

## บทที่ 4

### การสร้างและทดสอบแบบประเมิน

จากบทที่ 3 เมื่อได้ทำการศึกษาตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางหลังคาอาคารแล้ว และมีการกำหนดค่าระดับคะแนนของระบบการใช้งานต่างๆ จากตัวแปรเหล่านั้น ในบทที่ 4 นี้จะเป็นการประมวลผลของข้อมูลทั้งหมดเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบประเมินสำหรับประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในส่วนของหลังคาอาคาร โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ประเมินสามารถรู้ถึงศักยภาพของหลังคาอาคารที่ต้องการประเมินว่ามีศักยภาพอยู่ในระดับคะแนนที่เท่าใด และทำให้สามารถนำเอาค่าภาระการทำความเย็นจากการทดสอบแบบประเมินมาปรับปรุงประสิทธิภาพของหลังคาอาคารได้ เพราะแบบประเมินจะสามารถบอกได้ถึงว่าหลังคาของอาคารที่ทำการประเมินนั้นมีข้อด้อยอยู่ที่จุดใด เพื่อผู้ที่นำแบบประเมินไปใช้จะได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของหลังคาอาคารได้ถูกต้อง ซึ่งสามารถช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

#### 4.1 รูปแบบของแบบประเมินประสิทธิภาพของหลังคาอาคารและวิธีการใช้งาน

ในการที่จะสามารถกำหนดรูปแบบของการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารได้นั้น ก่อนอื่นจะต้องทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนที่เข้ามาสู่ภายในอาคารโดยผ่านทางหลังคาเสียก่อน จากนั้นจึงทำการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไปกับส่วนของหลังคา โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคา ดังต่อไปนี้

##### ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมิน

ในขั้นตอนนี้ ผู้ประเมินจะต้องทราบถึงรายละเอียดของบ้านพักอาศัยที่ต้องการจะทำการประเมินประสิทธิภาพของหลังคาอาคารนั้น โดยมีประเด็นสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ในส่วนแรกจะต้องทราบถึงขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศว่ามีพื้นที่เท่าไร ส่วนที่สองควรทราบถึงขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคารที่จะประเมินว่ามีพื้นที่ส่วนที่เป็นหลังคาคลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศซึ่งไม่รวมถึงชายคาที่ยื่นออกไป ว่ามีขนาดพื้นที่เท่าใด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ออกมา กรอกลงในแบบประเมินข้อที่ 1

##### 1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ  ตารางเมตร

1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ  ตารางเมตร

## ขั้นตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกหลังคาที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U-VALUE) และนำมาจัดใส่ตารางไว้ให้แล้ว ผู้ประเมินเพียงแค่อ้างชื่อเครื่องหมาย  $\surd$  ในช่องสี่เหลี่ยมด้านหน้าของลักษณะหลังคาที่จะนำมาประเมินประสิทธิภาพของหลังคาอาคารนั้น ซึ่งก็จะทำให้ทราบถึง ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนของวัสดุหลังคาอาคารที่จะทำการประเมิน ดังตัวอย่างด้านล่าง

### ลักษณะของโครงสร้างของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	25.620	0.039
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990

### ขั้นตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความเย็นจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

ในขั้นตอนนี้จะมีวิธีการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 คือผู้วิจัยได้จัดทำช่องสี่เหลี่ยมไว้ด้านหน้าของวัสดุหลังคาแต่ละชนิดที่จะทำการประเมิน ผู้ประเมินทำการขีดเครื่องหมาย  $\surd$  ลงไปด้านหน้าของวัสดุหลังคาที่จะทำการประเมิน ซึ่งในส่วนนี้อาจจะทำให้ทราบถึงค่าระดับตัวคูณของวัสดุหลังคาแต่ละชนิด เพื่อที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไปตามที่แสดงตัวอย่างให้เห็นดังต่อไปนี้

### การหาค่าภาระการทำความเย็นจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)



<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

หมายเหตุ ค่าตัวคูณได้จากการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น (CLTD) ในช่วงเวลาสูงสุด (PEAK) ของมวลสารวัสดุผนังหลังคาแต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ 4 ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มี การปรับอากาศ 1 ตารางฟุต

ในส่วนของขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้ใช่แบบประเมินนำตัวเลขมากรอกในช่องสี่ เหลี่ยมที่กำหนดไว้ให้ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U-VALUE) ที่ได้ จากข้อ 2 และค่าตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคาที่ได้จากข้อ 3 เสร็จแล้วนำค่าที่ได้ ทั้งสองค่ามาคูณกัน ผลที่ได้ในส่วนนี้ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของวัสดุหลังคาอาคารที่ทำการ ประเมินต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต ดังตัวอย่างดังกล่าว

การหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการ ปรับอากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา  (จากข้อ 2)
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา  (จากข้อ 3)

ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต =  ค่าจากข้อ 2  $\times$  1  $\times$   ค่าจากข้อ 3

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ

Btu/hr.-ft<sup>2</sup>



### ขั้นตอนที่ 5 ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

ในการที่จะประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารได้นั้น ประเด็นที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ จะต้องทราบถึงขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคารเฉพาะส่วนที่คลุมพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศว่ามีขนาดเท่าใด เสร็จแล้วนำมาหารกับพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มาคือ ค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ โดยในแบบประเมินผู้วิจัยได้จัดทำช่องสี่เหลี่ยมไว้ให้ผู้ประเมินได้กรอกค่าพื้นที่ลงไป ซึ่งขนาดพื้นที่ของทั้งสองส่วนให้นำมาจากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากข้อ 1.1 และ 1.2 เสร็จแล้วนำมาหารกัน ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ ค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ โดยมีวิธีการดังตัวอย่างต่อไปนี้

#### การหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร	จากข้อ 1.2
ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร	จากข้อ 1.1

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

### ขั้นตอนที่ 6 ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศของอาคารที่จะทำการประเมิน โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้ประเมิน นำค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต (จากข้อ 4) และค่าอัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ (จากข้อ 5) มากรอกลงในช่องสี่เหลี่ยม เสร็จแล้วนำค่าทั้งสองมาคูณกัน ก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาคือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศของหลังคาที่จะทำการประเมิน ดังตัวอย่างด้านล่าง

### การหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต

จากข้อ 4

คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

จากข้อ 5

ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร  Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน)

### ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลค่าระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร

จากข้อมูลในขั้นตอนที่ 6 ที่ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศของอาคาร สามารถนำมาสรุปในขั้นตอนนี้คือ นำค่าผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับคะแนนในส่วนของค่าชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบประเมินหน้าแรก โดยได้กำหนดเกณฑ์ค่าระดับคะแนนไว้ให้แล้ว ซึ่งก็จะได้ผลสรุปออกมาว่าได้ค่าระดับคะแนนอยู่ในช่วงที่เท่าใด ทั้งนี้ค่าระดับคะแนนที่ได้ก็จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารที่ทำการประเมินหลังนั้นนั่นเอง

สรุปจากขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินดังที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปรูปแบบของแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ที่จะนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของหลังคาอาคารได้ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

### คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้แบบประเมิน

แบบประเมินนี้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เพื่อนำผลการประเมินนี้ไปใช้ในการประเมินศักยภาพของวัสดุผนังหลังคาแต่ละชนิดในด้านของการช่วยลดภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ โดยมีการกำหนดตัวเลขที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการประหยัดพลังงานแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่ 1,2,3,4 และ 5 ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 20 คะแนน

ระดับที่ 2 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 21 ถึง 40 คะแนน

ระดับที่ 3 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 41 ถึง 60 คะแนน

ระดับที่ 4 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 61 ถึง 80 คะแนน

ระดับที่ 5 มีระดับคะแนนตั้งแต่ 81 ถึง 100 คะแนน

โดยมีเกณฑ์ในการประเมินค่าระดับคะแนนของประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ดังต่อไปนี้

ช่วงระดับคะแนนที่ 1 คือ ช่วงคะแนนของค่าภาระการทำความเย็นของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่

ใช้สอยของอาคารน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.00 Btu/hr-ft<sup>2</sup>

ช่วงระดับคะแนนที่ 4 คือ ช่วงคะแนนของค่าภาระการทำความเย็นของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่

ใช้สอยของอาคารระหว่าง 5.01-24.00 Btu/hr-ft<sup>2</sup>

ช่วงระดับคะแนนที่ 3 คือ ช่วงคะแนนของค่าภาระการทำความเย็นของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่

ใช้สอยของอาคารระหว่าง 24.01-46.00 Btu/hr-ft<sup>2</sup>

ช่วงระดับคะแนนที่ 2 คือ ช่วงคะแนนของค่าภาระการทำความเย็นของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่

ใช้สอยของอาคารระหว่าง 46.01-93.00 Btu/hr-ft<sup>2</sup>

ช่วงระดับคะแนนที่ 1 คือ ช่วงคะแนนของค่าภาระการทำความเย็นของพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่

ใช้สอย ของอาคารตั้งแต่ 93.01 Btu/hr-ft<sup>2</sup> ขึ้นไป



## 1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ  ตารางเมตร1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ  ตารางเมตร

## 2. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างและวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	25.620	0.039
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990

### 3. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความสะอาดขึ้นจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

หมายเหตุ ค่าตัวคูณได้จากการคำนวณหาค่าภาระการทำความสะอาด (CLTD) ในช่วงเวลาสูงสุด (PEAK) ของมวลสารวัสดุมุงหลังคาแต่ละชนิด

4. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับ  
อากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา  (จากข้อ 2)  
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา  (จากข้อ 3)

ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต =  ค่าจากข้อ 2  $\times$  1  $\times$   ค่าจากข้อ 3

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ  Btu/hr.-ft<sup>2</sup>

5. ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร  จากข้อ 1.2

ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร  จากข้อ 1.1

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

6. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต  จากข้อ 4 คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร  จากข้อ 5

สรุปค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศเท่ากับ  Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน)



## 4.2 การทดสอบแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคาร

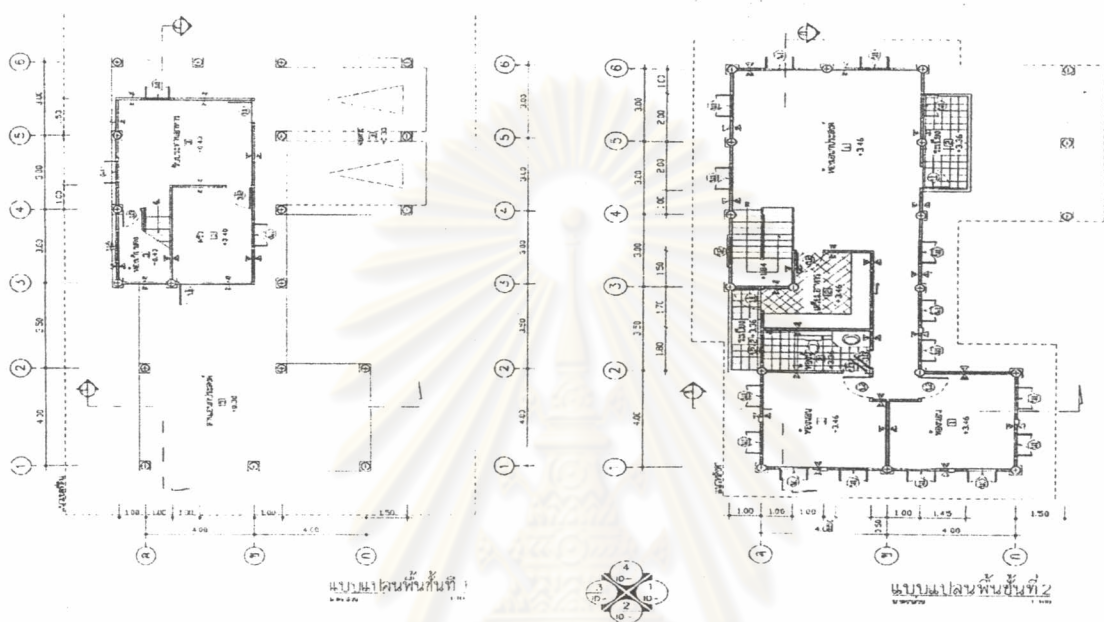
หลังจากที่ได้ค่าระดับคะแนนและแบบประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแบบประเมิน โดยการคัดเลือกบ้านตัวอย่างมาทำการทดสอบจำนวน 4 หลัง เพื่อเป็นตัวอย่างในการใช้แบบประเมิน และทดสอบแบบประเมินที่ได้มาด้วย โดยมีรายละเอียดของบ้านตัวอย่างที่นำมาทดสอบแบบประเมินดังต่อไปนี้

- อาคารที่ 1 บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคใต้
  - ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 210 ตารางเมตร
  - ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 141 ตารางเมตร
- อาคารที่ 2 บ้านเดี่ยวเบิกบาน
  - ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 160 ตารางเมตร
  - ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 146 ตารางเมตร
- อาคารที่ 3 บ้านเดี่ยว 2 ชั้น
  - ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 235 ตารางเมตร
  - ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 156 ตารางเมตร
- อาคารที่ 4 บ้านพลังงานแสงอาทิตย์(ชีวมวล)
  - ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 150 ตารางเมตร
  - ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 145 ตารางเมตร

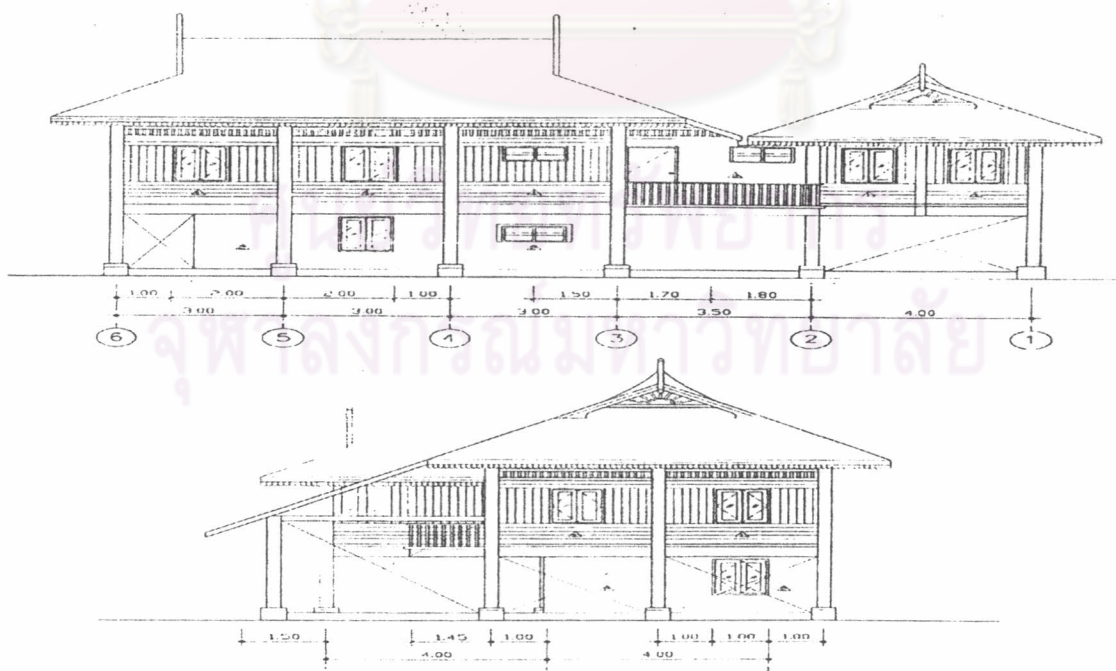
จากนั้นนำอาคารบ้านตัวอย่าง 4 หลังดังกล่าวนี้ มาทำการทดสอบแบบประเมิน โดยมีรายละเอียดในการทดสอบแบบประเมินดังต่อไปนี้

อาคารที่ 1 บ้านไทยอนุรักษ์ไทยภาคใต้

- ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 210 ตารางเมตร
- ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 141 ตารางเมตร
- วัสดุผนังหลังคา : กระเบื้องดินเผา
- ลักษณะโครงสร้างหลังคา : ทรงจั่วบ้านหย้า, ไม่มีฝ้าเพดาน



ภาพแสดงแปลนพื้นชั้นล่างและแปลนพื้นชั้นบน



ภาพแสดงรูปตั้งด้านหน้าและรูปตั้งด้านข้าง

เมื่อทราบถึงรายละเอียดของบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมินแล้ว ก็นำมากรอกลงในแบบประเมินที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 141 ตารางเมตร

1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ 210 ตารางเมตร

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	25.620	0.039
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input checked="" type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990



### 3. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความสะอาดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input checked="" type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

เมื่อทราบถึงข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1-3 ให้นำข้อมูลที่ได้มาทำการกรอกลงในขั้นตอนต่อไปในข้อที่ 4 เพื่อดำเนินหาค่าภาระการทำความสะอาดของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับ  
อากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา 0.960 (จากข้อ 2)
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา 65.9 (จากข้อ 3)

$$\text{ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต} = \text{0.960} \times 1 \times \text{65.9}$$

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ 63.26 Btu/hr.-ft<sup>2</sup>

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการ  
ปรับอากาศ 1 ตารางฟุต จากนั้นในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้น  
ที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อนำข้อมูลมากรอกลงในข้อที่ 5 โดยนำข้อมูลที่มีอยู่  
แล้วในข้อที่ 1.1, 1.2 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

5. ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ  
การหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">210</span>	(จากข้อที่ 1.2)
ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">141</span>	(จากข้อที่ 1.1)

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเท่ากับ 1.49

จากนั้นในขั้นตอนต่อไปนำค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มี  
การปรับอากาศ ไปคูณกับค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ในข้อที่ 6 โดยนำข้อมูลที่มี  
ได้จากข้อที่ 4,5 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

6. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร  
การหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต

63.26

คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

1.49

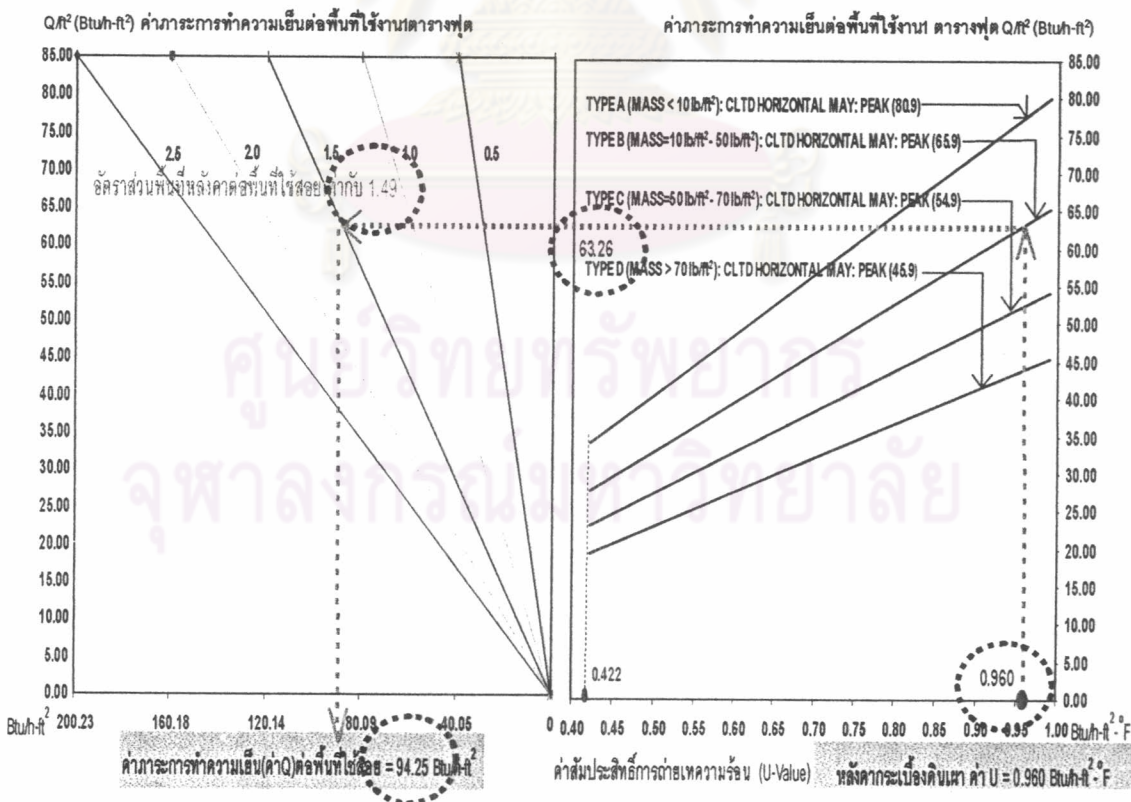
ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

94.26

Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พ.ท.ใช้งาน)

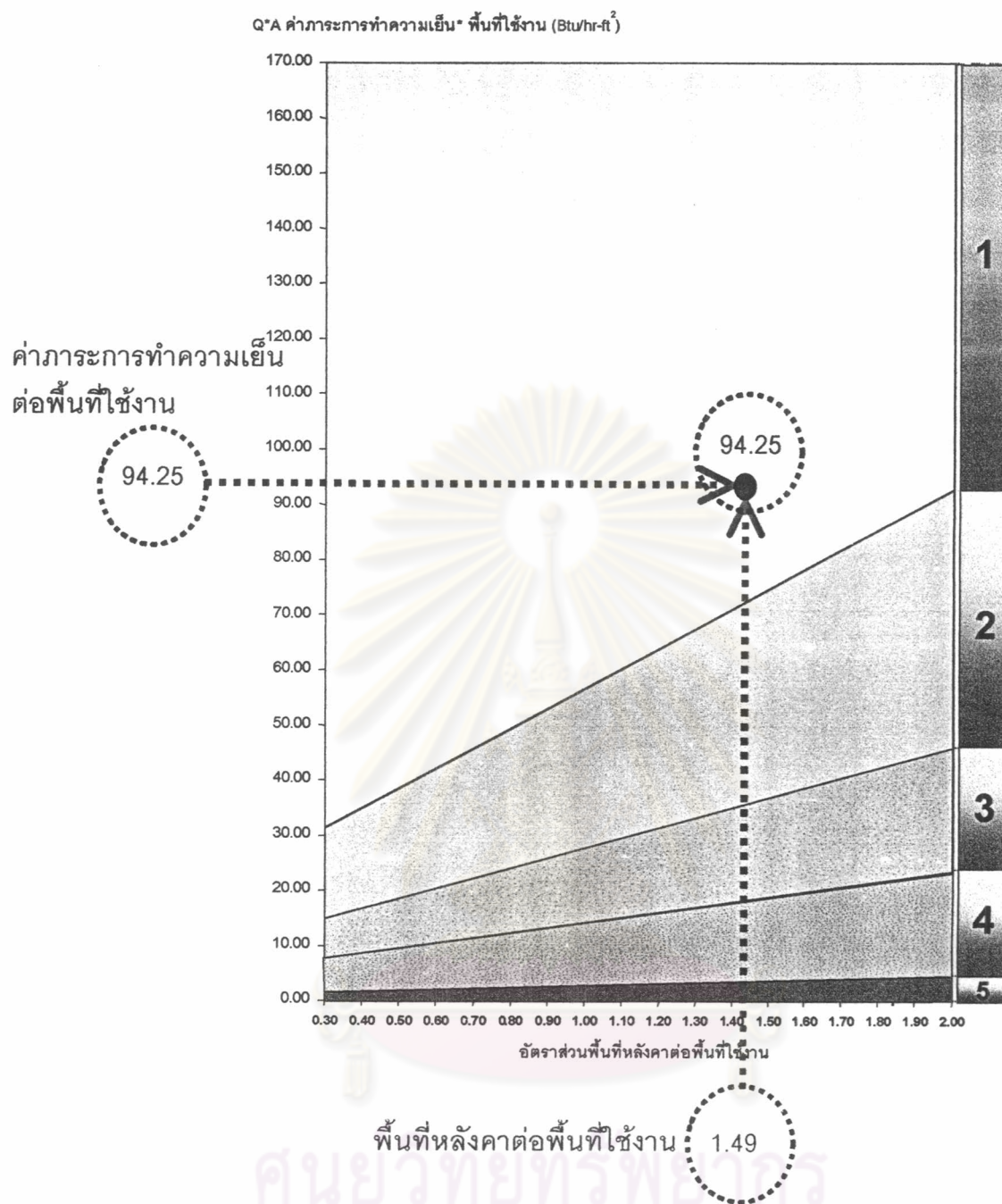
7. สรุปผลค่าระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของ  
หลังคาอาคาร

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศใน  
ข้อที่ 6 แล้ว ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับคะแนนในคำชี้แจงหน้าแรกของแบบ  
ประเมิน สรุปบ้านพักอาศัยหลังนี้ที่มีค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายใน  
อาคารที่มีการปรับอากาศเท่ากับ 94.26 Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พ.ท.ใช้งาน) มีค่าระดับคะแนนอยู่ในช่วง  
ของระดับคะแนนที่ 1



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ





แผนภูมิที่ 4.2 แสดงสรุปค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

จากแผนภูมิที่ 4.1 เมื่อทราบถึงชนิดของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U-VALUE) ของหลังคาบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมิน ให้นำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาไปใส่ลงในแผนภูมิด้านขวาของแผนภูมิที่ 4.1 จากนั้นให้ลากเส้นขึ้นทางด้านบนของแผนภูมิจนถึงเส้นมวลสารของวัสดุมุงหลังคาชนิดนั้น เสร็จแล้วให้ลากเส้นไปทางด้านซ้ายของแผนภูมิจะได้ผลออกมาเป็นค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตารางฟุต หลังจากนั้นให้ลากเส้นต่อไปทางด้านซ้ายอีกจนถึงเส้นสัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของ

อาคารที่จะทำการประเมิน จากนั้นให้ลากเส้นลงมาด้านล่างของแผนภูมิจนถึงเส้นแกนด้านล่าง ซึ่งเมื่อทำการลากเส้นมาถึงตรงจุดนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ทำการประเมิน เสร็จแล้วนำค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่ได้นี้ลากเส้นเข้าไปในแผนภูมิที่ 4.2 พร้อมกับลากเส้นอัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยไปตัดกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ทำการประเมิน จากตัวอย่างของอาคารที่ 1 ด้านบนสามารถสรุปได้ว่า หลังคาของอาคารหลังนี้มีค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ  $94.25 \text{ Btu/hr.}\cdot\text{ft}^2$  เมื่อนำค่าที่ได้มาใส่ลงในแผนภูมิสรุปค่าระดับคะแนน ผลก็คือ หลังคาของบ้านพักอาศัยหลังนี้มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานในระดับคะแนน 1 เนื่องจากมีค่าภาระการทำความเย็นสูง



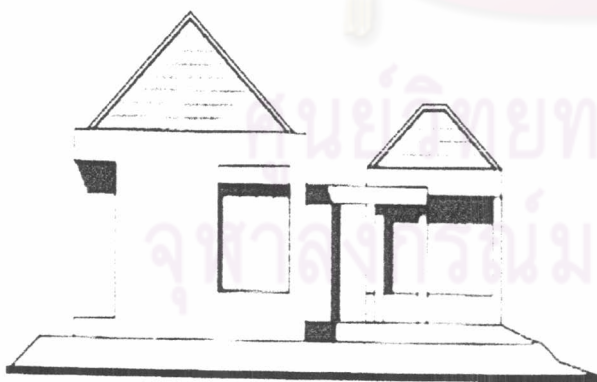
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## อาคารที่ 2 บ้านเดี่ยวเบิกบาน

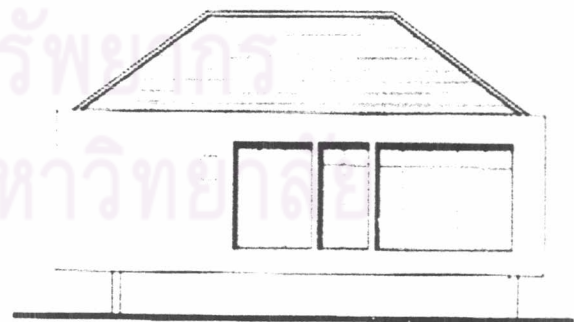
- ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 160 ตารางเมตร
- ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 146 ตารางเมตร
- วัสดุผนังหลังคา : กระเบื้องซีแพคโมเนีย
- ลักษณะโครงสร้างหลังคา : มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.



ภาพแสดงแปลนพื้นชั้นล่างและแปลนพื้นชั้นบน



แปลนด้านหน้า



แปลนด้านข้าง

แสดงรูปตังด้านหน้าและรูปตังด้านข้าง



เมื่อทราบถึงรายละเอียดของบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมินแล้ว ก็นำมากรอกลงในแบบประเมินที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

### 1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 141 ตารางเมตร

1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ 210 ตารางเมตร

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวนหนา 6 นิ้ว	25.620	0.039
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input checked="" type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990

#### 4. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความสะอาดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input checked="" type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

เมื่อทราบถึงข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1-3 ให้นำข้อมูลที่ได้มาทำการกรอกลงในขั้นตอนต่อไปในข้อที่ 4 เพื่อคำนวณหาค่าภาระการทำความสะอาดของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับ  
อากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา 0.392 (จากข้อ 2)
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา 58.9 (จากข้อ 3)

$$\text{ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต} = \textcircled{0.392} \times 1 \times \textcircled{58.9}$$

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ 23.09 Btu/hr.-ft<sup>2</sup>

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการ  
ปรับอากาศ 1 ตารางฟุต จากนั้นในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่  
ที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อนำข้อมูลมารวมลงในข้อที่ 5 โดยนำข้อมูลที่มีอยู่  
แล้วในข้อที่ 1.1, 1.2 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

5. ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ  
การหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">160</span>	(จากข้อที่ 1.2)
ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">146</span>	(จากข้อที่ 1.1)

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเท่ากับ 1.14

จากนั้นในขั้นตอนต่อไปนำค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มี  
การปรับอากาศ ไปคูณกับค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ในข้อที่ 6 โดยนำข้อมูลที่  
ได้จากข้อที่ 4,5 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้



6. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร  
การหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต

23.09

คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

1.14

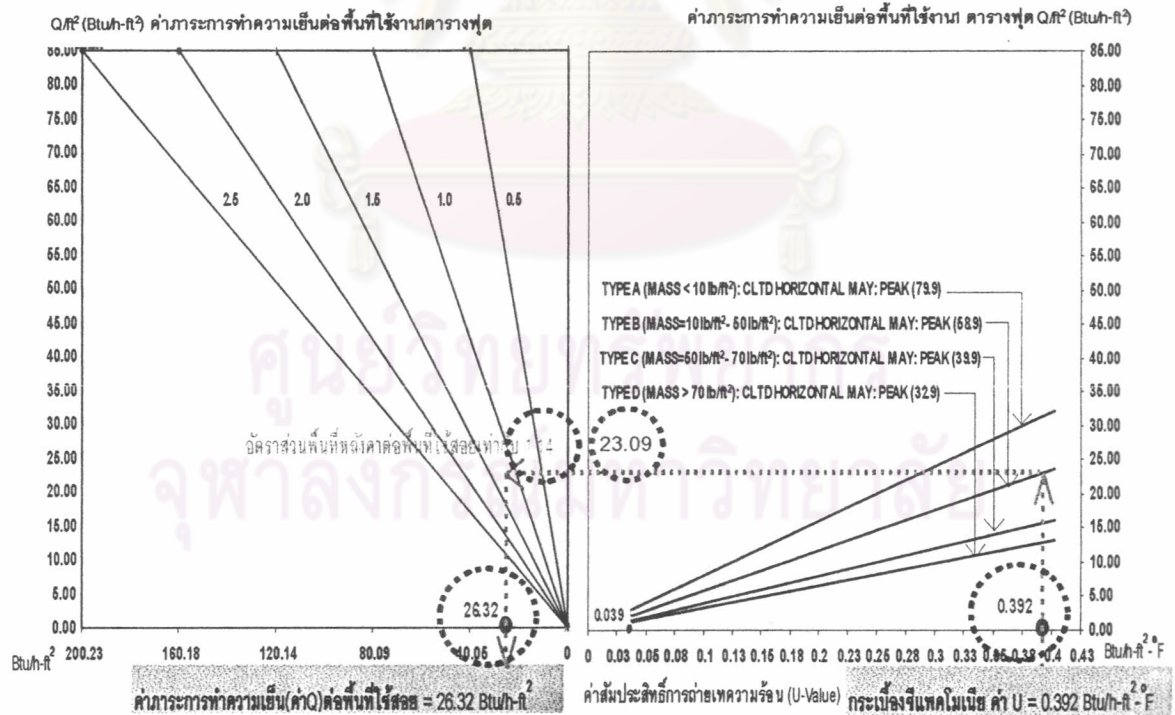
ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

26.32

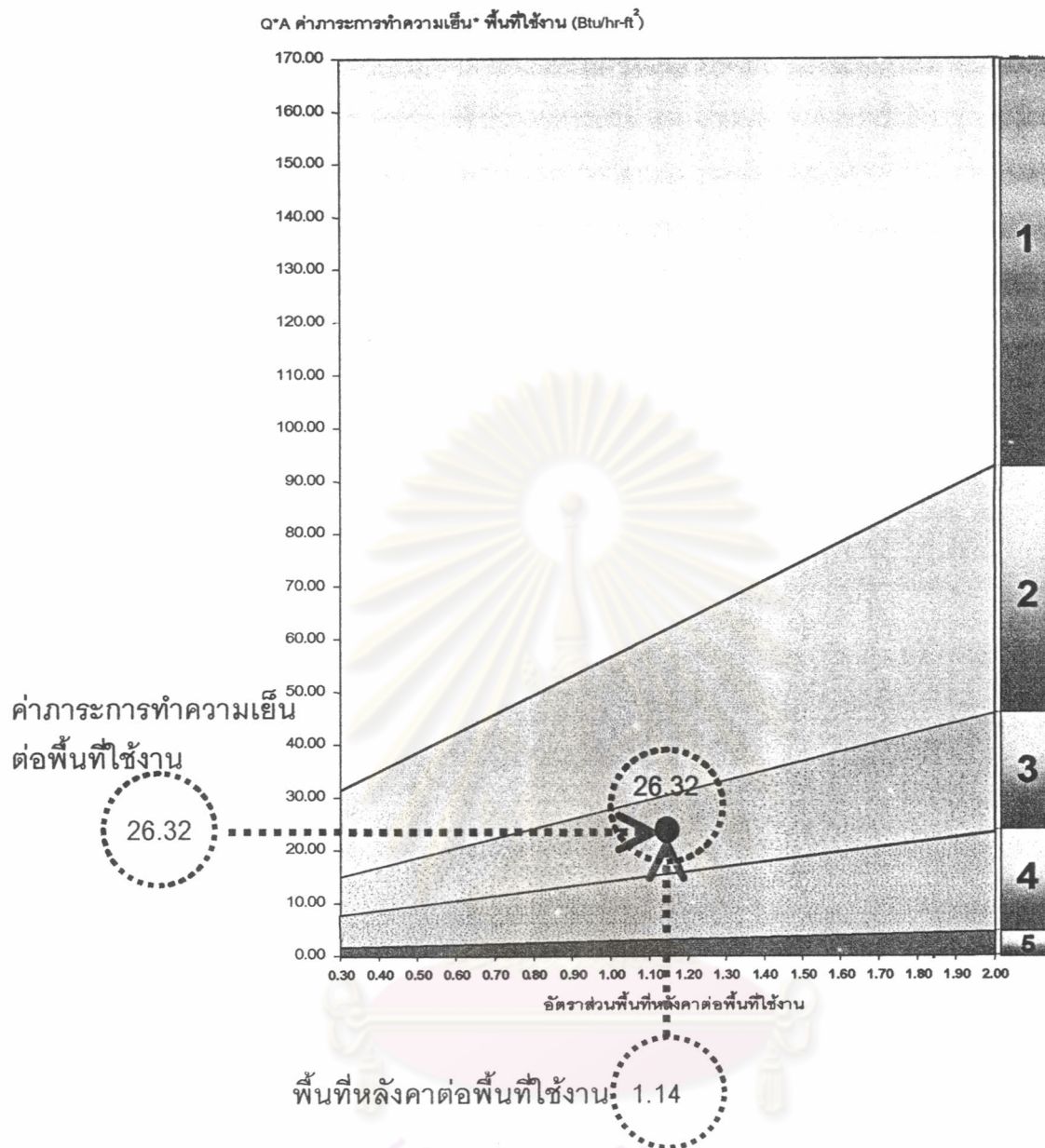
Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน)

7. สรุปผลค่าระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของ  
หลังคาอาคาร

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศใน  
ข้อที่ 6 แล้ว ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับคะแนนในค่าชี้แจงหน้าแรกของแบบประเมิน  
สรุบบ้านพักอาศัยหลังนี้ที่มีค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการ  
ปรับอากาศเท่ากับ 26.32 Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน) มีค่าระดับคะแนนอยู่ในช่วงของระดับคะแนนที่ 3



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงสรุปค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

จากแผนภูมิที่ 4.3 เมื่อทราบถึงชนิดของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U-VALUE) ของหลังคาบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมิน ให้นำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาไปใส่ลงในแผนภูมิด้านขวาของแผนภูมิที่ 4.3 จากนั้นให้ลากเส้นขึ้นไปด้านบนของแผนภูมิจนถึงเส้นมวลสารของวัสดุมุงหลังคาชนิดนั้น เสร็จแล้วให้ลากเส้นไปทางด้านซ้ายของแผนภูมิจะได้ผลออกมาเป็นค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตารางฟุต หลังจากนั้นให้ลากเส้นต่อไปทางด้านซ้ายอีกจนถึงเส้นสัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่จะทำการประเมิน จากนั้นให้ลากเส้นลงมาด้านล่างของแผนภูมิจนถึงเส้นแกนด้านล่าง ซึ่งเมื่อทำการลากเส้นมาถึงตรงจุดนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้

สอยของอาคารที่ทำการประเมิน เสร็จแล้วนำค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่ได้นี้ลากเส้นเข้าไปในแผนภูมิที่ 4.4 พร้อมกับลากเส้นอัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยไปตัดกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ทำการประเมิน จากตัวอย่างของอาคารที่ 2 ด้านบนสามารถสรุปได้ว่า หลังคาของอาคารหลังนี้มีค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ  $26.32 \text{ Btu/hr.}\cdot\text{ft}^2$  เมื่อนำค่าที่ได้มาใส่ลงในแผนภูมิสรุปค่าระดับคะแนน ผลก็คือ หลังคาของบ้านพักอาศัยหลังนี้มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานในระดับคะแนน 3 เนื่องจากมีค่าภาระการทำความเย็นอยู่ในระดับปานกลาง



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

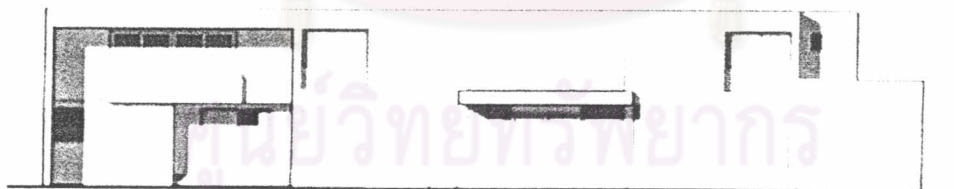


### อาคารที่ 3 บ้านเดี่ยว 2 ชั้น

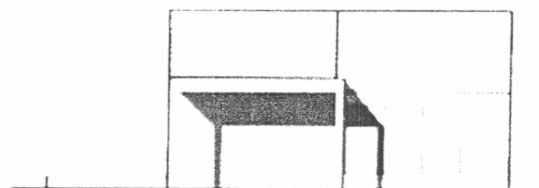
- ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 156 ตารางเมตร
- ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 235 ตารางเมตร
- วัสดุผนังหลังคา : คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 12 เซนติเมตร
- ลักษณะโครงสร้างหลังคา : หลังคาแบน (FLAT SLAB) ไม่มีฝ้าเพดาน



ภาพแสดงแปลนพื้นชั้นล่างและแปลนพื้นชั้นบน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แสดงรูปตัดด้านหน้าและรูปตัดด้านข้าง

เมื่อทราบถึงรายละเอียดของบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมินแล้ว ก็นำมากรอกลงในแบบประเมินที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 235 ตารางเมตร

1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ 156 ตารางเมตร

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวนหนา 6 นิ้ว	25.620	0.039
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input checked="" type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990

## 5. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความสะอาดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นแอสฟัลท์ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 6 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input checked="" type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

เมื่อทราบถึงข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1-3 ให้นำข้อมูลที่ได้มาทำการกรอกลงในขั้นตอนต่อไปในข้อที่ 4 เพื่อคำนวณหาค่าภาระการทำความสะอาดของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต ดังตัวอย่างต่อไปนี้



4. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับ  
อากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา 0.606 (จากข้อ 2)
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา 54.9 (จากข้อ 3)

$$\text{ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq)} \text{ ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต} = \text{0.606} \times 1 \times \text{54.9}$$

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ

33.26

Btu/hr.-ft<sup>2</sup>

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต จากนั้นในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อนำข้อมูลมารวมลงในข้อที่ 5 โดยนำข้อมูลที่มีอยู่แล้วในข้อที่ 1.1, 1.2 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

5. ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ  
การหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร

156

(จากข้อที่ 1.2)

ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

235

(จากข้อที่ 1.1)

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเท่ากับ

0.66

จากนั้นในขั้นตอนต่อไปนำค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ ไปคูณกับค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ในข้อที่ 6 โดยนำข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 4,5 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

6. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร  
การหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต

33.26

คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

0.66

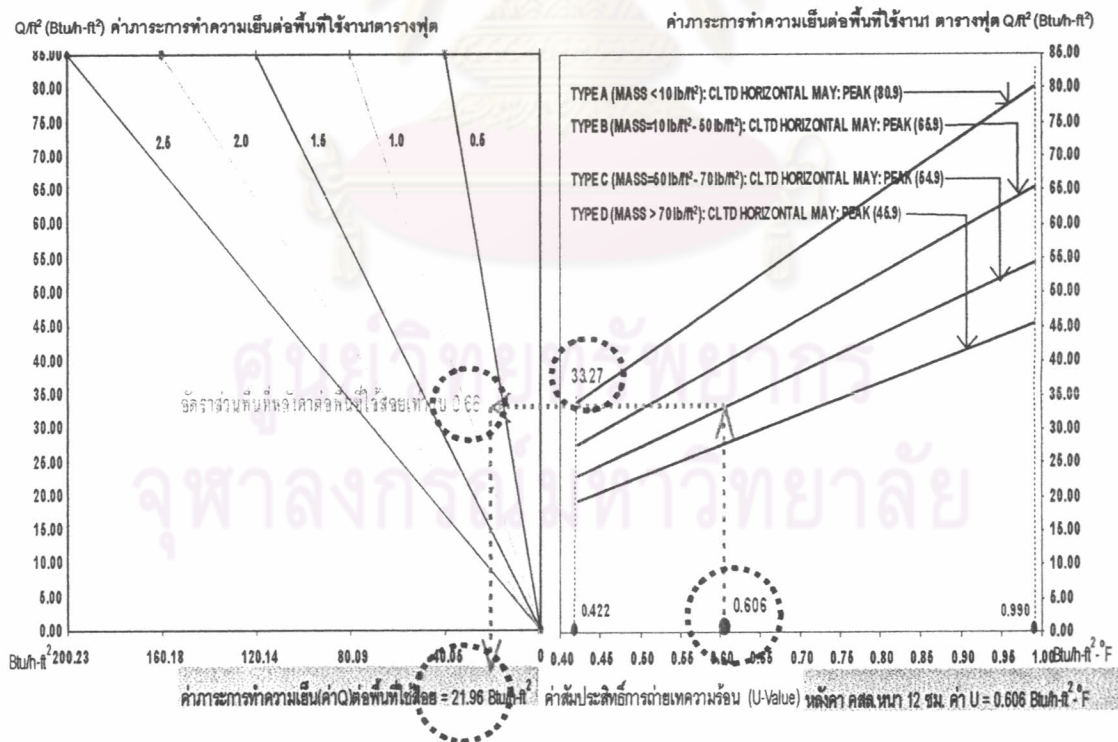
ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

21.95

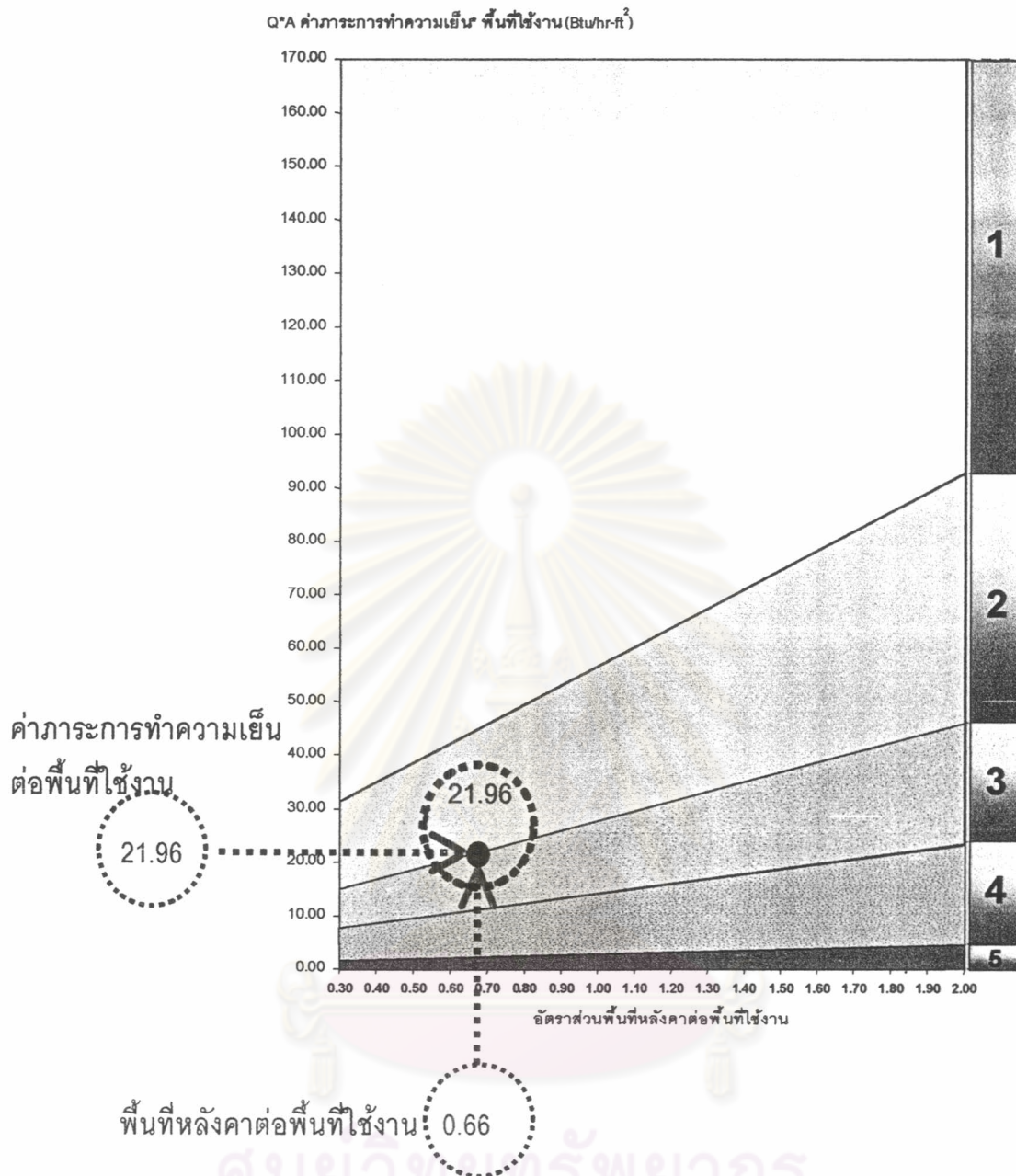
Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน)

7. สรุปผลค่าระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของ  
หลังคาอาคาร

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศใน  
ข้อที่ 6 แล้ว ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับคะแนนในค่าชี้แจงหน้าแรกของแบบประเมิน  
สรุบบ้านพักอาศัยหลังนี้ที่มีค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการ  
ปรับอากาศเท่ากับ 21.95 Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน) มีค่าระดับคะแนนอยู่ในช่วงของระดับคะแนนที่ 3



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงสรุปค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

จากแผนภูมิที่ 4.5 เมื่อทราบถึงชนิดของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U-VALUE) ของหลังคาบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมิน ให้นำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาไปใส่ลงในแผนภูมิด้านขวาของแผนภูมิที่ 4.5 จากนั้นให้ลากเส้นขึ้นไปด้านบนของแผนภูมิจนถึงเส้นมวลสารของวัสดุมุงหลังคาชนิดนั้น เสร็จแล้วให้ลากเส้นไปทางด้านซ้ายของแผนภูมิจะได้ผลออกมาเป็นค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอย 1 ตารางฟุต หลังจากนั้นให้ลากเส้นต่อไปทางด้านซ้ายอีกจนถึงเส้นสัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่จะทำการประเมิน จากนั้นให้ลากเส้นลงมาด้านล่างของแผนภูมิจนถึงเส้นแกนด้านล่าง ซึ่ง



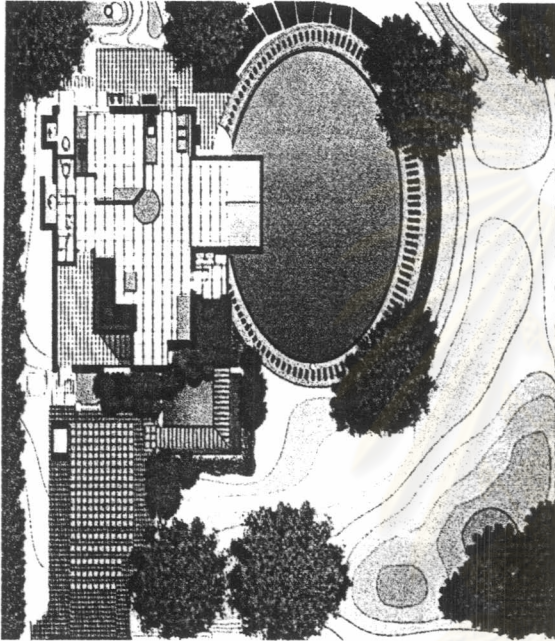
เมื่อทำการลากเส้นมาถึงตรงจุดนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ทำการประเมิน เสร็จแล้วนำค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่ได้นี้ลากเส้นเข้าไปในแผนภูมิที่ 4.6 พร้อมกับลากเส้นอัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยไปตัดกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ ก็คือ ค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่ทำการประเมิน จากตัวอย่างของอาคารที่ 3 ด้านบนสามารถสรุปได้ว่า หลังคาของอาคารหลังนี้มีค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ  $21.96 \text{ Btu/hr.}\cdot\text{ft}^2$  เมื่อนำค่าที่ได้มาใส่ลงในแผนภูมิสรุปค่าระดับคะแนน ผลก็คือ หลังคาของบ้านพักอาศัยหลังนี้มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานในระดับคะแนน 3 เนื่องจากมีค่าภาระการทำความเย็นอยู่ในระดับปานกลาง



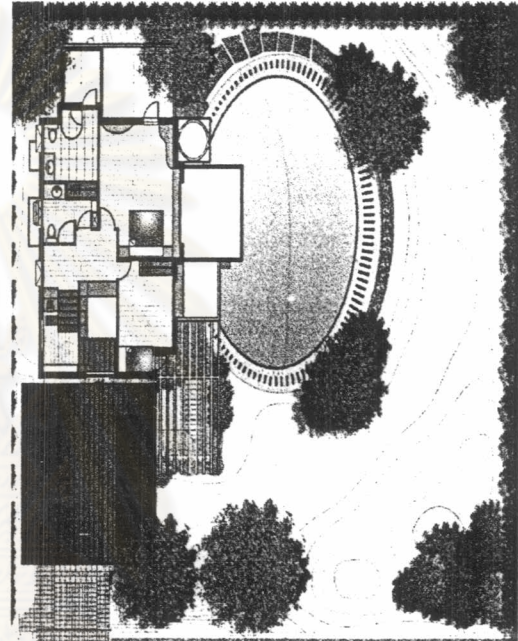
ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### อาคารที่ 3 บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (ชีวาทิตย์)

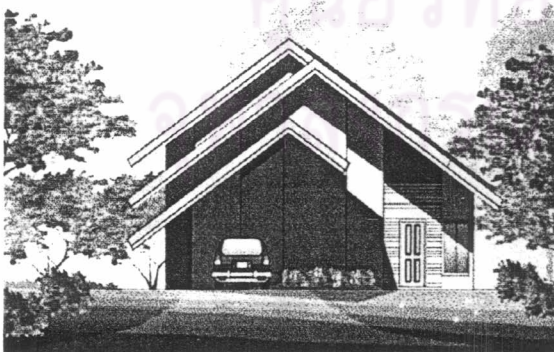
- ขนาดพื้นที่หลังคาอาคาร 150 ตารางเมตร
- ขนาดพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายใน 145 ตารางเมตร
- วัสดุผนังหลังคา : หลังคาเหล็ก
- ลักษณะโครงสร้างหลังคา : หลังคาทรงจั่ว มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม. และติดตั้งฉนวนกันความร้อนหนา 12 นิ้ว



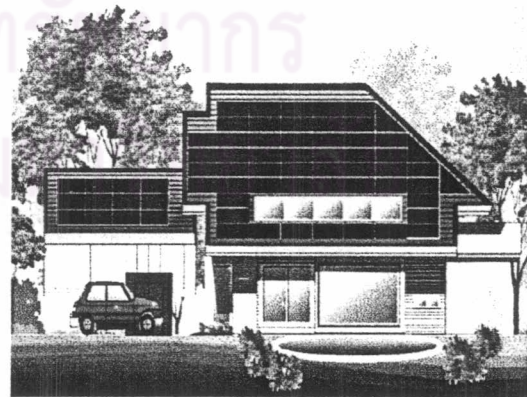
แปลนพื้นชั้นล่าง



แปลนพื้นชั้นบน



รูปตั้งด้านหน้า



รูปตั้งด้านข้าง

เมื่อทราบถึงรายละเอียดของบ้านพักอาศัยที่จะทำการประเมินแล้ว ก็นำมากรอกลงในแบบประเมินที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

### 1. ข้อมูลเบื้องต้นของบ้านพักอาศัย

- 1.1 ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 145 ตารางเมตร
- 1.2 ขนาดพื้นที่หลังคาที่คลุมเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศ 150 ตารางเมตร

ชนิดของหลังคา	ค่า R (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)	ค่า U-VALUE (Btu/h . ft <sup>2</sup> . °F)
<input checked="" type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	50.460	0.019
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	14.990	0.067
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.690	0.086
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	11.090	0.090
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	10.970	0.091
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.550	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.540	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	10.522	0.095
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.690	0.271
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	3.090	0.324
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.970	0.337
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.550	0.392
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.540	0.394
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.522	0.397
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี มีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มม.	2.490	0.402
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	2.370	0.422
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.770	0.565
<input type="checkbox"/> หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	1.650	0.606
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	1.070	0.935
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	1.060	0.943
<input type="checkbox"/> หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	1.042	0.960
<input type="checkbox"/> หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	1.010	0.990
<input type="checkbox"/> หลังคาลังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน.	1.010	0.990



## 6. ข้อมูลเกี่ยวกับค่าภาระการทำความเย็นจากมวลสารของวัสดุที่ใช้มุงหลังคา

<input checked="" type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานหนา 12 มม.+ฉนวน หนา 12 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดาน+ฉนวน PU โฟม หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดาน+ฉนวนหนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดาน+ฉนวน หนา 2 นิ้ว	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 32.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 39.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ มีฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผา มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 58.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะ มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี มีฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด หนา 9 มม.	(ตัวคูณ 79.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 30 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 15 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 45.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 12 ซม ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 54.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนีย ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องลอนคู่ ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคากระเบื้องดินเผาไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 65.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาแผ่นโลหะไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)
<input type="checkbox"/>	หลังคาสังกะสี ไม่มีฝ้าเพดาน	(ตัวคูณ 80.9)

เมื่อทราบถึงข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1-3 ให้นำข้อมูลที่ได้มาทำการกรอกลงในขั้นตอนต่อไปในข้อที่ 4 เพื่อคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาที่เกิดขึ้นต่อพื้นที่ใช้ งานที่มีการปรับ  
อากาศ 1 ตารางฟุต

1. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ค่า U) ของวัสดุผนังหลังคา 0.019 (จากข้อ 2)
2. ตัวคูณที่เกิดจากมวลสารของวัสดุที่ใช้ผนังหลังคา 58.9 (จากข้อ 3)

ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าq) ของหลังคาต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต = 0.019 × 1 × 58.9

ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุตเท่ากับ 1.12 Btu/hr.-ft<sup>2</sup>

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็นจากวัสดุผนังหลังคาขึ้นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ 1 ตารางฟุต จากนั้นในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อนำข้อมูลมารวมลงในข้อที่ 5 โดยนำข้อมูลที่มีอยู่แล้วในข้อที่ 1.1, 1.2 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

5. ข้อมูลการหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ  
การหาค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ

ขนาดพื้นที่ของหลังคาอาคาร 150 (จากข้อที่ 1.2)

ขนาดพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร 145 (จากข้อที่ 1.1)

ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารเท่ากับ 1.03

จากนั้นในขั้นตอนต่อไปนำค่าอัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ ไปคูณกับค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ในข้อที่ 6 โดยนำข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 4,5 มาใช้กรอกใส่ลงในตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

6. ข้อมูลการหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศภายในอาคาร  
การหาค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

ค่าภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต

1.12

คูณกับ

อัตราส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

1.03

ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร

1.15

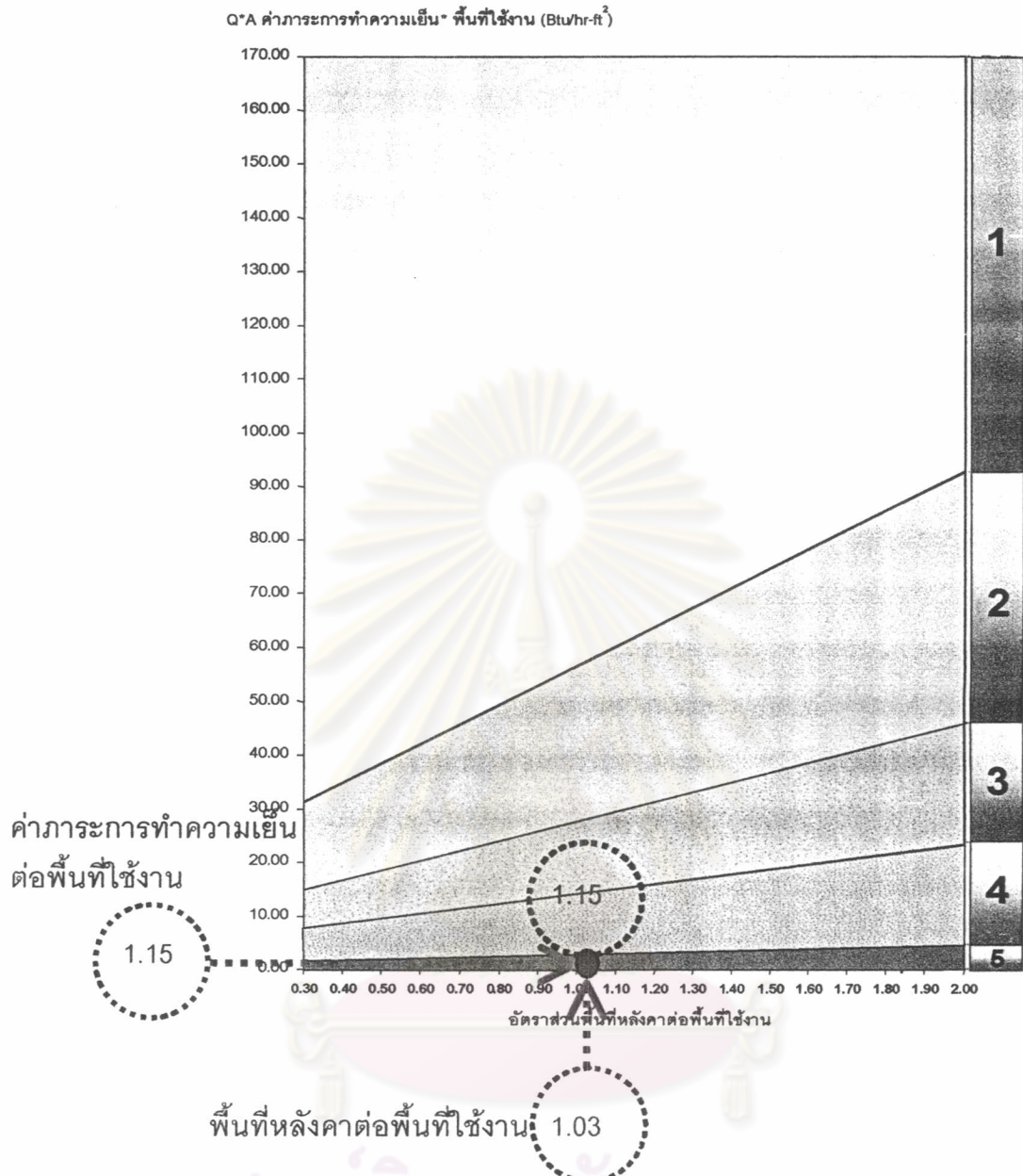
Btu/hr-ft<sup>2</sup> (พท.ใช้งาน)

7. สรุปผลค่าระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของ  
หลังคาอาคาร

เมื่อได้ค่าภาระการทำความเย็น (ค่าQ) ต่อพื้นที่ใช้งานภายในอาคารที่มีการปรับอากาศใน  
ข้อที่ 6 แล้ว ให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับคะแนนในค่าชี้แจงหน้าแรกของแบบประเมิน  
ซึ่งจากแผนภูมิที่ 4.7 สรุปค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัยที่  
ทำการประเมิน จากตัวอย่างของอาคารที่ 4 ด้านล่างสามารถสรุปได้ว่า หลังคาของบ้านพักอาศัย  
หลังนี้มีค่าภาระการทำความเย็นของหลังคาต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากับ 1.15 Btu/hr.-ft<sup>2</sup> เมื่อนำค่าที่ได้  
มาใส่ลงในแผนภูมิสรุปค่าระดับคะแนน ผลก็คือ หลังคาของบ้านพักอาศัยหลังนี้มีศักยภาพในการ  
ประหยัดพลังงานในระดับคะแนน 5 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นหลังคาของบ้านพักอาศัยที่มีศักยภาพในการ  
ประหยัดพลังงานสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





แผนภูมิที่ 4.7 แสดงสรุปค่าภาระการทำความเย็น(Q) ต่อพื้นที่ใช้งานที่มีการปรับอากาศ

ศูนย์วิทยพัชรร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย