิภาพในการให้ร่มเงาและความเย็นแก่สภาพแวดล้อมเท่ากับการใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือประมาณ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง (ถ้าต้นไม้ต้นนั้นสามารถควบน้ำจากดินขึ้นมาแล้วแปลงสภาพให้น้ำกลายเป็นไอในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน) (สุนทร บุญญาธิการ. 2547)

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งอ้างอิงแนวทางมาจากเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะของพื้นที่ ของโครงการจัดทำแผนการจัดการพื้นที่สีเขียวที่สมบูรณ์ทางด้านระบบนิเวศอย่างยั่งยืน (ศิริวรรณ ศิลาพัชรนันท์ และคณะ. 2549) ซึ่งมีเนื้อหากว่าถึงสัดส่วนของพื้นที่ที่คาดแจ้ง ลานดินหญ้า ไม้พุ่ม ไม้เลื้อยและไม้ใหญ่ในแต่ละพื้นที่ โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะได้คะแนนผ่านเกณฑ์เมื่อมีลักษณะของพื้นที่โล่งมีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย เป็นอย่างน้อย ในกรณีที่มีความสมบูรณ์ของพืชพรรณมากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับขั้น และกรณีที่มีความสมบูรณ์ของพืชพรรณน้อยกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด จะได้คะแนนลดลงเป็นลำดับขั้นเช่นกัน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อลักษณะพื้นที่เปิดโล่งเป็นพื้นที่ที่คาดแจ้งล้วน

ได้คะแนน 25 % เมื่อลักษณะพื้นที่เปิดโล่งเป็นลานดินและมีหญ้าปกคลุม

ได้คะแนน 50 % เมื่อลักษณะพื้นที่เปิดโล่งมีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย

ได้คะแนน 75 % เมื่อลักษณะพื้นที่เปิดโล่งมีไม้ใหญ่และไม้พุ่มจำนวนมาก

ได้คะแนน 100 % เมื่อลักษณะพื้นที่เปิดโล่งมีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่

อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบจากแผนผังที่แสดงตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ที่มีหรือแผนการปลูกต้นไม้ใหญ่ โดยพิจารณาจากจำนวนต้นไม้ใหญ่ต่อพื้นที่เปิดโล่ง 50 ตารางเมตร

แหล่งอ้างอิง

เดชา บุญกล้า. ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้างและพัฒนาเมือง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

ศิริวรรณ ศิลาพัชรนันท์ และคณะ. โครงการจัดทำแผนการจัดการพื้นที่สีเขียวที่สมบูรณ์ทางด้านระบบนิเวศอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549.

สุนทร บุญญาริการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

1.2.2 ตำแหน่งพื้นผิวดาดแข็งกลางแจ้ง

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการเกิดความร้อนและลดการสะท้อนรังสีจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารจากพื้นผิวดาดแข็ง

หลักการและเหตุผล

พื้นผิวดาดแข็งเป็นแหล่งความร้อนของบ้าน เนื่องจากเก็บความร้อนสูง ส่งผลเกิดความร้อนจากการดูดซับรังสีแสงอาทิตย์และจะสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารหรือพื้นที่ข้างเคียง ดังนั้นไม่ควรมีพื้นผิวดาดแข็งที่ไม่ได้รับร่มเงาอยู่ในทิศทางรับแสงแดด เช่น ทิศใต้ หรือทิศตะวันตก ของตัวบ้าน

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากตำแหน่งของพื้นผิวดาดแข็งและการให้ร่มเงา

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน

ได้คะแนน 20 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน

ได้คะแนน 35 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน

ได้คะแนน 50 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน

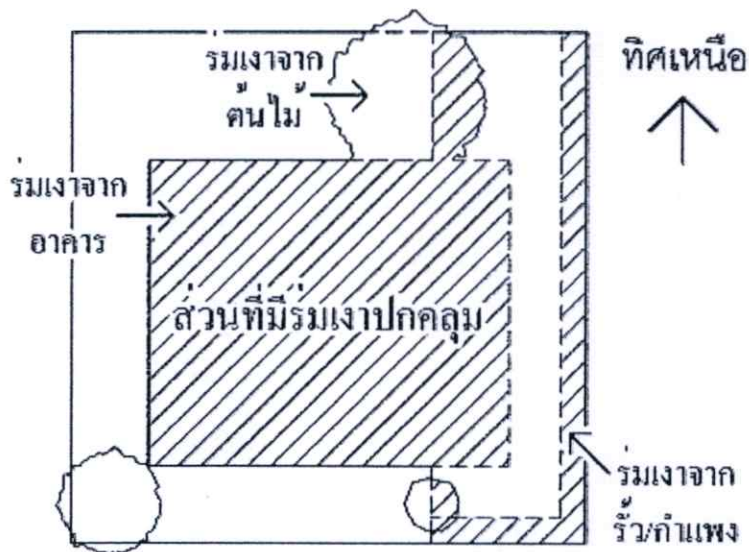
ได้คะแนน 75 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน

ได้คะแนน 100 % เมื่อพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินต้องทำการตรวจสอบตำแหน่งของพื้นผิวดาดแข็งในโครงการ จากแผนผังที่แสดงสิ่งก่อสร้างและตำแหน่งพื้นผิวดาดแข็งในโครงการ (ในกรณีที่มีพื้นผิวดาดแข็งหลายตำแหน่ง ให้พิจารณาพื้นผิวดาดแข็งส่วนใหญ่) โดยผิวดาดแข็งควรจะได้รับร่มเงาจากอาคารหรือพืชพรรณ ในที่นี้

อาจรวมถึงการได้รับเงาจากรั้วหรือกำแพงรอบโครงการหรือโครงการข้างเคียง และร่มเงาจากอาคารอื่นๆ ในโครงการข้างเคียงหรือไม้ยืนต้นในที่ดินข้างเคียงด้วย



ภาพที่ 4.4 แสดงผังบริเวณ เพื่อการพิจารณาดำเนินงานด้านแดดแจ้ง และการได้รับร่มเงา

แหล่งอ้างอิง

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร.

กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทาง

อุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การถ่ายเทความร้อนภายในอาคาร และการพึ่งพาแสงและแสงจากธรรมชาติ มีเนื้อหาครอบคลุมปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมตั้งแต่ การวางทิศทางอาคาร เปลือกอาคาร การวางตำแหน่งการใช้สอยภายในอาคาร(Zoning) ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน การจัดการความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร(Internal heat gain) การพึ่งพาธรรมชาติ และเทคนิคการออกแบบอื่นๆ ซึ่งในแต่ละหัวข้อก็มีจุดประสงค์แตกต่างกัน ดังนี้

2.1 การวางทิศทางอาคาร

2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในการสร้างสภาวะความสบายภายในอาคาร ด้วยการออกแบบรูปทรงและหันทิศทางของอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

หลักการและเหตุผล

การวางผังอาคารในเขตร้อนชื้นเพื่อการประหยัดพลังงาน มีปัจจัยหลักอยู่ 2 ประการคือ ทิศทางของแสงแดด และทิศทางของกระแสลม ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกำหนดสัดส่วนผนังอาคารและการหันทิศทางของอาคาร ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอาคารจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุดตามเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์ การวางผังอาคารจึงควรกำหนดให้ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกเป็นด้านแคบ จากการศึกษาวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่า สัดส่วนของอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศควรมีพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้ อยู่ระหว่าง 1 : 1.6-3 จึงจะมีการไหลเวียนของกระแสลมตามธรรมชาติดีที่สุดสำหรับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ควรมีผนังที่รับแสงแดดและความร้อนน้อยกว่าอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันการเพิ่มภาระการทำความเย็นในอาคาร ดังนั้นรูปทรงอาคารควรมีขนาดกะทัดรัด มีผนังคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะประหยัดพลังงานได้ดี

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนพื้นที่ผนังอาคารด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่ออาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ หรืออาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก

ได้คะแนน 25 % เมื่ออาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ หรืออาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วน 1 : < 1.1

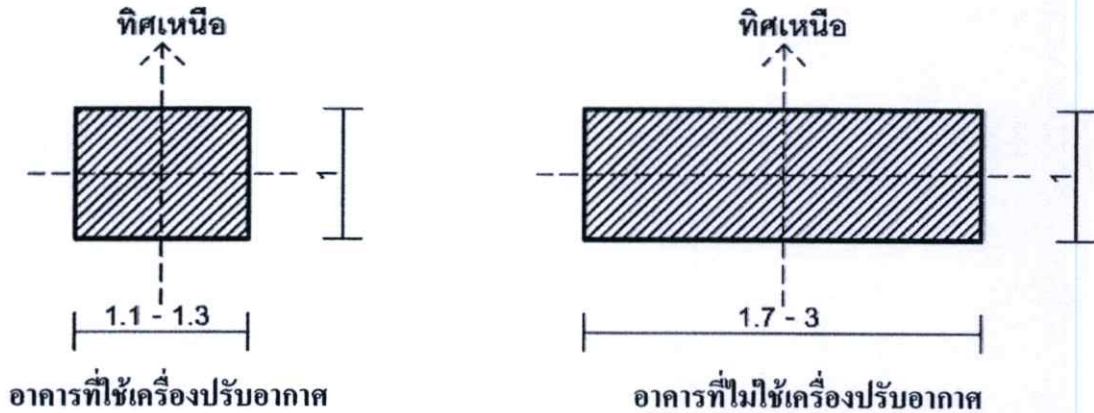
ได้คะแนน 50 % เมื่ออาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ (หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.6 หรืออาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3

ได้คะแนน 100 % เมื่ออาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ (หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : >1.6 หรืออาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งาน

หลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : >1.3$

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินคำนวณสัดส่วนพื้นที่ผนังทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้จากแบบสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 4.5 แสดงสัดส่วนอาคารที่เหมาะสม

หมายเหตุ : ในกรณีที่รูปทรงของอาคารที่เป็นรูปทรงอิสระ (free form) หรือรูปทรงอื่นๆ ที่นอกเหนือจากภาพตัวอย่าง หรือมีแนวอาคารเอียงไปจากแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ จะพิจารณาสัดส่วนพื้นที่ผนังทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้แต่พอสังเขปเท่านั้น โดยประมาณตามสัดส่วนที่ใกล้เคียงความจริงให้มากที่สุด

แหล่งอ้างอิง

ดริ่งใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นำอักษร การพิมพ์. 2521.

ดริ่งใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศิลปากร. 2524.

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Solar Geometry.** Townsville : University of Queensland. (no date).

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.** Townsville : Elsevier. (no date).

2.2 เปลือกอาคาร

การป้องกันความร้อนผ่านหลังคา

2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value)

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบและเลือกใช้วัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน ที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง

หลักการและเหตุผล

หลังคาที่ไม่ได้มีการป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะทำให้ความร้อนส่งผ่านเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางหลังคา ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบายและเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ การใช้วัสดุหลังคาที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนหรือเป็นฉนวนจะช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา หรือ ค่า “U-value” จะเป็นค่าที่คำนวณจากกลุ่มวัสดุที่ประกอบเข้ามาเป็นหลังคาแต่ละชั้น รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคาร

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) มากกว่า $1.2 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 25 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) มากกว่า $0.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่ไม่เกิน $1.2 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) มากกว่า $0.6 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่ไม่เกิน $0.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 75 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) มากกว่า $0.3 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่ไม่เกิน $0.6 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) ไม่เกิน $0.3 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา(U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \sum R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมหลังคา มีหน่วยเป็น $\text{W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ΣR = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$

หมายเหตุ : คูตัวอย่างข้อมูลวัสดุต่างๆเพื่อการคำนวณที่ภาคผนวก

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV. [Software]. กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

การป้องกันความร้อนจากผนังภายนอกและหน้าต่าง

2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร (U-value)

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบและเลือกใช้วัสดุผนังที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง

หลักการและเหตุผล

การถ่ายเทความร้อนจากผนังเข้าสู่อาคาร เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบายและเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) มากกว่า $1.5 W / m^2 \text{ } ^\circ C$

ได้คะแนน 25 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) มากกว่า $1.2 W / m^2 \text{ } ^\circ C$ แต่ไม่เกิน $1.5 W / m^2 \text{ } ^\circ C$

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) มากกว่า 0.9 W / m² °C แต่ไม่เกิน 1.2 W / m² °C

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) ไม่เกิน 0.9 W / m² °C

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \sum R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมผนัง มีหน่วยเป็น W / m² °C

$\sum R$ = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น W / m² °C

หมายเหตุ : คู่มือตัวอย่างข้อมูลวัสดุต่างๆเพื่อการคำนวณที่ภาคผนวก

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV. [Software]. กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541.

สุนทร บุญญาริการ และ วรสันต์ บูรณากาญจน์. วัสดุประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

András Zöld and Steven V, Szokolay. **Thermal Insulation.** Townsville : University of Queensland. (no date).

2.2.3 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร วัสดุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบและเลือกใช้วัสดุบานประตู-หน้าต่างที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง

หลักการและเหตุผล

การถ่ายเทความร้อนจากบานประตู-หน้าต่างเข้าสู่อาคาร เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบาย และเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านบานประตู-หน้าต่างจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) มากกว่า $2.7 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 25 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) มากกว่า $1.8 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่ไม่เกิน $2.7 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) มากกว่า $0.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ แต่ไม่เกิน $1.8 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) ไม่เกิน $0.9 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \sum R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมประตู-หน้าต่าง มีหน่วยเป็น $\text{W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $\sum R$ = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น $\text{W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

หมายเหตุ : ดูตัวอย่างข้อมูลวัสดุต่างๆเพื่อการคำนวณที่ภาคผนวก

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. **สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมि**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. **โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV**. [Software]. กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541.

สุนทร บุญญธิการ และ วรสิทธิ์ บูรณากาญจน์. **วัสดุประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.

András Zöld and Steven V, Szokolay. **Thermal Insulation**. Townsville : University of Queensland. (no date).

2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานโดยการออกแบบและเลือกใช้วัสดุหน้าต่างที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ เพื่อลดการถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร

หลักการและเหตุผล

การถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์ผ่านช่องเปิดที่เป็นกระจกเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย และเพิ่มภาระในการทำความเย็นในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ การใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์ผ่านช่องเปิดที่เป็นกระจก จากภายนอกสู่ภายใน

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาตามค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร (SC_g)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g) มากกว่า 0.9

ได้คะแนน 25 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g) ตั้งแต่ 0.70 แต่ไม่เกิน 0.90

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g) ตั้งแต่ 0.50 แต่ไม่เกิน 0.70

ได้คะแนน 75 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g) ตั้งแต่ 0.30 แต่ไม่เกิน 0.50

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g) น้อยกว่า 0.30

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร (SC_c) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

แหล่งอ้างอิง
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมि. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สภาพแวดล้อมอาคาร. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 2542.

สุนทร บุญญูธิการ และ วรศักดิ์ บูรณากาญจน์. วัสดุประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

András Zöld and Steven V, Szokolay. **Thermal Insulation**. Townsville : University of Queensland. (no date).

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design**. Townsville : Elsevier. (no date).

2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร

วัตถุประสงค์

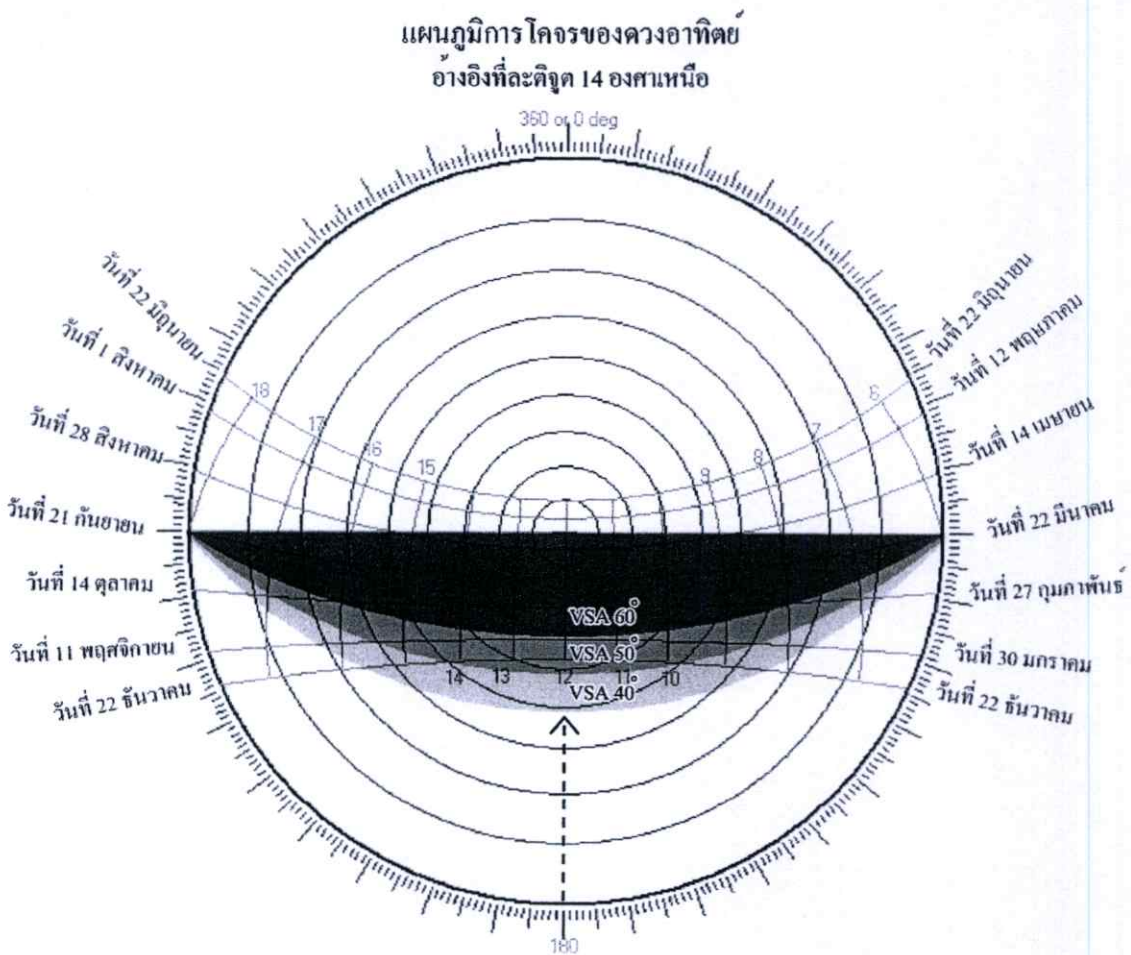
เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบบังแดดให้กับช่องเปิดหรือหน้าต่างกระจก เพื่อลดการถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร

หลักการและเหตุผล

การถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์ผ่านช่องเปิดหรือหน้าต่างที่เป็นกระจกเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่ง ที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย และเพิ่มภาระในการทำความเย็นในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ การออกแบบบังแดดให้กับช่องเปิดหรือหน้าต่างที่เป็นกระจกจากด้านนอกอาคาร จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคาร

มุม VSA เป็นมุมที่สอดคล้องกับการบังแดดจากด้านบนของช่องเปิด อ้างอิงกับแผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์ ที่ละจุด 14 องศาเหนือ (แทนตำแหน่งของกรุงเทพฯและปริมณฑล) สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในซีกโลกเหนือ จะมีการโคจรของดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่อ้อมทางใต้ ดังนั้นผนังในด้านทิศใต้จะได้รับแสงอาทิตย์มาก การออกแบบบังแดดให้กับช่องเปิดหรือหน้าต่างที่เป็นกระจกจากด้านบนอาคารในด้านทิศใต้ จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทรังสีดวงอาทิตย์ผ่านช่องเปิดเข้าสู่ภายในอาคาร จากแผนภูมิการโคจรของดวงอาทิตย์ พบว่า ค่าของมุม VSA ที่ต่ำจะให้พื้นที่ร่มเงาหรือการบังแดดได้มาก ในทางกลับกัน ค่าของมุม VSA ที่สูงขึ้นจะให้พื้นที่ร่มเงาหรือการบังแดดได้น้อยลงเช่นกัน

แผนภูมิที่ 4.1 แสดง การโคจรของดวงอาทิตย์ ที่ละจุด 14 องศาเหนือ (แทนตำแหน่งกรุงเทพฯและปริมณฑล) และความสัมพันธ์ระหว่างมุม VSA กับพื้นที่ร่มเงาหรือการบังแดดในช่วงเวลาต่างๆ



เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณามุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ในด้านทิศใต้ของอาคาร

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 60°

ได้คะแนน 25 % เมื่อมุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 55° แต่ไม่เกิน 60°

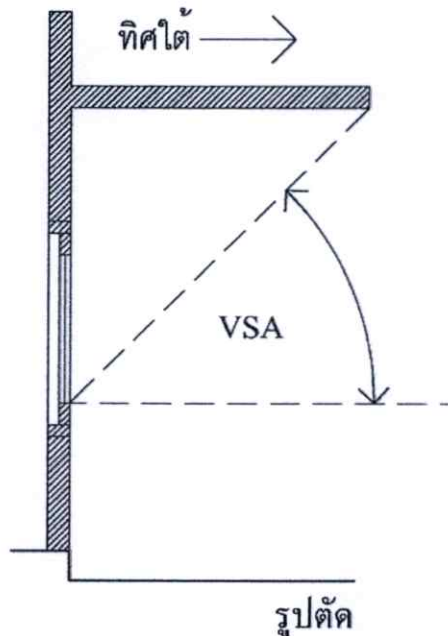
ได้คะแนน 50 % เมื่อมุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 50° แต่ไม่เกิน 55°

ได้คะแนน 75 % เมื่อมุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 45° แต่ไม่เกิน 50°

ได้คะแนน 100 % เมื่อมุม VSA ด้านทิศใต้ ไม่เกิน 45°

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และพิจารณามุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสงในด้านทิศใต้ของอาคาร จากรูปตัดของอาคาร



ภาพที่ 4.6 แสดงรูปตัดอาคาร เพื่อการพิจารณามุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสงในด้านทิศใต้ของอาคาร

หมายเหตุ : ในกรณีที่ด้านทิศใต้ของอาคารมีช่องเปิดหรือหน้าต่างหลายชุด ให้คำนวณหาค่ามุม VSA โดยวิธีเฉลี่ย

แหล่งอ้างอิง

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ธีรมน ไวโรจนกิจ. **สภาพแวดล้อมอาคาร**. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 2542.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. **แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

Steven V, Szokolay. **ARCHIPAK**. [Software]. Australia : Energy and Environmental Consultant. 2003.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design**. Townsville : Elsevier. (no date).

Steven V, Szokolay. **Solar Geometry**. Townsville : University of Queensland. (no date).

2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) ด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบจำกัดพื้นที่หน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร และการนำความร้อนผ่านกระจกจากด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้

หลักการและเหตุผล

ขนาดของช่องเปิดเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน หากช่องเปิดมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น และไม่ได้ป้องกันรังสีตรงและรังสีกระจายจากแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะทำให้มีความร้อนถ่ายเทและสะสมในพื้นที่ที่อยู่ใกล้ช่องเปิดนั้นได้ ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบายและเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ จึงต้องมีการกำหนดขนาดช่องเปิด โดยคำนวณจากอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (Window to Wall Ratio ; WWR) ด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) เฉพาะที่เป็นผนังภายนอกอาคาร

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 20 %

ได้คะแนน 25 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 15 % แต่ไม่เกิน 20 %

ได้คะแนน 50 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 15 %

ได้คะแนน 75 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 5 % แต่ไม่เกิน 10 %

ได้คะแนน 100 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) ไม่เกิน 5 %

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบและคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) จากแบบก่อสร้าง โดยใช้วิธีการคำนวณตามสมการการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) ด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR)} = \frac{\text{พื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก}}{\text{พื้นที่รวมของผนังอาคารทั้งหมด}} \times 100$$

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบจำกัดพื้นที่หน้าต่างเพื่อลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร และการนำความร้อนผ่านกระจกจากนอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้

หลักการและเหตุผล

ขนาดของช่องเปิดเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อน หากช่องเปิดมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น และไม่ได้ป้องกันรังสีตรงและรังสีกระจายจากแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม จะทำให้มีความร้อนถ่ายเทและสะสมในพื้นที่ที่อยู่ใกล้ช่องเปิดนั้นได้ ส่งผลกระทบต่อ

สภาวะความสบายและเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ จึงต้องมีการกำหนดขนาดช่องเปิด โดยคำนวณจากอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (Window to Wall Ratio ; WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) เฉพาะที่เป็นผนังภายนอกอาคาร

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 40 %

ได้คะแนน 25 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %

ได้คะแนน 50 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %

ได้คะแนน 75 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 %

ได้คะแนน 100 % เมื่ออัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) ไม่เกิน 10 %

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบและคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร(WWR) จากแบบก่อสร้าง โดยใช้วิธีการคำนวณตามสมการการคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้ ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR)} = \frac{\text{พื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก}}{\text{พื้นที่รวมของผนังอาคารทั้งหมด}} \times 100$$

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

2.2.8 สีผิวผนังภายนอกและค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงาน โดยการออกแบบใช้สีผนังภายนอกอาคารเพื่อลดการ ดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้การนำความร้อนผ่านผนังภายนอกลดลง

หลักการและเหตุผล

สีผิวของผนังภายนอกเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย และเพิ่มภาระในการทำความเย็นในกรณีที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ เนื่องจากสีผนังที่เข้มจะมีการดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์สูงกว่าสีผนังที่อ่อน ทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายนอกสูงขึ้นสูง ส่งผลให้มีการนำความร้อนเข้ามา ในอาคารสูงขึ้นตาม

เกณฑ์ในการพิจารณา

โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (แอลฟา) ของวัสดุผนัง ภายนอกอาคารหรือสีที่ใช้ทาผิวผนังภายนอกอาคาร หรือประเภทของวัสดุผนัง โดยคิดถ่วงเฉลี่ยจาก พื้นที่ผิวทั้งอาคาร

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อผิวผนังภายนอกเป็นสีเข้ม (ค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.8)

ได้คะแนน 25 % เมื่อผิวผนังภายนอกเป็นสีค่อนข้างเข้ม (ค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ มากกว่า 0.6 แต่ไม่เกิน 0.8)

ได้คะแนน 50 % เมื่อผิวผนังภายนอกเป็นสีปานกลาง (ค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6)

ได้คะแนน 75 % เมื่อผิวผนังภายนอกเป็นสีโทนอ่อน (ค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4)

ได้คะแนน 100 % เมื่อผิวผนังภายนอกเป็นผิวสะท้อนแสง (ค่าดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไม่ เกิน 0.2)

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การดูคดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (แอลฟา) โดยเทียบเคียงจากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่า สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และ ค่าตัวประกอบ รังสีดวงอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่างๆ

วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (แอลฟา)	หมายเหตุ
ผิววัสดุที่ฉาบด้วยสีปูน แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นฟิล์ม ไมลาร์เคลือบอะลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง	น้อยกว่า 0.2	วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง
อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แกล็กเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา	มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	วัสดุที่มีผิวสีอ่อน
วัสดุที่ทาสีอะลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้างสีขาว	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง	มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง
คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง	มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8	วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ลาดผิวด้วยแอสฟัลต์ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุบุผนังหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐสแตปฟอร์ดสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แกล็กเกอร์สีน้ำเงินเข้ม สีดำธรรมชาติ สีดำเรียบมาก	มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.0	วัสดุที่มีผิวสีเข้ม

หมายเหตุ : กรณีที่วัสดุหรือสีอื่นๆนอกเหนือจากในตารางนี้ ผู้ประเมินควรพิจารณาเทียบเคียงค่าที่ใกล้เคียงจากวัสดุหรือสีในตารางให้มากที่สุด

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สภาพแวดล้อมอาคาร. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อม

ล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 2542.

András Zöld and Steven V, Szokolay. **Thermal Insulation**. Townsville : University of
Queensland. (no date).

2.3 การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร

2.3.1 การจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน

วัตถุประสงค์

ลดภาระการใช้พลังงานในการทำความเย็นและปรับอากาศในพื้นที่ใช้สอยหลักช่วงเวลากลางวัน

หลักการและเหตุผล

พื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน เช่น ส่วนรับแขก นั่งเล่น และพักผ่อน เป็นพื้นที่ที่ผู้ใช้อาคารใช้งานมากที่สุดในช่วงเวลากลางวัน หากพื้นที่เหล่านี้อยู่ในตำแหน่งด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก หรือชั้นบนของบ้าน จะทำให้พื้นที่เหล่านี้ได้รับความร้อนจากแสงแดด ส่งผลกระทบต่อสภาวะความสบาย และเพิ่มภาระในการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ การกำหนดพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก หรือชั้นบนของบ้าน จะช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 20 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 35 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 65 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลักเฉียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเฉียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 80 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลักเฉียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเฉียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลักเฉียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเฉียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่หลักเฉียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเฉียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน



ภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างผังอาคาร การจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน หลักเฉียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเฉียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. **คู่มือบ้านอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2536.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. **สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ**. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ครึ่งใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2524.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2531.

สมสิทธิ์ นิคยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.** Townsville : Elsevier. (no date).

2.3.2 การจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน

วัตถุประสงค์

ใช้พื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานเป็นฉนวนให้พื้นที่การใช้งานหลัก ลดภาระการใช้พลังงานในการทำความเย็นและปรับอากาศในพื้นที่ใช้สอยหลักช่วงเวลากลางวัน

หลักการและเหตุผล

พื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในบ้านในช่วงเวลากลางวัน เช่น ห้องเก็บของ หรือห้องน้ำ เป็นพื้นที่ที่ผู้ใช้อาคารใช้งานน้อยที่สุดในช่วงเวลากลางวัน หากพื้นที่เหล่านี้อยู่ในตำแหน่งด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก หรือชั้นบนของบ้าน จะทำให้พื้นที่เหล่านี้เป็นฉนวนกันความร้อนจากแสงแดดให้กับพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้าน การกำหนดพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในบ้านช่วงเวลากลางวันในตำแหน่ง

ด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก หรือชั้นบนของบ้าน จะช่วยลดภาระการทำความร้อนของเครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

ได้คะแนน 20 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

ได้คะแนน 35 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

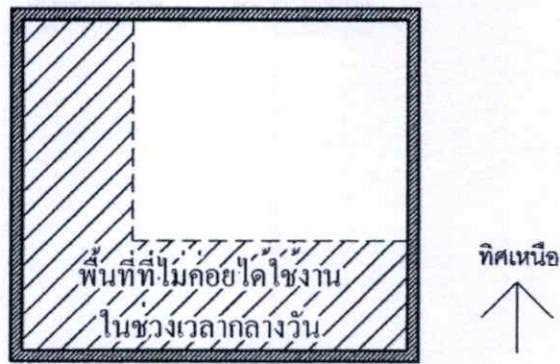
ได้คะแนน 65 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

ได้คะแนน 80 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน ที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน



ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างผังอาคาร การจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือ
ป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน
แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. **คู่มือบ้านอนุรักษ์พลังงาน**. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ
อนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. **คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ
สิ่งแวดล้อม. 2536.

ชัยยุทธ ศรีเศด็จ. **สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ**. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ศรีใจ บูรณสมภพ. **การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศิลปากร. 2524.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. **สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน**. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

วิเชียร สุวรรณรัตน์. **ภูมิอากาศวิทยา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. 2531.

สมสิทธิ์ นิตยะ. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. **แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร**.

กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). **คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด
พลังงาน**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.** Townsville : Elsevier. (no date).

2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อน(และความชื้น)

วัตถุประสงค์

ส่งเสริมให้มีการจัดวางพื้นที่ใช้งานที่เหมาะสม โดยการแยกพื้นที่ที่เกิดความร้อน(และความชื้น)ภายในบ้านให้ห่างจากพื้นที่ปรับอากาศ เพื่อลดภาระการทำความเย็นและลดความชื้นภายในบ้าน

หลักการและเหตุผล

พื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อนภายในบ้าน อย่างเช่นครัว เป็นพื้นที่ที่เกิดความร้อนขณะใช้งาน (ปรุงอาหาร) หากพื้นที่เหล่านี้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้หรือติดกับพื้นที่ใช้งานหลักหรือส่วนปรับอากาศของบ้าน จะทำให้เกิดการส่งผ่านความร้อนที่เกิดขึ้นจากครัวไปยังพื้นที่ใช้งานอื่นๆภายในบ้านได้ การแยกพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อนภายในบ้านให้ห่างจากพื้นที่ใช้งานหลักอื่นๆ จะช่วยลดภาระการทำความเย็น(และลดความชื้น)ของเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งาน เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อจัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศและเปิดพื้นที่ครัวต่อเนื่องกับพื้นที่อื่นในบ้าน

ได้คะแนน 25 % เมื่อจัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ

ได้คะแนน 50 % เมื่อจัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ

ได้คะแนน 100 % เมื่อจัดตำแหน่งครัวแยกออกจากตัวบ้าน

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และพิจารณาดำเนินการจัดวางพื้นที่ของครัว

แหล่งอ้างอิง

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. **สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ :** ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).
 ตรีังใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ศิลปากร. 2524.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ :
 ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด
 พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

2.4 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน

ส่วนปรับอากาศ

2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

วัตถุประสงค์

จำกัดขนาดปริมาตรของพื้นที่ส่วนปรับอากาศ เพื่อลดภาระการใช้พลังงานในการทำงาน
 ของเครื่องปรับอากาศ

หลักการและเหตุผล

ส่วนปรับอากาศภายในบ้าน ควรจะมีขนาดปริมาตรที่กะทัดรัด เพื่อให้เครื่องปรับอากาศ
 ทำงานน้อยลง ดังนั้นการจำกัดความสูงของห้องส่วนปรับอากาศไม่ให้สูงเกินความจำเป็น จะช่วย
 ลดภาระการใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากความสูงของห้อง จากพื้นถึงเพดาน โดยอ้างอิงความสูงขั้นต่ำจาก
 พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ต้อง
 มีระยะตั้ง(ความสูงจากพื้นถึงใต้เพดาน)ไม่น้อยกว่า 2.60 เมตร สำหรับอาคารอยู่อาศัย (แต่ใน
 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร กำหนดความสูงของห้องจากพื้นถึงใต้เพดาน ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 3.0 เมตร

ได้คะแนน 25 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่เกิน 3.0 เมตร

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่เกิน 2.80 เมตร

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่เกิน 2.60 เมตร

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดานในส่วน
 พื้นที่ปรับอากาศเป็นหลัก ในกรณีที่แต่ละห้องสูงไม่เท่ากัน ให้คิดเป็นความสูงเฉลี่ย

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 3. 2543.

กระทรวงพลังงาน. คู่มือบ้านอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2536.

วิทยา ขจรวิญญู และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศภาคทฤษฎี.

พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2538.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้

วัตถุประสงค์

จำกัดขนาดพื้นที่ของส่วนปรับอากาศ เพื่อลดภาระการใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

หลักการและเหตุผล

ส่วนปรับอากาศภายในบ้าน ควรจะมีขนาดพื้นที่ที่กะทัดรัด เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง ดังนั้นการจำกัดขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้ไม่ให้มากเกินไปจะช่วยลดภาระการใช้พลังงานในการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้ อ้างอิงพื้นที่ขั้นต่ำจากพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้พักอาศัย ต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับเป็นเกณฑ์ โดยให้พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน จะมีขนาดพื้นที่ที่กะทัดรัดในระดับผ่านเกณฑ์ แลพื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน จะมีขนาดพื้นที่ที่กะทัดรัดในระดับดีกว่าเกณฑ์ ตามรายละเอียดดังนี้

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อพื้นที่ส่วนปรับอากาศเกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน

ได้คะแนน 50 % เมื่อพื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน (ไม่เกิน 25 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 2 คน หรือ ไม่เกิน 35 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 3 คน)

ได้คะแนน 100 % เมื่อพื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 1 คน (ไม่เกิน 20 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 2 คน หรือ ไม่เกิน 30 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 3 คน)

หากมีผู้ใช้น้อยกว่า 1 คนขึ้นไป ให้คิดพื้นที่เพิ่มขึ้นทุก 10 ตารางเมตร ต่อจำนวนผู้ใช้ 1 คน

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้
แหล่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 3. 2543.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร.

กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด

พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical
housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.**

Townsville : Elsevier. (no date).

ส่วนระบายอากาศตามธรรมชาติ

2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

กำหนดขนาดความสูงและปริมาตรของห้อง เพื่อลดการสะสมความร้อนและเพิ่มพื้นที่การ
ถ่ายเทอากาศให้มากขึ้น

หลักการและเหตุผล

พื้นที่ส่วนที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติภายในบ้าน ควรจะมีขนาดความสูงและ
ปริมาตรที่มากเพียงพอ เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดีและลดการสะสมความร้อนภายในอาคาร
ดังนั้นการกำหนดความสูงของห้องส่วนที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติไม่ให้ต่ำจนเกินไป จะ
ช่วยลดการสะสมความร้อนและเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากความสูงของห้อง จากพื้นถึงเพดาน โดยอ้างอิงความสูงขั้นต่ำจาก
พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ต้อง
มีระยะค้ำ(ความสูงจากพื้นถึงใต้เพดาน) ไม่น้อยกว่า 2.60 เมตร สำหรับอาคารอยู่อาศัย (แต่ใน
ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร กำหนดความสูงของห้องจากพื้นถึงใต้เพดาน ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร

ได้คะแนน 25 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร

ได้คะแนน 75 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 3. 2543.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร.

กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.** Townsville : Elsevier. (no date).

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่าง

2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร

วัตถุประสงค์

ส่งเสริมการจัดองค์ประกอบทางกายภาพภายในอาคาร ที่ส่งผลต่อการกระจายแสงสว่างภายในอาคาร

หลักการและเหตุผล

สัดส่วนระหว่างความลึกของห้องกับความสูงของช่องเปิดมีผลต่อการรับแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร ห้องที่มีความลึกมากเกินไป จะทำให้แสงธรรมชาติจากภายนอกเข้าไปไม่ถึง ดังนั้นการออกแบบห้องที่มีความลึกเหมาะสมจะช่วยให้ภายในอาคารรับแสงธรรมชาติได้ทั่วถึง และช่วยลดภาระการใช้พลังงานในการให้ความสว่างได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนความลึกของห้องต่อของความสูงของช่องเปิด

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด

ได้คะแนน 25 % เมื่อความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด

ได้คะแนน 50 % เมื่อความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด

ได้คะแนน 100 % เมื่อความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบสัดส่วนความลึกของห้องต่อของความสูงของช่องเปิด จากรายละเอียด ในแบบก่อสร้าง/แบบสถาปัตยกรรม หรือตรวจสอบจากสถานที่จริง

แหล่งอ้างอิง

ธีรมน ไวโรจนกิจ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชา แสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง

วัตถุประสงค์

ส่งเสริมการจัดองค์ประกอบทางกายภาพภายในอาคาร ที่ส่งผลต่อการกระจายแสงสว่าง ภายในอาคาร

หลักการและเหตุผล

โดยทั่วไปวัสดุที่มีสีอ่อนจะมีการสะท้อนแสงที่มากกระทบได้มากกว่าวัสดุสีเข้ม การออกแบบผนังและฝ้าเพดานให้มีสีอ่อนจะช่วยให้แสงจากธรรมชาติหรือจากดวงโคมที่ตกกระทบ บนผนังและฝ้าเพดานมีการสะท้อนแสงได้ดี ส่งผลให้ภายในห้องหรืออาคารมีความสว่างมากขึ้น ดังนั้นผนังและฝ้าเพดานที่มีสีอ่อนจะช่วยเพิ่มความสว่างภายในอาคารให้มากขึ้น และช่วยลดภาระการใช้พลังงานในการให้ความสว่างได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสีของผนังและฝ้าเพดาน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อผนังและเพดานมีสีเข้ม

ได้คะแนน 25 % เมื่อผนังและเพดานมีสีค่อนข้างเข้ม

ได้คะแนน 50 % เมื่อผนังและเพดานมีสีปานกลาง

ได้คะแนน 75 % เมื่อผนังและเพดานมีสีโทนอ่อน

ได้คะแนน 100 % เมื่อผนังและเพดานเป็นผิวสะท้อนแสง

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบสีของผนังและฝ้าเพดาน จากรายละเอียดในแบบก่อสร้าง/แบบสถาปัตยกรรม หรือตรวจสอบจากสถานที่จริง

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชา แสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

2.5 การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการเกิดความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร จากการการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสม

หลักการและเหตุผล

การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปจะเกิดความร้อนและถ่ายเทความร้อนออกมาสู่ภายในอาคาร ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นอันเนื่องมาจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ซึ่งเพิ่มภาระการใช้พลังงานในการสร้างสภาวะความสบายภายในพื้นที่ปรับอากาศของอาคาร ดังนั้นการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ จะช่วยลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ

ได้คะแนน 50 % เมื่อจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ

ได้คะแนน 100 % เมื่อจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศและอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. คู่มือบ้านอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่ชุด “สาระวิธีประหยัดไฟ”. กรุงเทพฯ : กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2546.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ อนุรักษ์พลังงาน การจัดการการใช้

พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. **สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิต.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

2.6 การพึ่งพาธรรมชาติ

2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยการพึ่งพาธรรมชาติ

หลักการและเหตุผล

ระบบระบายอากาศตามธรรมชาติ (Natural ventilation) เป็นระบบธรรมชาติระบบหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานได้ หากแต่แนวทางการออกแบบที่พักอาศัยในปัจจุบันยังมีได้มีการนำเทคนิคนี้มาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม ทำให้สภาวะแวดล้อมภายในของอาคารพักอาศัยส่วนใหญ่อยู่นอกเขตสภาวะความสบาย ซึ่งผู้ใช้อาคารมักจะแก้ปัญหาด้วยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การออกแบบเพื่อส่งเสริมระบบระบายอากาศตามธรรมชาติจึงเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งจะลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาการระบายอากาศธรรมชาติ (มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % และไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น) ในพื้นที่ใช้สอยหลักสำหรับอาคารพักอาศัย หมายถึง ห้องนอน ห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ห้องทานอาหาร และห้องทำงาน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ

ได้คะแนน 20 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว

ได้คะแนน 30 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วน

ใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

ได้คะแนน 40 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

ได้คะแนน 50 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว

ได้คะแนน 60 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วน

ใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

ได้คะแนน 70 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

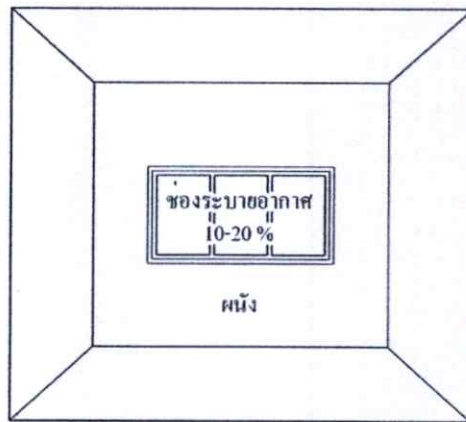
ได้คะแนน 80 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว

ได้คะแนน 90 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

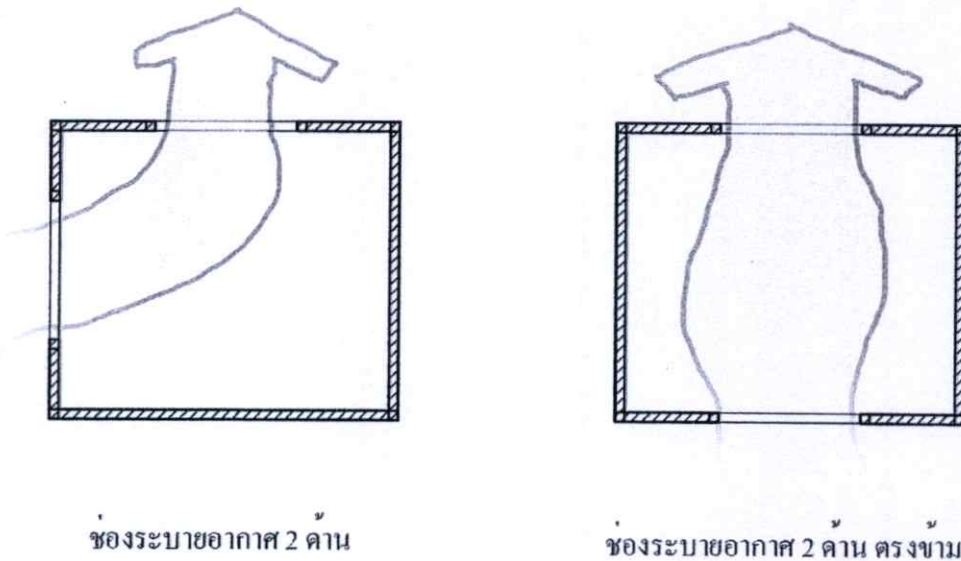
ได้คะแนน 100 % เมื่อพื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม หรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักที่มีช่องระบายอากาศด้านต่างๆ



ภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างผนังอาคาร เพื่อคำนวณสัดส่วนพื้นที่ช่องระบายอากาศต่อพื้นที่ผนัง



ภาพที่ 4.10 แสดงภาพตัวอย่างผังอาคาร เพื่อพิจารณาดำเนินตำแหน่งช่องระบายอากาศ

แหล่งอ้างอิง

ธีรมน ไวโรจนกิจ. การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อม
อาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ตรีงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นำอักษร
การพิมพ์. 2521.

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด
พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of tropical
housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.**
Townsville : Elsevier. (no date).

2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักทั้งหมดที่ได้รับแสงธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยการพึ่งพาแสงธรรมชาติ

หลักการและเหตุผล

เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติ (day lighting) เป็นระบบธรรมชาติระบบหนึ่งที่สามารถนำมา
ประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานได้ นอกจากนี้การใช้แสงธรรมชาติภายใน
อาคารยังช่วยให้คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคารดีขึ้น เนื่องจากแสงธรรมชาติเป็น
แหล่งกำเนิดแสงที่ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน และมีกระบวนการเทียบเคียงสีของแสงที่เป็นธรรมชาติ
อย่างไรก็ตามการรับแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารควรคำนึงถึงการป้องกันความร้อนควบคู่
กันไปด้วย เมื่อพิจารณาดำเนินการที่ตั้งของประเทศไทยกับการโคจรของดวงอาทิตย์ พบว่าการเปิดรับ
แสงธรรมชาติจากด้านทิศเหนือจะเหมาะสมที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักที่ได้รับแสงธรรมชาติ และป้องกันรังสีตรงจากดวง
อาทิตย์อย่างเหมาะสม โดยที่พื้นที่นั้นต้องมีขนาดช่องแสงไม่ต่ำกว่า 15% ของพื้นที่ใช้งาน โดย
พื้นที่ใช้สอยหลักสำหรับอาคารพักอาศัย หมายถึง ห้องนอน ห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ห้องทาน
อาหาร ห้องครัว และห้องทำงาน

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ น้อยกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

ได้คะแนน 20 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

ได้คะแนน 35 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

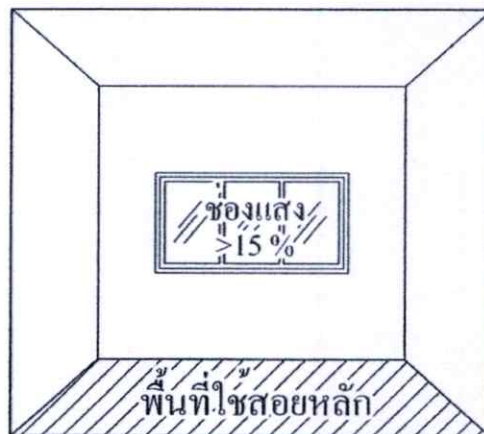
ได้คะแนน 50 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

ได้คะแนน 75 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

ได้คะแนน 100 % เมื่อเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม หรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักที่ได้รับแสงธรรมชาติ โดยที่พื้นที่นั้นต้องมีขนาดช่องแสงไม่ต่ำกว่า 15% ของพื้นที่ใช้งาน



ภาพที่ 4.11 แสดงภาพตัวอย่างผนังอาคาร เพื่อพิจารณาพื้นที่ใช้สอยหลักที่ได้รับแสงธรรมชาติ

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐั อนุรักษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชาแสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

András Majoros. **Daylighting**. Townsville : University of Queensland. (no date).

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design**.

Townsville : Elsevier. (no date).

2.7 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ

2.7.1 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมเทคนิคและกลยุทธ์อื่นๆ ในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน นอกเหนือจากหัวข้อที่มีในแบบประเมินนี้ โดยใช้เทคนิคหรือวิธีการที่เป็นไปได้จริงกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

หลักการและเหตุผล

เกณฑ์การประเมินฯ นี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาครอบคลุมปัจจัยต่างๆ ในด้านกระประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเป็นหลัก หัวข้อการประเมิน “เทคนิคการออกแบบอื่นๆ” นี้ ได้ถูกจัดตั้งขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมและเปิดโอกาสให้มีการใช้เทคนิคและกลยุทธ์อื่นๆ ที่เป็นไปได้จริงกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานในอาคาร นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในเกณฑ์การประเมินฯ ซึ่งผู้วิจัยรวบรวมได้ดังนี้

การออกแบบเนินดินรอบอาคารเพื่อลดหรือป้องกันการสะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร โดยปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้เอียงไปทางทิศเหนือ(north slope) หรือทิศตะวันออก(east slope) เพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง และการปรับแต่งเนินดินรอบอาคารที่เหมาะสมยังช่วยควบคุมกระแสลมให้สามารถพัดผ่านตัวอาคาร ได้ดีขึ้นด้วย

ระบบทำความเย็นโดยการพ่นน้ำบนหลังคา (indirect evaporative cooling) เป็นพ่นน้ำเพื่อการลดอุณหภูมิของหลังคาจากตัวแปรส่วนของวัสดุผนังหลังคา ส่งผลให้มีการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านหลังคาน้อยลง

การปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร เพื่อให้ร่มเงาแก่ผนังและได้รับความเย็นจากการระเหยของไอน้ำ

การปลูกต้นไม้บนหลังคา (Roof gardens) เพื่อเป็นฉนวนและให้ร่มเงาแก่หลังคา

การใช้ความเย็นจากดินหรือจากสระน้ำ โดยปกติแล้ว อุณหภูมิของดินจะเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่เย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยให้พื้นชั้นล่างของอาคารสัมผัสกับผิวดิน หรือออกแบบให้ผนังอาคารบางส่วนอยู่ในดิน จะทำให้ภายในอาคารได้รับความเย็นจากดินไปด้วย หรือใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (ความลึกตั้งแต่ 1.5 เมตรขึ้นไป) สร้างความเย็น

ให้กับสภาพแวดล้อมและอาคาร โดยให้มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ จะช่วยลดการใช้พลังงานในการสร้างสภาวะความสบายภายในพื้นที่ไม่ปรับอากาศของอาคาร

การจัดพื้นที่ใช้สอยต่างๆที่ไม่ปรับอากาศภายในบ้าน โดยไม่มีผนังหรือเครื่องเรือนแบบทึบกันเพื่อเพิ่มพื้นที่โล่งภายในอาคาร หรือเรียกว่าการจัดวางผังแบบโปร่ง(open plan) ช่วยให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น และยังได้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นด้วย

การเลือกใช้ระบบหิ้งสะท้อนแสง (lightshelf) เป็นการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่าง

การใช้ระบบผนังปล่องรังสีอาทิตย์(trombe wall) หรือระบบหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ (roof solar collector) เป็นการระบายอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความสูงหรือมีความแตกต่างของอุณหภูมิของช่องทางเข้าและทางออกมาก ระบบนี้ช่วยให้อากาศในอาคารได้เคลื่อนไหวโดยอากาศร้อนซึ่งเบากว่าอากาศเย็นจะลอยสูงขึ้น ในขณะที่อากาศเย็นซึ่งมีความหนักกว่าและมีลักษณะการไหลคล้ายน้ำก็จะไหลลงไปแทนที่ด้านล่าง สามารถใช้กับบ้านที่มีพื้นที่แคบหรืออยู่ในพื้นที่อับลมซึ่งไม่สามารถระบายอากาศโดยให้ลมพัดผ่านได้

การเลือกใช้อุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถควบคุมและปรับแสงสว่างภายในอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง ช่วยลดความร้อนภายในอาคารที่เกิดจากการเปิดช่องแสงมากเกินไปจนเกินไป

การระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาอย่างเหมาะสม จะช่วยระบายความร้อนจากใต้หลังคา ทำให้พื้นที่ใต้หลังคาเย็นลง ส่งผลให้ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางหลังคาน้อยลงด้วย

การมีช่องเปิดส่วนใหญ่ของอาคาร อยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับทิศทางลมประจำถิ่น (สำหรับกทม.คือทิศใต้) จะช่วยให้รับลมเข้าภายในอาคารได้ดีขึ้น

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการเทคนิคหรือวิธีการที่เป็นไปได้จริงกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อไม่มีการใช้เทคนิคหรือการออกแบบอื่นๆ เพื่อช่วยประหยัดหรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเลย

ได้คะแนน 50 % เมื่อใช้การออกแบบเนินดินรอบอาคารเพื่อลดหรือป้องกันการสะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีระบบทำความเย็น โดยการพ่นน้ำบนหลังคา (indirect evaporative cooling)

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร เพื่อให้ร่มเงาแก่ผนังและได้รับความเย็นจากการระเหยของไอน้ำ

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการปลูกต้นไม้บนหลังคา (Roof gardens) เพื่อเป็นฉนวนและให้ร่มเงาแก่หลังคา

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการนำความเย็นจากดินหรือจากสระน้ำ มาช่วยสร้างสภาวะความสบายภายในพื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศของอาคาร

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการจัดพื้นที่ใช้สอยต่างๆที่ไม่ปรับอากาศภายในบ้าน แบบ โปร่ง (open plan) เพื่อรับลมและแสงธรรมชาติ

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการเลือกใช้ระบบหิ้งสะท้อนแสง (lightshelf)

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการใช้ระบบผนังปล่องรังสีอาทิตย์ (trombe wall) หรือระบบหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ (roof solar collector)

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการเลือกใช้อุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีการระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาอย่างเหมาะสม

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีช่องเปิดส่วนใหญ่ของอาคาร อยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับทิศทางลมประจำถิ่น (สำหรับกทม.คือทิศใต้)

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่แสดงเทคนิคและกลยุทธ์อื่นๆในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานที่เป็นไปได้จริงกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะได้รับอย่างชัดเจน

แหล่งอ้างอิง

ตรึงใจ บุรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์. 2521.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

ปฏิภาณ ชาญชัยศรี. “ระบบทำความเย็นโดยการพ่นน้ำบนหลังคาแบบจังหวะเวลาสำหรับอาคารพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯ.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 2546.

มาลินี ศรีสุวรรณ. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2543.

เรณู ด่านกุล. “การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสถานศึกษา กรณีศึกษา : อาคารเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาศาสตร์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัด
พลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. **Manual of Tropical
housing and building Part one : Climate design.** London : Longman. 1972.

Steven V, Szokolay. **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design.**
Townsville : Elsevier. (no date).

หมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ และออกแบบระบบ
ประกอบอาคารให้เกิดประสิทธิภาพประหยัดพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยมีเนื้อหาครอบคลุมอุปกรณ์
ไฟฟ้ารวมถึงระบบประกอบอาคารด้านต่างๆที่มีผลต่อภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ซึ่ง
แบ่งเป็นหัวข้อไว้ดังนี้

3.1 ระบบปรับอากาศ (ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศเลย ไม่ต้องทำในหัวข้อนี้)

3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการงดใช้เครื่องปรับอากาศ โดยใช้ระบบปรับเย็นทาง
ธรรมชาติแทน

หลักการและเหตุผล

อาคารพักอาศัยส่วนใหญ่มักมีการออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จาก
ธรรมชาติโดยเฉพาะการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิภายในอาคาร จึงทำให้ต้องมีการใช้
เครื่องปรับอากาศแม้สภาพภูมิอากาศจะอยู่ในสภาวะน่าสบายหรือไม่ร้อนมาก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่ง
ของการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง สำหรับอาคารพักอาศัยหากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อ
การใช้ระบบธรรมชาติและได้รับการออกแบบที่สอดคล้องจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจาก
การปรับอากาศได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาตามสัดส่วนของพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารทั้งหมด

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อพื้นที่ปรับอากาศมากกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคาร
ทั้งหมด

ได้คะแนน 25 % เมื่อพื้นที่ปรับอากาศมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด

ได้คะแนน 50 % เมื่อพื้นที่ปรับอากาศมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด

ได้คะแนน 75 % เมื่อพื้นที่ปรับอากาศมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด

ได้คะแนน 100 % เมื่อพื้นที่ปรับอากาศไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ

แหล่งอ้างอิง

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : นวัตกรรมพิมพ์. 2521.

ตรึงใจ บูรณสมภพ. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2524.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.

อรศิริ ปาณินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

วัตถุประสงค์

เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

หลักการและเหตุผล

ด้วยเทคโนโลยีของการผลิตเครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน สามารถผลิตเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ในกรณีจำเป็นที่ต้องเปิดเครื่องปรับอากาศจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานมากขึ้น

เกณฑ์ในการพิจารณา

ตรวจสอบรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรือผ่านเกณฑ์อื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเบอร์ 5 ตามที่ได้แสดงไว้บนฉลากแสดงประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศ โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่น ๆ ที่ดีกว่า

ได้คะแนน 100 % เมื่อเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่น ๆ ที่ดีกว่า

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริง จากแบบสถาปัตยกรรมแบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงเครื่องปรับอากาศที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าเบอร์ 5

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู'รักษ์พลังงาน การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู'รักษ์พลังงาน เครื่องปรับอากาศในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

วิทยา ยงเจริญ และธนู วิมูลยานนท์, ผู้แปล. พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศภาคทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2538.

3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

หลักการและเหตุผล

การออกแบบและการเลือกใช้อุปกรณ์ปรับอากาศที่เหมาะสมจะทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารน้อยลง ดังนั้นภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศก็น้อยลงตาม ทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ตามอาคารพักอาศัยทั่ว ๆ ไปที่ก่อสร้างในอดีตหรือปัจจุบัน

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาตามสัดส่วนของขนาดของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีการปรับอากาศทั้งหมด ต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทั้งหมด โดยพิจารณาจากเกณฑ์ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอยและกิจกรรมการใช้งาน

ขนาดเครื่อง (บีทียู/ช.ม)	ขนาดห้อง (ตารางเมตร)				
	ห้องนอน	ห้องนอนโดนแดด	ห้องรับแขก	ห้องทำงาน	ห้องทำงานโดนแดด
9,000	12-18	10-16	16-20	14-18	12-16
12,000	16-22	14-20	16-20	14-18	12-16
15,300	20-28	18-26	20-26	18-23	15-20
18,000	24-33	21-30	24-30	21-27	18-24
20,800	28-38	24-35	28-35	24-31	21-28
22,800	30-42	27-38	30-38	27-34	23-30
27,200	36-50	32-45	36-45	32-41	27-36
32,800	44-60	38-55	44-55	38-49	33-44
38,000	51-70	44-63	51-63	44-57	38-51
53,000	71-97	62-88	62-80	62-80	53-71
64,400	86-118	75-107	75-97	75-97	64-86

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่

ได้คะแนน 100 % เมื่อขนาดเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบ และคำนวณขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีการปรับอากาศทั้งหมดต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทั้งหมด จากแบบก่อสร้างและรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู อนุรักษ์พลังงาน การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู อนุรักษ์พลังงาน เครื่องปรับอากาศในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

วิทยา ขงเจริญ และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศภาคทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2538.

3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value)ของผนังภายในกันส่วนปรับ

อากาศ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศโดยการลดความร้อนที่เข้ามาจากการนำความร้อนส่วนพื้นที่ภายในอาคารที่ไม่ปรับอากาศผ่านทางผนังภายในที่กันพื้นที่ปรับอากาศ

หลักการและเหตุผล

การนำความร้อน (Condition heat gain) จะเกิดขึ้นในกรณีที่พื้นที่ทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนั้นในอาคารที่ไม่ปรับอากาศทั้งหมด หรือมีการปรับอากาศเฉพาะพื้นที่ใช้งานบางส่วน การออกแบบผนังภายในที่กันพื้นที่ส่วนปรับอากาศให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมที่ต่ำจะช่วยลดความร้อนที่เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ ทำให้ภาระการทำความเย็นของอาคารลดลงและประหยัดพลังงาน

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากคุณสมบัติของวัสดุผนังที่กันระหว่างพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ที่ไม่มีการปรับอากาศ

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่า U-value มากกว่า 1.5 W/m² °C

ได้คะแนน 25 % เมื่อค่า U-value มากกว่า 1.2 W/m² °C แต่ไม่เกิน 1.5 W/m² °C

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่า U-value มากกว่า 0.9 W/m² °C แต่ไม่เกิน 1.2 W/m² °C

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่า U-value ไม่เกิน 0.9 W/m² °C

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-value) ของวัสดุผนังที่กันระหว่างพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ที่ไม่มีการปรับอากาศ โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \sum R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมผนัง มีหน่วยเป็น W / m² °C

$\sum R$ = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น W / m² °C

หมายเหตุ : คูตัวอย่างข้อมูลวัสดุต่างๆเพื่อการคำนวณที่ภาคผนวก ค

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู อนุรักษ์พลังงาน เครื่องปรับอากาศในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

- วิทยา ยงเจริญ และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. **พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศภาคทฤษฎี.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2538.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. **โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV.** [Software]. กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541.
- สุนทร บุญญาธิการ และ วรสันต์ บุรณากาญจน์. **วัสดุประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). **คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547.
- András Zöld and Steven V, Szokolay. **Thermal Insulation.** Townsville : University of Queensland. (no date).

3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser)

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

หลักการและเหตุผล

การให้คอยล์ร้อน (Condenser) ของเครื่องปรับอากาศคอนแสลงแดดจะทำให้เครื่องทำงานหนักและใช้พลังงานมากขึ้นในการทำความเย็น การศึกษาวิจัยพบว่า การให้ร่มเงาแก่คอยล์ร้อน (Condenser) สามารถช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศลงได้ ประมาณ 10% และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องให้ยาวนานขึ้นอีกด้วย

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการให้ร่มเงาแก่คอยล์ร้อน (Condenser) นอกอาคารด้วยการใช้พืชพรรณ อาทิ เช่น ไม้ยืนต้น ชุ่มไม้เลื้อย หรือสิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะที่ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก ทิศใต้ หรือทิศตะวันตก

- ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อคอยล์ร้อน (Condenser) ไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
- ได้คะแนน 50 % เมื่อคอยล์ร้อน (Condenser) บางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
- ได้คะแนน 100 % เมื่อคอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบ การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) จากแบบก่อสร้างและรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง หรือตรวจสอบสถานที่จริง

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู 'รักษ์พลังงาน เครื่องปรับอากาศในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

วิทยา ยงเจริญ และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศภาคทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2538.

3.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างประหยัด

หลักการและเหตุผล

การกำหนดเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเป็นการส่งเสริมให้มีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน

เกณฑ์การให้คะแนน

ผ่านข้อกำหนดด้านเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน ซึ่งอ้างอิงมาจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในส่วนของอาคารชุด เนื่องจากเป็นอาคารประเภทพักอาศัยเช่นเดียวกับบ้านเดี่ยว (การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ) ได้กำหนดให้การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารชุดต้องใช้กำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดไม่เกิน 12 W/m^2 และได้ปรับค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเพื่อใช้ตั้งเกณฑ์ โดยกำหนดให้

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเกิน 25 W/m^2

ได้คะแนน 50 % เมื่อค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในมากกว่า 12 W/m^2 แต่ไม่เกิน 25 W/m^2

ได้คะแนน 100 % เมื่อค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m^2

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบและประเมินค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ติดตั้งในอาคาร(คือค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคาร โดยไม่รวมพื้นที่ที่จอดรถ) โดยใช้วิธีคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 จากสมการต่อไปนี้

$$PD = \frac{LW + BW}{GR}$$

GR

เมื่อ PD คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคาร (W/m^2)

LW คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร (W)

BW คือ ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร (W)

GR คือ พื้นที่ใช้งานในอาคาร (m²)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นอกจากข้อกำหนดด้านเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในแล้ว ควรคำนึงถึงคุณภาพความส่องสว่างเพื่อให้เกิดการใช้งานในระดับความสว่างที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปจะวัดจากระดับความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ ในพื้นที่ใช้สอยหลักของอาคาร อ้างอิงกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้จากมาตรฐานของคณะกรรมการมาตรฐานแสงสว่างสากล (CIE : Commission International de L'Eclairage)

ตารางที่ 4.3 แสดงระดับความสว่างสำหรับกิจกรรมต่างๆในบ้านพักอาศัย ตามมาตรฐาน CIE

ลักษณะพื้นที่ใช้สอยและกิจกรรม	ระดับความสว่างต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่เกิดกิจกรรม (lux)
ห้องนอน	
- ทั่วไป	50
- ไฟหัวเตียง	200
- โต๊ะอ่านหนังสือ	500
ห้องเด็กอ่อน	150
ห้องน้ำ	
- ทั่วไป	100
- โถงหมวด หรือแต่งหน้า	500
ห้องรับแขกหรือพักผ่อน	
- ทั่วไป	100
- อ่านหนังสือ หรือเขียนผ้า	500
ห้องทำงาน	300
บันได	100
ครัวและห้องรับประทานอาหาร	
- ทั่วไป	300
- พื้นที่ประกอบอาหาร	500
- โต๊ะรับประทานอาหาร	200
ห้องซักรีด	
- ทั่วไป	100
- รีดผ้า	100
ห้องเก็บของ	100

ที่มา : มาตรฐานแสงสว่างสากล (Commission International de L'Eclairage)

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐั ร์กัษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. 2535.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชาแสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

András Majoros. **Daylighting**. Townsville : University of Queensland. (no date).

3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง

หลักการและเหตุผล

ส่วนหนึ่งของการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยคือการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงจะช่วยลดการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากสัดส่วนการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อสัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 50 %

ได้คะแนน 25 % เมื่อสัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %

ได้คะแนน 50 % เมื่อสัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %

ได้คะแนน 75 % เมื่อสัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %

ได้คะแนน 100 % เมื่อสัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์มากกว่า 80 %

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบการใช้หลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง โดยเทียบค่าเป็นร้อยละของจำนวนหลอดไฟทั้งหมดที่ใช้ภายในอาคาร

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้'รักษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชาแสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

3.2.3 ประสิทธิภาพบัลลาสต์ (ถ้าไม่มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เลย ไม่ต้องทำข้อนี้)

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการเลือกใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

หลักการและเหตุผล

ส่วนหนึ่งของการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยคือการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงจะช่วยลดการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

โดยพิจารณาจากการใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง สำหรับดวงโคมที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อใช้บัลลาสต์ธรรมดา (ขนาด 10 วัตต์)

ได้คะแนน 50 % เมื่อใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ (ขนาด 7 วัตต์)

ได้คะแนน 100 % เมื่อใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่ำกว่า 1-3 วัตต์)

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบการใช้บัลลาสต์ จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้'รักษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

3.2.4 การใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่าง

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

หลักการและเหตุผล

ส่วนหนึ่งของการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยคือการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อไม่มีความจำเป็น

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานอย่างน้อย 20% ของสวิทช์ควบคุมไฟฟ้าทั้งหมด โดยสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น ระบบสวิทช์แบบตั้งเวลา (timer) ระบบสวิทช์แบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (occupancy sensor) ระบบสวิทช์ปรับระดับความส่องสว่าง (dimmer) ระบบสวิทช์ปรับแสงตามระดับความส่องสว่างของแสงธรรมชาติ (daylight-linked dimming system) และระบบอื่นๆ

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อไม่มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน
ได้คะแนน 10 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนไม่เกิน 20 %

ได้คะแนน 20 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %

ได้คะแนน 30 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %

ได้คะแนน 40 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 %

ได้คะแนน 50 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %

ได้คะแนน 65 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %

ได้คะแนน 80 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %

ได้คะแนน 100 % เมื่อมีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 80 %

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐู'รักษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง.

พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

ธีรมน ไวโรจนกิจ. แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชาแสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์).

3.3 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

3.3.1 การควบคุมกระแสไฟฟ้ารั่วไหล

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการสูญเสียพลังงานในระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

หลักการและเหตุผล

การสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ในระบบจ่ายไฟฟ้ากำลังส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ หากมีการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน จะช่วยแก้ปัญหาไฟรั่วลงดินในกรณีที่ตรวจสอบสาเหตุได้ยาก โดยเฉพาะระบบการเดินท่อแบบหุ้ม หรือฝังในผนังอาคารและ โครงสร้างอาคารได้

เกณฑ์ในการพิจารณา

โดยพิจารณาการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อไม่มีการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน

ได้คะแนน 100 % เมื่อติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง หรือตรวจสอบสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงว่ามี การติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker

แหล่งอ้างอิง

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. รายงานผลการศึกษาเรื่องเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาเลือกซื้อบ้านจัดสรรประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2547.

3.4 ระบบสุขาภิบาล (เลือกระหว่าง ก. ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ หรือ ข. ใช้เครื่องปั้มน้ำ)

ก. ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบสุขาภิบาลโดยการไม่ใช้ปั้มน้ำ

หลักการและเหตุผล

การไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำจะช่วยให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น หากมีการออกแบบหรือวางแผนการจัดการน้ำใช้ไว้อย่างเพียงพอ แม้ไม่มีเครื่องปั้มน้ำก็ตาม

เกณฑ์ในการพิจารณา

โดยพิจารณาหากไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ

ได้คะแนน 50 % เมื่อไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ

ได้คะแนน 65 % เมื่อไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ และออกแบบหรือจัดการการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและเพียงพอ

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสุขาภิบาล แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงว่าไม่มีการติดตั้งเครื่องปั้มน้ำ

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐั 'รักษ์พลังงาน ปั้มน้ำในบ้าน.

พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

ข. ใช้ปั้มน้ำ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดพลังงานในระบบสุขาภิบาลโดยการใช้ปั้มน้ำประสิทธิภาพสูง และการจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านปั้มน้ำ

หลักการและเหตุผล

พื้นที่ก่อสร้างในหลาย ๆ ส่วนไม่จำเป็นต้องมีการติดตั้งปั้มน้ำเนื่องจากมีแรงดันน้ำจากระบบประปาสาธารณะที่เพียงพอต่อการใช้สอยประจำวัน การมีระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านปั้มน้ำ

จะเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้อยู่อาศัยในการเลือกใช้หรือไม่ใช้ปั๊มน้ำในการอยู่อาศัย นอกจากนี้การมีระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านปั๊มน้ำยังจะเป็นผลดีในกรณีที่กระแสไฟฟ้าดับ โดยผู้อยู่อาศัยยังสามารถใช้น้ำได้แม้ไม่มีไฟฟ้าก็ตาม และหากเลือกใช้ปั๊มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง จะส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานมากขึ้น

เกณฑ์ในการพิจารณา

โดยพิจารณาหากมีระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านปั๊มน้ำ และเลือกใช้ปั๊มน้ำประสิทธิภาพสูงพิจารณาจากขนาดมอเตอร์ (ครอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงท่อ 12 ม.)

ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)

ได้คะแนน 25 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)

ได้คะแนน 50 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)

ได้คะแนน 65 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า)

ได้คะแนน 80 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า)

ได้คะแนน 100 % เมื่อใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า)

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบแบบสุขาภิบาล แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงระบบท่อจ่ายน้ำที่ไม่ผ่านปั๊มน้ำ และขนาดมอเตอร์ของเครื่องปั๊มน้ำ

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐั อนุรักษ์พลังงาน ปั๊มน้ำในบ้าน.

พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

3.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร

3.5.1 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน

หลักการและเหตุผล

การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน จะช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและคุ้มค่า

เกณฑ์ในการพิจารณา

พิจารณาจากการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน
ไม่ได้คะแนน หรือ 0 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัด
พลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนไม่เกิน 40 %

ได้คะแนน 20 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์
5 มีสัดส่วนมากกว่า 40 %

ได้คะแนน 35 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์
5 มีสัดส่วนมากกว่า 50 %

ได้คะแนน 50 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์
5 มีสัดส่วนมากกว่า 60 %

ได้คะแนน 75 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์
5 มีสัดส่วนมากกว่า 70 %

ได้คะแนน 100 % เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน
เบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 80 %

วิธีการประเมิน

ผู้ประเมินตรวจสอบรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริง จากรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า
หรือตรวจสอบสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรือมี
ประสิทธิภาพสูงกว่าเบอร์ 5

แหล่งอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่ชุด “สาระวิธีประหยัดไฟ”. กรุงเทพฯ : กองทุนเพื่อส่งเสริม
การอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2546.

กระทรวงพลังงาน. แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.

กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2547.

กระทรวงพลังงาน. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด ฐั ’รักษ์พลังงาน การจัดการการใช้
พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548.

4.2 รูปแบบการคิดคะแนนในการประเมิน

ในการประเมินฯ ในแต่ละข้อ หลังจากวัดหรือคำนวณค่าต่างๆ ในแต่ละข้อปัจจัยเพื่ออ้างอิงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว จะได้คะแนนแต่ละข้อเป็นร้อยละ(%)

หลังจากทำแบบประเมินทุกข้อแล้ว จะนำคะแนนจากทุกข้อย่อยในหมวดหมู่เดียวกันจะคิดเป็นร้อยละ(%)ของคะแนนหมวดหมู่นั้น โดยนำผลรวมคะแนนของข้อย่อยทั้งหมดของหมวดนั้นหารด้วยจำนวนข้อย่อยที่ทำ ดังสมการนี้

$$\text{คะแนนเฉลี่ยแต่ละหมวด} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทุกข้อย่อย}}{\text{จำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนั้น}}$$

ผลจากการสรุปคะแนนเฉลี่ยในแต่ละหมวดหมู่ ทำให้ทราบถึงภาพรวมของระดับคะแนนในแต่ละหมวด ซึ่งหากได้คะแนนในหมวดนั้นเกินร้อยละ 50 จะถือว่าผ่านเกณฑ์

จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยแต่ละหมวด มาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยรวม โดยอ้างอิงกับสัดส่วนน้ำหนักคะแนนแต่ละหมวดหมู่ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงการคิดคะแนนเฉลี่ยรวมจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละหมวดหมู่

	หมวดที่ 1	หมวดที่ 2	หมวดที่ 3
คะแนนเฉลี่ยที่ได้ (%)			
	(× 20) 100	(× 60) 100	(× 20) 100
คะแนนเฉลี่ยอ้างอิงสัดส่วนคะแนน (%)	+	+	=
			คะแนนเฉลี่ยรวม

ผลคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้ บอกถึงระดับประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารในชั้นตอนสุดท้าย ซึ่งอ้างอิงตามเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

เกณฑ์คะแนนที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 3 ระดับ ถ้าผลคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้เกินครึ่ง(มากกว่าร้อยละ 50 คะแนน)ของเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไปจนถึงร้อยละ 65 คะแนน หมายความว่าประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์หรือน่าพอใจ ถ้าผลคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้มากกว่าร้อยละ 65 ขึ้นไปจนถึงร้อยละ 80 คะแนน จะหมายความว่าประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวอยู่ในระดับเกณฑ์ดี และถ้าผลคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้มากกว่าร้อยละ 80 คะแนน จะหมายความว่าประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวอยู่ในระดับเกณฑ์ดีเยี่ยม

4.3 แบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์และรูปแบบการประเมินดังกล่าวเป็นแบบทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงแบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวฯ

1. สภาพแวดล้อมอาคาร	
1.1 ผังบริเวณและสิ่งแวดลอมรอบอาคาร	
1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน	
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน
1.1.2 สัดส่วนพื้นที่ลาดเชิงค่อพื้นที่เปิดโล่ง	
0	- มีพื้นที่ลาดเชิง เกิน 40 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
25	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
50	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
75	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
100	- มีพื้นที่ลาดเชิง ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่เปิด โล่งทั้งหมด
1.1.3 สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้	
0	- มีการเปิดช่องเปิด ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้าง ได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้าง ได้ทั้งหมด
1.2 ภูมิสถาปัตยกรรม	
1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง	
0	- พื้นที่ลาดเชิงล้วน
25	- พื้นที่ลาดดินและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มี ไม้ใหญ่และ ไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มี ไม้ใหญ่และ ไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
1.2.2 ตำแหน่งพื้นที่ลาดเชิงกลางมายัง	
0	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 1 ที่ได้ทั้งหมด หารด้วย 5) คะแนนเฉลี่ย	
	%

2. ลักษณะทางสถาปัตยกรรม			
2.1 การวางทิศทางอาคาร			
2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการ โจรของดวงอาทิตย์			
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก		
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วน $I : < 1.1$		
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $I : 1.1-1.6$		
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $I : > 1.6$		
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก		
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $I : < 1.1$		
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $I : 1.1-1.3$		
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $I : > 1.3$		
2.2 เปลือกอาคาร			
การป้องกันความร้อนผ่านหลังคา			
2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (ค่า U-value)			
0	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value > 1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงแผ่นไม้	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
25	- หลังคามุงแฝก หญ้าคา หรือคับจาก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดาน ไม้ไผ่สาน หรือฝ้าไม้อัด	

25	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
50	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.6 -0.9 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
75	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นเหล็กเคลือบ	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
		มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
100	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value < 0.3 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
การป้องกันความร้อนจากผนังภายนอกและหน้าต่าง			
2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร (ค่า U-value)			
0	- ผนังอิฐมวลเบา ไม้ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	
	- ผนังไม้ซุงเกล็ด	หนา 1.5 ซม.	
- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.		

0	- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
		หนา 20 ซม.	
		- ผนัง EIFS	

2.2.3 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตูหน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร (ค่า U-value) / ไม่รวมกระจก

0	- ใช้บานประตูหน้าต่าง ทำจากโลหะ เหล็กกล้า	U-value > 2.7 W / m ² °C
25	- ใช้บานประตูหน้าต่าง ทำจากอลูมิเนียมที่หนาเกิน 2 มม.	U-value = 1.8 -2.7 W / m ² °C
50	- ใช้บานประตูหน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนา 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 มม.	U-value = 0.9 -1.8 W / m ² °C
100	- ใช้บานประตูหน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนามากกว่า 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 มม. มีฉนวนข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C

2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร / ถ้าไม่ใช่กระจกไม่ต้องทำข้อนี้

0	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 3 – 8 มม.	SC ₁ มากกว่า 0.90
25	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 10 – 12 มม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.70 ไม่เกิน 0.90
50	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 มม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.50 ไม่เกิน 0.70
	- ใช้กระจกสีเข้ม (Dark-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 มม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 5 – 8 มม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเข้ม (Dark Heat Reflective Glass)	หนา 3 – 5 มม.	
75	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 12 มม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.30 ไม่เกิน 0.50
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 6 - 8 มม.	
100	- ใช้กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E	-	SC ₁ น้อยกว่า 0.30
	- ใช้กระจก Heat-stop on VGN	-	
	- ใช้กระจก Heat-stop on RSCAZ	-	

2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร / ถ้าไม่มีหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ด้านทิศใต้ ไม่ต้องทำข้อนี้

0	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 60°
25	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 55° แต่ไม่เกิน 60°
50	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 50° แต่ไม่เกิน 55°
75	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 45° แต่ไม่เกิน 50°
100	- มุม VSA ด้านทิศใต้ ไม่เกิน 45°

2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังภายนอกอาคาร (WWR) ด้านทิศตะวันตก ตะวันตก/ใต้ และใต้

0	- มากกว่า 20 %
---	----------------

25	- มากกว่า 15 % แต่ไม่เกิน 20 %
50	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 15 %
75	- มากกว่า 5 % แต่ไม่เกิน 10 %
100	- ไม่เกิน 5 %
2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังภายนอกอาคาร(WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้	
0	- มากกว่า 40 %
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 %
100	- ไม่เกิน 10 %
2.2.8 สีผิวผนังภายนอกและค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์	
0	- สีผิวผนังภายนอกเป็นสีเข้ม (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.8)
25	- สีผิวผนังภายนอกเป็นสีค่อนข้างเข้ม (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.6 แต่ไม่เกิน 0.8)
50	- สีผิวผนังภายนอกเป็นสีปานกลาง (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6)
75	- สีผิวผนังภายนอกเป็นสีโทนอ่อน (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4)
100	- สีผิวผนังภายนอกเป็นสีขาวสะท้อนแสง (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์ไม่เกิน 0.2)
2.3 การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร	
2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลักเรียงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลักเรียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
2.3.2 สัดส่วนของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงเวลากลางวันที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ต่อพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกทั้งหมด	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก

2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อน(และความชื้น)	
0	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศและเปิดพื้นที่ครัวต่อเนื่องกับพื้นที่อื่นในบ้าน
25	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งครัวแยกออกจากตัวบ้าน
2.4 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน	
	ส่วนปรับอากาศ (ถ้าไม่มีพื้นที่ส่วนปรับอากาศเลข ไม่ต้องทำข้อ 2.4.1 ข้อ 2.4.2 และข้อ 2.4.3)
2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 3.0 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่เกิน 3.0 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่เกิน 2.80 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่เกิน 2.60 เมตร
2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้	
0	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศเกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
50	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
100	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
	ส่วนระบายอากาศตามธรรมชาติ
2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร
	ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่าง
2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร	
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง	
0	- ฉนวนและเพดานมีสีเข้ม
25	- ฉนวนและเพดานมีสีค่อนข้างเข้ม
50	- ฉนวนและเพดานมีสีปานกลาง
75	- ฉนวนและเพดานมีสีโทนอ่อน
100	- ฉนวนและเพดานเป็นผิวสะท้อนแสง หรือฉนวน เพดานและเครื่องเรือนมีสี โทนอ่อน

2.5 การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (ถ้าอาคารยังไม่เปิดใช้งาน ไม่ต้องทำข้อนี้)	
2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดความร้อน	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
2.6 การพึ่งพาธรรมชาติ	
2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ (มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % และไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่ได้รับแสงธรรมชาติ(และป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม)	
0	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ น้อยกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
20	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
35	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
50	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
75	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
100	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
2.7 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ	
2.7.1 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ กรณีที่อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ถือว่าข้อนี้ได้ 100 %)	
0	- ไม่มีการใช้เทคนิคหรือการออกแบบอื่นๆ เพื่อช่วยประหยัดหรือลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเลย
50	- ใช้การออกแบบเนินดินรอบอาคารเพื่อลดหรือป้องกันการสะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร
50	- มีระบบทำความเย็น โดยการพ่นน้ำบนหลังคา (indirect evaporative cooling)
50	- มีการปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร เพื่อให้ร่มเงาแก่ผนังและได้รับความเย็นจากการระเหยของไอน้ำ
50	- มีการปลูกต้นไม้บนหลังคา (roof gardens) เพื่อเป็นฉนวนและให้ร่มเงาแก่หลังคา
50	- พื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศ มีการใช้ความเย็นจากดิน(earth cooling) หรือจากสระน้ำ
50	- มีการจัดพื้นที่ใช้สอยต่างๆที่ไม่ปรับอากาศภายในบ้านแบบโปร่ง(open plan) เพื่อรับลมและแสงธรรมชาติ
50	- มีการใช้ระบบหิ้งสะท้อนแสง (light shelf)
50	- มีการใช้ระบบผนังปล่องรังสีอาทิตย์(trombe wall) หรือระบบหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ (roof solar collector)

50	- มีการเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดหรือม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ
50	- มีระบบระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาอย่างเหมาะสม
50	- มีช่องเปิดส่วนใหญ่ของอาคาร อยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับทิศทางลมประจำถิ่น (สำหรับกทม.คือทิศใต้)
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 2 ทั้งหมดหารด้วย 22 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
	%

3. ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า			
3.1 ระบบปรับอากาศ (ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศเลข ไม่ต้องทำในหัวข้อ 3.1)			
3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร			
0	- มากกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
100	- ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ			
0	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า		
100	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า		
3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน (ดูตารางเปรียบเทียบจากรายละเอียดการประเมินฯ)			
0	- ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่		
100	- ขนาดเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่		
3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของผนังภายในที่กั้นส่วนปรับอากาศ			
0	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 1.5 ซม.	
		หนา 3.5 ซม.	
	- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
หนา 20 ซม.			
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		หนา 10 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 15 ซม.	

100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	
3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) / ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วน(Split Type) ไม่ต้องทำข้อนี้			
0	- คอยล์ร้อน (Condenser) ไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
50	- คอยล์ร้อน (Condenser) บางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
100	- คอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
3.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน			
0	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเกิน 25 W/m ²		
50	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในมากกว่า 12 W/m ² แต่ไม่เกิน 25 W/m ²		
100	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m ²		
3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน			
0	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิน 50 %		
25	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
50	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
75	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 80 %		
3.2.3 ประสิทธิภาพบัลลาสต์ (ถ้าไม่มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เลย ไม่ต้องทำข้อนี้)			
0	- ใช้บัลลาสต์ธรรมดา (ขนาด 10 วัตต์)		
50	- ใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ (ขนาด 7 วัตต์)		
100	- ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่ำกว่า 1-3 วัตต์)		
3.2.4 อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน			
0	- ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน		
10	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนไม่เกิน 20 %		
20	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %		
30	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %		
40	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 %		
50	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
65	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
80	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 80 %		
3.3 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง			
3.3.1 การควบคุมกระแสไฟฟ้ารั่วไหล			
0	- ไม่มีการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน		
100	- ติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน		

3.4 ระบบสุขาภิบาล (เลือกระหว่าง ก. ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ หรือ ข. ใช้เครื่องปั้มน้ำ)	
ก. ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ	
50	- ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ
100	- ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ และออกแบบหรือจัดการการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและเพียงพอ
ข. ใช้ปั้มน้ำ พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ (ครอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงต่อ 12 ม.)	
0	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
25	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
50	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)
65	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า)
80	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า)
100	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า)
3.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร (ถ้าอาคารยังไม่เปิดใช้งาน ไม่ต้องทำข้อนี้)	
3.5.1 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า	
0	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนไม่เกิน 40 %
20	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 40 %
35	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 50 %
50	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 60 %
75	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 70 %
100	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 3 ทั้งหมดหารด้วย 12 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
	%

สรุปคะแนนแต่ละหมวด

	หมวดที่ 1	หมวดที่ 2	หมวดที่ 3
คะแนนเฉลี่ยที่ได้ (%)			
	(× 20) 100	(× 60) 100	(× 20) 100
คะแนนเฉลี่ยอ้างอิงสัดส่วนคะแนน (%)	+	+	=
			%
			คะแนนเฉลี่ยรวม

หลังจากทำแบบประเมินฯ และคำนวณผลสรุปคะแนนแต่ละหมวดเรียบร้อยแล้ว จะนำผลการประเมินฯ ที่ได้ (เป็นค่าตัวเลขร้อยละ) ไปนำเสนอในรูปแบบภูมิ เพื่อให้เห็นรายละเอียดชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น (ดังรูปแบบในตารางที่ 4.3.2) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไมโครซอฟต์ออฟฟิศ เอ็กเซล (Microsoft Office Excel) เป็นเครื่องมือช่วย ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และมีรูปแบบการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติหากผู้ประเมินฯ ไม่มีเครื่องมือหรือไม่มีทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวในการสร้างแผนภูมิ ผู้ประเมินฯ สามารถสรุปผลการประเมินฯ ในรูปแบบตัวเลข (ร้อยละ) ซึ่งมีรายละเอียดและเนื้อหาไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.6 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
ของบ้านเค็ว ตามเนื้อหาปัจจัย

ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตามเนื้อหาปัจจัย									
					ชื่ออาคาร.....				
					ที่ตั้ง.....				
ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า					พื้นที่อาคาร.....				
					พื้นที่ที่ดิน.....				
ผลสรุปการประเมิน									
สภาพแวดล้อมอาคาร		ลักษณะทางสถาปัตยกรรม						ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า	
1.1	ผังบริเวณและสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร								
1.2	ภูมิสถาปัตยกรรม								
2.1	การวางทิศทางอาคาร								
2.2	เปลือกอาคาร								
2.3	การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร								
2.4	ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน								
2.5	การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร								
2.6	การพึ่งพาธรรมชาติ								
2.7	เทคนิคการออกแบบอื่นๆ								
3.1	ระบบปรับอากาศ								
3.2	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง								
3.3	ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง								
3.4	ระบบสุขาภิบาล								
3.5	อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร								

จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบของผลการประเมินฯ ในด้านจุดประสงค์การแก้ปัญหา ที่มุ่งเน้นในประเด็นของ การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การลดความร้อนและเพิ่มความเย็นให้กับอาคาร การพึ่งพาธรรมชาติ และลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อแสดงผลของการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ โดยมีวิธีการแสดงผลดังนี้

ให้นำคะแนนของข้อย่อยจากแต่ละหมวดหมู่ของแบบประเมิน แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย (โดยหารด้วยจำนวนข้อย่อยที่นำมาคิด) ตามรายละเอียดดังนี้

- (1) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.2.2 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (2) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.2.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (3) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.1.1, 2.2.6 และ 2.2.7 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (4) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.8 และ 2.3.2 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (5) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.1.1 และ 1.1.3 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (6) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.2.1 และ 1.2.2 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (7) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.4.3 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (8) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.2.1, 2.3.1, 2.3.3 และ 2.6.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (9) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.5.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (10) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 1.1.1 และ 1.1.3 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (11) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.1.1, 2.4.3 และ 2.6.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (12) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.4.4 และ 2.6.2 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (13) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.3.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (14) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.4.4, 2.4.5, 3.1.1 และ 3.1.4 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (15) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 3.1.2 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (16) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 3.2.2 และ 3.2.4 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (17) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 2.4.1, 2.4.2, 2.5.1, 3.1.3, 3.1.5, 3.2.1, 3.2.3, 3.4 ข และ 3.5.1 แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย
- (18) นำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ 3.2.4, 3.3.1 และ 3.4 ข แล้วคิดเป็นค่าเฉลี่ย

จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ ไปใส่ในตารางที่ 4.3.5 (ตามตัวเลขที่กำกับไว้ในวงเล็บ ตั้งแต่ 1 ถึง 18) ซึ่งจะเป็นคะแนนการแก้ปัญหาข้อย่อยตามกลุ่มขององค์ประกอบและปัจจัยต่างๆ

ผลที่ได้ จะบอกถึงคะแนนการแก้ปัญหาแยกย่อยตามองค์ประกอบและปัจจัย ของแต่ละจุดประสงค์ ผู้ประเมินจะทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อยในแต่ละส่วนปลีกย่อย เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและปรับปรุงอาคารต่อไป หลังจากนั้นจะนำคะแนนการแก้ปัญหาข้อย่อยทั้ง 18 ข้อ ไปคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยตามจุดประสงค์การแก้ปัญหาในด้านต่างๆ ต่อไป

สำหรับการคิดคะแนนเฉลี่ยตามจุดประสงค์การแก้ปัญหาในด้านต่างๆ จะนำคะแนนการแก้ปัญหาข้อตามกลุ่มขององค์ประกอบและปัจจัยต่างๆ มาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

คะแนนเฉลี่ยจุดประสงค์การแก้ปัญหา	คะแนนการแก้ปัญหาย่อยตามกลุ่ม
คะแนนเฉลี่ยการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	$\frac{(1) + (2) + (3) + (4)}{4} = A$
คะแนนเฉลี่ยการลดความร้อนและเพิ่มความเย็น	$\frac{(5) + (6) + (7) + (8) + (9)}{5} = B$
คะแนนเฉลี่ยการพึ่งพาธรรมชาติ	$\frac{(10) + (11) + (12)}{3} = C$
คะแนนเฉลี่ยการลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	$\frac{(13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (18)}{6} = D$

ผลคะแนนเฉลี่ยตามจุดประสงค์การแก้ปัญหาทั้ง 4 ด้านจะนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิ และนำไปคิดคะแนนเฉลี่ย (โดยการรวมผลบวกและหารด้วย 4) ในกรณีของการแสดงผลคะแนนเฉลี่ยตามจุดประสงค์การแก้ปัญหานี้ ผลคะแนนเฉลี่ยรวมของการแก้ปัญหาในขั้นตอนสุดท้าย เป็นการเฉลี่ยโดยให้น้ำหนักคะแนนทั้งสี่จุดประสงค์การแก้ปัญหาเท่ากันทั้งหมด ไม่ได้กำหนดสัดส่วนน้ำหนักที่แตกต่างกันเหมือนกับการคิดคะแนนเฉลี่ยรวมตามเนื้อหาปัจจัยแต่อย่างใด

$$\frac{A + B + C + D}{4} = \text{คะแนนเฉลี่ยรวมของการแก้ปัญหา (\%)}$$

อย่างไรก็ตามการนำผลรวมของคะแนนในข้อย่อยที่ต่างหมวดหมู่กันอาจทำให้เกิดความสับสน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์และรูปแบบการประเมินตามจุดประสงค์การแก้ปัญหาเป็นแบบทดสอบอีกชุด ดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงแบบทดสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวฯ ตาม
จุดประสงค์การแก้ปัญหา

ก การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	
ก-1.1 (1.2.2 ตำแหน่งพื้นลาดเบี่ยงกลางห้อง)	
0	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
ก-2.1 (1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)	
0	- พื้นที่ลาดเชิงล้วน
25	- พื้นที่ลาดดินและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ก-3.1 (2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการ โจรของดวงอาทิตย์)	
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วน $1 : < 1.1$
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : 1.1-1.6$
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : > 1.6$
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : < 1.1$
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : 1.1-1.3$
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง $1 : > 1.3$
ก-3.2 (2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังนอกอาคาร(WWR) ด้านทิศตะวันตก ตะวันตก/ใต้ และใต้)	
0	- มากกว่า 20 %
25	- มากกว่า 15 % แต่ไม่เกิน 20 %
50	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 15 %
75	- มากกว่า 5 % แต่ไม่เกิน 10 %
100	- ไม่เกิน 5 %

ก-3.3 (2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังนอกอาคาร(WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตก-ทิศใต้)			
0	- มากกว่า 40 %		
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %		
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %		
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 %		
100	- ไม่เกิน 10 %		
ก-4.1 (2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา : ค่า U-value)			
0	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value > 1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	ไม่มีฝ้าเพดาน	
มีฝ้าเพดานยิปซัม			
- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงแผ่นไม้	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
25	- หลังคามุงแฝก หญ้าคา หรือดัดจาก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดาน ไม้ไผ่สาน หรือฝ้าไม้อัด	
	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงแผ่น ไม้	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม		
50	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.6 -0.9 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
75	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นเหล็กเคลือบ	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		

75	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิค	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
100	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value < 0.3 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิค	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	

ก-4.1 (2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร : ค่า U-value)

0	- ผนังอิฐมวลเบา ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	
- ผนังไม้ซุงเกล็ด	หนา 1.5 ซม.		
- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.		
0	- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลเบา ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม. หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	

ก-4.2 (2.2.3 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร : ค่า U-value)

0	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากโลหะ เหล็กกล้า	U-value > 2.7 W / m ² °C
25	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากอลูมิเนียมที่หนาเกิน 2 ม.ม.	U-value = 1.8 -2.7 W / m ² °C
50	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนา 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม.	U-value = 0.9 -1.8 W / m ² °C
100	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนามากกว่า 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม.มีฉนวนข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C

ก-4.3 (2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร / ถ้าไม่ใช้กระจกไม่ต้องทำข้อนี้)

0	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 3 – 8 ม.ม.	SC ₁ มากกว่า 0.90
25	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 10 – 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.70 ไม่เกิน 0.90
50	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.50 ไม่เกิน 0.70
	- ใช้กระจกสีเข้ม (Dark-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 5 – 8 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเข้ม (Dark Heat Reflective Glass)	หนา 3 – 5 ม.ม.	
75	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.30 ไม่เกิน 0.50
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 6 – 8 ม.ม.	
100	- ใช้กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E	-	SC ₁ น้อยกว่า 0.30
	- ใช้กระจก Heat-stop on VGN	-	
	- ใช้กระจก Heat-stop on RSCAZ	-	

ก-4.4 (2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร / ถ้าไม่มีหน้าต่างกระจก หรือผนังโปร่งแสง ด้านทิศใต้ ไม่ต้องทำขี้นี้)

0	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 60°
25	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 55° แต่ไม่เกิน 60°
50	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 50° แต่ไม่เกิน 55°
75	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 45° แต่ไม่เกิน 50°
100	- มุม VSA ด้านทิศใต้ ไม่เกิน 45°

ก-4.5 (2.2.8 ฝ้าผนังภายนอกและค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์)

0	- ฝ้าผนังภายนอกเป็นสีเข้ม (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.8)
25	- ฝ้าผนังภายนอกเป็นสีค่อนข้างเข้ม (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.6 แต่ไม่เกิน 0.8)
50	- ฝ้าผนังภายนอกเป็นสีปานกลาง (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6)
75	- ฝ้าผนังภายนอกเป็นสีท่อนอ่อน (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4)
100	- ฝ้าผนังภายนอกเป็นสีขาวท่อนแสง (ค่าดูคลิ่นรังสีดวงอาทิตย์ไม่เกิน 0.2)

ก-4.6 (2.3.2 สัดส่วนของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงเวลากลางวันที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ต่อพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกทั้งหมด)

0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

(ผลรวมคะแนนในหมวด ก ทั้งหมดหารด้วย 12 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย %

ข การลดความร้อนและเพิ่มความเย็น	
ข-1.1 (1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน)	
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน
ข-1.2 (1.1.3 สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้)	
0	- มีการเปิดช่องเปิดไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
ข-2.1 (1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)	
0	- พื้นที่ลาดเชิงชัน
25	- พื้นที่ลาดชันและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่ที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ข-2.2 (1.2.2 ตำแหน่งพื้นลาดเชิงกลางแจ้ง)	
0	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
ข-3.1 (2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ)	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่นต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่นต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่นต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่นต่ำกว่า 3.00 เมตร
ข-4.1 (1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)	
0	- พื้นที่ลาดเชิงชัน
25	- พื้นที่ลาดชันและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่ที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ข-4.2 (2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้าน ในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน)	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
ข-4.3 (2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อนและความชื้น)	
0	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศและเปิดพื้นที่ครัวต่อเนื่องกับพื้นที่อื่นในบ้าน
25	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งครัวแยกออกจากตัวบ้าน
ข-4.4 (2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ : มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
ข-5.1 (2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน)	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
(ผลรวมคะแนนในหมวด ข ทั้งหมดหารด้วย 10 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย <input type="text"/> %	

ก	การพึ่งพาธรรมชาติ
ก-1.1 (1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน)	
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน

ก-1.2 (1.1.3 สัดส่วนความโปร่งของร้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างร้วได้)	
0	- มีการเปิดช่องเปิดไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ร้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่ร้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่ร้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่ร้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่ร้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่ร้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
ก-2.1 (2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์)	
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.6
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.6
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.3
ก-2.2 (2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ)	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร
ก-2.3 (2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ : มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว

90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
ค-3.1 (2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร)	
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
ค-3.2 (2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่ได้รับแสงธรรมชาติ และป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม)	
0	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ น้อยกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
20	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
35	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
50	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
75	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
100	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
(ผลรวมคะแนนในหมวด ค ทั้งหมดหารด้วย 10 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
	%

ง	การลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
ง-1.1 (2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลักเตียงตำแหน่งด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเตียงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน)	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
ง-2.1 (2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร)	
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
ง-2.2 (2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง)	
0	- ฉนวนและเพดานมีสีเข้ม
25	- ฉนวนและเพดานมีสีค่อนข้างเข้ม
50	- ฉนวนและเพดานมีสีปานกลาง
75	- ฉนวนและเพดานมีสีโทนอ่อน

100	- ผนังและเพดานเป็นฉนวนสะท้อนแสง หรือผนัง เพดานและเครื่องเรือนมีสีโทนอ่อน		
ง-2.3 (3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร)			
0	- มากกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
100	- ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
ง-2.4 (3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของผนังภายในที่กันส่วนปรับอากาศ)			
0	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	
	- ผนังไม้ซุงเคลือบ	หนา 1.5 ซม.	
	- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.	
- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.		
	หนา 15 ซม.		
	หนา 20 ซม.		
25	- ผนังยิปซัมบนโครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม. หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	
ง-3.1 (3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ)			
0	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า		
100	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า		
ง-4.1 (3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน)			
0	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิน 50 %		
25	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
50	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
75	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 80 %		
ง-4.2 (3.2.4 อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน)			

0	- ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน
10	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนไม่เกิน 20 %
20	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %
30	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %
40	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 %
50	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %
65	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %
80	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %
100	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
ง-5.1 (2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ)	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 3.0 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่เกิน 3.0 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่เกิน 2.80 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่เกิน 2.60 เมตร
ง-5.2 (2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้)	
0	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศเกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
50	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
100	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
ง-5.3 (2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน)	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
ง-5.4 (3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน / ดูตารางเปรียบเทียบจากรายละเอียดการประเมินฯ)	
0	- ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่
100	- ขนาดเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่
ง-5.5 (3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน(Condenser) / ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศแยกส่วน(Split Type) ไม่ต้องทำข้อนี้)	
0	- คอยล์ร้อน (Condenser) ไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
50	- คอยล์ร้อน (Condenser) บางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
100	- คอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
ง-5.6 (3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน)	
0	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเกิน 25 W/m ²
50	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในมากกว่า 12 W/m ² แต่ไม่เกิน 25 W/m ²
100	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m ²
ง-5.7 (3.2.3 ประสิทธิภาพบัลลาสต์ / ถ้าไม่มีการใช้หลอดฟลูออโรสเซนต์เลย ไม่ต้องทำข้อนี้)	
0	- ใช้บัลลาสต์ธรรมดา (ขนาด 10 วัตต์)

50	- ใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ (ขนาด 7 วัตต์)
100	- ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่ำกว่า 1-3 วัตต์)
ง-5.8 (3.4 ข ใช้ปั้มน้ำ พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ /ครอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงต่อ 12 ม.)	
0	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
25	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
50	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)
65	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า)
80	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า)
100	- ใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า)
ง-5.9 (3.5.1 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า)	
0	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนไม่เกิน 40 %
20	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 40 %
35	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 50 %
50	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 60 %
75	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 70 %
100	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
(ผลรวมคะแนนในหมวด ง ทั้งหมดหารด้วย 17 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย <input type="text"/> %	

สรุปคะแนนแต่ละหมวด

	หมวด ก	หมวด ข	หมวด ค	หมวด ง							
คะแนนเฉลี่ยที่ได้ (%)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	คะแนนเฉลี่ยรวม <input type="text"/> %						
	(ก	+	ข	+	ค	+	ง)	÷ 4 =	<input type="text"/> %

จากนั้นได้พัฒนารูปแบบการเสนอผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา ดังตารางที่ 4.3.5 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไมโครซอฟ ออฟฟิศ เอ็กเซล (Microsoft Office Excel) เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างแผนภูมิ หากผู้ประเมินฯ ไม่มีเครื่องมือหรือไม่มีทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวในการสร้างแผนภูมิ ผู้ประเมินฯ สามารถสรุปผลการประเมินฯ ในรูปแบบตัวเลข(ร้อยละ) ซึ่งมีรายละเอียดและเนื้อหาไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด

ตารางที่ 4.9 แสดงรูปแบบตารางสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
ของบ้านเดี่ยวๆ ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา

ผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา			
		ชื่ออาคาร.....	
		ที่ตั้ง.....	
		พื้นที่อาคาร.....	
		พื้นที่ที่ดิน.....	
ผลสรุปการประเมิน			
องค์ประกอบและปัจจัย	การแก้ปัญหา	สัดส่วนคะแนน (%)	
การป้องกันความร้อน	สภาพแวดล้อมรอบอาคาร	หลีกเลี่ยงแสงแดด	(1)
		ให้ร่มเงา / ป้องกันความร้อน	(2)
	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	หลีกเลี่ยงแสงแดด	(3)
		ให้ร่มเงา / ป้องกันความร้อน	(4)
ลดความร้อน / เพิ่มความเย็น	สภาพแวดล้อมรอบอาคาร	ระบายอากาศ	(5)
		เพิ่มความเย็น / ลดความร้อน	(6)
	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	ระบายอากาศ	(7)
		เพิ่มความเย็น / ลดความร้อน	(8)
ระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้า	ลดความร้อน	(9)	
อื่นๆ	สภาพแวดล้อมรอบอาคาร	ระบายอากาศ	(10)
	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	ระบายอากาศ	(11)
		ให้แสงสว่าง	(12)
ลดภาระการทำงานของอุปกรณ์	ลักษณะทางสถาปัตยกรรม	เพิ่มประสิทธิภาพปรับอากาศ	(13)
		เพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง	(14)
	ระบบประกอบอาคาร/อุปกรณ์ไฟฟ้า	เพิ่มประสิทธิภาพปรับอากาศ	(15)
		เพิ่มประสิทธิภาพความสว่าง	(16)
		ลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า	(17)
		ลดการสูญเสียพลังงาน	(18)

ผลจากการแสดงผลการประเมินอาคารในด้านจุดประสงค์การแก้ปัญหา ทำให้ทราบถึงสัดส่วนคะแนนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ ผลการประเมินในรูปแบบดังกล่าวจะบอกถึงคะแนนการแก้ปัญหาแยกย่อยตามองค์ประกอบและปัจจัย ของแต่ละจุดประสงค์ ผู้ประเมินจะทราบถึงจุดเด่นและจุดด้อยในแต่ละส่วนปลีกย่อย เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและปรับปรุงอาคารต่อไป

บทที่ 5

การทดสอบเกณฑ์การประเมินฯ

การทดสอบเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกับอาคารจริง เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้เกณฑ์การประเมินฯ และปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการใช้งานจริง และแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ทดสอบใช้แบบประเมินฯ และความเที่ยงตรงของการประเมินระหว่างผู้ทดสอบใช้แบบประเมินแต่ละคน

ผู้วิจัยเลือกบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยวัสดุถาวร ขนาดพื้นที่ประมาณ 150 ตารางเมตรเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นตัวอย่างของบ้านเดี่ยวที่พบเห็นได้ทั่วไป ในที่นี้เลือกบ้านเลขที่ 55/45 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี เป็นอาคารสำหรับทดสอบ

5.1 รายละเอียดอาคารที่ใช้ทดสอบแบบประเมิน



ภาพที่ 5.1 แสดงทัศนียภาพของบ้านเลขที่ 55/45 ที่ใช้เป็นอาคารทดสอบแบบประเมินฯ

ชื่ออาคาร	บ้านเลขที่ 55/45
ประเภท	บ้านเดี่ยว
ที่ตั้ง	เลขที่ 55/45 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี
จำนวนชั้น	2 ชั้น
เนื้อที่	60.06 ตารางวา
พื้นที่ใช้สอย	160 ตารางเมตร
โครงสร้าง	คอนกรีตเสริมเหล็ก (เสาและคาน)
วัสดุหลัก	เสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังอิฐมวลเบาฉาบปูน โครงสร้างหลังคาเหล็ก
องค์ประกอบ	ห้องนอน 3 ห้อง ห้องรับแขก 1 ห้อง ห้องอาหาร 1 ห้อง ห้องครัว 1 ห้อง ห้องน้ำ 3 ห้อง ที่จอดรถ 2 คัน
ปีที่ก่อสร้างเสร็จ	พ.ศ.2549
ปีที่เปิดใช้งาน	พ.ศ.2551

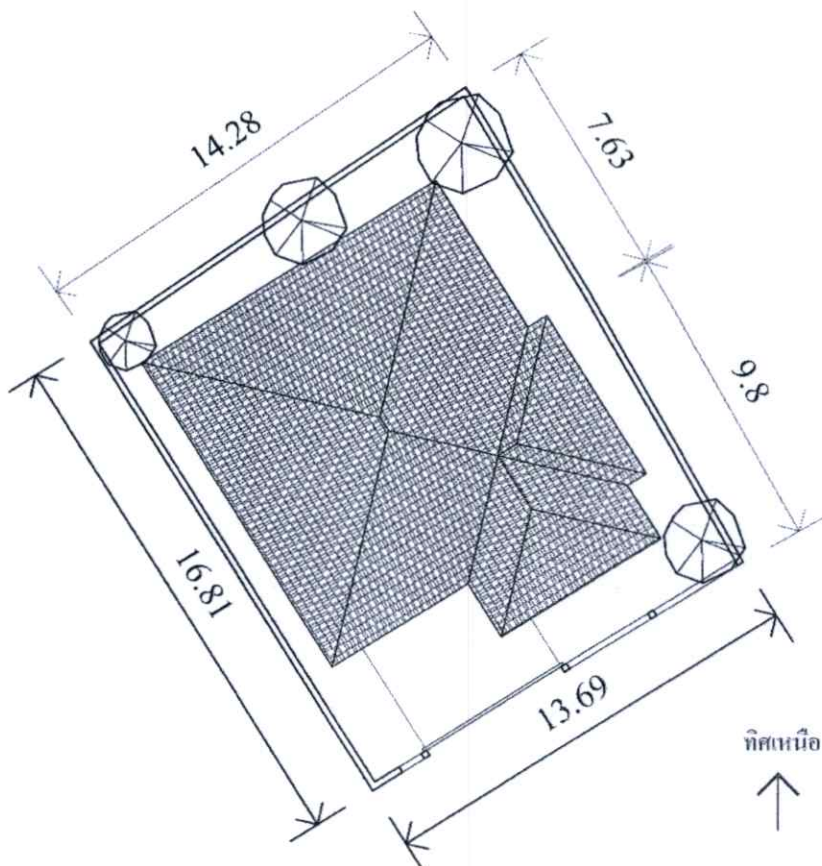
5.2 ข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประเมินฯ

ในการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้น ต้องการข้อมูลเบื้องต้นประกอบการประเมิน ดังนี้

- 1) แบบสถาปัตยกรรม หรือแบบก่อสร้าง
- 2) แบบภูมิสถาปัตยกรรม (ถ้าไม่มี ผู้ประเมินต้องตรวจสอบสถานที่จริง)
- 3) แบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (ถ้าไม่มี ผู้ประเมินต้องตรวจสอบสถานที่จริง)
- 4) รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ (ระบุนขนาดและประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน)
- 5) รายละเอียดเครื่องปั้มน้ำ (ระบุนขนาด)
- 6) รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า (ระบุจำนวนและประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน)

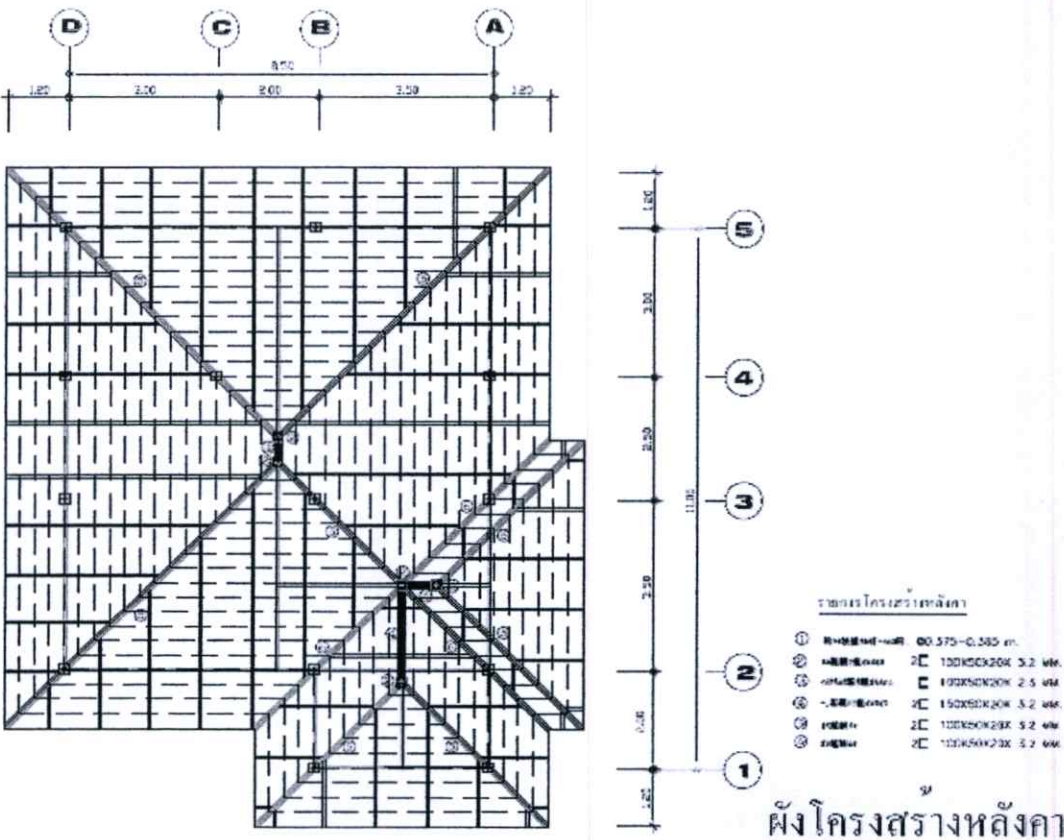
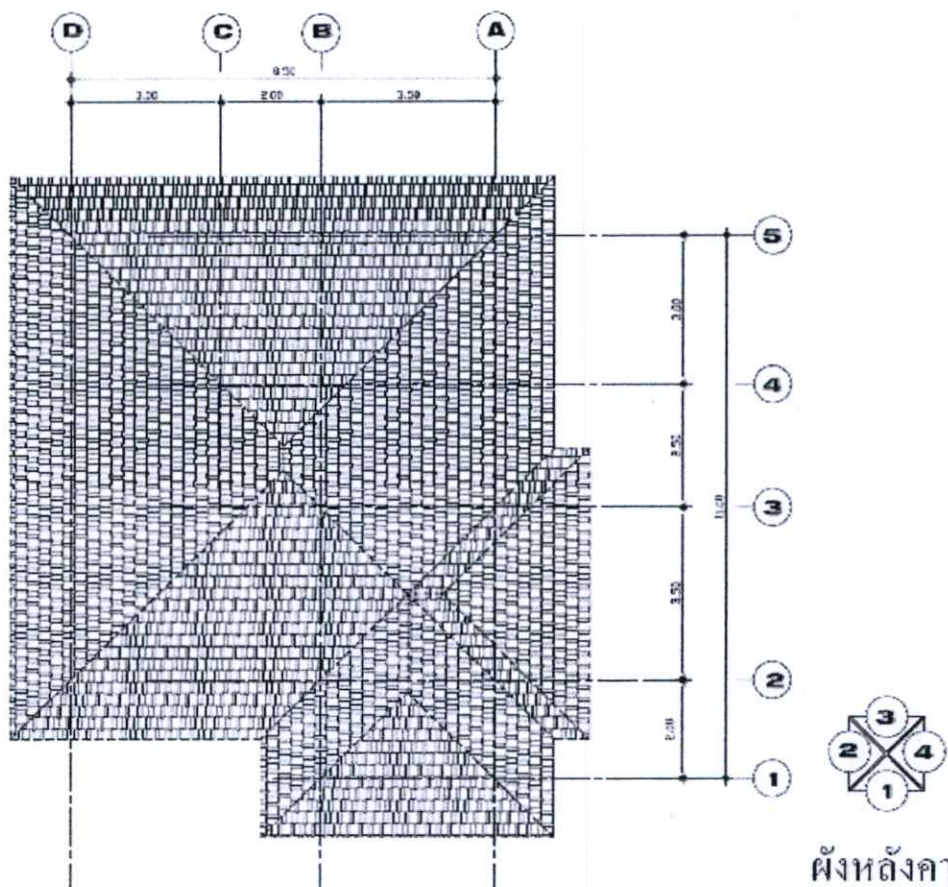
ในกรณีบ้านเลขที่ 55/45 ที่ใช้เป็นอาคารทดสอบเกณฑ์การประเมินฯนี้ ผู้วิจัยได้ข้อมูลเบื้องต้นเป็นแบบสถาปัตยกรรมเพียงอย่างเดียว ข้อมูลอื่นๆนอกจากนั้น ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลและตรวจสอบจากสถานที่จริง

แบบสถาปัตยกรรมของอาคารกรณีศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นของการประเมิน ผู้วิจัยได้เสนอเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการประเมินฯ คือ ผังบริเวณ ผังพื้นที่ ผังหลังคา ผังโครงสร้าง หลังคา รูปตัด รูปด้าน ผังไฟฟ้า แบบขยายประตู และแบบขยายหน้าต่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

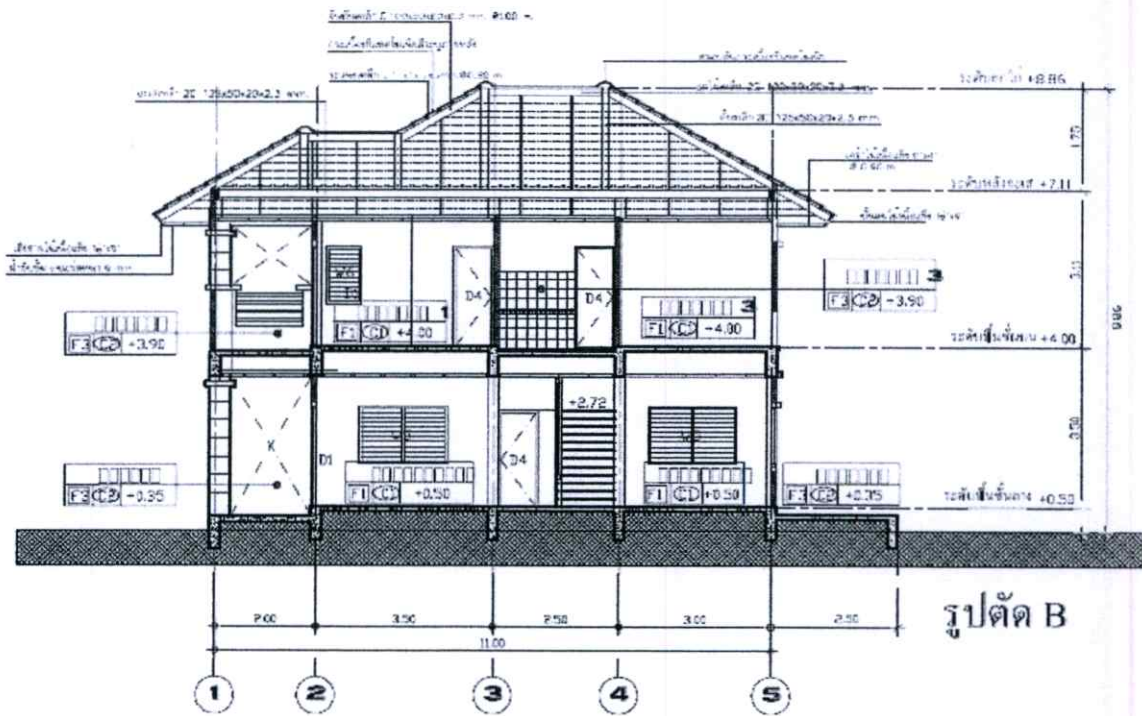
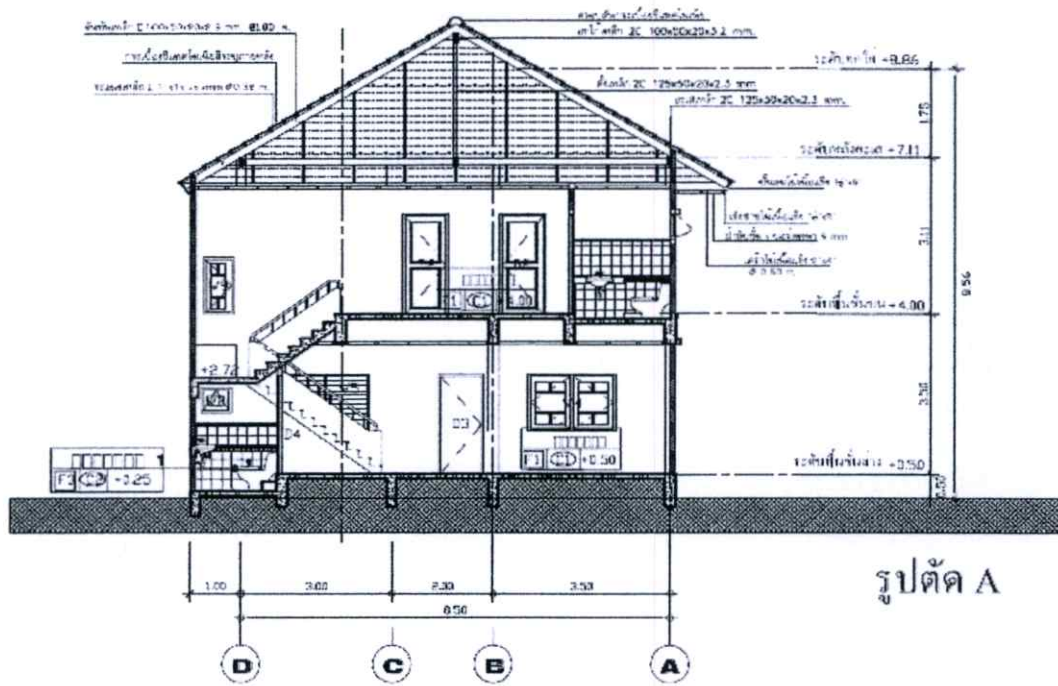


ผังบริเวณ ของอาคารกรณีศึกษา

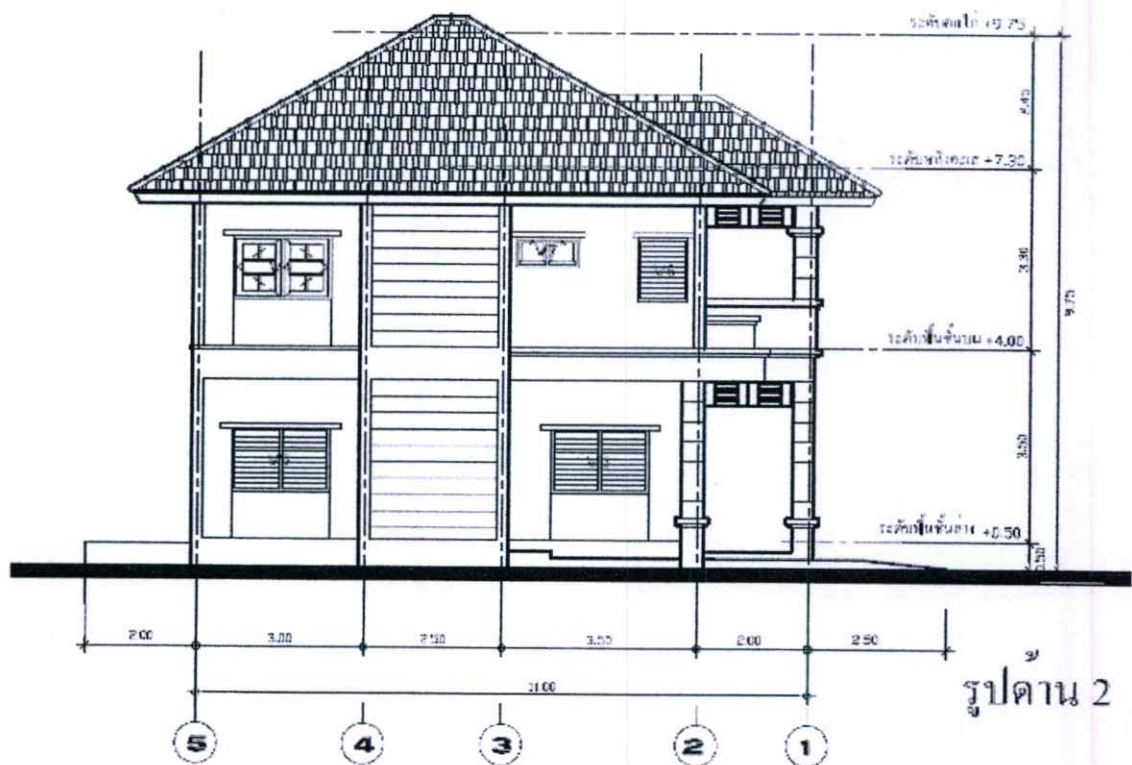
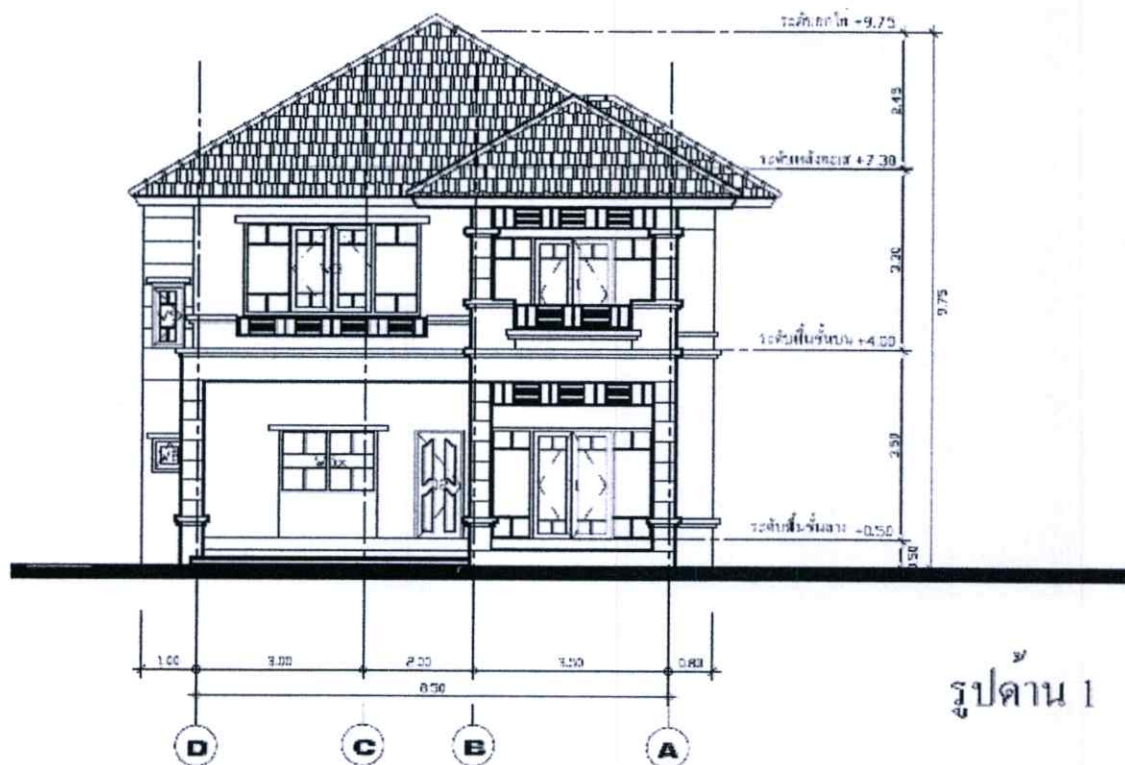
ภาพที่ 5.2 แสดงผังบริเวณของอาคารกรณีศึกษา



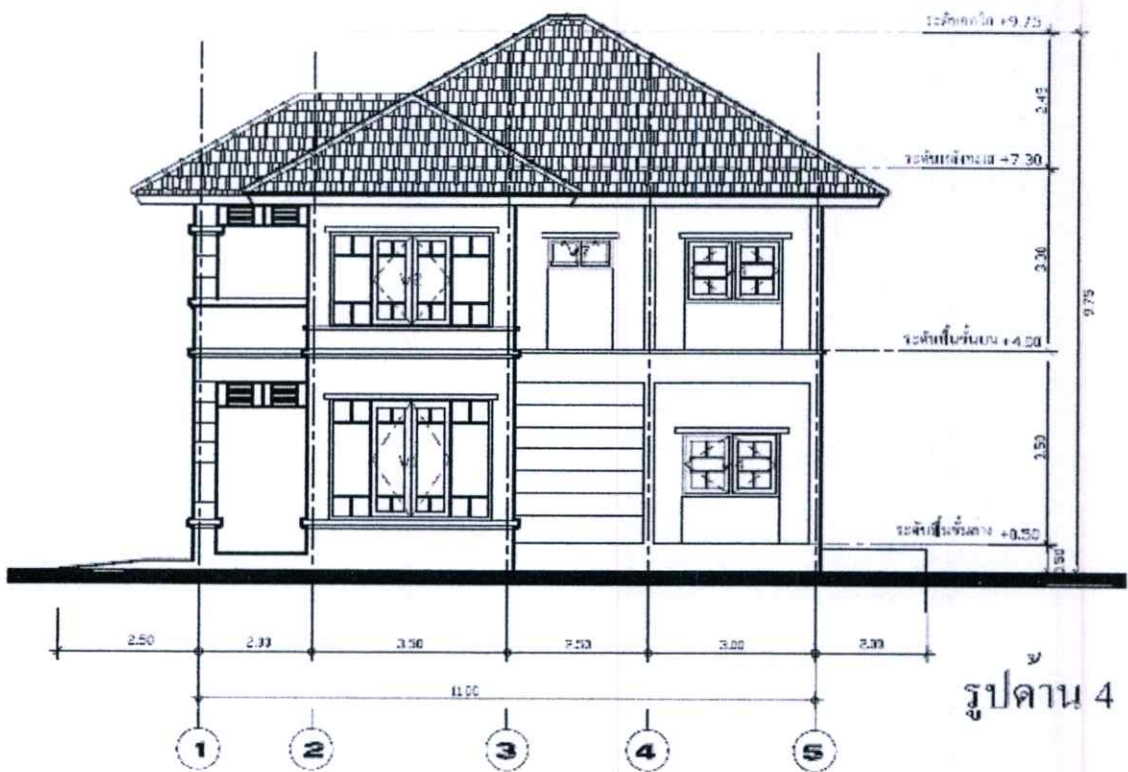
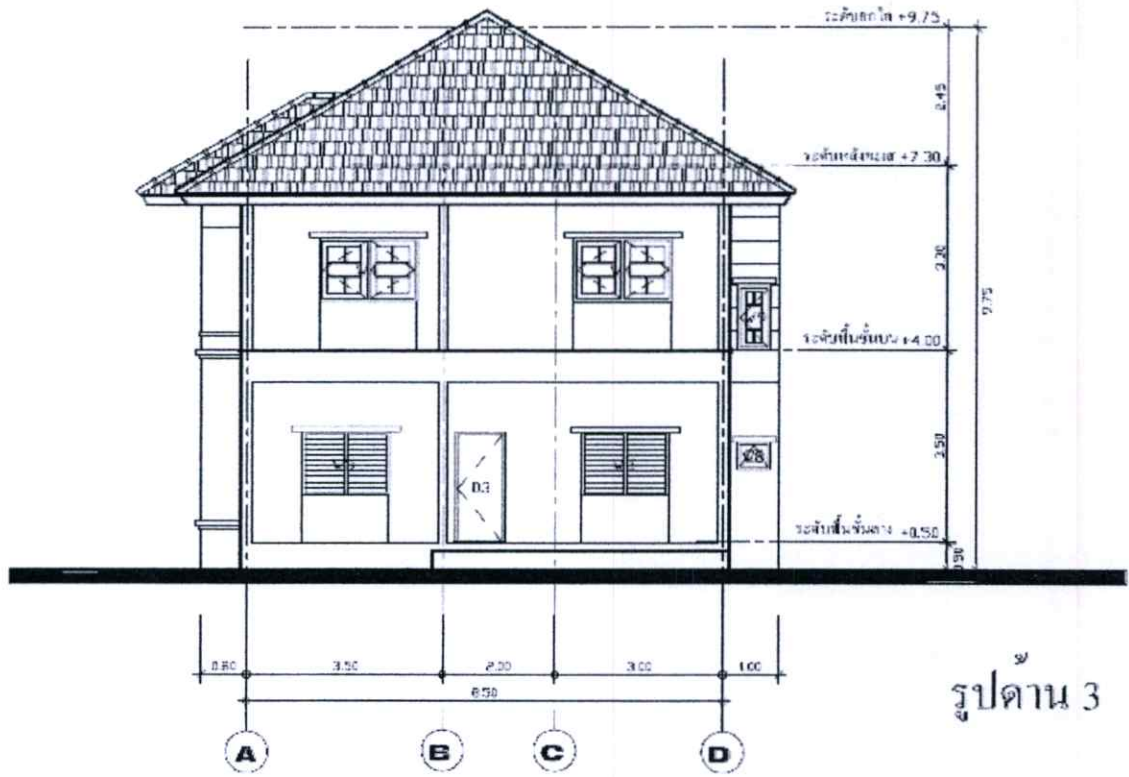
ภาพที่ 5.4 แสดงผังหลังคาและผัง โครงสร้างหลังคาของอาคารกรณีศึกษา



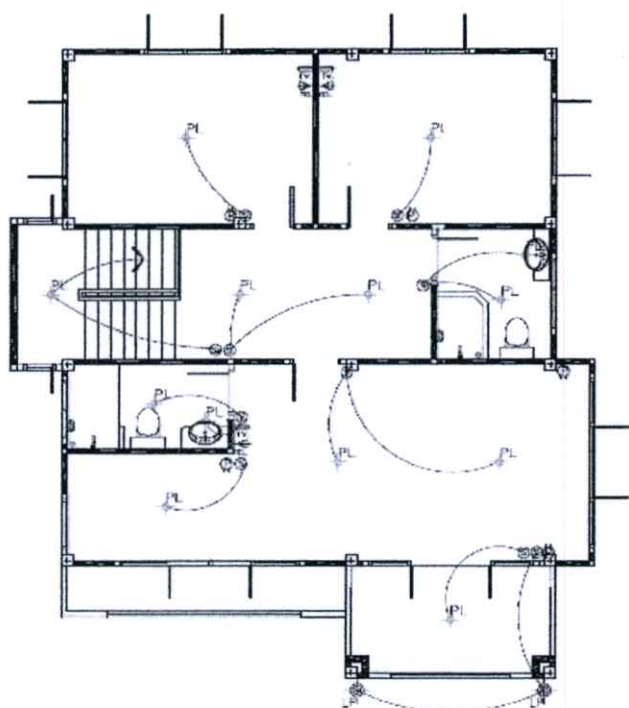
ภาพที่ 5.5 แสดงรูปตัด A และรูปตัด B ของอาคารกรณีศึกษา



ภาพที่ 5.6 แสดงรูปด้าน 1 และรูปด้าน 2 ของอาคารกรณีศึกษา



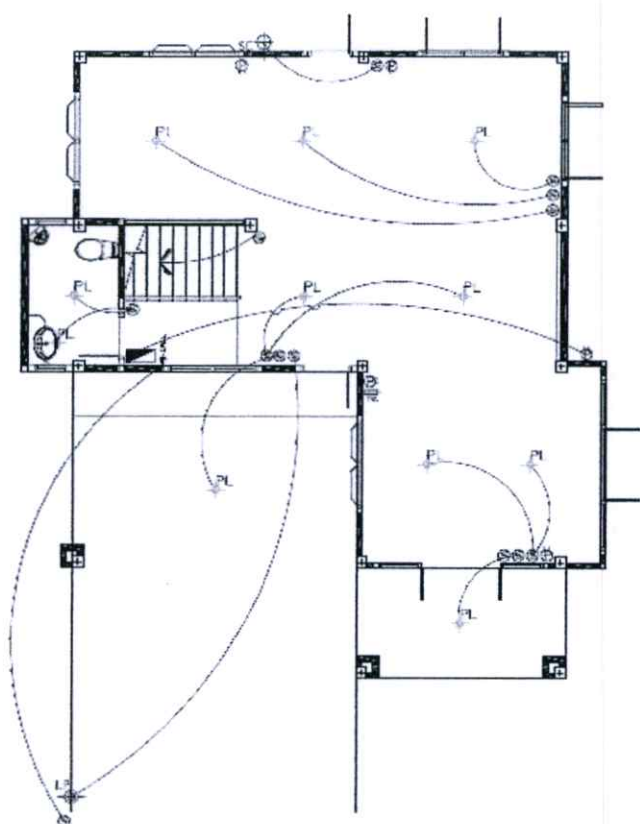
ภาพที่ 5.7 แสดงรูปด้าน 3 และรูปด้าน 4 ของอาคารกรณีศึกษา



LIGHTING SYMBOLS

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	โคมไฟ LP-20 W
	โคมไฟแบบกลม PL-18 W
	โคมไฟแบบกลม PL-20 W
	โคมไฟชนิดฝัง 11 W
	BRACKER แบบกลมกลมไฟ
	สวิตช์ไฟ
	สวิตช์ไฟ 2 ทาง
	ปลั๊กไฟ 2 ทาง
	ปลั๊กไฟชนิด 1
	ปลั๊กไฟชนิด 2

ผังไฟฟ้าชั้นบน

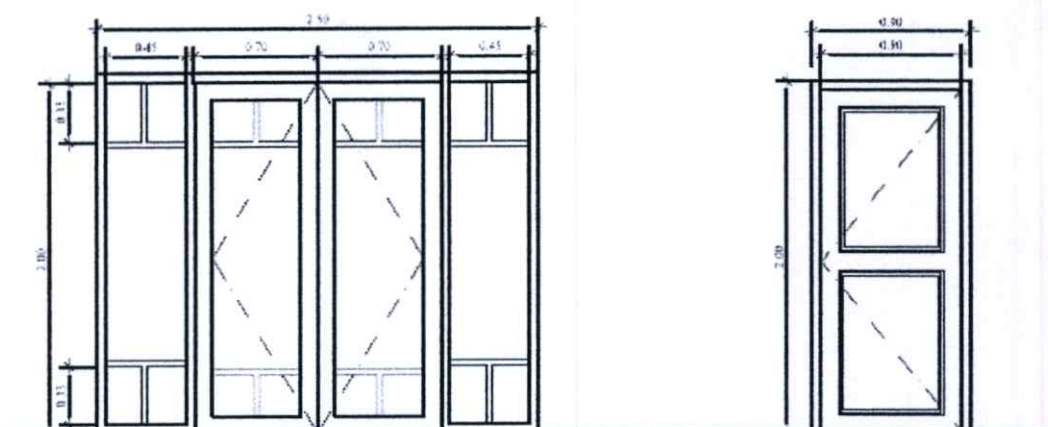


LIGHTING SYMBOLS

สัญลักษณ์	รายละเอียด
	โคมไฟ LP-20 W
	โคมไฟแบบกลม PL-18 W
	โคมไฟแบบกลม PL-20 W
	โคมไฟชนิดฝัง 11 W
	BRACKER แบบกลมกลมไฟ
	สวิตช์ไฟ
	สวิตช์ไฟ 2 ทาง
	ปลั๊กไฟ 2 ทาง
	ปลั๊กไฟชนิด 1
	ปลั๊กไฟชนิด 2

ผังไฟฟ้าชั้นล่าง

ภาพที่ 5.8 แสดงผังไฟฟ้า ของอาคารกรณีศึกษา

**DETAIL D1**

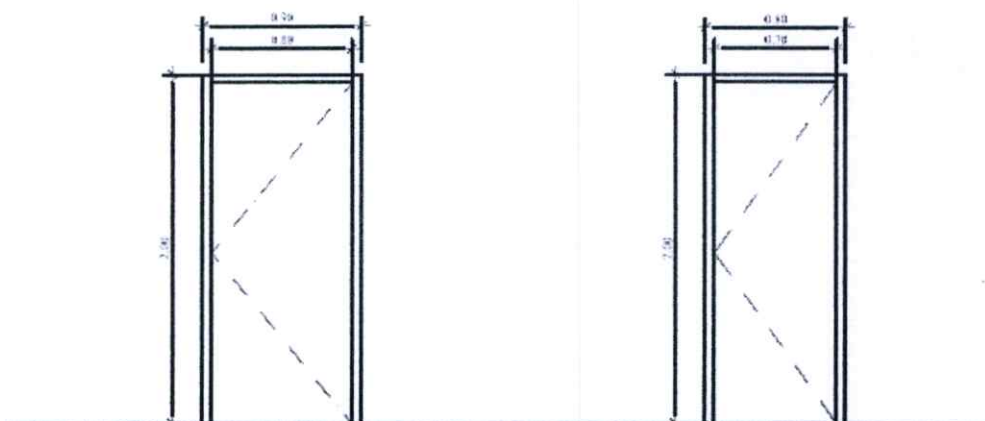
SCALE 1:25

ลักษณะ ประตูบานเปิดคู่-ด้านซ้ายบานเปิดขวา
 วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
 ครอบบาน ไม้เนื้อแข็ง
 ลูกบิด กระดุมโลหะ 5.0cm
 อุปกรณ์ อุปกรณ์ครบชุด
 จำนวน 2 บาน

DETAIL D2

SCALE 1:25

ลักษณะ ประตูบานเปิดเดี่ยว
 วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
 ครอบบาน ไม้เนื้อแข็ง
 ลูกบิด -
 อุปกรณ์ อุปกรณ์ครบชุด
 จำนวน 4 บาน

**DETAIL D3**

SCALE 1:25

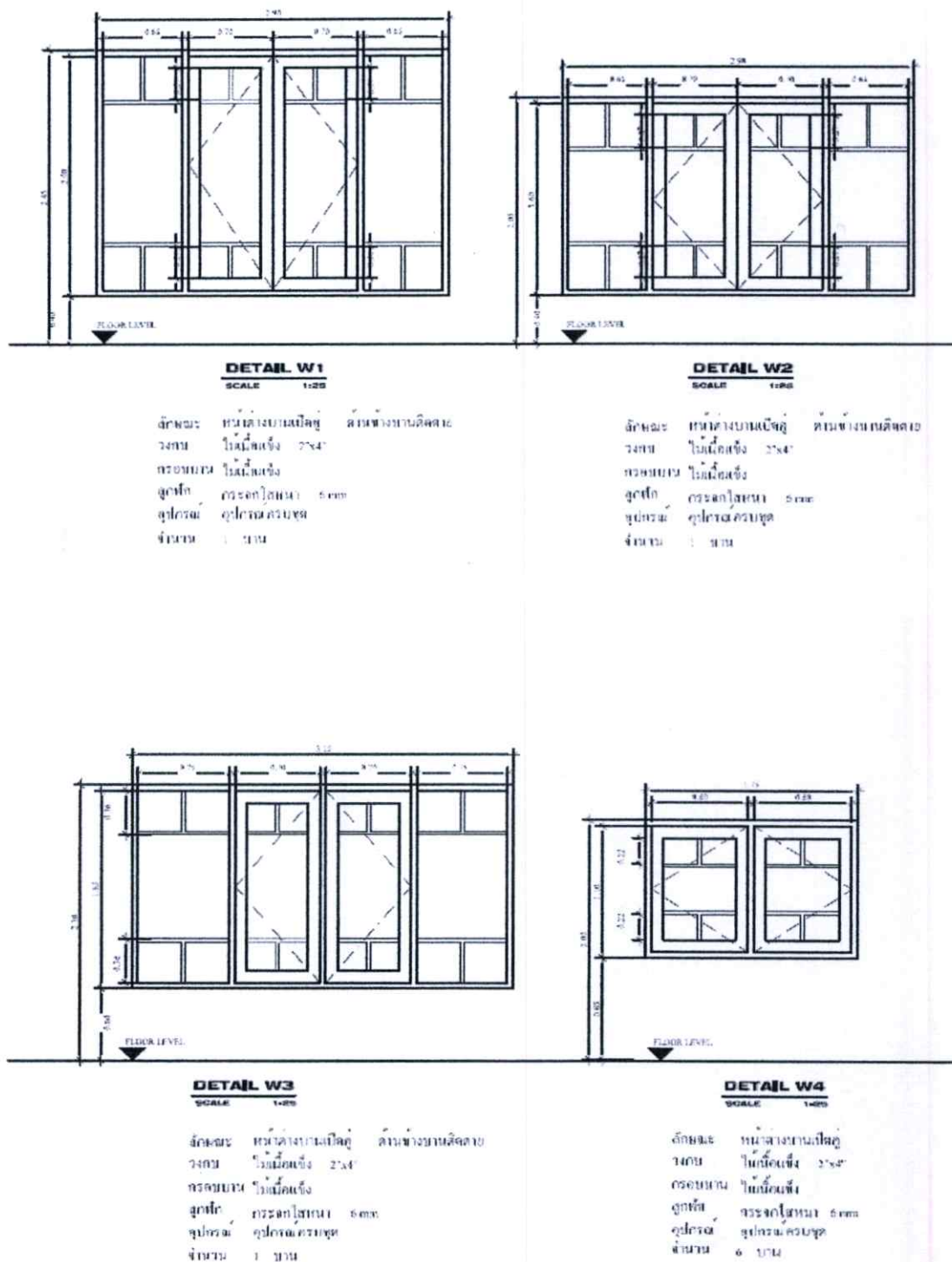
ลักษณะ ประตูบานเปิดเดี่ยว
 วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
 ครอบบาน -
 ลูกบิด ไม้สีอะครีลิกสีน้ำตาล
 อุปกรณ์ อุปกรณ์ครบชุด
 จำนวน 1 บาน

DETAIL D4

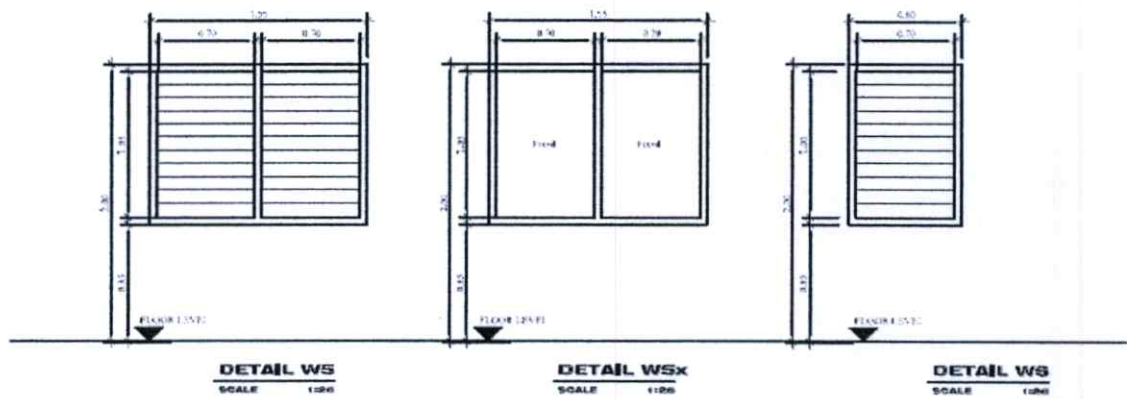
SCALE 1:25

ลักษณะ ประตูบานเปิดเดี่ยว
 วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
 ครอบบาน ไม้
 ลูกบิด -
 อุปกรณ์ อุปกรณ์ครบชุด
 จำนวน 3 บาน

ภาพที่ 5.9 แสดงแบบขยายประตู ของอาคารกรณีศึกษา



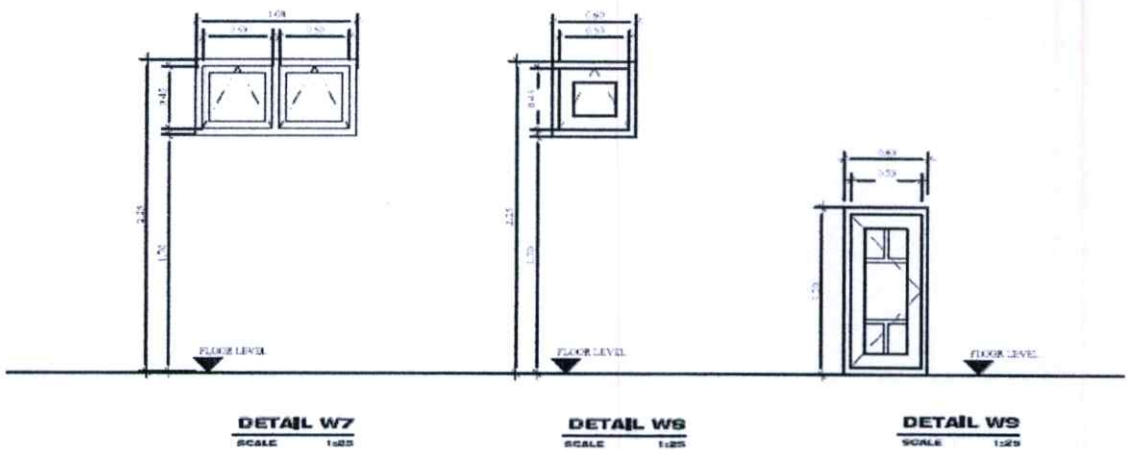
ภาพที่ 5.10 แสดงแบบขยายหน้าต่างต่าง ของอาคารกรณีศึกษา



ลักษณะ หน้าต่างบานครึ่งคู่มือเรียน
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน -
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ ชุดกรรมกรบชุด
จำนวน 2 บาน

ลักษณะ หน้าต่างบานครึ่งวงกบคิ้ว
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน -
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ ชุดกรรมกรบชุด
จำนวน 1 บาน

ลักษณะ หน้าต่างบานครึ่งคิ้วคู่มือเรียน
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน -
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ ชุดกรรมกรบชุด
จำนวน 1 บาน



ลักษณะ หน้าต่างบานครึ่งสูง
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน ไม้เนื้อแข็ง
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ ชุดกรรมกรบชุด
จำนวน 2 บาน

ลักษณะ หน้าต่างบานครึ่งคิ้ว
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน ไม้เนื้อแข็ง
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ ชุดกรรมกรบชุด
จำนวน 2 บาน

ลักษณะ หน้าต่างคิ้ว
วงกบ ไม้เนื้อแข็ง 2x4"
กรอบบาน -
ลูกเหล็ก กระดกไฮดรอลิก 6mm
อุปกรณ์ -
จำนวน 2 บาน

ภาพที่ 5.10(ต่อ) แสดงแบบขยายหน้าต่าง ของอาคารกรณีศึกษา

5.3 ขั้นตอนการใช้แบบประเมินฯ

ผู้วิจัยได้เลือกประชากรตัวอย่าง 10 คน ที่มีความรู้พื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยมีระดับการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี(ปวส.) 5 คน และระดับปริญญาตรีขึ้นไป 5 คน ประกอบด้วย สถาปนิก 4 คน(ป.ตรี 2 คนและปวส. 2 คน) ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง 1 คน(ปวส.) พนักงานขายในโครงการบ้านจัดสรร 1 คน(ปวส.) และบุคคลทั่วไป 4 คน(ป.โท 1 คน ป.ตรี 2 คน และปวส. 1 คน) เพื่อมาทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ใช้แบบประเมิน และความเที่ยงตรงของการประเมินระหว่างผู้ทดสอบใช้แบบประเมินแต่ละคนที่มีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับสถาปัตยกรรมแตกต่างกัน โดยให้ประชากรตัวอย่างทั้ง 10 คนเป็นผู้ทดสอบใช้แบบประเมินฯกับบ้านเดี่ยวกรณีศึกษา โดยผู้วิจัยจะอธิบายวิธีการประเมิน และให้คำแนะนำตลอดขั้นตอนการประเมิน

การทดสอบเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในเบื้องต้นผู้ประเมินควรเก็บข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอาคารและผู้ใช้อาคาร เช่น จำนวนผู้อาศัย พื้นที่ส่วนใดบ้างที่ใช้งานเป็นประจำในช่วงเวลากลางวัน หรือพฤติกรรมในการเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้อาคาร เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาในด้านต่างๆ ในที่นี้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเบื้องต้นทั่วไปที่ควรจะทราบก่อนการประเมินฯไว้ดังนี้

จำนวนผู้อาศัยมี 4 คน ผู้อาศัยใช้ห้องรับแขกเป็นหลักในเวลากลางวันถึงหัวค่ำ และใช้พื้นที่โถง (ติดห้องรับแขก) เป็นพื้นที่ทำงานบ้านด้วย และผู้อาศัยมีพฤติกรรมในการเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพประหยัดไฟเบอร์ 5

การประเมินฯจะเริ่มจากหมวดที่ 1 ถึงหมวดที่ 3 ตามลำดับ

หมวดที่ 1 สภาพแวดล้อมอาคาร

1.1 ผังบริเวณและสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร

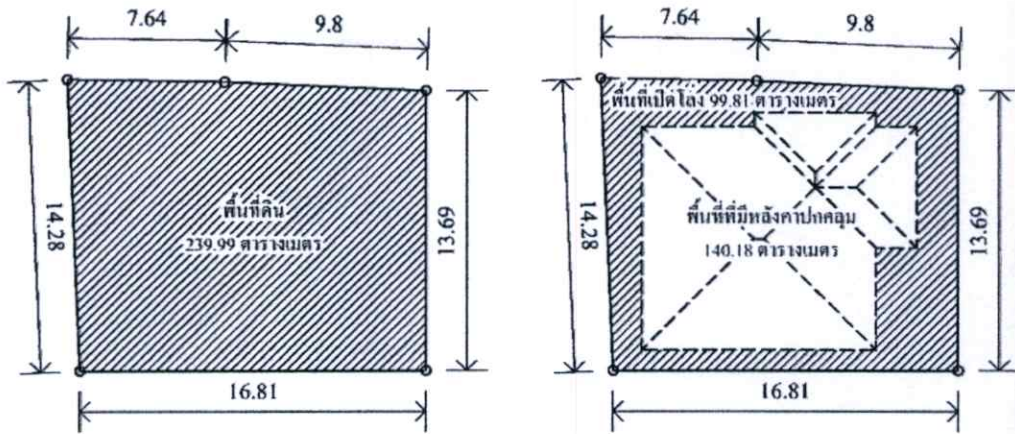
ข้อ 1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน

การคำนวณพื้นที่เปิดโล่ง สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{พื้นที่ดิน} - \text{พื้นที่ที่มีหลังคาหรือสิ่งปลูกสร้างปกคลุม} = \text{พื้นที่เปิดโล่ง}$$

บ้านตัวอย่าง มีเนื้อที่ขนาด 60.06 ตารางวา (239.9930 ตารางเมตร) ซึ่งมีพื้นที่ที่มีหลังคาหรือสิ่งปลูกสร้างปกคลุมขนาด 140.18 ตารางเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่เปิดโล่ง} &= \text{พื้นที่ดิน } 239.99 \text{ ตร.ม.} - \text{พื้นที่ที่มีหลังคาปกคลุม } 140.18 \text{ ตร.ม.} \\ &= 99.81 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$



ภาพที่ 5.11(1.1.1) แสดงการคำนวณขนาดพื้นที่ดิน พื้นที่ที่มีหลังคาปกคลุม และพื้นที่เปิดโล่ง

การคำนวณสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

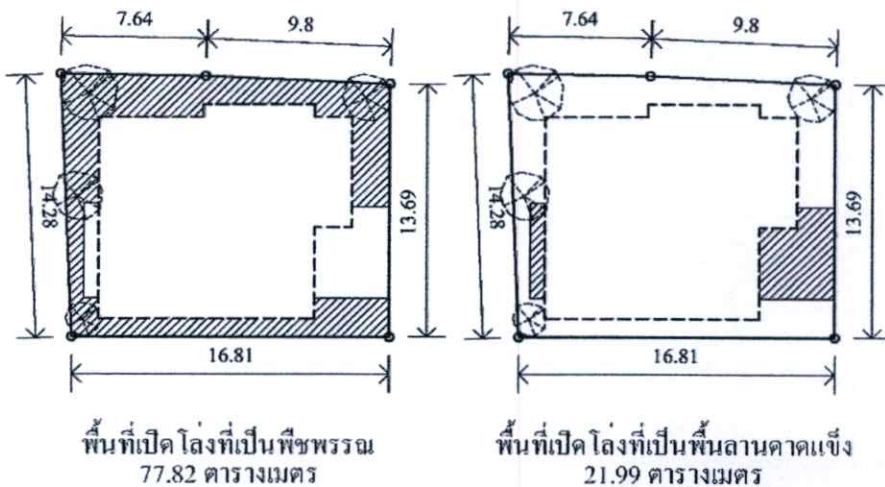
$$\frac{\text{พื้นที่เปิดโล่ง} \times 100}{\text{พื้นที่ดิน}} = \text{สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน (\%)}$$

$$\text{สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน} = \frac{99.81 \times 100}{239.99} = 41.59 (\%)$$

เพราะฉะนั้น มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง 41.59 % ของพื้นที่ดิน อยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 60 %**

ข้อ 1.1.2 สัดส่วนพื้นที่ลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่ง

การคำนวณพื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็ง สามารถตรวจสอบได้จากแบบสถาปัตยกรรม โดยคิดเป็นพื้นที่ดังนี้



ภาพที่ 5.12(1.1.2) แสดงสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพืชรกรกกับพื้นที่ที่เป็นลานลาดแข็งในพื้นที่เปิดโล่ง

การคำนวณสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\frac{\text{พื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็ง} \times 100}{\text{พื้นที่เปิดโล่ง}} = \text{สัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด (\%)}$$

$$\text{สัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็งต่อพื้นที่เปิดโล่ง} = \frac{21.99 \times 100}{99.81} = 22.03 (\%)$$

เพราะฉะนั้น มีสัดส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นลาดแข็ง 22.03 % ของพื้นที่เปิดโล่ง อยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 50 %**

ข้อ 1.1.3 สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้

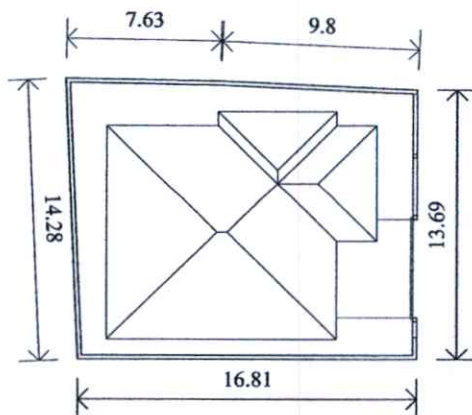
การพิจารณาสัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน สามารถตรวจสอบได้จากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง แต่ในกรณีนี้ ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับรั้วในแบบภูมิสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง ผู้ประเมินจึงต้องตรวจสอบสถานที่จริง พบว่าบ้านหลังนี้มีรั้วในด้านหลังและด้านข้างอีกสองด้านของบ้านเป็นกำแพงทึบสูง 1.80 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 87.33 ตารางเมตร ส่วนด้านหน้าของบ้านมีการเปิดช่องลมเป็นรั้วโปร่งซึ่งพื้นที่ประมาณ 7.5 ตารางเมตร ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ของรั้วทึบทั้งหมดเท่ากับ 94.83 ตารางเมตร

การคำนวณพื้นที่ของรั้วทึบ สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$(\text{ความยาวของแนวรั้ว} \times \text{ความสูงของรั้ว}) - \text{ช่องเปิดของรั้ว} = \text{พื้นที่ของรั้วทึบ}$$

$$\text{พื้นที่ของรั้วทึบ} = 94.83 \text{ ตารางเมตร}$$

จากนั้นคิดพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้ จากความยาวของรั้วทั้ง 4 ด้านคูณด้วยความสูงรั้วที่สามารถสร้างได้มากที่สุดตามกฎหมาย คือ 3 เมตร จะได้พื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้



ภาพที่ 5.13(1.1.3) แสดงผังขนาดของรั้ว เพื่อการคำนวณสัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน

การคำนวณพื้นที่ของรั้วบ้านที่สร้างได้ สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

ความยาวของแนวรั้ว x ความสูงของรั้วที่สามารถสร้างได้ = พื้นที่ของรั้วทั้งหมดที่สร้างได้

พื้นที่ของรั้วบ้านที่สร้างได้ = $(7.63+9.8+13.69+16.81+14.28) \times 3 = 186.63$ ตารางเมตร

การคำนวณพื้นที่ช่องเปิดของรั้วทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

พื้นที่ของรั้วบ้านที่สร้างได้ - พื้นที่ของรั้วทึบ = พื้นที่ช่องเปิดของรั้วทั้งหมด

พื้นที่ช่องเปิดของรั้วทั้งหมด = $186.63 - 94.83 = 91.8$ ตารางเมตร

การคำนวณสัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$\frac{\text{พื้นที่ช่องเปิดของรั้วทั้งหมด} \times 100}{\text{พื้นที่ของรั้วทั้งหมดที่สร้างได้}} = \text{สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน (\%)}$

สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน = $\frac{91.8 \times 100}{186.63} = 49.19$ (%)

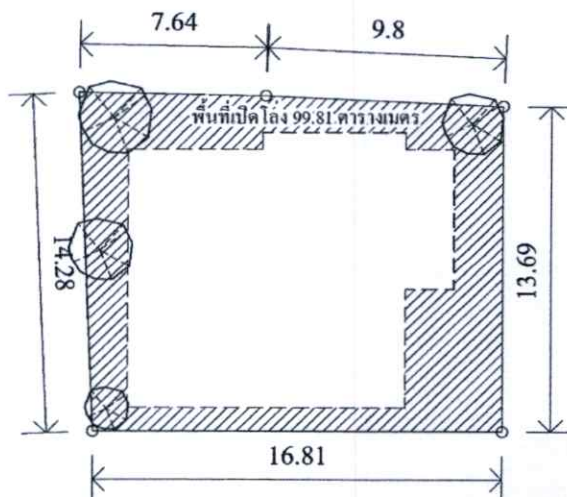
เพราะฉะนั้น มีสัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน 49.19 % ของพื้นที่รั้ว/กำแพงทั้งหมดที่

สามารถสร้างได้ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 50 %**

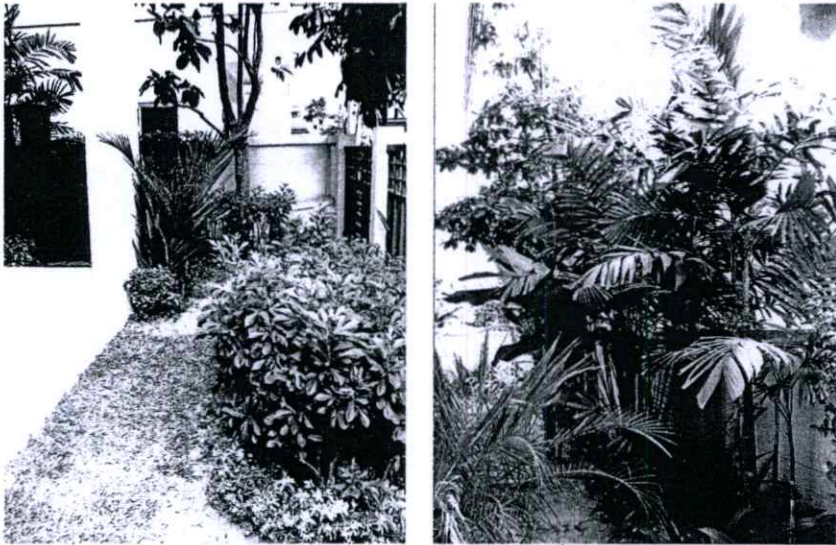
1.2 ภูมิสถาปัตยกรรม

ข้อ 1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง

การพิจารณาลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง สามารถตรวจสอบได้จากแบบภูมิสถาปัตยกรรม แต่ในกรณีนี้ ไม่มีแบบภูมิสถาปัตยกรรม ผู้ประเมินจึงต้องตรวจสอบสถานที่จริง พบว่ามีการปลูกพืชพรรณกระจายอยู่รอบบ้าน มีไม้ยืนต้นทั้งหมด 4 ต้นและส่วนใหญ่ให้ร่มเงาอาคารอยู่ทางทิศตะวันตกของบ้าน และมีไม้พุ่มและพืชคลุมดินมากกว่า 80 % ของพื้นที่เปิดโล่ง



ภาพที่ 5.14(1.2.1.1) แสดงตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่เปิดโล่ง

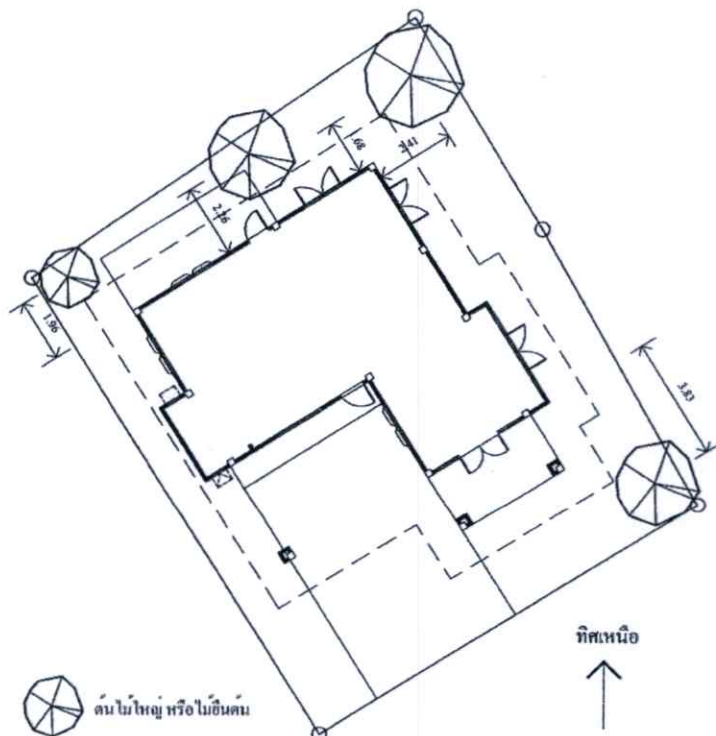


ภาพที่ 5.15(1.2.1.2) แสดงลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง

เพราะฉะนั้น พื้นที่เปิดโล่งมีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 100 %**

ข้อ 1.2.2 ตำแหน่งพื้ดาดแข็งกลางแจ้ง

การพิจารณาคำแหน่งพื้ดาดแข็งกลางแจ้ง สามารถตรวจสอบได้จากแบบสถาปัตยกรรม พบว่ามีพื้ดาดแข็งส่วนใหญ่อยู่ในด้านทิศใต้ของตัวบ้าน และได้รับร่มเงาจากหลังคา รั้ว และพืชพรรณคิดเป็นพื้นที่มากกว่าครึ่งของพื้ดาดแข็งทั้งหมด



ภาพที่ 5.16(1.2.2) แสดงตำแหน่งพื้ดาดแข็งกลางแจ้ง

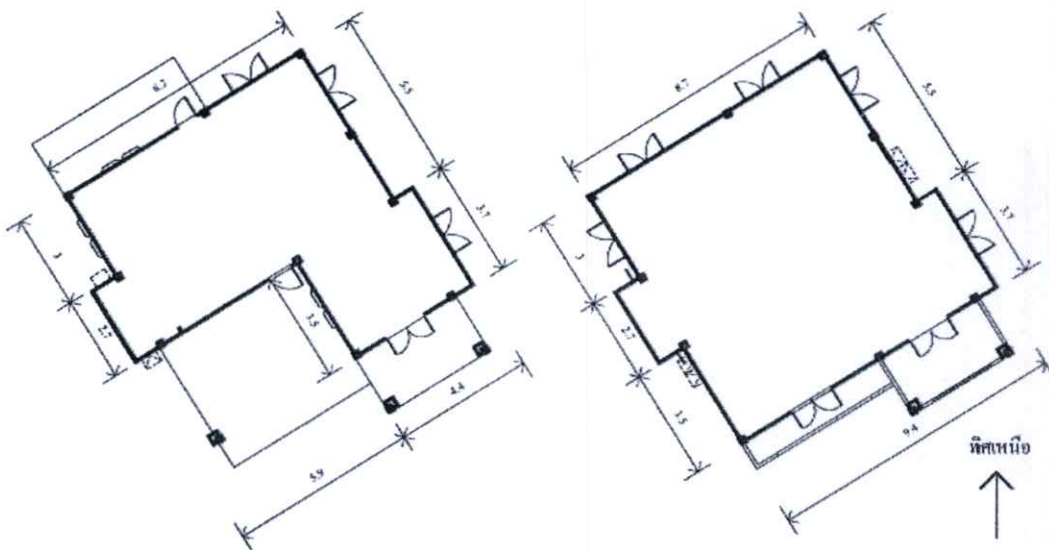
เพราะฉะนั้น พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศใต้ของบ้าน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 20 %**

หมวดที่ 2 ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

2.1 การวางทิศทางอาคาร

ข้อ 2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการ โจรของดวงอาทิตย์

คิดจากสัดส่วนพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้ของอาคาร สามารถพิจารณาจากแบบสถาปัตยกรรม โดยตรวจสอบจากผนังรอบนอกของอาคารแต่ละชั้นและหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผนังในด้านต่างๆ ในบ้านหลังนี้มีแผนผังแทบจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อลองคิดพื้นที่ผนังอย่างคร่าวๆ ปรากฏว่ามีพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกมากกว่าผนังด้านทิศเหนือและใต้เล็กน้อย(ประมาณ 1 : 0.95)



ภาพที่ 5.17(2.1.1) แสดงสัดส่วนพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้

เพราะฉะนั้น สัดส่วนพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้ประมาณ 1 : 0.95 ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ **ไม่ได้คะแนน**

2.2 เปลือกอาคาร

ข้อ 2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) สามารถตรวจสอบได้จากแบบรายละเอียดหลังคาและรายการวัสดุ ในแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \Sigma R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมผนัง มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$
 ΣR = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$

จากสมการ จำเป็นจะต้องทราบค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) ก่อน ซึ่งสามารถคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

$$R = \frac{\Delta X}{K}$$

เมื่อ R = ค่าความต้านทานความร้อน (Resistivity - $W / m^2 \text{ } ^\circ C$)
 ΔX = ความหนาของวัสดุ (เมตร)
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - $W / m \text{ } ^\circ C$)

บ้านตัวอย่าง มีวัสดุหลังคาประกอบด้วย กระจเบื้องหลังคา(กระจเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์) หนา 1.5 เซนติเมตร เอียงทำมุม 30 องศา ได้วัสดุฉนวนมีฉนวนใยแก้ว หนา 7.5 เซนติเมตร(3 นิ้ว) และมีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 4 มิลลิเมตร

ผู้วิจัยได้อ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ของวัสดุก่อสร้างอาคาร และค่าความต้านทานความร้อน (R) ของฟิล์มอากาศภายนอกและภายใน จากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิจากภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) ดังตารางนี้

ตารางที่ 5.1(2.2.1) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมหลังคา (U-value)

ชั้นวัสดุ	ความหนา(X) (เมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) (W / m °C)	ค่าความต้านทานความร้อน (R) (W / m ² °C)
ฟิล์มอากาศภายนอก			0.055
กระเบื้องหลังคา	0.015	0.993	0.015
ช่องว่างอากาศ	0.300	0.655	0.458
ใยแก้ว	0.075	0.033	2.272
ยิปซัม	0.004	0.191	0.020
ฟิล์มอากาศภายใน			0.143
ค่าความต้านทานความร้อนหลังคา (R)			2.963
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value)			0.337

เพราะฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (U-value) = 0.337 W / m² °C ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 75 %**

ข้อ 2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร (U-value)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) สามารถตรวจสอบได้จากรายการวัสดุผนัง ในแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \Sigma R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมผนัง มีหน่วยเป็น W / m² °C

ΣR = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น W / m² °C

จากสมการ จำเป็นจะต้องทราบค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) ก่อน ซึ่งสามารถคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

$$R = \frac{\Delta x}{K}$$

เมื่อ R = ค่าความต้านทานความร้อน (Resistively - W / m² °C)

$$\Delta X = \text{ความหนาของวัสดุ (เมตร)}$$

$$K = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - W / m °C)}$$

บ้านตัวอย่าง มีวัสดุผนังประกอบด้วย ผนังก่อคอนกรีตมวลเบา หนา 8 เซนติเมตร และฉาบทับด้วยปูนหนา 1 เซนติเมตร ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) เพื่อแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) ดังตารางนี้

ตารางที่ 5.2(2.2.2) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value)

ชั้นวัสดุ	ความหนา(X) (เมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) (W / m °C)	ค่าความต้านทานความร้อน (R) (W / m ² °C)
ฟิล์มอากาศภายนอก			0.044
ปูน	0.010	0.063	0.158
คอนกรีตมวลเบา	0.080	0.303	0.264
ปูน	0.010	0.063	0.158
ฟิล์มอากาศภายใน			0.299
ค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R)			0.923
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value)			1.083

เพราะฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) = 10.83 W / m² °C ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 50 %

ข้อ 2.2.3 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร (U-value) สามารถตรวจสอบได้จากรายการวัสดุผนัง ในแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \Sigma R$$

เมื่อ $U =$ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมประตู-หน้าต่าง มีหน่วยเป็น W/m²°C

$\Sigma R =$ ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น W/m² °C

จากสมการ จำเป็นจะต้องทราบค่าความต้านทานความร้อนบานประตู-หน้าต่าง(R) ก่อน ซึ่งสามารถคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

$$R = \frac{\Delta X}{K}$$

เมื่อ R = ค่าความต้านทานความร้อน (Resistivity - $W / m^2 \text{ } ^\circ C$)
 ΔX = ความหนาของวัสดุ (เมตร)
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - $W / m \text{ } ^\circ C$)

บ้านตัวอย่าง มีวัสดุบานประตู-หน้าต่างประกอบด้วย ประตูและหน้าต่างเป็น ไม้จริงหนา 3.5 เซนติเมตร ซึ่งแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) เพื่อแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) ดังตารางนี้

ตารางที่ 5.3(2.2.3) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมประตู-หน้าต่าง

ชั้นวัสดุ	ความหนา(X) (เมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) ($W / m \text{ } ^\circ C$)	ค่าความต้านทานความร้อน (R) ($W / m^2 \text{ } ^\circ C$)
ฟิล์มอากาศภายนอก			0.044
ประตู-หน้าต่างไม้	0.035	0.138	0.253
ฟิล์มอากาศภายใน			0.299
ค่าความต้านทานความร้อนบานประตู-หน้าต่าง (R)			0.596
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง (U-value)			1.677

เพราะฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมบานประตู-หน้าต่าง(U-value) = $1.667 W / m^2 \text{ } ^\circ C$ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 50 %**

ข้อ 2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร

การหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_g) อ้างอิงจากสถาบันที่น่าเชื่อถือได้ ในที่นี้ผู้วิจัยได้อ้างอิงจากข้อมูลวัสดุ ของบริษัท กระจกไทยอาชาสี จำกัด (มหาชน) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก(SC_g) ได้จากการคำนวณได้สภาวะมาตรฐานที่กำหนดโดย ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.)

บ้านตัวอย่าง ใช้วัสดุกระจกฟลอตสีเขียว(Ocean Green Float Glass) หนา 6 มิลลิเมตร เปรียบเทียบมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_g) จากตารางในภาคผนวก จ ได้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_g) เท่ากับ 0.650

เพราะฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_g) = 0.650 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 50 %**

ข้อ 2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร

การหาค่ามุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ในด้านทิศใต้ของอาคาร สามารถตรวจสอบได้จากรูปตัด ในแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง

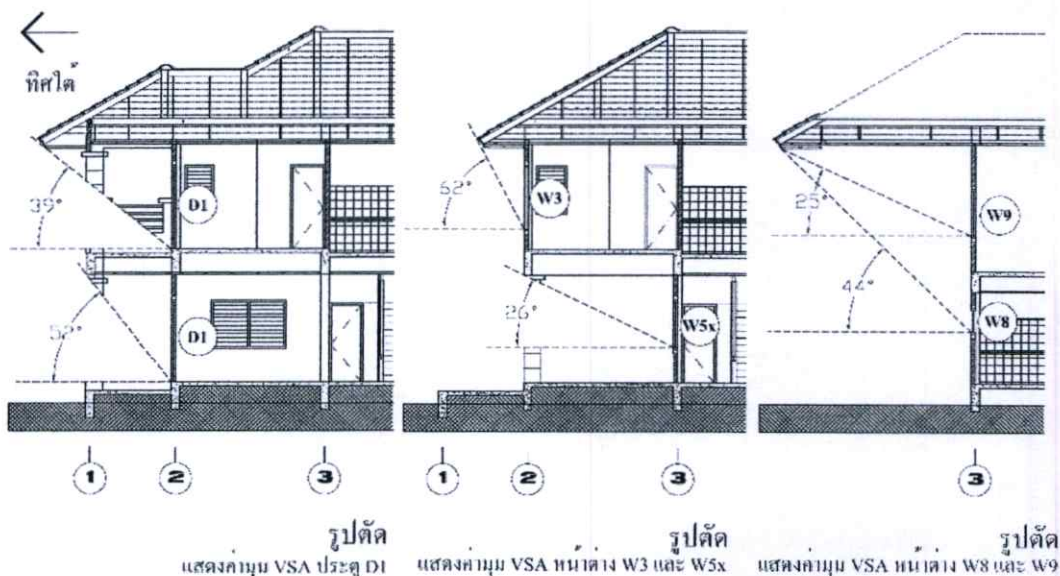
บ้านตัวอย่าง มีหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ในด้านทิศใต้ของอาคาร 6 ชุด คือ ประตู D1 จำนวน 2 ชุด หน้าต่าง W3 จำนวน 1 ชุด หน้าต่าง W5x จำนวน 1 ชุด หน้าต่าง W8 จำนวน 1 ชุด และหน้าต่าง W9 จำนวน 1 ชุด



รูปด้านทิศใต้

ภาพที่ 5.18(2.2.5.1) แสดงหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง ในรูปด้านทิศใต้

เมื่อตรวจสอบมุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสง จากรูปตัดของอาคาร จะได้ค่าดังนี้



ภาพที่ 5.19(2.2.5.2) แสดงค่ามุม VSA ของประตูและหน้าต่าง ในรูปตัด

มุม VSA ของประตู D1 จำนวน 2 ชุด คือ 39° และ 52°

มุม VSA ของหน้าต่าง W3 คือ 62°

มุม VSA ของหน้าต่าง W5x คือ 26°

มุม VSA ของหน้าต่าง W8 คือ 44°

มุม VSA ของหน้าต่าง W9 คือ 25°

เนื่องจากด้านทิศใต้ของอาคารมีช่องเปิดหรือหน้าต่างหลายชุด จึงต้องคำนวณหาค่ามุม VSA โดยวิธีเฉลี่ย ซึ่งอ้างอิงจากขนาดพื้นที่ของประตูและหน้าต่างแต่ละบาน ตามสมการดังนี้

$$\frac{\sum (\text{มุม VSA แต่ละช่องเปิด} \times \text{สัดส่วนพื้นที่แต่ละช่องเปิดนั้นต่อพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด})}{100} = \text{มุม VSA ช่องเปิด โปร่งแสงด้านทิศใต้เฉลี่ย}$$

จากการคำนวณหาขนาดพื้นที่ช่องเปิดแต่ละชุด อ้างอิงแบบขยายประตูและหน้าต่าง พบว่า

ประตู D1	มีขนาดพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 28.4 ของผลรวมพื้นที่ช่องเปิด โปร่งแสง (ต่อ 1 ชุด)
หน้าต่าง W3	มีขนาดพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 29.4 ของผลรวมพื้นที่ช่องเปิด โปร่งแสง
หน้าต่าง W5x	มีขนาดพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 8.9 ของผลรวมพื้นที่ช่องเปิด โปร่งแสง
หน้าต่าง W8	มีขนาดพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 1.4 ของผลรวมพื้นที่ช่องเปิด โปร่งแสง
หน้าต่าง W9	มีขนาดพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 3.5 ของผลรวมพื้นที่ช่องเปิด โปร่งแสง

แทนค่าในสมการการหามุม VSA ช่องเปิด โปร่งแสงด้านทิศใต้เฉลี่ย ดังนี้

$$\frac{(39 \times 28.4) + (52 \times 28.4) + (62 \times 29.4) + (26 \times 8.9) + (44 \times 1.4) + (25 \times 3.5)}{100} = 48.7^\circ$$

เพราะฉะนั้น มุม VSA ของหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนัง โปร่งแสงเฉลี่ย = 48.7° ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 75 %**

ข้อ 2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) ด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้

การคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) สามารถตรวจสอบและคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) จากแบบก่อสร้าง โดยใช้วิธีการคำนวณตามสมการ ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR)} = \frac{\text{พื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก}}{\text{พื้นที่รวมของผนังอาคารทั้งหมด}} \times 100$$

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ผนังภายนอกด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้(ในที่นี้คือรูปด้านที่ 1 และ 2 ในแบบสถาปัตยกรรม)ทั้งหมด 141.19 ตารางเมตร และมีพื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก 20.03 ตารางเมตร สามารถแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR)} &= \frac{20.03}{141.19} \times 100 \\ &= 14.19 \%\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR) = 14.19 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 50 %**

ข้อ 2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร (WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้

การคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) สามารถตรวจสอบและคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR) จากแบบก่อสร้าง โดยใช้วิธีการคำนวณตามสมการ ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR)} = \frac{\text{พื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก}}{\text{พื้นที่รวมของผนังอาคารทั้งหมด}} \times 100$$

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ผนังภายนอกอาคารนอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้(ในที่นี้คือรูปด้านที่ 3 และ 4 ในแบบสถาปัตยกรรม)ทั้งหมด 141.19 ตารางเมตร และมีพื้นที่รวมของช่องเปิดที่เป็นกระจก 16.88 ตารางเมตร สามารถแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อคำนวณอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR)} &= \frac{16.88}{141.19} \times 100 \\ &= 11.96 \%\end{aligned}$$

เพราะฉะนั้น อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง(WWR) = 11.96 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 75 %**

ข้อ 2.2.8 สีผิวผนังภายนอกและค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์

การพิจารณาสีผิวผนังภายนอกและค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของบ้านตัวอย่าง ผู้วิจัยอ้างอิงจากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

บ้านตัวอย่าง มีผนังสีส้มอ่อน เปรียบเทียบกับระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่างๆ จะมีระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (แอลฟา) เท่ากับ มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4

เพราะฉะนั้น สีผิวผนังภายนอกเป็นสีโทนอ่อน มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (แอลฟา) เท่ากับ มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 75 %*

2.3 การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร

ข้อ 2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน

การพิจารณาการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนการจัดวางพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน(ส่วนรับแขก นั่งเล่น และพักผ่อน) ที่หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ใช้สอยหลักในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด(ส่วนรับแขก นั่งเล่น และพักผ่อน) อยู่ในตำแหน่งชั้นล่างด้านทิศตะวันออกของบ้าน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน

เพราะฉะนั้น มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน หลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 2.3.2 สัดส่วนของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงเวลากลางวันที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ต่อพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกทั้งหมด

การพิจารณาการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานของบ้าน ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนการจัดวางพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานของบ้านใน

ช่วงเวลากลางวัน(ห้องเก็บของ บันได ทางเดิน หรือห้องน้ำ) เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ 85 % ของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานของบ้าน(ห้องเก็บของ บันได ทางเดิน หรือห้องน้ำ) อยู่ในตำแหน่งทิศตะวันตกของบ้าน ซึ่งเป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน

เพราะฉะนั้น 85 % ของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานของบ้าน เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 80 %

ข้อ 2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อน(และความชื้น)

การพิจารณาการจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อน(และความชื้น) ผู้ประเมินตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง

บ้านตัวอย่าง มีเฉพาะห้องนอนที่ปรับอากาศซึ่งอยู่ชั้นบนทั้งหมด ส่วนห้องครัวจะอยู่ด้านล่างของบ้าน

เพราะฉะนั้น จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 50 %

2.4 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน

ข้อ 2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การพิจารณาความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดานในส่วนพื้นที่ปรับอากาศเป็นหลัก

บ้านตัวอย่าง ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศเป็นหลักคือห้องนอน มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.80 เมตร

เพราะฉะนั้น ความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน 2.80 เมตร ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศเป็นหลัก ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 50 %

ข้อ 2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้

การคำนวณขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้ ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ ต่อจำนวนผู้ใช้

บ้านตัวอย่าง ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศเป็นหลักคือห้องนอน 3 ห้อง ห้องนอนใหญ่มีผู้ใช้ 2 คน พื้นที่ 27.6 ตารางเมตร และห้องนอนเล็กอีก 2 ห้องมีผู้ใช้ห้องละ 1 คน พื้นที่ห้องละ 12.9 ตารางเมตร ซึ่งคิดค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้ได้ 13.35 ตารางเมตร ต่อผู้ใช้ 1 คน

เพราะฉะนั้น มีค่าเฉลี่ยขนาดพื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้ได้ 13.35 ตารางเมตร ต่อผู้ใช้ 1 คน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 50 %*

ข้อ 2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ

การพิจารณาความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดานในส่วนพื้นที่ระบายอากาศตามธรรมชาติ

บ้านตัวอย่าง ในพื้นที่ระบายอากาศตามธรรมชาติ มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน 2.80 เมตร เพราะฉะนั้น ความสูงของห้องจากพื้นถึงเพดาน 2.80 เมตร ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศเป็นหลัก ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 75 %*

ข้อ 2.4.4 ตัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร

การพิจารณาความลึกของห้องต่อความสูงของช่องเปิด ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากแบบสถาปัตยกรรม พบว่า

ช่องเปิดของบ้านจะมีความสูงอยู่ที่ 2.00 – 2.45 เมตร ผู้วิจัยได้อ้างอิงจากระดับความสูงที่น้อยที่สุด คือ 2.00 เมตร และเมื่อพิจารณาผังอาคารจะพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของบ้านมีความลึกประมาณ 3.00 – 3.50 เมตร ซึ่งไม่เกิน 2 เท่าของความสูงของช่องเปิด

เพราะฉะนั้น ความลึกของห้อง ไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง

การพิจารณาสีของผนังและฝ้าเพดาน ผู้ประเมินได้ตรวจสอบจากสถานที่จริง

บ้านตัวอย่าง มีฝ้าเพดานสีขาว และมีผนังภายในเป็นสีส้ม-เหลืองอ่อนมาก(แทบจะเป็นสีขาว)

เพราะฉะนั้น ผนังและฝ้าเพดานมีสีอ่อน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 75 %*

2.5 การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

ข้อ 2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน

การพิจารณาการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อนในอาคาร ผู้ประเมินได้ตรวจสอบการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าจากสถานที่จริงพบว่า บ้านตัวอย่าง มีการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า(ที่เกิดความร้อน)ที่ไม่เกี่ยวข้อง แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศชัดเจน

เพราะฉะนั้น มีการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อนที่ไม่เกี่ยวข้อง แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศชัดเจน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 50 %*

2.6 การพึ่งพาธรรมชาติ

ข้อ 2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ

การตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม หรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักที่มีช่องระบายอากาศด้านต่างๆ พบว่า บ้านตัวอย่างมีการระบายอากาศธรรมชาติในพื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้านตรงข้าม และพื้นที่ใช้สอยหลักที่เหลือมากกว่า 40 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน

เพราะฉะนั้น มีพื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่ได้รับแสงธรรมชาติ(และป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม)

การตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม หรือแบบก่อสร้าง และคำนวณสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยหลักที่ได้รับแสงธรรมชาติ โดยที่พื้นที่นั้นต้องมีขนาดช่องแสงไม่ต่ำกว่า 15% ของพื้นที่ใช้งาน

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ใช้สอยหลักทั้งหมดได้รับแสงธรรมชาติอย่างทั่วถึง (มีช่องแสงไม่ต่ำกว่า 15 % ของพื้นที่ใช้งาน) ในส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักมีการเปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ

เพราะฉะนั้น เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

2.7 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ

ข้อ 2.7.1 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ

การพิจารณาเทคนิคการออกแบบอื่นๆ โดยผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้าง และตรวจสอบสถานที่จริง เพื่อพิจารณาเทคนิคและกลยุทธ์อื่นๆ ในการออกแบบอาคาร

ประหยัดพลังงานที่เป็นไปได้จริงกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะได้รับอย่างชัดเจน

บ้านตัวอย่าง มีการจัดพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้าน(ห้องรับแขก นั่งเล่น และห้องทานอาหาร) ซึ่งเป็นพื้นที่ระบายอากาศตามธรรมชาติ โดยไม่มีผนังหรือเครื่องเรือนแบบทึบกันเพื่อเพิ่มพื้นที่โล่งภายในอาคาร หรือเรียกว่าการจัดวางผังแบบโปร่ง(open plan) ช่วยให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น และยังได้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 5.20(2.7.1.1) แสดงการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านแบบ โปร่ง (open plan)

และยังมีการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมม่านหน้าต่างที่ปรับตามสภาพตามแสงธรรมชาติ (daylight-linked automated blind control system) ที่มี 3 ชั้น สามารถปรับตามสภาพความเข้มของแสงและปริมาณความร้อน เป็นการควบคุมแสงสว่างภายในอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง ช่วยลดความร้อนภายในอาคารที่เกิดจากการเปิดช่องแสงมากเกินไปจนความจำเป็น



ภาพที่ 5.21(2.7.1.2) แสดงอุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มี 3 ชั้น

เพราะฉะนั้น มีการจัดพื้นที่ใช้สอยต่างๆที่ไม่ปรับอากาศภายในบ้านแบบโปร่ง(open plan) เพื่อรับลมและแสงธรรมชาติ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ได้คะแนน 50 % และมีการเลือกใช้อุปกรณ์ม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ได้คะแนนอีก 50 % ข้อ 2.7.1 ได้คะแนนรวมเป็น 100 %

หมวดที่ 3 ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.1 ระบบปรับอากาศ

ข้อ 3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

การคำนวณพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ โดยผู้ประเมินตรวจสอบแบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศและมีระบบพึ่งพาธรรมชาติต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารทั้งหมด

บ้านตัวอย่าง มีพื้นที่ที่ใช้เครื่องปรับอากาศประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารทั้งหมด

เพราะฉะนั้น มีพื้นที่ที่ใช้เครื่องปรับอากาศมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 25 %

ข้อ 3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

การตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยผู้ประเมินตรวจสอบรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริง จากแบบสถาปัตยกรรม แบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงเครื่องปรับอากาศได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าเบอร์ 5

บ้านตัวอย่าง ใช้เครื่องปรับอากาศได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 โดยมีฉลากระบุอย่างชัดเจน



ภาพที่ 5.22(3.1.2) แสดงฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ที่ระบุไว้ที่เครื่องปรับอากาศ

เพราะฉะนั้น บ้านตัวอย่าง ใช้เครื่องปรับอากาศได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 100 %

ข้อ 3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน

การพิจารณาสัดส่วนของขนาดของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีการปรับอากาศทั้งหมดต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทั้งหมด ผู้ประเมินตรวจสอบ และคำนวณขนาดพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่มีการปรับอากาศทั้งหมดต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทั้งหมด จากแบบก่อสร้างและรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง

บ้านตัวอย่าง ห้องนอนใหญ่มีพื้นที่ 27.6 ตารางเมตร ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียู/ชม ส่วนห้องนอนเล็กอีก 2 ห้องมีพื้นที่ห้องละ 12.9 ตารางเมตร และใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 บีทียู/ชม เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่าขนาดของเครื่องปรับอากาศอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมกับพื้นที่ปรับอากาศ

เพราะฉะนั้น บ้านตัวอย่าง ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดของเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่ปรับอากาศ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของผนังภายในกันส่วนปรับอากาศ

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายในกันส่วนปรับอากาศ (U-value) สามารถตรวจสอบได้จากรายการวัสดุผนัง ในแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบก่อสร้าง และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายในกันส่วนปรับอากาศ (U-value) โดยใช้วิธีการคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายในกันส่วนปรับอากาศ (U-value) สามารถคำนวณย้อนกลับจากค่า R ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$U = 1 / \Sigma R$$

เมื่อ U = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมผนัง มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$
 ΣR = ค่าสัมประสิทธิ์การต้านทานความร้อนรวม มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$

จากสมการ จำเป็นจะต้องทราบค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) ก่อน ซึ่งสามารถคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ดังสมการนี้

$$R = \frac{\Delta x}{K}$$

เมื่อ R = ค่าความต้านทานความร้อน (Resistivity - $W / m^2 \text{ } ^\circ C$)
 Δx = ความหนาของวัสดุ (เมตร)
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Conductivity - $W / m \text{ } ^\circ C$)

บ้านตัวอย่าง มีวัสดุผนังประกอบด้วย ผนังก่อคอนกรีตมวลเบาหนา 8 เซนติเมตร และฉาบทับด้วยปูนหนา 1 เซนติเมตรทั้ง 2 ด้าน ซึ่งแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R) เพื่อแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) ดังตารางนี้

ตารางที่ 5.4(3.1.4) แสดงการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value)

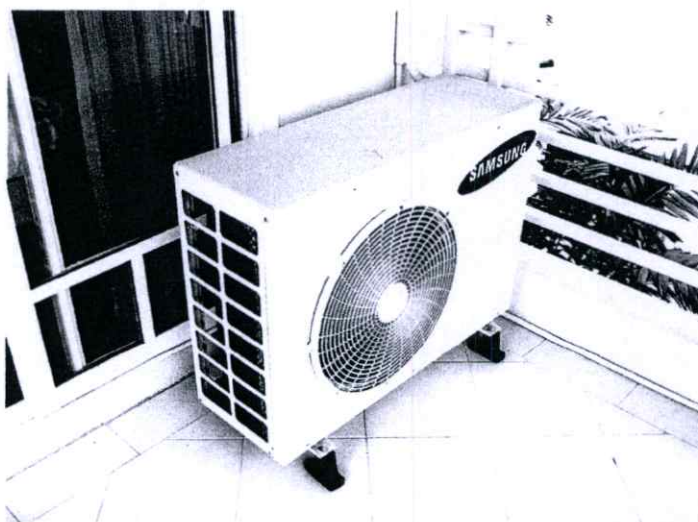
ชั้นวัสดุ	ความหนา(X) (เมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) (W / m °C)	ค่าความต้านทานความร้อน (R) (W / m ² °C)
ฟิล์มอากาศภายนอก			0.044
ปูน	0.010	0.063	0.158
คอนกรีตมวลเบา	0.080	0.303	0.264
ปูน	0.010	0.063	0.158
ฟิล์มอากาศภายใน			0.299
ค่าความต้านทานความร้อนผนัง (R)			0.923
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value)			1.083

เพราะฉะนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนัง (U-value) = 10.83 W / m² °C
ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ ได้คะแนน 50 %

ข้อ 3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser)

การพิจารณาการจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) จากแบบก่อสร้างและรายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง หรือตรวจสถานที่จริง

บ้านตัวอย่าง มีการจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) ทั้งหมดในตำแหน่งที่มีร่มเงาจากหลังคาปกคลุม



ภาพที่ 5.23(3.1.5) แสดงการจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาจากหลังคาปกคลุม

เพราะฉะนั้น มีการจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 100 %**

3.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อ 3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน

การตรวจสอบและประเมินค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ โดยผู้ประเมินคำนวณจากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยใช้วิธีคำนวณตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 จากสมการต่อไปนี้

$$PD = \frac{LW + BW}{GR}$$

- เมื่อ PD คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่อาคาร (W/m^2)
 LW คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดส่องสว่างทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร (W)
 BW คือ ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในอาคาร (W)
 GR คือ พื้นที่ใช้งานในอาคาร (m^2)

บ้านตัวอย่าง ใช้หลอดตะเกียบ(หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)ขนาด 20 วัตต์ (PL-20 W) ทั้งหมด 24 หลอด (มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว) ต่อพื้นที่ใช้งาน 160 ตารางเมตร ซึ่งแทนค่าต่างๆในสมการเพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเฉลี่ย ดังนี้

$$\frac{(20 \times 24)}{160} = 3$$

มีผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเฉลี่ย 3 W/m^2

เพราะฉะนั้น มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m^2 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ **ได้คะแนน 100 %**

ข้อ 3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน

การตรวจสอบการใช้หลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง โดยเทียบค่าเป็นร้อยละของจำนวนหลอดไฟทั้งหมดที่ใช้ภายในอาคาร

ผู้ประเมินตรวจสอบจากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่างและตรวจสอบพื้นที่จริง พบว่าบ้านตัวอย่าง ใช้หลอดตะเกียบ(หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)ขนาด 20 วัตต์ (PL-20 W) มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว เป็นหลัก ซึ่งถือว่าเป็นหลอดประหยัดพลังงานชนิดหนึ่ง

เพราะฉะนั้น สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 80 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 3.2.3 ประสิทธิภาพบัลลาสต์

การตรวจสอบการใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง

ผู้ประเมินตรวจสอบจากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่างและตรวจสอบพื้นที่จริง พบว่าบ้านตัวอย่าง ใช้หลอดตะเกียบ(หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)ซึ่งมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัว เพราะฉะนั้น มีการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

ข้อ 3.2.4 การใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่าง

การตรวจสอบการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน จากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือตรวจสอบพื้นที่จริง

ผู้ประเมินตรวจสอบจากผังระบบไฟฟ้าแสงสว่างและตรวจสอบพื้นที่จริง พบว่าบ้านตัวอย่าง ไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานแต่อย่างใด

เพราะฉะนั้น ไม่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ *ไม่ได้คะแนน*

3.3 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง

ข้อ 3.3.1 การควบคุมกระแสไฟฟ้ารั่วไหล

การตรวจสอบแบบระบบไฟฟ้ากำลัง หรือตรวจสอบสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน พบว่า บ้านตัวอย่างไม่ได้ ติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker

เพราะฉะนั้น ไม่มีการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน ถือว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ *ไม่ได้คะแนน*

3.4 ระบบสุขาภิบาล (เลือกระหว่าง ก. ไม่ใช้เครื่องปั้มน้ำ หรือ ข. ใช้เครื่องปั้มน้ำ)

ข้อ ข. ใช้ปั้มน้ำ พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ (ครอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือ ความสูงต่อ 12 ม.)

การตรวจสอบแบบสุขาภิบาล แบบก่อสร้าง หรือตรวจสอบสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงระบบท่อจ่ายน้ำที่ไม่ผ่านปั้มน้ำ และขนาดมอเตอร์ของเครื่องปั้มน้ำ พบว่า บ้านตัวอย่างใช้ปั้มน้ำขนาด 210 วัตต์

เพราะฉะนั้น มีการใช้ปั้มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า) ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 25 %*

3.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร

ข้อ 3.5.1 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า

การตรวจสอบรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริง จากรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ตรวจสอบสถานที่จริง ที่ระบุหรือแสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับฉลากแสดงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในบ้านตัวอย่าง ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

เพราะฉะนั้น มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มากกว่า 80 % ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ *ได้คะแนน 100 %*

5.4 ผลการทดสอบใช้แบบทดสอบ

การทดสอบเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล กับบ้านตัวอย่าง ได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้าน เดี่ยวกรณีศึกษา ตามเนื้อหาปัจจัย

1.	สภาพแวดล้อมอาคาร
1.1	ผังบริเวณและสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร
1.1.1	สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน
1.1.2	สัดส่วนพื้นที่ลาดเชิงต่อพื้นที่เปิดโล่ง
0	- มีพื้นที่ลาดเชิง เกิน 40 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
25	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
50	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
75	- มีพื้นที่ลาดเชิง มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
100	- มีพื้นที่ลาดเชิง ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด
1.1.3	สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน
0	- มีการเปิดช่องเปิด ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
1.2	ภูมิสถาปัตยกรรม
1.2.1	ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง
0	- พื้นที่ลาดเชิงล้วน
25	- พื้นที่ลาดดินและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
1.2.2	ตำแหน่งพื้นที่ลาดเชิงกลางแจ้ง
0	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นที่ลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 1 ที่ได้ทั้งหมด หาคด้วย 5) คะแนนเฉลี่ย	
56 %	

2. ลักษณะทางสถาปัตยกรรม			
2.1 การวางทิศทางอาคาร			
2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์			
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก		
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วน 1 : < 1.1		
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.6		
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.6		
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก		
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1		
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3		
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.3		
2.2 เปลือกอาคาร			
การป้องกันความร้อนผ่านหลังคา			
2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา (ค่า U-value)			
0	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value > 1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ไยหิน	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	

25	- หลังคามุงแฝก ภูเขา ห้อดับจาก	ไม่มีฝ้าเพดาน มีฝ้าเพดาน ไม้ไผ่สาน หรือฝ้าไม้อัด	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
50	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.6 -0.9 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
75	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นเหล็กเคลือบ	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
		มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงแผ่น ไม้	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
100	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value < 0.3 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงแผ่น ไม้	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		
การป้องกันความร้อนจากผนังภายนอกและหน้าต่าง			
2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร (ค่า U-value)			
0	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม้ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.		

0	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
	- ผนังไม้ซุงเคลือบ	หนา 1.5 ซม.	
	- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.	
	- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม. หนา 15 ซม. หนา 20 ซม.	
25	- ผนังยิปซัมบนโครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ²
50	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม. หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	
2.2.3 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร(ค่า U-value) / ไม่รวมกระจก			
0	- ใช้งานประตู-หน้าต่าง ทำจากโลหะ เหล็กกล้า		U-value > 2.7 W / m ² °C
25	- ใช้งานประตู-หน้าต่าง ทำจากอลูมิเนียมที่หนาเกิน 2 ม.ม.		U-value = 1.8 -2.7 W / m ² °C
50	- ใช้งานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนา 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม.		U-value = 0.9 -1.8 W / m ² °C
100	- ใช้งานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนามากกว่า 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม.มีฉนวนข้างใน		U-value < 0.9 W / m ² °C
2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร / ถ้าไม่ใช้กระจกไม่ต้องทำข้อนี้			
0	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 3 – 8 ม.ม.	SC ₁ มากกว่า 0.90
25	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 10 – 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.70 ไม่เกิน 0.90
50	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.50 ไม่เกิน 0.70
	- ใช้กระจกสีเข้ม (Dark-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน(Cool Heat Reflective Glass)	หนา 5 – 8 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเข้ม (Dark Heat Reflective Glass)	หนา 3 – 5 ม.ม.	
75	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.30 ไม่เกิน 0.50
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน(Cool Heat Reflective Glass)	หนา 6 – 8 ม.ม.	
100	- ใช้กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E	-	SC ₁ น้อยกว่า 0.30
	- ใช้กระจก Heat-stop on VGN	-	
	- ใช้กระจก Heat-stop on RSCAZ	-	
2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร / ถ้าไม่มีหน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนัง โปร่งแสง ด้านทิศใต้ ไม่ต้องทำข้อนี้			
0	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 60°		
25	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 55° แต่ไม่เกิน 60°		
50	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 50° แต่ไม่เกิน 55°		
75	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 45° แต่ไม่เกิน 50°		

100	- มุม VSA ด้านทิศใต้ ไม่เกิน 45°
2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังภายนอกอาคาร(WWR) ด้านทิศตะวันตก ตะวันตก/ใต้ และใต้	
0	- มากกว่า 20 %
25	- มากกว่า 15 % แต่ไม่เกิน 20 %
50	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 15 %
75	- มากกว่า 5 % แต่ไม่เกิน 10 %
100	- ไม่เกิน 5 %
2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง โปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังภายนอกอาคาร(WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้	
0	- มากกว่า 40 %
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 %
100	- ไม่เกิน 10 %
2.2.8 สีผิวผนังภายนอกและค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์	
0	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีเข้ม (ค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.8)
25	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีค่อนข้างเข้ม (ค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.6 แต่ไม่เกิน 0.8)
50	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีปานกลาง (ค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6)
75	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีโทนอ่อน (ค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4)
100	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีขาวสะท้อนแสง (ค่าดูคลลิ่งรังสีดวงอาทิตย์ไม่เกิน 0.2)
2.3 การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร	
2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
2.3.2 สัดส่วนของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงเวลากลางวันที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ต่อพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกทั้งหมด	
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และและทิศตะวันตก

80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก
2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อน(และความชื้น)	
0	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศและเปิดพื้นที่ครัวต่อเนื่องกับพื้นที่อื่นในบ้าน
25	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งครัวแยกออกจากตัวบ้าน
2.4 ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน	
	ส่วนปรับอากาศ (ถ้าไม่มีพื้นที่ส่วนปรับอากาศเลข ไม่ต้องทำข้อ 2.4.1 ข้อ 2.4.2 และข้อ 2.4.3)
2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 3.0 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่เกิน 3.0 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่เกิน 2.80 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่เกิน 2.60 เมตร
2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้	
0	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศเกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
50	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
100	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
	ส่วนระบายอากาศตามธรรมชาติ
2.4.3 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร
	ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่าง
2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร	
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง	
0	- ผืนผนังและเพดานมีสีเข้ม
25	- ผืนผนังและเพดานมีสีค่อนข้างเข้ม
50	- ผืนผนังและเพดานมีสีปานกลาง

75	- ฉนวนและเพดานมีสีโทนอ่อน
100	- ฉนวนและเพดานเป็นผิวสะท้อนแสง หรือฉนวน เพดานและเครื่องเรือนมีสีโทนอ่อน
2.5 การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (ถ้าอาคารยังไม่เปิดใช้งาน ไม่ต้องทำข้อนี้)	
2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
2.6 การพึ่งพาธรรมชาติ	
2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ (มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % และไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ใช้สอยที่ได้รับแสงธรรมชาติ(และป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม)	
0	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ น้อยกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
20	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
35	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
50	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
75	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
100	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
2.7 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ	
2.7.1 เทคนิคการออกแบบอื่นๆ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ กรณีที่อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ถือว่าข้อนี้ได้ 100 %)	
0	- ไม่มีการใช้เทคนิคหรือการออกแบบอื่นๆ เพื่อช่วยประหยัดหรือลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเลย
50	- ใช้การออกแบบเนินดินรอบอาคารเพื่อลดหรือป้องกันการสะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร
50	- มีระบบทำความเย็นโดยการพ่นน้ำบนหลังคา (indirect evaporative cooling)
50	- มีการปลูกต้นไม้เกาะผนังภายนอกอาคาร เพื่อให้ร่มเงาแก่ผนังและได้รับความเย็นจากการระเหยของไอน้ำ
50	- มีการปลูกต้นไม้บนหลังคา (roof gardens) เพื่อเป็นฉนวนและให้ร่มเงาแก่หลังคา
50	- พื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศ มีการใช้ความเย็นจากดิน(earth cooling) หรือจากสระน้ำ

50	- มีการจัดพื้นที่ใช้สอยต่างๆที่ไม่ปรับอากาศภายในบ้านแบบโปร่ง(open plan) เพื่อรับลมและแสงธรรมชาติ	
50	- มีการใช้ระบบหิ้งสะท้อนแสง (light shelf)	
50	- มีการใช้ระบบผนังปล่องรังสีอาทิตย์(trombe wall) หรือระบบหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์ (roof solar collector)	
50	- มีการเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดหรือม่านหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพ	
50	- มีระบบระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาอย่างเหมาะสม	
50	- มีช่องเปิดส่วนใหญ่ของอาคาร อยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับทิศทางลมประจำถิ่น (สำหรับกทม.คือทิศใต้)	
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 2 ทั้งหมดหารด้วย 21 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย		68.09 %

3. ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

3.1 ระบบปรับอากาศ (ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศเลข ไม่ต้องทำในหัวข้อ 3.1)

3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

0	- มากกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด
100	- ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด

3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

0	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า
100	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นที่ดีกว่า

3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน (ดูตารางเปรียบเทียบจากรายละเอียดการประเมินฯ)

0	- ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่
100	- ขนาดเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่

3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของผนังภายในที่กั้นส่วนปรับอากาศ

0	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
- ผนังไม้ซุงเคลือบ	หนา 1.5 ซม.		
	หนา 3.5 ซม.		
	หนา 10 ซม.		
- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.		
	หนา 15 ซม.		
	หนา 20 ซม.		
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C

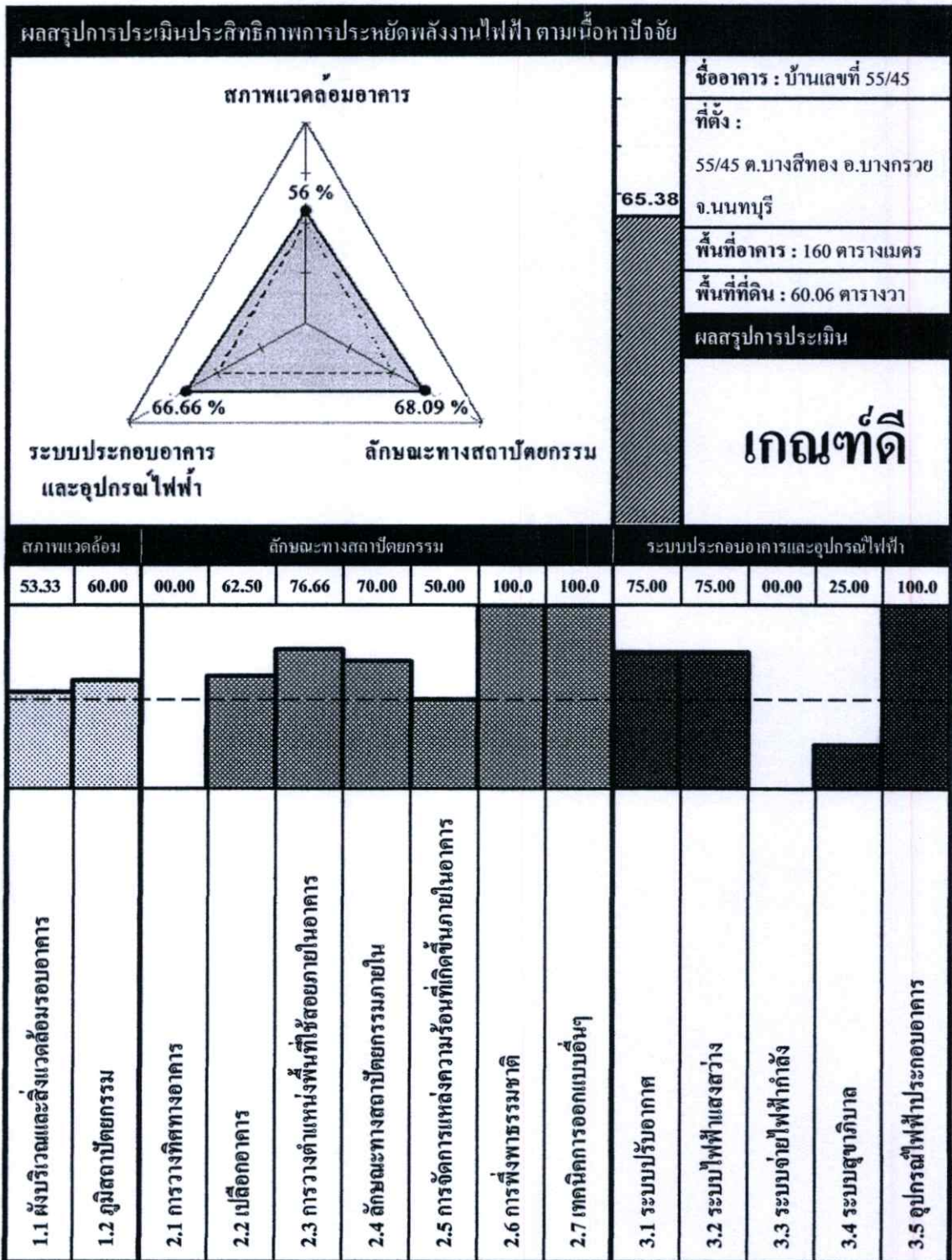
50	- ผนังอิฐมวลเบา ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม. หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	
3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน (Condenser) / ถ้าไม่ใช้เครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วน(Split Type) ไม่ต้องทำข้อนี้			
0	- คอยล์ร้อน (Condenser) ไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
50	- คอยล์ร้อน (Condenser) บางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
100	- คอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม		
3.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน			
0	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเกิน 25 W/m ²		
50	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในมากกว่า 12 W/m ² แต่ไม่เกิน 25 W/m ²		
100	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m ²		
3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน			
0	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิน 50 %		
25	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
50	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
75	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 80 %		
3.2.3 ประสิทธิภาพบัลลาสต์ (ถ้าไม่มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เลย ไม่ต้องทำข้อนี้)			
0	- ใช้บัลลาสต์ธรรมดา (ขนาด 10 วัตต์)		
50	- ใช้บัลลาสต์การสูญเสียต่ำ (ขนาด 7 วัตต์)		
100	- ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ต่ำกว่า 1-3 วัตต์)		
3.2.4 อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน			
0	- ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน		
10	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนไม่เกิน 20 %		
20	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %		
30	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %		
40	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 %		
50	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
65	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
80	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 80 %		
3.3 ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง			

3.3.1 การควบคุมกระแสไฟฟ้ารั่วไหล	
0	- ไม่มีการติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน
100	- ติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน
3.4 ระบบสุขาภิบาล (เลือกระหว่าง ก. ไม่ใช้เครื่องปั๊มน้ำ หรือ ข. ใช้เครื่องปั๊มน้ำ)	
ก. ไม่ใช้เครื่องปั๊มน้ำ	
50	- ไม่ใช้เครื่องปั๊มน้ำ
100	- ไม่ใช้เครื่องปั๊มน้ำ และออกแบบหรือจัดการการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและเพียงพอ
ข. ใช้ปั๊มน้ำ พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ (ครอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงต่อ 12 ม.)	
0	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
25	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
50	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)
65	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า)
80	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า)
100	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า)
3.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร (ถ้าอาคารยังไม่เปิดใช้งาน ไม่ต้องทำข้อนี้)	
3.5.1 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า	
0	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนไม่เกิน 40 %
20	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 40 %
35	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 50 %
50	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 60 %
75	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 70 %
100	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
(ผลรวมคะแนนในหมวดที่ 3 ทั้งหมดหารด้วย 12 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
66.66 %	

สรุปคะแนนแต่ละหมวด

	หมวดที่ 1	หมวดที่ 2	หมวดที่ 3	
คะแนนเฉลี่ยที่ได้ (%)	56	68.09	66.66	
	(× 20)	(× 60)	(× 20)	
	100	100	100	
คะแนนเฉลี่ยอ้างอิงสัดส่วนคะแนน (%)	11.2 +	40.85 +	13.33 =	65.38 %
				คะแนนเฉลี่ยรวม

ตารางที่ 5.6 แสดงผลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว
กรณีศึกษา ตามเนื้อหาปัจจัย



ผลการทดสอบใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล กับบ้านตัวอย่าง ได้คะแนนเฉลี่ยรวม(ตามเนื้อหาปัจจัย)คิดเป็นร้อยละ 65.38 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ถือว่าอยู่ในระดับ “เกณฑ์ดี”

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการทดสอบการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้าน
เดี่ยวกรณีศึกษา ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา

ก การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	
ก-1.1 (1.2.2 ตำแหน่งพื้นลาดแข็งกลางห้อง)	
0	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นลาดแข็งส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
ก-2.1 (1.2.1 ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)	
0	- พื้นที่ลาดแข็งล้วน
25	- พื้นที่ลานดินและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ก-3.1 (2.1.1 การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการ โจรของดวงอาทิตย์)	
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วน 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.6
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.6
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.3
ก-3.2 (2.2.6 อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังนอกอาคาร(WWR) ด้านทิศตะวันออก ตะวันตก ใต้ และใต้)	
0	- มากกว่า 20 %
25	- มากกว่า 15 % แต่ไม่เกิน 20 %
50	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 15 %
75	- มากกว่า 5 % แต่ไม่เกิน 10 %

100	- ไม่เกิน 5 %		
ก-3.3 (2.2.7 อัตราส่วนพื้นที่ที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังนอกอาคาร(WWR) นอกเหนือจากด้านทิศตะวันตก-ทิศใต้)			
0	- มากกว่า 40 %		
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %		
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %		
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20 %		
100	- ไม่เกิน 10 %		
ก-4.1 (2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคา : ค่า U-value)			
0	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value > 1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	ไม่มีฝ้าเพดาน		
	มีฝ้าเพดานยิปซัม		
	- หลังคามุงแผ่น ไม้	ไม่มีฝ้าเพดาน หรือมีฝ้าเพดานยิปซัม	
25	- หลังคามุงแฝก หญ้าคา หรือตับจาก	ไม่มีฝ้าเพดาน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		มีฝ้าเพดาน ไม้ไผ่สาน หรือฝ้า ไม้อัด	
	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงแผ่น ไม้	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม		
50	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.6 -0.9 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม	
75	- หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องคอนกรีต/ซีเมนต์	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นเหล็กเคลือบ	ไม่มีฝ้าเพดาน	
		มีฝ้าเพดานยิปซัม	
มีฉนวนยาง + ฝ้าเพดานยิปซัม			
- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		

75	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value = 0.3 -0.6 W / m ² °C
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
100	- หลังคามุงกระเบื้องแผ่นเหล็กเคลือบ	มีฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	U-value < 0.3 W / m ² °C
		มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องพลาสติก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องเซรามิก	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
	- หลังคามุงกระเบื้องดินเผา	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม	
- หลังคามุงแผ่นไม้	มีฉนวนใยแก้ว 4 นิ้ว + ฝ้าเพดานยิปซัม		

การป้องกันความร้อนจากผนังภายนอกและหน้าต่าง

ก-4.1 (2.2.2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผนังที่ติดภายนอกอาคาร : ค่า U-value)

0	- ผนังอิฐมวลเบา ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	
	- ผนังไม้ซันเกล็ด	หนา 1.5 ซม.	
	- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.	
- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.		
	หนา 15 ซม.		
	หนา 20 ซม.		
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลเบา ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
		หนา 10 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 15 ซม.	
100	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลเบา + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	

ก-4.2 (2.2.3) คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุบานประตู-หน้าต่างที่ติดภายนอกอาคาร : ค่า U-value)

0	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากโลหะ เหล็กกล้า	U-value > 2.7 W / m ² °C
25	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากอลูมิเนียมที่หนาเกิน 2 ม.ม.	U-value = 1.8 -2.7 W / m ² °C
50	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนา 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม.	U-value = 0.9 -1.8 W / m ² °C

100	- ใช้บานประตู-หน้าต่าง ทำจากไม้ ไม้อัด และพลาสติก ที่หนามากกว่า 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม. มีฉนวนข้างใน		U-value < 0.9 W / m ² °C
ก-4.3 (2.2.4 คุณสมบัติการป้องกันความร้อนของวัสดุกระจกที่ติดภายนอกอาคาร / ถ้าไม่ใช้กระจกไม่ต้องทำข้อนี้)			
0	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 3 – 8 ม.ม.	SC ₁ มากกว่า 0.90
25	- ใช้กระจกใส (Clear Float Glass)	หนา 10 – 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.70 ไม่เกิน 0.90
50	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.50 ไม่เกิน 0.70
	- ใช้กระจกสีเข้ม (Dark-tinted Float Glass)	หนา 5 – 10 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 5 – 8 ม.ม.	
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีเข้ม (Dark Heat Reflective Glass)	หนา 3 – 5 ม.ม.	
75	- ใช้กระจกสีอ่อน (Light-tinted Float Glass)	หนา 12 ม.ม.	SC ₁ ตั้งแต่ 0.30 ไม่เกิน 0.50
	- ใช้กระจกสะท้อนแสงสีอ่อน (Cool Heat Reflective Glass)	หนา 6 - 8 ม.ม.	
100	- ใช้กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E	-	SC ₁ น้อยกว่า 0.30
	- ใช้กระจก Heat-stop on VGN	-	
	- ใช้กระจก Heat-stop on RSCAZ	-	
ก-4.4 (2.2.5 การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร / ถ้าไม่มีหน้าต่างกระจก หรือผนังโปร่งแสง ด้านทิศใต้ ไม่ต้องทำข้อนี้)			
0	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 60°		
25	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 55° แต่ไม่เกิน 60°		
50	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 50° แต่ไม่เกิน 55°		
75	- มุม VSA ด้านทิศใต้ มากกว่า 45° แต่ไม่เกิน 50°		
100	- มุม VSA ด้านทิศใต้ ไม่เกิน 45°		
ก-4.5 (2.2.8 สีผิวผนังภายนอกและค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์)			
0	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีเข้ม (ค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.8)		
25	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีค่อนข้างเข้ม (ค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.6 แต่ไม่เกิน 0.8)		
50	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีปานกลาง (ค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.4 แต่ไม่เกิน 0.6)		
75	- ผิวผนังภายนอกเป็นสีโทนอ่อน (ค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 0.2 แต่ไม่เกิน 0.4)		
100	- ผิวผนังภายนอกเป็นผิวสะท้อนแสง (ค่าดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไม่เกิน 0.2)		
ก-4.6 (2.3.2 สัดส่วนของพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในช่วงเวลากลางวันที่เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกในช่วงเวลากลางวัน ต่อพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตกทั้งหมด)			
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้งานในด้านทิศใต้และทิศตะวันตก		
(ผลรวมคะแนนในหมวด ก ทั้งหมดหารด้วย 12 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย			56.66 %

ข	การลดความร้อนและเพิ่มความเย็น
ข-1.1	(1.1.1) สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน)
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน
ข-1.2	(1.1.3) สัดส่วนความโปร่งของรั้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้)
0	- มีการเปิดช่องเปิด ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
ข-2.1	(1.2.1) ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)
0	- พื้นที่ลาดเชิงชัน
25	- พื้นที่ลาดชันและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ข-2.2	(1.2.2) ตำแหน่งพื้นลาดเชิงกลางแจ้ง)
0	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
20	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออก/ใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก/ใต้ และทิศตะวันตกของบ้าน
35	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
50	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกเฉียงเหนือของบ้าน
75	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ไม่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
100	- พื้นลาดเชิงส่วนใหญ่ได้รับร่มเงา อยู่ทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้าน
ข-3.1	(2.4.3) ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ)
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดาน ไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร
ข-4.1	(1.2.1) ลักษณะพื้นที่เปิดโล่ง)
0	- พื้นที่ลาดเชิงชัน
25	- พื้นที่ลาดชันและมีหญ้าปกคลุม
50	- พื้นที่มีสนามหญ้า มีไม้ใหญ่และไม้พุ่มประปราย
75	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่มจำนวนมาก
100	- พื้นที่มีไม้ใหญ่และ ไม้พุ่ม ส่วนใหญ่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
ข-4.2	(2.3.1) สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้าน ในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่ โดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน)
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้าน ในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด

20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
ข-4.3 (2.3.3 การจัดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อนและความชื้น)	
0	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศและเปิดพื้นที่ครัวต่อเนื่องกับพื้นที่อื่นในบ้าน
25	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งครัวอยู่ในบ้าน อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ติดพื้นที่ส่วนปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งครัวแยกออกจากตัวบ้าน
ข-4.4 (2.6.1 การระบายอากาศธรรมชาติ : มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
ข-5.1 (2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน)	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
(ผลรวมคะแนนในหมวด ข ทั้งหมดหารด้วย 10 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
65.5 %	

ก	การพึ่งพาธรรมชาติ
ก-1.1 (1.1.1 สัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งต่อพื้นที่ดิน)	
0	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง น้อยกว่า 30 % ของพื้นที่ดิน
50	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง อย่างน้อย 30 % แต่ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ดิน
60	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ดิน
70	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ดิน
80	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ดิน
100	- มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง มากกว่า 70 % ของพื้นที่ดิน

ก-1.2 (1.1.3) ทัศนวิสัยของรั้วบ้าน อ้างอิงจากพื้นที่ทั้งหมดที่สามารถสร้างรั้วได้	
0	- มีการเปิดช่องเปิด ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด หรือ ไม่มีการเปิดช่องลมที่รั้วเลย
25	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 30 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
50	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 50% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
75	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 70% ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
100	- มีการเปิดช่องเปิดมากกว่า 70 % ของพื้นที่รั้วที่สามารถสร้างได้ทั้งหมด
ก-2.1 (2.1.1) การวางทิศทางอาคารที่สัมพันธ์กับการ โจรของดวงอาทิตย์)	
0	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านแคบของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.6
100	- อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยบางส่วน) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.6
0	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านแคบของอาคารในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านยาวในด้านทิศตะวันออก-ตก
25	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : < 1.1
50	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3
100	- อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ(หรือใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่ใช้งานหลักของอาคาร) มีด้านยาวของอาคาร ในด้านทิศเหนือ-ใต้ และด้านแคบในด้านทิศตะวันออก-ตก สัดส่วนระหว่าง 1 : > 1.3
ก-2.2 (2.4.3) ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ)	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานต่ำกว่า 2.40 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร แต่ไม่ถึง 2.60 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่ถึง 2.80 เมตร
75	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่ถึง 3.00 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ต่ำกว่า 3.00 เมตร
ก-2.3 (2.6.1) การระบายอากาศธรรมชาติ : มีพื้นที่ช่องระบายอากาศตั้งแต่ 10 % แต่ไม่เกิน 20 % ของพื้นที่ผนังด้านนั้น)	
0	- พื้นที่ใช้สอยหลักน้อยกว่า 30 % ที่มีช่องระบายอากาศ
20	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
30	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
40	- พื้นที่ใช้สอยหลักมากกว่า 30 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
50	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว
60	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
70	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 50 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
80	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศด้านเดียว

90	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
100	- พื้นที่ใช้สอยหลักไม่ต่ำกว่า 70 % มีช่องระบายอากาศ 2 ด้าน ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน
ก-3.1 (2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร)	
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
ก-3.2 (2.6.2 สัดส่วนพื้นที่ที่ใช้สอยที่ได้รับแสงธรรมชาติ และป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์อย่างเหมาะสม)	
0	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ น้อยกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
20	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
35	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
50	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
75	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
100	- เปิดรับแสงธรรมชาติทางทิศเหนือ ไม่ต่ำกว่า 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลัก
(ผลรวมคะแนนในหมวด ก ทั้งหมดหารด้วย 10 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย	
	71.11 %

ง	การลดภาระการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
ง-1.1	(2.3.1 สัดส่วนของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน ที่จัดวางพื้นที่โดยหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้ และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน)
0	- ไม่เกิน 40 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
20	- มากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
35	- มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
50	- มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
65	- มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
80	- มากกว่า 80 % แต่ไม่เกิน 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
100	- มากกว่า 90 % ของพื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด
ง-2.1	(2.4.4 สัดส่วนห้องและช่องเปิดที่มีผลกับสภาพแสงสว่างภายในอาคาร)
0	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
25	- ความลึกของห้องไม่เกิน 3 เท่าของความสูงของช่องเปิด
50	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด
100	- ความลึกของห้องไม่เกิน 2.0 เท่าของความสูงของช่องเปิด
ง-2.2	(2.4.5 องค์ประกอบทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อการให้แสงสว่าง)
0	- ผนังและเพดานมีสีเข้ม
25	- ผนังและเพดานมีสีค่อนข้างเข้ม
50	- ผนังและเพดานมีสีปานกลาง

75	- ฉนวนและเพดานมีสีโทนอ่อน		
100	- ฉนวนและเพดานเป็นผิวสะท้อนแสง หรือฉนวน เพดานและเครื่องเรือนมีสีโทนอ่อน		
จ-2.3 (3.1.1 สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร)			
0	- มากกว่า 40 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
25	- มากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
50	- มากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
75	- มากกว่า 10 % แต่ไม่เกิน 20% ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
100	- ไม่เกิน 10 % ของพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมด		
จ-2.4 (3.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U-value) ของผนังภายในที่กั้นส่วนปรับอากาศ)			
0	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	U-value > 1.5 W / m ² °C
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
		หนา 15 ซม.	
		หนา 20 ซม.	
	- ผนังบล็อกซีเมนต์ + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
	- ผนังก่อด้วยหิน	หนา 15 ซม.	
	- ผนังไม้ซ้อ้นเกล็ด	หนา 1.5 ซม.	
	- ผนังไม้อัด	หนา 3.5 ซม.	
- ผนังคอนกรีต/คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 10 ซม.		
	หนา 15 ซม.		
	หนา 20 ซม.		
25	- ผนังยิปซัมบน โครงเหล็ก	หนา 10 ซม.	U-value = 1.2 -1.5 W / m ² °C
50	- ผนังอิฐมวลฉนวน ไม่ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value = 0.9 -1.2 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 10 ซม.	
			หนา 15 ซม.
100	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 20 ซม. มีช่องอากาศข้างใน	U-value < 0.9 W / m ² °C
	- ผนังอิฐมวลฉนวน + ฉาบปูน	หนา 20 ซม.	
	- ผนัง EIFS	-	
จ-3.1 (3.1.2 ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ)			
0	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นๆที่ต่ำกว่า		
100	- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับรองประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรือเกณฑ์อื่นๆที่ต่ำกว่า		
จ-4.1 (3.2.2 สัดส่วนการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน)			
0	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่เกิน 50 %		
25	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %		
50	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %		
75	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %		
100	- สัดส่วนหลอดประหยัดพลังงานและหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มากกว่า 80 %		

จ-4.2 (3.2.4 อุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน)	
0	- ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน
10	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนไม่เกิน 20 %
20	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 20 % แต่ไม่เกิน 30 %
30	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 30 % แต่ไม่เกิน 40 %
40	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 40 % แต่ไม่เกิน 50 %
50	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 50 % แต่ไม่เกิน 60 %
65	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 60 % แต่ไม่เกิน 70 %
80	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 70 % แต่ไม่เกิน 80 %
100	- มีอุปกรณ์ควบคุมระบบแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
จ-5.1 (2.4.1 ปริมาตรของห้องที่มีผลต่อการการทำงานของเครื่องปรับอากาศ)	
0	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 3.0 เมตร
25	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.80 เมตร แต่ไม่เกิน 3.0 เมตร
50	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานมากกว่า 2.60 เมตร แต่ไม่เกิน 2.80 เมตร
100	- มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่เกิน 2.60 เมตร
จ-5.2 (2.4.2 พื้นที่ส่วนปรับอากาศต่อจำนวนผู้ใช้)	
0	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศเกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
50	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 15 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
100	- พื้นที่ส่วนปรับอากาศไม่เกิน 10 ตารางเมตรต่อผู้ใช้ 1 คน
จ-5.3 (2.5.1 การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดความร้อน)	
0	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น อยู่ในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
50	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ
100	- จัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องการใช้งานในพื้นที่นั้น แยกออกจากส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และอยู่ในตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนได้
จ-5.4 (3.1.3 ขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน / ดูตารางเปรียบเทียบจากรายละเอียดการประเมินฯ)	
0	- ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่
100	- ขนาดเครื่องปรับอากาศเหมาะสมกับพื้นที่
จ-5.5 (3.1.5 การจัดตำแหน่งของคอยล์ร้อน(Condenser) / ถ้าไม่ใช่เครื่องปรับอากาศแยกส่วน(Split Type) ไม่ต้องทำข้อนี้)	
0	- คอยล์ร้อน (Condenser) ไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
50	- คอยล์ร้อน (Condenser) บางส่วนอยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
100	- คอยล์ร้อน (Condenser) ส่วนใหญ่อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุม
จ-5.6 (3.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายใน)	
0	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในเกิน 25 W/m ²
50	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในมากกว่า 12 W/m ² แต่ไม่เกิน 25 W/m ²
100	- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในไม่เกิน 12 W/m ²

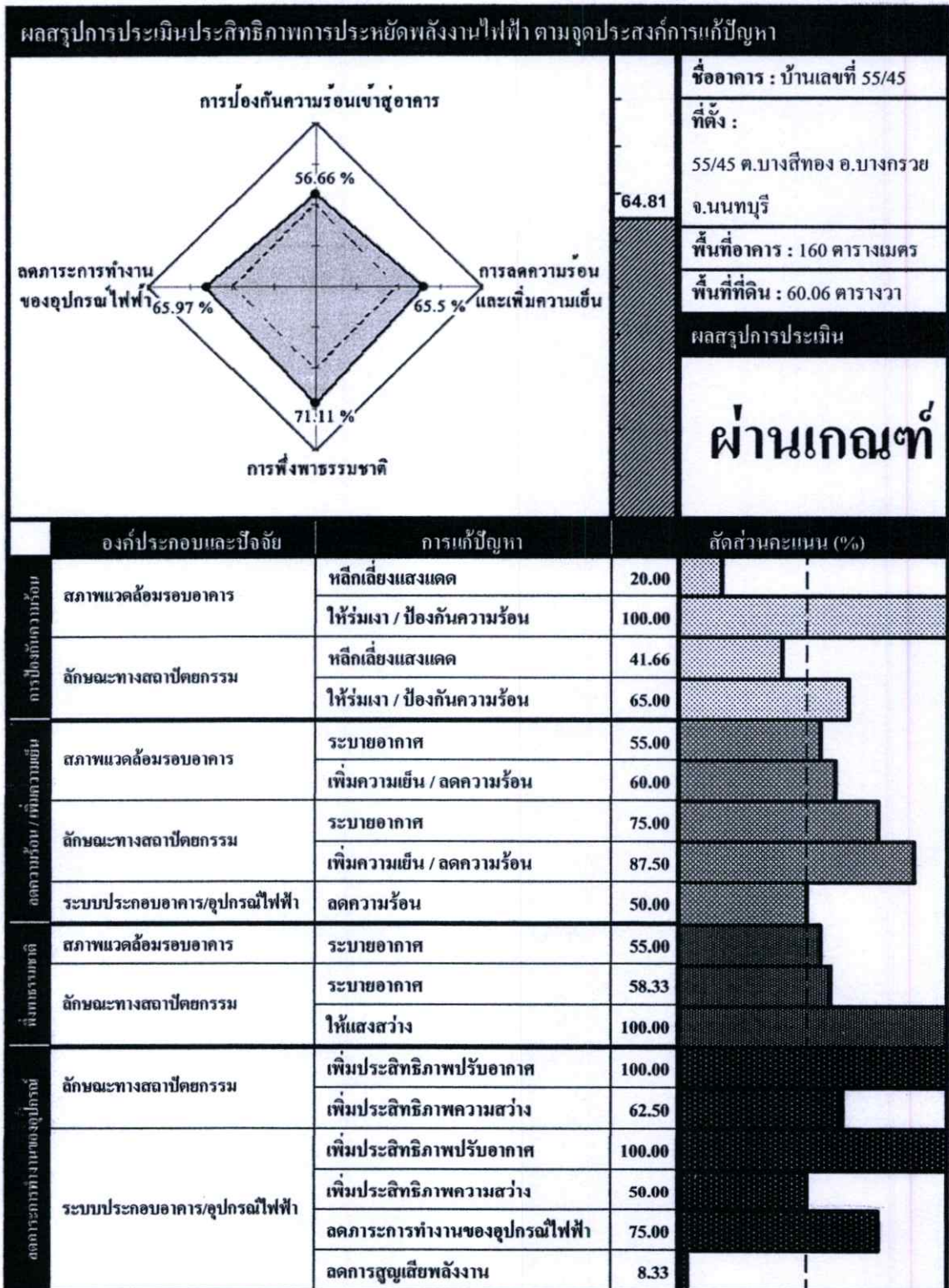
จ-5.7 (3.2.3 ประสิทธิภาพหม้อลวดสตีล - เข้าไม่มีการใช้หลอดควบคุมอุณหภูมิเลย ไม่ลือ่งทำข้อนี้)	
0	- ใช้หม้อลวดสตีลธรรมดา (ขนาด 10 วัตต์)
50	- ใช้หม้อลวดสตีลการสูญเสียต่ำ (ขนาด 7 วัตต์)
100	- ใช้หม้อลวดสตีลอิเล็กทรอนิกส์ (ต่ำกว่า 1-3 วัตต์)
จ-5.8 (3.4 ข ใช้ปั๊มน้ำ พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ / กรอบคลุมบ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงท่อ 12 ม.)	
0	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
25	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 250 วัตต์ (0.335 แรงม้า)
50	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)
65	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 150 วัตต์ (0.201 แรงม้า)
80	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์มากกว่า 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า) แต่ไม่เกิน 100 วัตต์ (0.134 แรงม้า)
100	- ใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 80 วัตต์ (0.107 แรงม้า)
จ-5.9 (3.5.1 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า)	
0	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนไม่เกิน 40 %
20	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 40 %
35	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 50 %
50	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 60 %
75	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 70 %
100	- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 มีสัดส่วนมากกว่า 80 %
(ผลรวมคะแนนในหมวด ง ทั้งหมดหารด้วย 17 หรือจำนวนข้อย่อยที่ทำในหมวดนี้) คะแนนเฉลี่ย 65.97 %	

สรุปคะแนนแต่ละหมวด

คะแนนเฉลี่ยที่ได้ (%)	หมวด ก	หมวด ข	หมวด ค	หมวด ง	คะแนนเฉลี่ยรวม
	56.66	65.5	71.11	65.97	
	(ก + ข + ค + ง) ÷ 4 =				64.81 %

จากนั้นได้เสนอผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยวกรณีศึกษา ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา ดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงผลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว
กรณีศึกษา ตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา



ส่วนคะแนนเฉลี่ยรวมตามจุดประสงค์การแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 64.81 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ถือว่าบ้านหลังนี้มีการแก้ปัญหตามจุดประสงค์ อยู่ในระดับ “ผ่านเกณฑ์หรือน่าพอใจ”

5.5 สรุปผลการทดสอบใช้แบบประเมินฯ

จากการทดสอบ ผู้ทดสอบใช้แบบประเมินฯ ส่วนใหญ่สามารถเข้าใจหลักการของเกณฑ์ในการประเมินฯ สามารถพิจารณาและคำนวณขั้นพื้นฐานในแบบประเมินฯ ได้ด้วยตัวเอง แต่ในกรณีการคำนวณจากสมการต่างๆ ที่ซับซ้อน ผู้ทดสอบจะให้ความสนใจที่จะคำนวณน้อยลงเนื่องจากมีขั้นตอนยุ่งยากและซับซ้อน ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนในการประเมินฯ เพิ่มเติมให้ชัดเจนที่สุด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ผลสรุปคือ แบบทดสอบนี้มีระดับการใช้งานที่เข้าใจง่าย ผู้ที่มีพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นหรือมีความรู้ในระดับปวส.-ปริญญาตรีขึ้นไป สามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าวได้

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยพัฒนาเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่มีเนื้อหาที่ครอบคลุมปัจจัยด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของบ้านเดี่ยว โดยใช้ตัวแปรคงที่ด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลักในการประเมินฯ โดยรวมมีขั้นตอนการประเมินที่เป็นไปได้ เพื่อให้เกณฑ์การประเมินฯนี้สามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางและผู้ใช้สามารถประเมินฯได้ด้วยตนเอง สรุปผลการศึกษาค้นคว้าหาหลักเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังนี้

6.1 บทสรุป

ผลที่ได้จากการสร้างเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวแต่ละหลังตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แบบทดสอบนี้มีระดับการใช้งานที่เข้าใจง่าย ผู้ที่มีพื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นสามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าวได้ ซึ่งทำให้สถาปนิก เจ้าของบ้าน หรือผู้ที่สนใจ สามารถปรับปรุงแนวทางการออกแบบรวมถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าตามหลักการและเหตุผลของเกณฑ์การประเมินฯนี้ เพื่อให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการนำเกณฑ์ดังกล่าวไปใช้ จะลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเดี่ยวโดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและให้แสงสว่างซึ่งมีสัดส่วนถึงร้อยละ 34 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้าน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2544) ช่วยแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 34.1 ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานทั้งหมดของภาคครัวเรือนในกรุงเทพฯและปริมณฑล หรือมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 26.4 ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานทั้งหมดของภาคครัวเรือนทั้งประเทศ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ.2549)

ผู้วิจัยมีความเห็นเพิ่มเติมว่า เกณฑ์ฯที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้กับบ้านเดี่ยวในพื้นที่อื่นๆของประเทศไทยนอกเหนือจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้ ถึงแม้ว่าในการศึกษาและพัฒนาเกณฑ์ดังกล่าวจะอ้างอิงข้อมูลภูมิอากาศเบื้องต้นของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่ประเทศไทยไม่ได้มีขนาดใหญ่โตมาก ในแต่ละภูมิภาคจะมีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นเกณฑ์ฯนี้จึงสามารถนำไปใช้กับบ้านเดี่ยวในเขตพื้นที่อื่นๆของประเทศไทยได้

6.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยว ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังนี้

ผู้ใช้แบบประเมินฯ นี้ควรมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจด้านสถาปัตยกรรมพอสมควร สามารถทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม และสามารถคำนวณสมการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานได้

จากการทดสอบใช้แบบประเมินฯ พบว่า บ้านเดี่ยวที่ได้คะแนนในหมวดลักษณะทางสถาปัตยกรรมสูง มักจะผ่านเกณฑ์แบบประเมินฯ เนื่องจากหมวดลักษณะทางสถาปัตยกรรมมีสัดส่วนคะแนนในการประเมินฯ มากที่สุด ซึ่งมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศและการให้แสงสว่างในอาคารมากมาย เพราะฉะนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารควรจะเริ่มต้นที่การออกแบบสถาปัตยกรรมเป็นหลัก

6.3 แนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคาร

จากผลการศึกษาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับบ้านเดี่ยวในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้สรุปแนวทางการออกแบบหรือปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ขั้นต่ำ(50%)ของแต่ละปัจจัยในการประเมิน เพื่อให้สถาปนิกหรือผู้ที่สนใจใช้เป็นแนวทางในการออกแบบหรือปรับปรุงอาคารให้มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้ายิ่งขึ้น โดยสรุปไว้ตามเนื้อหาขององค์ประกอบและปัจจัยในด้านต่างๆ ดังนี้

การออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมและการวางผังบริเวณ

- บ้านเดี่ยวควรมีที่โล่งรอบๆอาคารเพื่อการระบายอากาศ และช่วยลดการเก็บสะสมความร้อน ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดไว้ว่าอาคารอยู่อาศัย ต้องมีที่ว่างไม่น้อยกว่า 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ที่ดินของอาคาร

- ที่โล่งรอบอาคาร ควรปลูกพืชพรรณ โดยเฉพาะไม้ยืนต้นทางทิศใต้และตะวันตกของอาคาร เพื่อให้ร่มเงาแก่อาคารและให้ความเย็นแก่สภาพแวดล้อมอาคาร

- พื้นลาดแข็งควรมีร่มเงาปกคลุม และหลีกเลี่ยงการสร้างพื้นลาดแข็งในตำแหน่งด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกของอาคาร เพื่อป้องกันการสะท้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร

- รั้วบ้านควรมีความโปร่งเพื่อให้ลมได้ผ่านเข้าไปในบ้านให้มากที่สุด อย่างน้อย 30 % ของพื้นที่ที่สามารถสร้างรั้วได้ทั้งหมด

การออกแบบสถาปัตยกรรม

- การวางผังอาคาร สำหรับอาคารที่มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติควรกำหนดให้สัดส่วนผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ต่อพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือและใต้ อยู่ระหว่าง 1 : 1.6-3 จะมีการไหลเวียนของกระแสลมตามธรรมชาติดีที่สุด สำหรับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ควรมีผนังที่รับ

แสงแดดและความร้อนน้อยกว่าอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันการเพิ่มภาระการทำความเย็นในอาคาร ดังนั้นรูปทรงอาคารควรมีขนาดกะทัดรัด มีผนังทึบสีที่เคลือบฉนวนให้ด้านแคบในด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ส่วนด้านยาวของอาคารในด้านทิศเหนือและใต้ สัดส่วนระหว่าง 1 : 1.1-1.3 จะประหยัดพลังงานได้ดี

- การเลือกวัสดุหลังคา ควรเลือกใช้วัสดุหลังคาและฝ้าเพดานที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง(มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุหลังคาหรือค่า U-value ให้ต่ำที่สุด) จากผลการศึกษาพบว่า วัสดุหลังคาแทบทุกประเภทที่นำมาศึกษา ถ้ามีเพียงวัสดุผนังเพียงอย่างเดียว หรือมีฝ้าเพดานด้วยก็ตาม จะมีค่า U-value สูงเกินไป ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ยกเว้นหลังคาที่มุงด้วยแผ่นเหล็กเคลือบ(metal sheet)ที่แม้ว่าจะไม่มีฝ้าเพดาน ก็ยังมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามเมื่อใส่ฉนวนฉนวนใยแก้วหนาตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไปให้กับวัสดุหลังคาทุกประเภทที่นำมาศึกษา พบว่าจะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ทุกประเภทหลังคา ผลสรุปคือการเลือกวัสดุหลังคาทุกประเภทนอกเหนือจากแผ่นเหล็กเคลือบ(metal sheet) ควรจะต้องใส่ฉนวนฉนวนใยแก้วหนาตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไป จึงจะมีค่า U-value วัสดุหลังคาผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้

- การเลือกวัสดุผนัง ควรเลือกใช้วัสดุผนังที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง(มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุผนังหรือค่า U-value ให้ต่ำที่สุด) จากผลการศึกษาพบว่า ผนังอิฐมวลเบาและผนัง EIFS ที่มีความหนาทั่วไป จะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ แต่ถ้าต้องการใช้ผนังที่ก่อด้วยอิฐมวลเบา ควรจะต้องมีความหนา อย่างน้อย 20 ซม.ขึ้นไป และมีช่องอากาศข้างใน จึงจะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้

- การเลือกวัสดุบานประตู-หน้าต่าง ควรเลือกใช้วัสดุบานประตู-หน้าต่างที่มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูง(มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุบานประตู-หน้าต่างหรือค่า U-value ให้ต่ำที่สุด) จากผลการศึกษาพบว่า ควรเลือกบานประตู-หน้าต่างที่ทำจากไม้ ไม้อัด หรือพลาสติก ที่หนาอย่างน้อย 3.5 ซม. หรืออลูมิเนียมที่หนาไม่เกิน 2 ม.ม. จะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้

- การเลือกวัสดุกระจก ควรเลือกใช้วัสดุกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g)ต่ำ จากผลการศึกษาพบว่า กระจกใสทั่วไป(Clear Float Glass)จะมีค่า SC_g ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ควรเลือกใช้วัสดุกระจกประเภท กระจกสีต่างๆ(Tinted Float Glass) หรือกระจกสะท้อนแสง(Heat Reflective Glass) เป็นอย่างน้อยจึงจะผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ ถ้าต้องการใช้วัสดุกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจกภายนอกอาคาร(SC_g)ดีขึ้น ควรเลือกใช้กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E หรือกระจก Heat-stop

- การบังแดดหน้าต่างจากภายนอกอาคาร ควรออกแบบชายคา กันสาด หรืออุปกรณ์บังแดด เพื่อให้ร่มเงาแก่หน้าต่างกระจก ช่องเปิด หรือผนังโปร่งแสงในด้านทิศใต้ โดยออกแบบให้มุม VSA ของอุปกรณ์บังแดดน้อยที่สุด หรือไม่ควรเกิน 55°

- อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังที่ติดภายนอกอาคาร(WWR) ในด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ ไม่ควรมีช่องเปิดเกิน 15 % ของพื้นที่ผนังในด้านนั้น และนอกเหนือจากด้านทิศตะวันตกถึงทิศใต้ ไม่ควรมีช่องเปิดเกิน 30 % ของพื้นที่ผนังในด้านนั้น

- ผนังภายนอกอาคาร ควรจะมีสีอ่อนเพื่อลดการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้การนำความร้อนผ่านผนังภายนอกลดลง สีขาวจะมีการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์น้อยที่สุด

- การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร พื้นที่ใช้สอยหลักของบ้านในช่วงเวลากลางวัน เช่น ส่วนรับแขก นั่งเล่น และพักผ่อน ควรจะหลีกเลี่ยงตำแหน่งด้านทิศใต้และทิศตะวันตก และ/หรือ หลีกเลี่ยงตำแหน่งชั้นบนของบ้าน และใช้พื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานในบ้านในช่วงเวลากลางวัน เช่น ห้องเก็บของ หรือห้องน้ำ เป็นส่วนกันหรือป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน และควรแยกพื้นที่ใช้สอยที่เกิดความร้อนภายในบ้าน อย่างเช่นครัว ออกจากตัวบ้าน

- ลักษณะทางสถาปัตยกรรมภายใน ห้องหรือพื้นที่ที่มีการปรับอากาศควรมีขนาดที่กะทัดรัดที่สุด เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง ควรมีพื้นที่ไม่เกิน 15 ตารางเมตร ต่อผู้ใช้ 1 คน หรือความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่ควรเกิน 2.80 เมตร ส่วนพื้นที่ที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติควรมีความสูงให้มากที่สุดเพื่อการระบายอากาศที่ดี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงสว่าง ทิศทางที่เหมาะสมกับการเปิดรับแสงธรรมชาติมากที่สุดคือทิศเหนือ ความลึกของห้องไม่ควรเกิน 2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิดเพื่อให้รับแสงธรรมชาติได้ทั่วถึง และออกแบบผนังและฝ้าเพดานให้มีสีอ่อนเพื่อช่วยให้แสงจากธรรมชาติหรือจากดวงโคมที่ตกกระทบบนผนังและฝ้าเพดานมีการสะท้อนแสงได้ดี

- การจัดการแหล่งความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น แยกออกจากส่วนพื้นที่ประอากาศ จะช่วยลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้

- การระบายอากาศธรรมชาติ ห้องภายในบ้านควรมีช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศอย่างน้อย 1 ด้าน อย่างไรก็ตามการระบายอากาศที่ดีที่สุดควรมีช่องระบายอากาศ 2 ด้านและอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน

ระบบประกอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

- ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ ควรเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรือผ่านเกณฑ์อื่นๆที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเบอร์ 5 และพิจารณาเลือกใช้ขนาดของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน และจัดวางคอยล์ร้อน(Condenser) อยู่ในตำแหน่งที่มีร่มเงาปกคลุมเพื่อยืดอายุการใช้งานและลดภาระการทำงานของ

- การเลือกวัสดุผนังกันส่วนปรับอากาศ ควรเลือกใช้วัสดุผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมวัสดุผนังหรือค่า U-value ให้ต่ำที่สุด จากผลการศึกษาพบว่า ผนังอิฐมวลเบาและผนัง EIFS ที่มีความหนาทั่วไป จะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ แต่ถ้าต้องการใช้ผนังที่ก่อด้วย

อิฐมอดู ควรจะต้องมีความหนา อย่างน้อย 20 ซม.ขึ้นไป และมีช่องอากาศข้างใน จึงจะมีค่า U-value ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้

- การเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดไฟประหยัดพลังงานจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

- การควบคุมกระแสไฟฟ้ารั่วไหล การติดตั้ง Earth Leak Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟของบ้าน จะช่วยแก้ปัญหาไฟรั่วลงดินในกรณีที่เกิดตรวจสอบสาเหตุได้ยาก โดยเฉพาะระบบการเดินท่อแบบหุ้ม หรือฝังในผนังอาคารและ โครงสร้างอาคาร ได้

- การเลือกใช้ปั๊มน้ำ ควรจะใช้ระบบท่อจ่ายน้ำโดยไม่ผ่านปั๊มน้ำ และเลือกใช้ปั๊มน้ำประสิทธิภาพสูง พิจารณาจากขนาดมอเตอร์ ในกรณีที่บ้านเดี่ยวที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น หรือความสูงท่อไม่เกิน 12 เมตร ควรใช้ปั๊มน้ำที่มีขนาดมอเตอร์ไม่เกิน 200 วัตต์ (0.268 แรงม้า)

- การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานเบอร์ 5 จะช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและคุ้มค่า

6.4 ข้อเสนอแนะในการค้นคว้าหรือศึกษาเพิ่มเติม

การวิจัยครั้งนี้กระทำภายใต้ระยะเวลาและงบประมาณอันจำกัด ทำให้มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจจะศึกษาต่อในเรื่องเดียวกันนี้หรือเรื่องที่มีความคล้ายคลึงกัน ดังนี้

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินฯ นี้ ใช้ปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมที่มีตัวแปรคงที่เป็นหลักในการประเมิน เพื่อความสะดวกในการใช้แบบประเมินให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมแล้ว ยังมีปัจจัยด้าน “ผู้ใช้อาคาร” ซึ่งสำคัญต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารมากในทางปฏิบัติ ผู้ที่สนใจจะศึกษาเพิ่มเติมควรจะคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเป็นหลัก อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นในด้านอื่นๆ ที่ควรคำนึงถึงควบคู่กับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เช่น ประเด็นในด้านเศรษฐศาสตร์และความคุ้มค่า ซึ่งพิจารณาคุณสมบัติในด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุหรือระบบอาคาร ราคา อายุการใช้งาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวัสดุควบคู่กันไป ในการศึกษาหรือค้นคว้าเพิ่มเติมควรจะคำนึงถึงประเด็นเหล่านี้ด้วย

การทดสอบใช้แบบประเมินฯ มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและงบประมาณ จึงใช้ผู้ทดสอบใช้แบบประเมินฯ เพียง 10 คน ในการศึกษาต่อไปควรใช้ผู้ทดสอบจำนวนมากและมีความหลากหลายในด้านพื้นฐานความรู้หรือสาขาอาชีพ เพื่อจะได้ผลการทดสอบและข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบใช้แบบประเมินฯ ที่มีเนื้อหากว้างและละเอียดขึ้น

แนวทางการต่อยอดในส่วนของผลการประเมินฯ หากมีการวัดผลของบ้านที่ผ่านเกณฑ์เกณฑ์ดี และเกณฑ์ดีเยี่ยม ในแต่ละระดับว่าจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่าใด จะทำให้ผู้ใช้เกณฑ์ดังกล่าวทราบและได้ประโยชน์จากการใช้เกณฑ์ดังกล่าวที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2549. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://ee.dede.go.th/>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. ข้อมูลภูมิอากาศประเทศไทย. [online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tmd.go.th/>
- กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). คู่มือบ้านอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). ทิศทางพลังงานไทย. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2549. รายงานพลังงานของประเทศไทย พ.ศ.2549. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2547. แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2546. เอกสารเผยแพร่ชุด “สาระวิธีประหยัดไฟ”. กรุงเทพฯ : กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2548. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ รั้งพลังงาน การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2548. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ รั้งพลังงาน เครื่องปรับอากาศในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2548. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ รั้งพลังงาน ป้อน้ำในบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2548. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ รั้งพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงพลังงาน. 2548. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงานชุด รู้ รั้งพลังงาน ระบบแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- กระทรวงมหาดไทย. 2522. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร.

กระทรวงมหาดไทย. 2543. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร ฉบับที่ 3.

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2535. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2536. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

กัมปนาท คงมีสุข. 2540. “การศึกษาผลกระทบจากลมและช่องระบายอากาศที่มีต่ออัตราการระบายอากาศภายใต้หลังคารับรังสีอาทิตย์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2547. แนวทางการออกแบบประหยัดพลังงานสำหรับที่พักอาศัย โดยการระบายอากาศและสะสมความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive ventilation & Passive cooling). กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร พรพิทักษ์พงศ์. 2545. “การออกแบบลักษณะของช่องเปิด และครีบบอาคารเพื่อการระบายอากาศ สำหรับอาคารสูง กรณีศึกษา อาคารสูงเพื่อพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

คณิน หุตานุวัตร. 2545. “ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระบายอากาศของหลังคาปล่องรังสีอาทิตย์.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

ชนกนันท์ สุขกำเนิด, ผู้แปลและเรียบเรียง. 2544. ระบบทำความเย็นแบบธรรมชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). สื่อประกอบการสอนวิชาความร้อนกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิจ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

เดชา บุญกล้า. 2543. ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้างและพัฒนาเมือง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตระการ ก้าวกสิกรรม. 2537. คู่มือฉนวนความร้อน. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี.

ตรีใจ บูรณสมภพ. 2521. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : นวัตกรรมพิมพ์.

ตรีใจ บูรณสมภพ. 2539. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ตริงใจ บูรณสมภพ และคณะ. 2524. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธนิต จินดาวงศ์ และคณะ. 2550. คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารพักอาศัย (R-49.00). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรมน ไวโรจนกิจ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). การระบายอากาศ. สื่อประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- ธีรมน ไวโรจนกิจ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). สื่อประกอบการสอนวิชาการออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- ธีรมน ไวโรจนกิจ. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). แสงสว่างกับการมองเห็น. เอกสารประกอบการสอนวิชาแสงกับสภาพแวดล้อมทางทัศนภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- ธีรมน ไวโรจนกิจ. 2542. สภาพแวดล้อมอาคาร. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- บริษัท กระจกไทยอาชาสี จำกัด (มหาชน). 2552. ข้อมูลวัสดุกระจก. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tag.co.th>
- ปฏิภาณ ชาญชัยศรี. 2546. “ระบบทำความเย็นโดยการพ่นน้ำบนหลังคาแบบจังหวะเวลาสำหรับอาคารพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯ.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- ปรีชญา มัทธนทวี. 2547. สร้างสรรค์อาคารสบาย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541. โปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนของกรอบอาคารและหลังคา OTTV/RTTV. [Software]. กรุงเทพฯ : คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- มาลินี ศรีสุวรรณ. 2543. การศึกษาความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสลมกับการเจาะช่องเปิดที่ผนังอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มูลนิธิวิกิมีเดีย. 2552. “ปรากฏการณ์เกาะความร้อน.” วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. [online]. เข้าถึงได้จาก : <http://th.wikipedia.org/>
- เรณู ค่านกุล. 2545. “การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมา

ใช้ในสถานศึกษา กรณีศึกษา : อาคารเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

วชิระ แสงรัสมิ. 2542. “รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดเพื่อการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา: การออกแบบอาคาร ทาวเฮาส์ ในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2531. ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิทยา ขงเจริญ และธนู วิบูลยานนท์, ผู้แปล. 2538. พื้นฐานการทำความเย็นกับการปรับอากาศทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ศิริวรรณ ศิลาพัชรนันท์ และคณะ. 2549. โครงการจัดทำแผนการจัดการพื้นที่สีเขียวที่สมบูรณ์ทางด้านระบบนิเวศอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547. โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT).

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT). 2547. คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT).

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร. กรุงเทพฯ : สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. 2546. ข้อเสนอแนะระดับความส่องสว่างภายในอาคารของประเทศไทย(TIEA-GD 003:2003). กรุงเทพฯ : สมาคมไฟฟ้าส่องสว่างแห่งประเทศไทย.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2529. การประชุมทางวิชาการเรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2547. รายงานผลการศึกษาเรื่องเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาเลือกซื้อบ้านจัดสรรประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2550. รายงานการสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน พ.ศ. 2547.

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nso.go.th/>

สุนทร บุญญาธิการ. 2547. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ และ วรศักดิ์ บูรณากาญจน์. 2546. **วัสดุประหยัดพลังงาน**. กรุงเทพฯ : ศูนย์
ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาวดี บุญถนอม. 2541. “แนวทางการเพิ่มการนำความร้อนออกที่ชั้นอากาศร้อนสูงสุด.”
วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหะการ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สุรพล พฤษพานิช. 2529. **การปรับอากาศ หลักการและระบบ**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
อรศิริ ปาณินท์. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). **การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ**. รายงานการ
วิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อวิรุทธิ์ ศรีสุธาพรธม. 2541. “การปรับปรุงหลังคาเพื่อลดปริมาณการถ่ายเทความร้อน.”
วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

Abrams, M, B. 1986. **Histoicall development of gallery forests in northeast Kansas**.
Vegetatio.

András Majoros. (no date). **Daylighting**. Townsville : University of Queensland.

András Zöld and Steven V, Szokolay. (no date). **Thermal Insulation**. Townsville : University
of Queensland.

BBC-weather Centre. 2008. **ข้อมูลภูมิอากาศประเทศไทย**. [Online]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.bbc.co.uk/weather>

Commission International de L'Eclairage. (no date). **มาตรฐานแสงสว่างสากล (Commission
International de L'Eclairage)**.

Egan, M.D. 1975. **Concepts in Thermal Comfort**, Prentice-Hall Inc. New Jersey :
Englewood Cliffs.

Lechner, N. 1990. **Heating, Cooling, Lighting : design methods for architects**. New York :
A Wiley-Interscience

Lechner, N. 2000. **Heating, Cooling, Lighting : design methods for architects 2nd ed**.
New York : A Wiley-Interscience

M.D.Egan. 1983. **Concept in Architectural Lighting**. McGrew-Hill inc.

O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, Steven V. Szokolay. 1972. **Manual of
tropical housing and building Part one : Climate design**. London : Longman.

Olgay, V. 1992. **Design with Climate**. New York : Van Nostrand Reinhold.

Steven V, Szokolay. 2003. **ARCHIPAK**. [Software]. Australia : Energy and Environmental Consultant.

Steven V, Szokolay. (no date). **Introduction to Architecture Science : The Basis of Sustainable Design**. Townsville : Elsevier.

Steven V, Szokolay. (no date). **Solar Geometry**. Townsville : University of Queensland.

T. R. Oke. 1982. "The energetic basis of the urban heat island." **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. 108 : 1-24.

Whiting D., Bousselot J., Cox R., and O'Meara C. 2006. **Tree Placement : Right Plant, Right Place**. Colorado State : University Cooperative Extension Horticulture.

ภาคผนวก ก

ประมวลคำศัพท์

มุม VSA (The vertical shadow angle) คือ มุมที่เกิดเงาของแสงอาทิตย์จากอุปกรณ์บังแดด ในทิศทางที่ตั้งฉากกับแนวราบของขอบฟ้า (การบังแดดด้านบนของช่องเปิด) มีความสัมพันธ์กับ ตำแหน่งที่ตั้ง (ละติจูด) ทิศทางของการบังแดด และการโคจรของดวงอาทิตย์

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (Alpha) คือ อัตราส่วนการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของ วัสดุต่อปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบวัสดุนั้นๆ

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-Value) หรือ Overall coefficient of heat transmission คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านองค์ประกอบวัสดุ ชั้นอากาศ และช่องว่าง อากาศ มีค่าเป็นส่วนกลับของผลรวมค่าความต้านทานความร้อน (R-Value) ที่เป็นองค์ประกอบของ ผังหรือหลังคา มีหน่วยเป็น $W / m^2 \text{ } ^\circ C$

สัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC_s) คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านผนังกระจกหรือช่องแสงเข้ามาต่อปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังกระจกใส ที่มีความหนา 1/8 นิ้วเข้ามา

อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง (WWR) หมายถึง อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่าง และหรือผนัง โปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น ซึ่งพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้นรวมถึง พื้นที่ของผนังหน้าต่าง ผนัง โปร่ง และผนังทึบ

ภาคผนวก ข

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุก่อสร้าง

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุก่อสร้างอาคาร ที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อน(R) ให้ใช้ค่าจากผลทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางต่อไปนี้

ตาราง ข-1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K) ของวัสดุ

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า K (W / m °C)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสทอส	0.108
3	วัสดุฉนวนหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	1.226
4	บิทูเมน (bitumen)	1.298
5	อิฐ	
	(ก) แห้งและฉาบปูนปิดด้วยแผ่น โม่เสก	0.807
	(ข) ความชื้น 6 %	1.211
	(ค) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)	1.154
6	คอนกรีต	1.442
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่างๆ	
	ความหนาแน่น 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.303
	ความหนาแน่น 1120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.346
	ความหนาแน่น 1280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fiber board)	0.052
10	ใยแก้ว (fiber glass)	
	(ก) แบบม้วน (blanket)	0.038
	(ข) แบบแผ่น (rigid board)	0.033
	(ค) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe sections)	0.038
11	แผ่นกระจก	1.053
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดใส่อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	0.035
13	แผ่นอิปซัม	0.191
14	แผ่น ไม้้อคฮาร์ดบอร์ด	
	(ก) มาตรฐาน	0.216
	(ข) ปานกลาง	0.123

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า K (W / m °C)
15	โลหะ	
	(ก) โลหะของอลูมิเนียมแบบธรรมดา	211
	(ข) ทองแดงที่มีชายเชิงพาณิชย์	385
	(ค) เหล็กกล้า	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
17	วัสดุฉนวนหรือปิดผิว	
	(ก) ยิปซัม	0.191
	(ข) ปูนฉนวนน้ำหนักเบา	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	0.274
	(ค) เพอร์ไลต์	0.115
	(ง) ปูนผสมทราย	0.533
	(จ) เวอร์มิคิวไลต์	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
18	โพลีสไตรีนเบ่งขยายตัว	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	0.713
21	ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14 %	0.375
22	หิน	
	หินทราย	1.298
	หินแกรนิต	2.927
	หินอ่อน	1.298
23	กระเบื้องหลังคา	0.836
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	0.138
	ไม้อัด	0.138
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	0.065
26	ไม้อัดชิปบอร์ด	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	0.086
28	หินล้าง, กรวดล้าง	0.115

แหล่งอ้างอิง : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2539.

ภาคผนวก ค

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film)

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับวัสดุใดๆ จะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีที่ผิวของวัสดุนั้น วัสดุที่มีผิวด้านและไม่สะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง วัสดุที่มีผิวมันและมีผิวสะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคา และเพดาน ได้กำหนดไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง ค-1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับผนังอาคารที่ปิด

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)	
	ที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	ที่ผิวผนังด้านนอก (R_o)
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120	0.044
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299	-

ตาราง ค-2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับผนังสองชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		
	5 มิลลิเมตร	20 มิลลิเมตร	100 มิลลิเมตร
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606

กรณีช่องว่างอากาศในผนัง ที่ความกว้างอากาศอยู่ระหว่าง 5 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร ถึง 100 มิลลิเมตร ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear interpolation) หาค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างอากาศมีความกว้างมากกว่า 100 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 มิลลิเมตร

ตาราง ก-3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับหลังคาอาคาร

ชนิดของผิววัสดุที่ทำหลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)			
	ที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i) ตามมุมเอียงต่างๆจากแนวระดับ			ที่ผิวด้านใน ของหลังคา (R_o) ทุกมุมเอียงทั่วไป
	0 องศา	22.5 องศา	45 องศา	
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.162	0.148	0.133	0.055
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.801	0.595	0.391	-

ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงระหว่าง 0 องศา ถึง 22.5 องศา และระหว่าง 22.5 องศา ถึง 45 องศา ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear interpolation) หาค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงมุมเอียงดังกล่าว ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงมากกว่า 45 องศา ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่มุมเอียง 45 องศา

ตาราง ก-4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับหลังคาที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำหลังคา และมุมเอียงของหลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวหลังคา ด้านในตามความกว้างของช่องว่างอากาศ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		
	5 มิลลิเมตร	20 มิลลิเมตร	100 มิลลิเมตร
1. ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
1.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.174
1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
2. ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
2.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.572	1.423
2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.570	0.768

ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงอยู่ระหว่าง 0 องศา ถึง 22.5 องศา และระหว่าง 22.5 องศา ถึง 45 องศา ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear interpolation) หาค่าความต้านทานความร้อนของ

ฟิล์มอากาศในช่วงมุมเอียงดังกล่าว ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงมากกว่า 45 องศา ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่มีมุมเอียง 45 องศา

ในกรณีช่องว่างอากาศในหลังคา ที่ความกว้างอากาศอยู่ระหว่าง 5 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร ถึง 100 มิลลิเมตร ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (Linear interpolation) หาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างอากาศในหลังคามีความกว้างมากกว่า 100 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 มิลลิเมตร

ในช่องว่างที่อยู่ระหว่างหลังคา กับเพดานของอาคาร จะมีความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเพดานได้หลังคา

ตาราง ก-5 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (Air film) สำหรับเพดาน

ชนิดของผิววัสดุที่ทำเพดานด้านใต้หลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวเพดานด้านใต้หลังคา ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356

แหล่งอ้างอิง : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2539.

ภาคผนวก ง

ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุผนังและสี

ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่างๆ ปรากฏในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ง-1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่างๆ

วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา)	หมายเหตุ
ผิววัสดุที่จับด้วยติ๊ก แผ่นอะลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอะลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง	น้อยกว่า 0.2	วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง
อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แล็กเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา	มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	วัสดุที่มีผิวสีอ่อน
วัสดุที่ทำสีอะลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้างสีขาว	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวน้ำเงิน	มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง
คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง	มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8	วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ลาดผิวด้วยแอสฟัลต์ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุนึ่งหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาเข้มน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐเตาฟอรัคสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ สีเทาเข้มน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แล็กเกอร์สีน้ำเงินเข้ม สีดำธรรมดา สีดำเรียบมาก	มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.0	วัสดุที่มีผิวสีเข้ม

หมายเหตุ : กรณีที่วัสดุหรือสีอื่นๆนอกเหนือจากในตารางนี้ ผู้ประเมินควรพิจารณาเทียบเคียงค่าที่ใกล้เคียงจากวัสดุหรือสีในตารางให้มากที่สุด

แหล่งอ้างอิง : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เรื่องค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ ตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2539.

ภาคผนวก จ

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_p)

ระดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_p) สามารถอ้างอิงค่าในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ จ-1 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_p) ของวัสดุกระจกชนิดต่างๆ

ประเภทของวัสดุกระจก		ความหนา (มิลลิเมตร*)	ค่าสัมประสิทธิ์ การบังแดดกระจก (SC _p)
กระจกโฟลต (Float Glass)	กระจกโฟลตใส (Clear Float Glass)	3	1.00
		4	0.99
		5	0.97
		6	0.96
		8	0.92
		10	0.90
		12	0.87
	กระจกโฟลตสีเทาอ่อน (Cool Gray Float Glass)	5	0.69
		6	0.64
		8	0.57
		10	0.52
		12	0.47
	กระจกโฟลตสีเทาเข้ม (Dark Cool Gray Float Glass)	5	0.66
		6	0.63
	กระจกโฟลตสีฟ้า (Sky Blue Float Glass)	6	0.68
		8	0.61
	กระจกโฟลตสีเขียว (Ocean Green Float Glass)	5	0.72
		6	0.65
		8	0.59
		10	0.57
		12	0.54

* ค่าความหนาของกระจกที่แสดงเป็นหน่วยมิลลิเมตรคือค่าประมาณ โดยค่าจริงจะเป็นเลขที่มีทศนิยม เนื่องจากการแปลงหน่วยความหนาของกระจกจริงคือ “หุน” แปลงเป็นหน่วย “มิลลิเมตร” (8 หุน เท่ากับ 1 นิ้ว เท่ากับ 25.4 ม.ม.)

ตารางที่ จ-1(ต่อ) แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก (SC_g) ของวัสดุกระจกชนิดต่างๆ

ประเภทของวัสดุกระจก		ความหนา (มิลลิเมตร*)	ค่าสัมประสิทธิ์ การบังแดดกระจก (SC_g)
กระจกสะท้อนแสง (Heat Reflective Glass)	กระจกสะท้อนแสงสีเทาอ่อน (Cool Gray Heat Reflective Glass)	5	0.640
		6	0.596
		8	0.534
	กระจกสะท้อนแสงสีเทาเข้ม (Dark Gray Heat Reflective Glass)	3	0.599
		5	0.510
		6	0.459
	กระจกสะท้อนแสงสีฟ้า (Sky Blue Heat Reflective Glass)	6	0.543
		8	0.507
	กระจกสะท้อนแสงสีเขียว (Ocean Green Heat Reflective Glass)	5	0.600
		6	0.540
		8	0.496
	กระจกประเภทอื่นๆ	กระจกฉนวนความร้อนติดฟิล์ม Low-E (ฟิล์ม Low-E คือฟิล์มที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ)	ให้ใช้ค่าจากผลทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิต หรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้
กระจก Heat-stop (กระจกฉนวนที่มีการเพิ่มช่องว่างอากาศที่มีค่า สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำเพื่อสร้างความเป็นฉนวน และลดค่า SC ให้ต่ำ)			
กระจกประเภทอื่นๆ เช่น กระจกลามิเนต(Laminate) กระจกเงา กระจกนิรภัย กระจกเสริมรวม และกระจกเคลือบสี เป็นต้น			

* ค่าความหนาของกระจกที่แสดงเป็นหน่วยมิลลิเมตรคือค่าประมาณ โดยค่าจริงจะเป็นเลขที่มีทศนิยม เนื่องจากการแปลงหน่วยความหนาของกระจกจริงคือ “หุน” แปลงเป็นหน่วย “มิลลิเมตร” (8 หุน เท่ากับ 1 นิ้ว เท่ากับ 25.4 มม.)

หมายเหตุ : ค่าดังกล่าวเป็นตัวอย่างโดยอ้างอิงจากผู้ผลิตรายหนึ่ง สามารถใช้อ้างอิงในการประเมินเบื้องต้นได้ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ผู้ผลิตแต่ละรายอาจผลิตวัสดุกระจกชนิดเดียวกันแต่มีคุณสมบัติไม่เท่ากันเสมอไป เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก(SC_g)จริงของวัสดุผู้ประเมินฯควรจะใช้ค่าจากผลทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้

แหล่งอ้างอิง : ข้อมูลวัสดุ จากบริษัท กระจกไทยอาชีพ จำกัด มหาชน (<http://www.tag.co.th>) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกระจก(SC_g) ได้จากการคำนวณได้สภาวะมาตรฐานที่กำหนดโดย ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.)

ประวัติผู้เขียน

ผู้เขียน : นายนราธิป ทับทัน
 วัน เดือน ปีเกิด : วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ.2524
 ภูมิลำเนา : จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ.2536 : สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนประสารวิทยา
 ปี พ.ศ.2539 : สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสีแก้ว“สวัสดีผดุงวิทยา”
 ปี พ.ศ.2543 : สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
 ปี พ.ศ.2545 : สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
 ปี พ.ศ.2548 : สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สด.บ.(เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม)
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
 ปี พ.ศ.2552 : สำเร็จการศึกษาปริญญาโท สด.ม.(สถาปัตยกรรมเขตร้อน)
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

ปี พ.ศ.2548 : สถาปนิกอิสระ
 ปี พ.ศ.2548-2550 : สถาปนิก JanOrchid Artisan Group.
 ปี พ.ศ.2550-2551 : สถาปนิก บริษัท IT INTERNATIONAL CO., LTD.
 ปัจจุบัน : สถาปนิกอิสระ