การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ปริญญานิพนธ์
ของ
ไพศาล ห้อชิวงค์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ว91.4
พ999ก
ร.3

การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

บทคัดย่อ

ของ

ไพศาล ห้อชิวงค์

23 ก.ย. 2547

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
พฤษภาคม 2547

ว 25 ก.ค. 2547

ไพศาล ห้อธิวงค์. (2547) , *การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร , อาจารย์ โอภาส สุขหวาน

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

การออกแบบและสร้างกระเบื้องหลังคาเพื่อการระบายอากาศผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและทดลอง 2 ครั้งด้วยกันคือ ครั้งที่1 ผู้วิจัยได้ใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) กระเบื้องมีขนาดความกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร หนา 1.25 เซนติเมตร มาทำการเจาะช่องอากาศบริเวณส่วนโค้งตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาของแต่ละแผ่น ช่องอากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น และ ครั้งที่ 2 ผู้วิจัยทำการเจาะช่องอากาศตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาบริเวณส่วนโค้ง 1 ช่องและบริเวณสันกระเบื้อง 2 ช่อง รวมเป็น 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

การทดสอบเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา ผู้วิจัยดำเนินการสร้างบ้านจำลองเพื่อทดลองขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หลังที่ 2 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นที่มีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น หลังที่ 3 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นมีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น ผู้วิจัยได้ทำเปรียบเทียบอุณหภูมิ 2 ตำแหน่งด้วยกันคือ 1. เปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองและ 2. เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของบ้านจำลอง

ผลจากการทดลองพบว่า

1. จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองพบว่า กระเบื้องมุงหลังคามีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลอง 0.67 – 1 องศาเซลเซียส 2. กระเบื้องมุงหลังคามีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลอง 1.5 – 2.67 องศาเซลเซียส

2. จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของบ้านจำลอง พบว่า กระเบื้องมุงหลังคามีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น สามารถลดอุณหภูมิภายในของบ้านจำลอง จากหลังคาปกติได้ประมาณ 0.34 – 1 องศาเซลเซียส 2. กระเบื้องมุงหลังคามีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น สามารถลดอุณหภูมิภายในของบ้านจำลอง จากหลังคาปกติได้ประมาณ 0.67 – 2.17 องศาเซลเซียส

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ประเมินด้านความเหมาะสมด้านการออกแบบ ผลการประเมิน ด้านการออกแบบโดยรวม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.13

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SOLAR CHIMNEY IN ROOF TILES FOR VENTILATION

AN ABSTRACT

BY

PAISARN HORTHIWONG

Present in partial fufillment of the requirements

For the master of education degree in industrial Education

At Srinakharinwirot University

May 2004

Paisarn Horthiwong. (2004). *Design and construction of solar chimney in roof tiles for ventilation.* Master Thesis, M.ed. (Industrial Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai, Mr. Ophat Sukwan

The objectives of this research were to design and construction of solar chimney in roof tiles for ventilation. The experiment was conducted for studying the efficiency of design and construction of solar chimney in roof tiles for ventilation.

To design and construction of solar chimney in roof tiles for ventilation were conducted for 2 experiments by the researcher were as follows : The 1st experiment, the researcher used c-pac tile of the chang brand of Siam Cement Public Co.,Ltd. The tile had the width of 33 cm., length of 42 cm., and thickness of 1.25 cm. was made for solar chimney at the curve area along the length of its each tile. The solar chimney was designed as the round pipe type of ∅ ½ inch for 1 chimney / 1 tile. The 2nd experiment, the researcher perforated the solar chimney along the length of the curve area of its tile for 1 chimney and the ridge of its tile for 2 chimneys, totally 3 chimneys / 1 tile.

To test was conducted for studying the efficiency purpose of its designing and building up the solar chimney in the tile, the researcher had built up the house model for the experiment, with the size of 1.20 x 1.20 m., totally 3 units. The 1st unit used the c-pac monia tiles without any solar chimneys used for the comparison criterion. The 2nd unit used the tiles with 1 solar chimney of ∅ ½ inch, totally 1 chimney / 1 tile. The 3rd unit used the tile with solar chimney of ∅ ½ inch, totally 3 chimneys / 1 title. The researcher had compared the temperature of 2 positions were as follows : 1) A comparison on the temperature at underneath of the area of its model 2) A comparison on the temperature of the interior of its model.

The result of this experiment was revealed that

1. A comparison on the temperature at underneath of the tile area of its model was revealed that 1) The tile had ∅ ½ inch solar chimney for 1 chimney / 1 tile which capacitated to decrease the temperature at underneath of the tile area of its model for 0.67 - 1 °C 2) The tile had ∅ ½ inch solar chimney for 3 chimneys / 1 tile capacitated to decrease the temperature at the underneath of the title area of its model. It was unable to decrease the temperature at the underneath of the tile area of its model for 1.5 – 2.67 °C

2. A comparison on the temperature at the interior of its model was revealed that 1) The tile had ∅ ½ inch solar chimney for 1 chimney / 1 tile which capacitated to decrease the temperature at the interior of its model based on the ordinary tile approximately 0.34 - 1 °C 2) The tile with ∅ ½ inch solar chimney for 3 chimneys / 1 tile capacitated to decrease the temperature at the interior of its model based on the ordinary tile approximately 0.67 – 2.17 °C

Three (3) experts had conducted on appropriate evaluation of its design was revealed that the evaluation result of the integrate design was in a good level with average of 4.13

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ของ
นายไพศาล ห้อชิวงค์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัย ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาภรณ์ หะวานนท์)
วันที่ 9 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ สุดใจ เหง้าสีไพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง จากอาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และอาจารย์โอภาส สุขหวาน คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ได้สำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ. โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และชี้แนะในการแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณอัจฉรินทร์ สารสาส คุณนพดล ห้อธิวงค์ และอาจารย์ประทีป ถ่ำพัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเอกสารการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และให้ข้อเสนอแนะแก้ไขปรับปรุง

ขอกราบขอบพระคุณ ร้อยตรีสังวาลย์ เกิดแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการยืมสถานที่ทดลองเพื่อหาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อดี ห้อธิวงค์ และคุณแม่รัตนา ห้อธิวงค์(ที่ล่วงลับไปแล้วทั้ง 2 ท่าน)คุณกรรณิการ์ ห้อธิวงค์ คุณขวัญตา ห้อธิวงค์ คุณวิจิตรา ห้อธิวงค์ และคุณศรเพชร เกิดแก่น พี่สาวทั้ง 3 ท่าน และภรรยาที่ช่วยเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างยิ่ง

ไพศาล ห้อธิวงค์

สารบัญ

บทที่ หน้า

1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการวิจัย 2
ความสำคัญของการวิจัย 3
ขอบเขตของการวิจัย 3
กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 4
สมมติฐานของงานวิจัย 5

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
สภาพภูมิอากาศกับอาคารที่พักอาศัย 6
ภูมิอากาศ 6
การออกแบบอาคารกับสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของประเทศไทย 10
สภาวะสบายในอาคาร 11
วัสดุมุงหลังคา 12
ชนิดของวัสดุมุงหลังคา 13
มุมเอียงและรูปทรงของหลังคา 19
ทฤษฎีการถ่ายเทความความร้อนสู่อาคารผ่านวัสดุมุงหลังคา 19
การระบายอากาศ 24
การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศ 26
การระบายอากาศด้วยปล่อง 28
Bernoulli Effect 29
คุณสมบัติของวัสดุในการถ่ายเทความร้อน 29
การสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ 31
วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ 32
กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาโดยทั่วไป 32
กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา ซีแพคโมเนีย 33
ท่ออากาศ 35
การทดสอบ 35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 39
เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา 39
ลำดับขั้นตอนในการวิจัย 40
ศึกษาปัญหาของกระเบื้องมุงหลังคาในปัจจุบัน 40
การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา 40
การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือในส่วนต่างๆ 41
การทดสอบหาประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา 42
การวิเคราะห์ข้อมูล 46

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 49
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง 49
ผลการประเมินความเหมาะสมการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญ 52

5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ 54
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า 54
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 56
อภิปรายผล 57
ข้อเสนอแนะ 59

บรรณานุกรม 60

ภาคผนวก 62
ภาคผนวก ก. จดหมายขอความอนุเคราะห์ในการกรอกแบบสอบถาม 63
ภาคผนวก ข. ประวัติผู้เชี่ยวชาญ 67
ภาคผนวก ค. แบบสอบถาม 69
ภาคผนวก ง. ภาพประกอบขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 74
ภาคผนวก จ. ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิ 81

ประวัติย่อผู้วิจัย 85

บัญชีตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขนาดของช่องเปิด 26

2 แสดงค่าสภาพการเปล่งรังสีความร้อนของผิววัตถุชนิดต่าง ๆ 30

3 แสดงสภาพสะท้อนรังสีความเข้มของผิววัสดุต่าง ๆ 30

4 แสดงสภาพสะท้อนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ที่มีทั้งการทาสีที่ผิววัสดุ และผิวธรรมชาติ 31

5 แสดงข้อมูลเฉพาะของกระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง 34

6 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากการทดลอง 46

7 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคา 49

8 แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง 51

9 การวิเคราะห์ด้านการออกแบบ 52

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบที่ หน้า

1 แสดงโครงสร้างหลังคาบ้านไม้ในมาเลเซีย วัสดุทำด้วย จาก 13
2 แสดงภาพกระเบื้องเกล็ดไม้พร้อมเชิงชายประดับไม้ฉลุลาย 14
3 แสดงภาพกระเบื้องดินเผาหางมน บริษัท อ.ป.ก. ดาวคู่ จำกัด 14
4 แสดงภาพหลังคาทรงไทยที่มุงด้วยกระเบื้องดินเผาหางมน 15
5 แสดงภาพลักษณะของกระเบื้องว่าว ขนาด 9 นิ้ว 15
6 แสดงภาพศูนย์พฤกษชาติ จ. เชียงใหม่ ที่มุงด้วยกระเบื้องซิเมนต์ 16
7 แสดงภาพกระเบื้องซีแพคโมเนียแบบต่างๆ 16
8 แสดงภาพลักษณะของกระเบื้องซิเมนต์ใยหินแผ่นลอนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน 17
9 แสดงภาพการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องพลาสติกร่วมกับกระเบื้องคอนกรีต 17
10 แสดงภาพลักษณะและขนาดของแผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ 18
11 แสดงภาพหลังคาโค้งที่ซับซ้อนมุงด้วยแผ่นเมมเบรน เช่น ไฮปาลอน 18
12 แสดงถึงรูปทรงของหลังคามีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ 19
13 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับ 20
14 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ 21
15 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อน ที่เกิดขึ้นกับผิวโลกในเวลากลางวัน 22
16 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อน ที่เกิดขึ้นกับผิวโลกในเวลากลางคืน 23
17 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงเวลากลางวัน 23
18 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงเวลากลางคืน 24
19 แสดงบริเวณความกดอากาศสูง 25
20 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้าง หรือเหนืออาคารออกไป 25
21 แสดงกระแสลมที่พัดผ่านห้อง 25
22 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขนาดของช่องเปิด 26
23 แสดงทิศทางของกระแสลมกับช่องเปิดในขนาดต่างกัน 27
24 แสดงภาพวิธีการระบายอากาศทางปล่อง 28
25 แสดงวิธีการเปิดช่องอากาศทางด้านบนอาคารเพื่อให้เกิดการระบายอากาศ 28
26 แสดงการนำ BERNOULLI EFFECT มาใช้กับอาคาร 29
27 แสดงภาพของช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาที่ออกแบบและสร้าง 31
28 แสดงลักษณะของกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาตาม มอก. 535 - 2527 33
29 แสดงการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคา 35
30 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิ 36

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

31 แสดงแบบขยายของบ้านจำลอง 36
32 แสดงลักษณะของแผ่นกระเบื้องที่ทำการออกแบบและสร้าง 41
33 แสดงการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคาพร้อมตำแหน่งวัดอุณหภูมิ 42
34 แสดงแบบขยายของบ้านจำลอง 43
35 แสดงวิธีการติดตั้งแผ่นกระเบื้องมุงหลังคาโดยทั่วไป 44
36 แสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ใต้หลังคาบ้านจำลอง 50
37 แสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ภายในบ้านจำลอง 52
38 แสดงพื้นที่ว่างที่ใช้ในการวางบ้านจำลอง 75
39 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาบ้านจำลอง 75
40 แสดงการติดตั้งแผ่นกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลอง 76
41 แสดงลักษณะของช่องอากาศจำนวน 1 ช่อง ในกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลองหลังที่ 2 77
42 แสดงลักษณะของช่องอากาศจำนวน 3 ช่อง ในกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลองหลังที่ 3 78
43 แสดงการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง 79
44 แสดงการทาสีภายนอกของบ้านจำลอง 79
45 แสดงลักษณะของบ้านจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ 80
46 แสดงลักษณะของการวางบ้านจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ทั้ง 3 หลัง 80

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารนั้นโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยที่จะเกิดขึ้นกับทุกส่วนของอาคาร ไม่ว่าจะเป็น พื้น ผนังอาคาร ฝ้าเพดานหรือหลังคา ซึ่งในส่วนของหลังคาเป็นส่วนที่อยู่สูงที่สุดของบ้านและมีพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นจำนวนมาก เมื่อหลังคาได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ก็จะดูดซึมและถ่ายเทความร้อนลงมายังส่วนพื้นที่ใช้สอย ความร้อนที่เข้ามานอกจากจะส่งผลทำให้ส่วนของพื้นที่ใช้งานนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเกินเขตสภาวะสบาย (Comfort Zone) ทำให้ไม่สามารถอยู่อาศัยหรือใช้งานได้ และยังเป็นการเพิ่มภาระการปรับอากาศหากมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (อวิรุทย์ ศรีสุธาพรรณ . 2541 : 2) จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารสถาปัตยกรรมไทย ของ สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค (2536 : 2) มีข้อมูลที่น่าสนใจ คือ บ้านพักอาศัยที่เป็นที่นิยมจะมีลักษณะของอาคารเป็นแบบตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ หลังคานิยมมุงด้วยกระเบื้องคอนกรีต ฝ้าชายคาปิดไม่มีการระบายอากาศ มีชายคาสั้นไม่สามารถกันแดดกันฝนได้ เมื่อทำการทดสอบอุณหภูมิภายในอาคาร คือ อุณหภูมิที่ผนังเพดาน พบว่ามีอุณหภูมิสูงว่าอุณหภูมิอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบของหลังคาและผนังมีการสะสมความร้อนไว้ภายในวัสดุที่มีมวลมาก ซึ่งวัสดุประเภทนี้มีความสามารถในการคายความร้อนได้ช้ามาก ทำให้ผู้อาศัยได้รับความร้อนที่สะสมไว้ในช่วงกลางวันต่อเนื่องมาจนถึงช่วงเวลากลางคืน และวัสดุไม่สามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทเข้ามาภายในได้ อันเป็นผลให้มีการใช้พลังงานในการปรับอากาศเพื่อให้เกิดสภาวะสบายในอาคารตามที่กล่าวมาในข้างต้นมากขึ้นและแนวโน้มในการใช้พลังงานในส่วนนี้ก็จะสูงขึ้นทุกปี ทั้งนี้เนื่องจากมีการปลูกสร้างอาคารเพิ่มขึ้น แต่รูปแบบของอาคารยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง กระเบื้องมุงหลังคาประเภทคอนกรีตก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมาในปัจจุบัน ซึ่งจากการสำรวจการใช้ไฟฟ้าในอาคาร ของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน พบว่าภายในอาคารมีการใช้พลังงานทำความเย็นถึงร้อยละ 60 การให้แสงสว่างร้อยละ 20 และอุปกรณ์อื่นๆประมาณร้อยละ 20 (ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539 : 1) โดยในขณะที่ประเทศไทยมีการตื่นตัวในเรื่องของการประหยัดพลังงานกันมาก มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนอื่น ๆ กับกิจการประเภทต่างๆอย่างมากมาย เช่น พลังงานลม พลังงานจากก๊าซชีวภาพ และพลังงานจากหินน้ำมัน กับการขับเคลื่อนของรถยนต์ เป็นต้น (อรศิริ ปาณินท์ . 2528 : ญ) แต่กลับมาต้องสูญเสียพลังงานทางด้านของการปรับอากาศภายในอาคารแทน ซึ่งเป็นวิกฤตการณ์ที่น่าเป็นห่วงมาก เพราะพลังงานที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่อย่างจำกัด สำหรับประเทศไทยรัฐบาลได้ตระหนักถึงปัญหาเกี่ยวกับพลังงานดังกล่าว จึงมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เพื่อให้ประชาชนหันมาอนุรักษ์การใช้พลังงานในอาคารให้น้อยลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยในปัจจุบัน ประชาชนที่อยู่อาศัยในบ้านพักอาศัย ที่ต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารบ้านพักอาศัยโดยการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีราคาแพง ตามที่กล่าวมานั้นจึงเป็นเรื่องที่มีความสิ้นเปลืองอย่างมาก การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์จึงจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารพักอาศัย จึงควรหันมาพิจารณาการใช้ระบบพลังงานทดแทนทางอ้อม (Passive System) ในการปรับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะสบายแทนเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน การพิจารณาดังระบบดังกล่าวสามารถที่จะวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้ที่อยู่ในอาคารพักอาศัยราคาถูกพบสภาวะสบายมากขึ้น จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อปรับอุณหภูมิน้อยลง เป็นการประหยัดพลังงานในทางอ้อมได้ และในการเล็งผลระยะยาวจะได้ผลทั้งในด้านการประหยัดพลังงาน และประหยัดในด้านเศรษฐกิจไปในขณะเดียวกันด้วย

ซึ่งเมื่อพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ทางทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อนแล้วจะพบว่าปริมาณแสงอาทิตย์ที่หลังคาได้รับจะมากกว่าส่วนอื่นๆของอาคาร การแก้ไขในเบื้องต้นก็คือ การพิจารณาคุณสมบัติในการนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity) โดยการเลือกวัสดุกระเบื้องมุงหลังคาตามที่มีในท้องตลาด (อรศิริ ปาณินท์ . 2528 : ฐ) แต่เนื่องจากวัสดุกระเบื้องมุงหลังคาตามท้องตลาดมีส่วนผสมที่ไม่สามารถป้องกันความร้อนได้อย่างเหมาะสม และหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการบุฉนวนกันความร้อนเอาไว้ (ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร . 2544 : 41) การลดความร้อนให้กับภายในอาคารบ้านพักอาศัยจากทางด้านหลังคาที่มีความร้อนถ่ายเทเข้ามามากเนื่องจากวัสดุกระเบื้องมุงหลังคาไม่สามารถกันความร้อนได้อย่างเต็มที่ จึงนิยมใช้ฉนวนกันความร้อน และการใช้แผ่นสะท้อนความร้อนจาก อลูมินั่มฟอยด์ ซึ่งวัสดุทั้งสองประเภทนี้จะเป็นวัสดุที่มีราคาต่อตารางเมตรค่อนข้างสูงโดยที่แผ่นสะท้อนความร้อนจาก อลูมินั่มฟอยด์เมื่อใช้ไปเป็นเวลานานผลจากความชื้นและฝุ่นจะทำลายสภาพการสะท้อนความร้อนของแผ่นสะท้อนความร้อน ดังนั้นบ้านที่ติดตั้งวัสดุดังกล่าวข้างต้น นอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งแล้วยังยากแก่การดูแลรักษา อีกทั้งอุปกรณ์เหล่านั้นยังมีการเสื่อมสภาพในเวลาไม่นาน (ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร . 2544 : 23) ส่วนฉนวนกันความร้อนที่นิยมใช้กันมากก็คือ ฉนวนใยแก้วที่สามารถกันความร้อนได้สูง โดยจะนิยมวางฉนวนใยแก้วไว้บนฝ้าเพดานใต้หลังคา เพื่อป้องกันฝุ่น พายุ (ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539 : 43) แต่ก็จะยากต่อการดูแลรักษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะทำการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ซึ่งวัสดุที่ผลิตได้นั้นจะมีการระบายความร้อนที่ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาที่มีตามท้องตลาด โดยการสร้างช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อให้อากาศได้มีการถ่ายเทเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะมีผลถึงการลดอุณหภูมิภายในอาคารบ้านพักอาศัยเกิดสภาวะสบายในอาคาร เป็นการประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และเป็นการประหยัดจากการใช้ฉนวนกันความร้อน ซึ่งมีราคาแพง และจะเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาคุณสมบัติการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีความสำคัญดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนของหลังคาออกภายนอกอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศในพื้นที่ใช้งานลดต่ำลง

2. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสูญเสียจากการใช้ค่าไฟฟ้า ค่าเครื่องปรับอากาศที่ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคาร

3. สามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปเป็นแนวทางการปรับปรุงหรือประยุกต์ การออกแบบระบบหลังคาของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้นในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยทำการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ โดยมีตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

1. การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีรูปแบบและลักษณะดังนี้

1.1 ลักษณะของกระเบื้องหลังคาทดลองจะใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) มีความกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร หนา 1.25 เซนติเมตร

1.2 การเจาะช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา จะทำการเจาะบริเวณส่วนโค้งตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาของแต่ละแผ่น ช่องอากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น และ ทำการเจาะช่องอากาศตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาบริเวณส่วนโค้ง 1 ช่องและบริเวณสันกระเบื้อง 2 ช่อง รวมเป็น 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

2. การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนจากอาคารของกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เป็นการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

2.1 ดำเนินการสร้างแบบบ้านจำลอง โดยมีหลังคาและโครงสร้างของฐานรองรับเป็นส่วนประกอบ โครงหลังคาของบ้านจำลองและฐานรองจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานโดยกำหนดให้ขนาดของบ้านจำลองคือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หลังที่ 2 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นที่มีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น หลังที่ 3 ใช้เป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นมีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

2.2 เนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในบ้านจำลอง ด้านข้างของบ้านจำลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบบ้านจำลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นพิเศษ หนา 2 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของบ้านจำลองส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

2.3 จากการศึกษาพบว่ามุมเอียงของหลังคาที่สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ดีที่สุด คือ มุม 30 องศา ดังนั้นจึงใช้มุมเอียงของหลังคา 30 องศาเพียงมุมเดียวในการทดลองเปรียบเทียบ

2.4 การวิจัยนี้ไม่รวมถึงการป้องกันความร้อนโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน

3. กระเบื้องมุงหลังคาที่นำมาใช้ในการทดลอง คือกระเบื้องคอนกรีตเพียงชนิดเดียวเท่านั้น โดยที่จะไม่ทำการศึกษาถึงชนิดและคุณสมบัติของหลังคาชนิดอื่น

4. ข้อมูลที่จะทำการวัดและบันทึกกำหนดไว้ดังนี้

4.1 อุณหภูมิอากาศภายนอก

4.2 อุณหภูมิอากาศพื้นที่ใต้หลังคาเหนือฝ้าเพดาน

4.3 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง

5. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ จำนวนของช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา

5.1.1 จำนวนช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาขนาด Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง

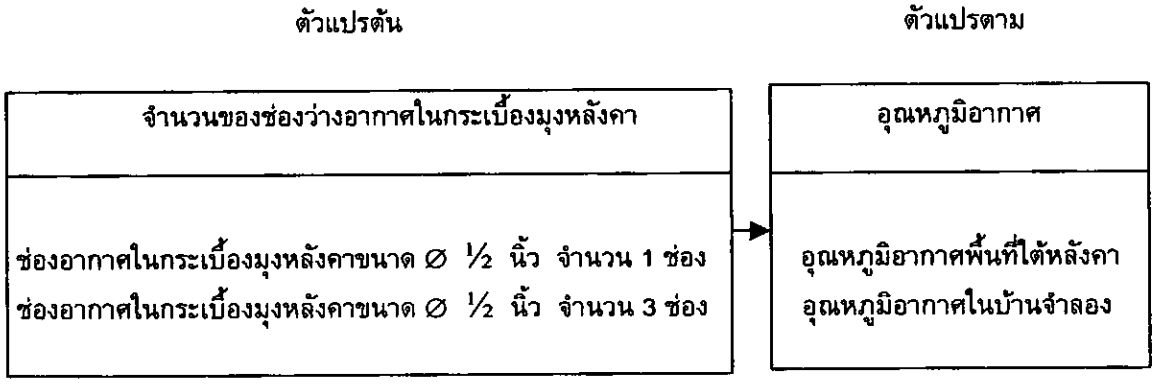
5.1.2 จำนวนช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาขนาด Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 อุณหภูมิอากาศพื้นที่ใต้หลังคาเหนือฝ้าเพดาน

5.2.2 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง

กรอบแนวคิดในงานวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

กระเบื้องมุงหลังคา หมายถึง วัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยสำหรับใช้มุงหลังคาทำจากคอนกรีตซึ่งเป็นส่วนผสมของซีเมนต์ มวลผสมคอนกรีต และน้ำ ออกแบบให้มีลักษณะเป็นลอนเพื่อความสวยงามและความแข็งแรง มีส่วนเกาะระแนงที่ส่วนบนด้านหลังของแผ่นกระเบื้อง และอาจมีรูเจาะสำหรับตอกตะปูยึดกับระแนงด้วย ขอบด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นเพื่อสำหรับเกาะเกยกันระหว่างแผ่นต่อแผ่น ส่วนด้านหลังมีขอบเป็นบัวกันน้ำไหลย้อนเข้าใต้แผ่นกระเบื้อง

กระเบื้องคอนกรีต หมายถึง วัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยสำหรับใช้มุงหลังคา ทำจากคอนกรีตซึ่งเป็นส่วนผสมของซีเมนต์มวลผสมคอนกรีตและน้ำ ออกแบบให้มีลักษณะเป็นลอนเพื่อความสวยงามและความแข็งแรง มีส่วนเกาะระแนงที่ส่วนบนด้านหลังของแผ่นกระเบื้อง และอาจมีรูเจาะสำหรับตอกตะปูยึดกับระแนงด้วย ขอบด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นเพื่อเกาะเกยระหว่างแผ่นต่อแผ่น ส่วนด้านหลังมีขอบเป็นบัว

กันน้ำย้อนเข้าใต้แผ่นกระเบื้อง ในการใช้กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคานั้นจะต้องมีกระเบื้องเสริมประกอบซึ่งหมายถึง กระเบื้องรูปลักษณะอื่นๆ เช่น กระเบื้องสันหลังคา ครอบสามทาง เป็นต้น

กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง หมายถึง กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 535 – 2527 ซึ่งเป็นบริษัทในเครือบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งผลิตออกมา 2 ลักษณะ คือ แบบลอนโค้งและแบบลอนกาบกล้วย กว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร ตอนหัวกระเบื้องมีที่ยึดเกาะระแนง และมีรูเจาะไว้สำหรับตอกตะปูยึดเพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น ด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นสองแนวเพื่อซ้อนกันให้แนบสนิท ส่วนทางปลายกระเบื้องทำเป็นขอบบังกันน้ำไหลย้อนเข้า

ช่องอากาศ หมายถึง ช่องว่างของอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคา มีลักษณะเป็นท่อทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง Ø ½ นิ้ว ทำหน้าที่ระบายความร้อนภายในอาคารออกสู่ภายนอกตัวอาคาร

การระบายอากาศ หมายถึง การถ่ายเทเอาอากาศภายในอาคารออกไป โดยให้อากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่าเข้ามาแทนที่ ซึ่งปัจจัยในการระบายอากาศที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ กระแสลม หรือ การเคลื่อนไหวของอากาศ

การระบายอากาศทางปล่อง หมายถึง การระบายอากาศชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ โดยอาศัยความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกอาคาร โดยเมื่ออากาศภายนอกไหลเข้าสู่ภายในอาคาร ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวบางลงและลอยตัวสูงขึ้นอยู่บนอากาศที่มีความหนาแน่นกว่า อากาศที่เข้ามาภายในจะลอยตัวสูงขึ้นข้างบนออกไปทางปล่อง อากาศภายนอกซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดการหมุนเวียนระบายถ่ายเทอากาศภายในขึ้น

การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศ หมายถึง การนำเอาอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในอาคาร ผ่านเข้ามาให้ได้มากที่สุดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้ผู้ที่ใช้สอยในอาคารเกิดความรู้สึกสบาย การระบายอากาศในลักษณะนี้จะเน้นความสำคัญที่ขนาดของช่องเปิด และตำแหน่งเปิดเพื่อที่จะบังคับลมให้เข้ามามากที่สุด

บ้านจำลอง หมายถึง บ้านที่ทำการสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน มีโครงสร้างและฐานรองเป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมด ส่วนผนังจะใช้ไม้เป็นส่วนประกอบ มีขนาด 1.20 x 1.20 เมตร มีช่องเปิดขนาด 0.30 x 0.30 เมตร ทางด้านหน้า เพื่อใช้บันทึกค่าอุณหภูมิ

อุณหภูมิอากาศพื้นที่ใต้หลังคา หมายถึง อุณหภูมิของอากาศที่วัดได้ในบริเวณพื้นที่ว่างระหว่างใต้หลังคา กับฝ้าเพดาน

อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง หมายถึง อุณหภูมิของอากาศที่วัดได้ในบริเวณพื้นที่ภายในบ้านจำลอง ใต้ผิวฝ้าเพดานลงไปจนถึงระดับพื้นภายในบ้านจำลอง

สมมติฐานของการวิจัย

หลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา และภายในบ้านจำลองได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. สภาพภูมิอากาศและอาคารที่พักอาศัย
   - 1.1 ภูมิอากาศ
   - 1.2 การออกแบบอาคารกับสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของประเทศไทย
   - 1.3 สภาวะสบายในอาคาร
2. วัสดุมุงหลังคา
   - 2.1 ชนิดของวัสดุมุงหลังคา
   - 2.2 มุมเอียงและรูปทรงของหลังคา
3. การถ่ายเทความร้อนสู่อาคารผ่านวัสดุมุงหลังคา
   - 3.1 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร
   - 3.2 การระบายอากาศ
     - 3.2.1 การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศ
     - 3.2.2 การระบายอากาศด้วยปล่อง
     - 3.3.3 Bernoulli Effect
   - 3.3 คุณสมบัติของวัสดุในการถ่ายเทความร้อนผ่านช่องอากาศ
   - 3.4 การสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ
4. วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ
   - 4.1 กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาโดยทั่วไป
   - 4.2 กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย
   - 4.3 ท่ออากาศ
5. การทดสอบ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. สภาพภูมิอากาศกับอาคารที่พักอาศัย (CLIMATE AND SITE)

1.1 อากาศ

ภูมิอากาศ (Climate) และสภาพลมฟ้าอากาศ (Weather) มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่และการทำงานของมนุษย์เป็นอย่างมาก ลมฟ้าอากาศในวันหนึ่งๆนั้นเป็นสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปในระยะเวลาชั่วโมงต่อชั่วโมง วันต่อวัน มิได้มีผลต่อการดำรงชีวิตมนุษย์มากเท่ากับลักษณะภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น ในเขตร้อนชื้นวันหนึ่งอาจมีสภาพอากาศร้อนอบอ้าว แต่อีกไม่กี่ชั่วโมงหรือวันต่อมาอาจมีลมเย็นพัดมาทำให้เกิดความสบายขึ้น หรือมีฝนตก เป็นต้น

สภาพอากาศในตอนนั้นก็จะเปลี่ยนไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ส่วนภูมิอากาศ คือสภาพอากาศในท้องที่แต่ละแห่งของโลกซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในแถบขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้มีอากาศหนาวเย็น ในแถบเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นเขตที่มีอากาศอบอุ่นค่อนข้างร้อน และ ในแถบร้อนจัดอันได้แก่บริเวณทะเลทรายในทวีปอาฟริกาและแถบตะวันออกกลาง ก็จะมีสภาพอากาศที่ร้อนจัด ความแตกต่างของสภาพอากาศนี้ในแต่ละส่วนของโลกขึ้นอยู่กับตำแหน่งของละติจูด (Latitude) ความใกล้หรือไกลจากทะเลมหาสมุทร และสภาพทางภูมิศาสตร์ในท้องที่นั้นๆ (Local Geographical Conditions) สภาพภูมิอากาศประเทศในที่แตกต่างกันมากๆ ย่อมจะมีภูมิอากาศตามฤดูกาลที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นประเทศเดียวกันก็ตาม อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา มีภูมิอากาศที่แตกต่างกัน คือ บริเวณแถบเหนือของรัฐเทคซัสจัดอยู่ในเขตทะเลทราย (Desert) และเขตร้อนชื้น เช่น รัฐฟลอริดาทางตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะสภาพอากาศของภูมิอากาศเฉพาะถิ่น (Micro-Climate) อาจจะแตกต่างจากภูมิอากาศ (Climate) ทั่วไปไม่มากก็น้อย ตัวอย่างเช่น ในท้องถิ่นหนึ่งซึ่งมีสภาพอากาศจัดอยู่ในเขตร้อนลมเย็นจะพัดมาจากทิศเหนือ แต่เฉพาะบริเวณใกล้หุบเขา สภาพอากาศก็จะเป็นอีกลักษณะหนึ่งตรงกันข้ามกัน คือบริเวณนั้นอาจจะหนาวเย็น และลมพัดมาจากทิศตะวันออกอันเนื่องมาจากการปะทะกับภูเขา ทำให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางไปในบริเวณนั้น หรือตัวอย่างเช่น ในเขตทะเลทรายที่ร้อนจัดกับชายฝั่ง ทะเล สภาพภูมิอากาศในใจกลางทะเลทรายกับส่วนที่ติดกับทะเลย่อมมีอากาศที่แตกต่างกัน อย่างเช่น ประเทศในแถบอาฟริกา ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง ส่วนที่อยู่ติดทะเลจะมีอากาศเย็นชุ่มชื้น แต่เมื่อขึ้นเขาห่างออกมาในระยะทางไม่กี่กิโลเมตร จะพบพื้นดินที่แห้งแล้งแบบทะเลทราย และอากาศบริเวณนั้นจะเปลี่ยนเป็นร้อนและแห้ง ลักษณะต้นไม้ก็จะเปลี่ยนไปด้วย ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ภูมิอากาศเฉพาะถิ่น ภูมิอากาศเฉพาะถิ่นจึงเป็นสภาพภูมิอากาศที่เจาะจงลงไปในท้องที่แต่ละแห่ง สภาพอากาศที่มีความสัมพันธ์กับภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นภูเขา หุบเขา ริมทะเล ริมบึง และหนองน้ำ และรวมถึงสภาพอากาศที่ปรุงแต่งขึ้นใหม่ในบริเวณที่ตั้งอาคารด้วย (ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539 : 20)

ตรึงใจ บูรณสมภพ (2539 : 22) ได้แบ่งภูมิอากาศออกตามสภาพอากาศไว้หลายองค์ประกอบด้วยกัน แต่ละองค์ประกอบ (Climate Factor) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยกล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารพักอาศัย ซึ่งมีดังนี้คือ

รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)

อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature)

ความชื้นและฝน (Humidity & Precipitation)

การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม (Air movement or wind)

รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Rediation)

ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้นเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละส่วนของโลกก่อให้เกิดฤดูต่างๆขึ้น เกิดฝนและความชื้น นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical) หลายประการแล้ว ทางด้านจิตวิทยา (Psychological) ของชุมชนในแต่ละท้องที่ที่มีภูมิอากาศแตกต่างกันย่อมมีนิสัยผิดแปลกกันในเรื่องความขยันขันแข็ง ความอดทนหรือความเกียจคร้าน อาทิเช่น ผู้คนในเขตหนาวหรือพวกที่อาศัยอยู่บนภูเขาจะมีความทรหดในการทำงานมากกว่าคนที่อยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำที่มีพืชพันธ์ธัญญาหารอุดมสมบูรณ์ เพราะเขาเหล่านั้นต้องผจญภัยความร้ายกาจของธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้แสงแดดยังมีอิทธิพลต่อสีผิวของมนุษย์ด้วย เช่น ชาวแอฟริกา ผู้คนที่อยู่ในเขตร้อนชื้นจะมีสีผิวคล้ำ เหลือง แดง (Tan) ส่วนพวกที่อยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวจะมีสีผิวที่ขาว เหล่านี้เป็นต้น

ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกเราเป็นระยะทาง 150ล้านกิโลเมตร แต่สามารถส่งพลังงานลงมาพื้นโลกได้ 1.94 แคลอรี่/ตารางเซนติเมตร/นาที หรือเท่ากับ 420 บีทียู/ตารางฟุต/ชั่วโมง แม้ว่าพลังงานทั้งหมดไม่สามารถลงมาพื้นผิวโลกเพราะการสูญเสียระหว่างทางและจากการสะท้อนในบรรยากาศก็ตาม แต่พลังงานที่มาถึงผิวโลกก็ยังมีอย่างเหลือเฟือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกจะได้รับมากน้อยต่างกันในแต่ละแห่งและในเวลาต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับ

- ระยะทางของความใกล้และไกลจากผิวโลกถึงดวงอาทิตย์
- สภาพความแจ่มใสของท้องฟ้า
- มุมของแสงอาทิตย์ที่ตกลงยังผิวโลก
- ระยะเวลาที่แสงแดดตกลงสู่ผิวโลก
- กำลังของพลังงานของดวงอาทิตย์ที่ส่งลงมา

สำหรับปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่บริเวณอาคาร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และภูมิสถาปัตยกรรม ความร่มรื่นของต้นไม้ใบหญ้าที่บริเวณอาคารและบริเวณใกล้เคียง ขนาดรูปร่าง ลักษณะอาคาร ทำให้ลดปริมาณรังสีความร้อน ต้นไม้จะแตกต่างจากสิ่งก่อสร้างในการบดบังแสงอาทิตย์ในพื้นที่ตั้งอาคาร เพราะจะเป็นตัวกรองรังสีตกกระทบบางส่วนไว้และไม่แผ่กระจายรังสีความร้อนออกมา ส่วนอาคารข้างเคียงจะบดบังรังสีตกกระทบไว้ได้เต็มที่ แต่ดูดซึมรังสีความร้อนไว้และแผ่รังสีความร้อนออกมาในบริเวณที่ตั้งอาคารด้วย

อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature)

อุณหภูมิของอากาศ หมายถึง ผลที่ก่อให้เกิดความอบอุ่นขึ้น ซึ่งต้นเหตุมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นั่นเอง อุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์มากเช่นเดียวกับแสงแดด พืชไร่ต่างๆ อาจตายหรือเสียหายหนัก เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงและเกิดความแห้งแล้งมากเกินไป สำหรับอาคาร ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงก็อาจทำลายวัสดุก่อสร้างบางชนิดให้เสียหายได้ เช่น สีจะเปลี่ยนไป หรือเกิดการแห้งกรอบแตกร้าว จึงต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่คงทนต่อความร้อนสูง

อุณหภูมิที่ตั้งอาคารขึ้นอยู่กับลักษณะลมฟ้าอากาศ สภาพที่ตั้งและลม ถ้าในบริเวณที่ตั้งอาคารมีลมอ่อน สภาพที่ตั้งอาคารจะมีผลกับอุณหภูมิมาก เช่น ความร้อนจากในดินจะแผ่ออกมาสู่อากาศ แต่ถ้ามีลมพัดแรง อุณหภูมิของอากาศจะขึ้นกับสภาพที่ตั้งน้อยลงสภาพพื้นดินในบริเวณที่ตั้งอาคารจะร้อนขึ้นเพราะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย ส่วนหนึ่งของความร้อนจะสะท้อนออกไป ส่วนหนึ่งพื้นดินจะดูดกลืนไว้ แต่ลมจะช่วยพัดพาเอาความร้อนบริเวณผิวดินออกไป รวมทั้งการระเหยจากความชื้นในดินและต้นไม้ในบริเวณที่ตั้งจะลดอุณหภูมิของอากาศใกล้เคียงบริเวณผิวดินได้

ในเวลากลางคืนพื้นดินที่เอียงรับแสงอาทิตย์จะแผ่รังสีความร้อนออกมามากกว่าผิวประเภทอื่น ดังนั้นในเวลากลางวันพื้นที่ในหุบเขาจะร้อนกว่าบนยอดเขา แต่ในเวลากลางคืนอากาศร้อนลอยตัวขึ้นสูง อากาศเย็นจะเคลื่อนที่ลงต่ำ ทำให้อากาศบริเวณหุบเขาเย็นขึ้น

อุณหภูมิของอากาศจะสูง เมื่อผิวพื้นดินมีสีเข้มหรือผิวแห้งแข็ง (Dry Surfaces,Hard Surfaces) ผิวที่แข็งนี้จะดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไว้สูงมากและสูญเสียความร้อนด้วยการระเหยของน้ำได้น้อยมาก ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในอากาศ เพราะฉะนั้นการปกคุมผิวดินด้วยต้นไม้จะลดอุณหภูมิลง รวมทั้งการใช้ผิวสีอ่อนและนำหลักการระเหยของน้ำมาช่วยลดอุณหภูมิ

ความชื้นและฝน (Humidity & Precipitation)

ความชื้นคือ ละอองไอน้ำในอากาศ สามารถกล่าวได้หลายทาง แต่ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ คือ ความชื้นสัมพัทธ์และจุดที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์วัดได้จากอัตราส่วนของจำนวนไอน้ำในอากาศกับจำนวนไอน้ำสูงสุดที่อากาศในอุณหภูมินั้นสามารถอุ้มอยู่ได้ ความชื้นสัมพัทธ์ 0 % หมายถึงอากาศแห้งสนิท ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ 100 % หมายถึงอากาศอิ่มตัว คือ ณ อุณหภูมินั้นอากาศไม่สามารถอุ้มไอน้ำต่อไปได้ จึงกลั่นตัวเป็นฝน หมอก หรือน้ำค้าง

ความชื้นสัมพัทธ์จะแตกต่างไปในแต่ละเวลาและสถานที่ แต่จะสูงสุดในเวลาใกล้รุ่งเพราะอุณหภูมิจะลดลงต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในที่ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงและอุณหภูมิสูงด้วยจะทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบาย อึดอัด เหนียวตัว การแก้ปัญหาด้วยเครื่องปรับอากาศอย่างเดียวทำให้เป็นการไม่ประหยัดพลังงาน

ความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่ง ที่สามารถทำลายวัสดุก่อสร้างและวัสดุตกแต่งอาคารอย่างมาก ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถนำเชื้อโรค เชื้อราต่างๆ มาสู่มนุษย์และสัตว์ได้ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง ตัวทำลายชนิดต่างๆ ก่อนออกแบบอาคาร สถาปนิกควรทราบถึงสภาพที่ตั้งของอาคารเพื่อการเลือกทำเลที่เหมาะสม ตรวจดูสภาพดินและระดับน้ำใต้ดินให้แน่ชัด ระวังเลือกใช้วัสดุที่ถูกต้องกับสภาพของห้องหรือบริเวณนั้น ตัวอย่างเช่น บริเวณที่มีความชื้นตลอดเวลาควรจะเลือกวัสดุที่มีมวลแน่นและบาง หรือวัสดุบุผนังด้วยวัสดุทนความชื้น ประการสำคัญยิ่งในการออกแบบ คือ การให้มีการระบายอากาศได้สะดวกเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาพัดพาไล่ความชื้น หรือทำให้ความชื้นที่เกาะตัวอยู่ระเหยออกไป การกันความชื้นจากน้ำในดิน อาจทำได้โดยการยกพื้นสูงลอยเพื่อให้ลมพัดผ่านใต้ถุนขับไล่ความชื้นจากผิวดิน ปัญหาของความชื้น (Moisture) ที่เกาะอยู่ตามวัสดุก่อสร้างนานๆ จนทำให้วัสดุนั้นขึ้นรา หรือเน่าเปื่อยไปในที่สุด จำเป็นต้องแก้ไขโดยเริ่มต้นตั้งแต่ตอนออกแบบและการดูแลการก่อสร้างอย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้เกิดช่องเก็บกักความชื้นขึ้นมาได้ในตัวอาคารหรือใต้ผิวทางเดินนอกอาคาร อันอาจทำให้การแก้ไขเป็นไปได้ด้วยความลำบากในภายหลัง

ปริมาณน้ำฝน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่สามารถก่อความยุ่งยากให้กับการออกแบบและการอยู่อาศัยอย่างสุขสบายของเราได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ไอน้ำเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเพราะความชื้นภายในห้อง การรั่วซึมของน้ำฝนจากหลังคา จากผนังและพื้นดินรวมทั้งอันตรายจากน้ำท่วมอาคาร เป็นต้น ปริมาณน้ำในอากาศ เมื่อเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้าง (Dew point) เกิดการกลั่นตัวออกมาในรูปของ ฝน หิมะ ละอองไอน้ำ น้ำค้าง ลูกเห็บ และหมอก การออกแบบอาคารในสภาพภูมิอากาศที่ฝนตกชุกและหนัก โครงสร้างและลักษณะของหลังคาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก จำเป็นต้องพยายามขับไล่น้ำฝนมิให้แช่ค้างไว้บนหลังคามากหรือนานเกินไป จะเกิดปัญหาการรั่วซึมและวัสดุคลุมหลังคาได้รับความเสียหายเร็วยิ่งขึ้น หลังคาทรงสูงจึงเหมาะสมกับการให้น้ำไหลลงได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ก็ยังต้องป้องกันการแทรกซึมรอยต่อ รอยร้าว และลดการทะลุทะลวงของลมและฝนได้ดี

การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม (WIND)

ลม คือ การเคลื่อนไหวของอากาศ เกิดขึ้นจากความแตกต่างของความกดอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ ลมหรืออากาศจะเคลื่อนที่เมื่ออากาศที่มีอุณหภูมิสูงลอยตัวขึ้น แล้วอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่ เช่นเดียวกับอากาศที่มีความกดสูง จะไหลไปหาอากาศที่มีความกดต่ำมีน้ำหนักเบากว่า ในที่สูงๆ ขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง ทำให้กระแสลมมีความแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับ เพราะฉะนั้นอาคารสูงๆ หรือตึกระฟ้า จึงมีการคำนวณโดยเพิ่มแรงลม (Wind Load) ลงไปในโครงสร้างเพื่อความปลอดภัย เมื่อเกิดมีกระแสลมที่แรงหรือพายุพัดผ่านตัวอาคารจะได้ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใดๆแก่โครงสร้าง

กระแสลมและทิศทางลมจะเปลี่ยนแปลงด้วยต้นไม้ อาคาร และสิ่งก่อสร้างอื่นๆ ลักษณะภูมิอากาศในกรุงเทพฯและจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทยต้องการลมมากจึงต้องลดสิ่งที่จะกีดขวางทิศทางลมจำเป็นต้องมีพื้นที่ว่างเปิดโล่งให้มาก

ลมเป็นองค์ประกอบของภูมิอากาศที่สำคัญ สำหรับการเลือกสถานที่ตั้งอาคาร สถาปนิกจะต้องศึกษาทิศทางลมให้ถูกต้องโดยเฉพาะลมในท้องถิ่นนั้น (Local Winds) ซึ่งหมายถึง ภูมิอากาศเฉพาะถิ่นนั่นเอง เพราะสภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อมต่างๆ บริเวณใกล้ที่ตั้งรวมทั้งโรงงานและจำนวนอาคารสูงต่ำมากมายล้วนมีอิทธิพลในการหันเหทิศทางลมให้ผิดแผกแตกต่างกันไปจากภูมิอากาศทั่วไปได้ นอกจากนี้ตำแหน่งอาคาร หน้าต่างช่องระบายลม และการวางประเภทของห้องการปลูกต้นไม้ ล้วนมีส่วนในการบังคับทิศทางของกระแสลมไปตามความต้องการของเราได้ไม่มากก็น้อย ตามหลักการแล้วการวางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลมจะทำให้ได้รับลมเต็มที่ แต่ลมประจำถิ่นของไทยมาทางเดียวกับแดด คือ ทางทิศใต้ การหลีกเลี่ยงแสงแดดโดยเฉพาะแดดบ่ายอาจวางอาคารทำมุมกับทิศทางลมได้ถึง 45 องศา

1.2 การออกแบบอาคารกับสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของประเทศไทย

อาคารเป็นสถานที่ๆ ชีวิตมนุษย์ต้องเข้าไปเกี่ยวข้องสัมผัส เพื่ออยู่อาศัยใช้สอยในกิจการต่างๆ สภาพแวดล้อมภายนอกเป็นตัวกำหนดการจัดวางผังอาคารและรูปแบบอาคารส่วนตัวอาคารเองจะสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคาร สภาพแวดล้อมภายนอกอาคารประกอบด้วยลมฟ้าอากาศประจำเขต สภาพภูมิศาสตร์ ธรณีวิทยา ภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคารและสภาพข้างเคียงโดยรอบบริเวณอาคาร ภายในอาคารซึ่งเกิดจากการสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ ประกอบด้วยบรรยากาศที่ทำให้ได้รับความสบาย มีสุขภาพดี จิตใจดี ที่ว่าง การระบายอากาศ ปริมาณความร้อนที่พอเหมาะ การให้แสงสว่างเพื่อการมองเห็นและการได้ยิน ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับสภาพแวดล้อมในบริเวณข้างเคียงโดยรอบอาคารด้วย การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีจะทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสุขอื่นๆ ทำให้มีสุขภาพกายสุขภาพจิตที่ดีสภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะแบบร้อนชื้น (Hot Humid Climate) อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่ก็ไม่รุนแรงเท่าอุณหภูมิในแถบอื่นๆ ของโลก มีฝนตกชุกความชื้นสูงมาก มีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงของวันและในฤดูกาลน้อย อากาศในฤดูหนาวไม่เย็นมาก แต่อากาศร้อนในฤดูร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านสองช่วงคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมพาพันธ์ ในระยะช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพัดมาจากทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศในช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนั้นยังมีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย ทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนกุมพาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน

นับว่าอุณหภูมิโดยทั่วไปในประเทศไทยค่อนข้างสูง มีแสงสว่างจัดจ้า มีความชื้นสูงทำให้สภาพอากาศโดยทั่วไปไม่อยู่ในสภาวะที่สบายเกือบตลอดทั้งปี อีกประการหนึ่งเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละวันน้อย ทำให้ความร้อนในเวลากลางคืนไม่ลดลงมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจะเห็นว่าสิ่งที่เป็นปัญหาอันควรแก่การแก้ไขได้แก่ความร้อนจากแสงแดดที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงไปด้วยและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินเขตความสบาย (Comfort Zone) อาคารในเมืองไทยสมัยก่อน นับว่าได้ออกแบบในการแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติด้วยวิธีธรรมชาติง่ายๆ และมีเหตุผล โดยให้ตัวอาคารเองปรับสภาพให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย เช่น เรือนไทยภาคกลางซึ่งมีลักษณะโปร่งเบาลอยตัวเนื่องจากปลูกสร้างบนพื้นที่ราบลุ่ม นิยมปลูกกันตามริมฝั่งแม่น้ำลำคลอง เพื่ออาศัยความโล่งความชุ่มชื้น การยกพื้นบ้านให้มีใต้ถุนสูงเพื่อหนีน้ำในหน้าน้ำซึ่งอาจไหลบ่ามาท่วม หรือฝนตกชุกระบายน้ำไม่ทัน เพราะ

เป็นเมืองที่อยู่บนที่ลุ่ม และเพื่อให้มีการระบายถ่ายเทอากาศกันความชื้นใต้อาคาร มีการลดพื้นชานหรือระเบียงต่ำกว่าพื้นห้องยังช่วยระบายน้ำฝนที่สาดลงมาบนชานและทำให้ชายคาของหลังคายื่นยาวต่ำลงมาได้ดีขึ้นกว่าชายคาที่ยื่นเพียงเล็กน้อย การมุงหลังคาที่มีความลาดเอียงเป็นมุมสูงชัน ก็เพื่อให้น้ำฝนไหลลงจากหลังคาได้สะดวก การกันความร้อนจากหลังคาโดยการเอาอากาศเป็นตัวช่วย ด้วยการทำหลังคาทรงสูงเพื่อให้มีเนื้อที่อากาศภายใต้หลังคาเป็นตัวรับความร้อนที่ผ่านมาทางหลังคาชั้นหนึ่งก่อน อากาศร้อนจะลอยตัวสูงและระบายออกไปทางช่องลมที่หน้าจั่วหลังคาหรือช่องลมเหนือผนังและประตูหน้าต่างนี้ยังช่วยเป็นที่ระบายอากาศในห้องยามจำเป็นที่ต้องปิดประตูหน้าต่างด้วย การใช้วัสดุของเรือนไทยใช้ไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เป็นตัวนำความร้อนสูงและไม่เก็บสะสมความร้อนจึง
ช่วยลดความร้อนภายในอาคารในเวลากลางวัน และไม่เพิ่มความร้อนในเวลากลางคืน แต่การที่จะนำรูปแบบของบ้านไทยในสมัยโบราณมาใช้กับบ้านพักอาศัยในปัจจุบันคงจะไม่มีความเหมาะสมมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบทั้งด้านพฤติกรรมความเป็นอยู่ สภาพแวดล้อมรอบข้างที่มีการเปลี่ยนแปลงไป สภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนมากขึ้น รวมทั้งความปลอดภัยทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สินที่แตกต่างไปจากสมัยโบราณนั่นเอง

1.3 สภาวะสบาย (Comfort Zone) ในอาคาร

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศ และการวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น จะทำให้สถาปนิกสามารถตัดสินใจในการออกแบบและพิจารณาเค้าโครงในการออกแบบได้สะดวก เช่น การพิจารณาถึงลักษณะการจัดวางอาคาร รูปทรงอาคาร ระยะห่างระหว่างอาคาร หรือแม้กระทั่งสัดส่วนของห้อง วัสดุที่ควรตัดสินใจเลือกใช้สำหรับผนังและหลังคา ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ตรงมากที่สุด ซึ่งหมายถึงว่าเป็นสัดส่วนที่ได้รับผลจากแสงอาทิตย์ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับสภาวะสบาย (Comfort Zone) ในอาคารมากที่สุดนั่นเอง

อรศิริ ปาณินท์ (2528 : 15) ได้ให้ความหมายของคำว่าสภาวะสบายในอาคาร หมายถึงสภาวะซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศพอเหมาะที่ทำให้คนรู้สึกสบาย ไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป ไม่มีเหงื่อออกในร่างกาย ไม่มีไอน้ำในอากาศมากเกินจนอากาศชื้น หรือน้อยเกินไปจนอากาศแห้งหายใจไม่สะดวก ซึ่งสภาวะดังกล่าวเปรียบเสมือนสภาวะในอุดมการณ์ซึ่งเป็นไปได้ยาก เพราะนอกจากสภาวะสบายจะขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคลซึ่งวัดเปรียบเทียบได้ยาก
สภาวะสบายหรือเขตความสบายของมนุษย์ (Comfort Zone) มีผลมาจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมสี่ประการ คือ อุณหภูมิของอากาศ การเคลื่อนไหวของลม ความชื้น การแผ่รังสี นอกจากนั้นยังรวมทั้งกิจกรรมและการสวมใส่ เสื้อผ้าของมนุษย์ อุณหภูมิของอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสุดอย่างหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่อย่างสุขสบายของผู้อยู่อาศัย ซึ่งมีผลกระทบถึงร่างกายและจิตใจของมนุษย์อย่างมาก ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ นอกจากร่างกายจะไม่มีความสุขสบายแล้ว ยังทำให้จิตใจเรามีความหงุดหงิดอึดอัดและเกิดอารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของ นักจิตวิทยาพบว่า ห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติคือ มีอากาศภายในห้องเย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย คนสามารถทำงานได้ดี และกระฉับกระเฉงมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

ความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญถัดมาจากอุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำในอากาศไม่สามารถจะทำให้อุณหภูมิในร่างกายเราสูงหรือต่ำลงโดยตรง แต่สามารถทำให้เราเกิดความรู้สึกร้อนหรือเย็นได้ จากเหงื่อที่ไหลออกมา หากอากาศมีปริมาณน้ำมาก เหงื่อก็จะไม่สามารถระเหยได้เร็ว ทำให้เรารู้สึกเย็นสบายขึ้น ส่วนในเขตร้อนแห้ง เหงื่อจากร่างกายจะไม่ค่อยปรากฏ เพราะจะระเหยออกอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบที่อยู่อาศัยของคนเราสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเราจำเป็นต้องเข้าใจถึงสภาพ

ความสบายและพื้นฐานของการสร้างความร้อนในร่างกายคนเราด้วย ร่างกายเราสร้างความร้อนและขับความร้อนอย่างไรย่อมมีส่วนในการนำมาพิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบทำความร้อนเย็น มีการควบคุมอุณหภูมิสองวิธี คือ วิธีหนึ่งพยายามควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในสภาวะสบายและวิธีที่สองคือการสร้างสภาวะสบายให้เข้ากับสภาพของร่างกาย โดยสภาพความสบายจะแปรไปตามบุคคลที่อยู่ในที่ซึ่งมีลักษณะดินฟ้าอากาศแตกต่างกันด้วยในเขตหนาวและเขตอบอุ่นร่างกายจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humiddity, R.H.) 30 - 36 ประเทศสหรัฐอเมริกา 21 - 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในสหรัฐอเมริกามีค่า 30-70 % สำหรับประเทศไทยจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 22 - 29 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 20 - 75 %

2. วัสดุมุงหลังคา

สุภาวดี รัตนมาศ ได้ให้ความหมายของคำว่า วัสดุมุงหลังคา หมายถึง วัสดุที่ใช้วางมุงลงบนหลังคาเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลทะลุโครงสร้างหลังคาเข้าไปสู่พื้นที่ภายในใต้โครงหลังคา และทำหน้าที่ป้องกันแสงแดดและความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารด้วย วัสดุเหล่านี้มีด้วยกันหลายชนิด เช่น ใบจาก กระเบื้องดินเผา เกล็ดไม้ กระเบื้องซีเมนต์ กระเบื้องคอนกรีต เป็นต้น

วัสดุหลังคาซึ่งมีอยู่หลากหลายชนิดในท้องตลาดนี้ แต่ละชนิดมักต้องการโครงสร้างหลังคาที่แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของวัสดุมุงหลังคาแต่ละประเภท เช่น กระเบื้องคอนกรีตต้องการความลาดชันของหลังคาไม่น้อยกว่า 17 องศา กระเบื้องลอนคู่ (ซีเมนต์ใยหิน) ความลาดชันไม่น้อยกว่า 8 องศา เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน กระเบื้องแผ่นใหญ่สามารถระบายน้ำฝนให้ไหลออกไปจากหลังคาได้สะดวกกว่าและมีรอยต่อน้อยกว่า นอกจากนี้คุณสมบัติทางด้านการป้องกันความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคาแต่ละชนิดก็แตกต่างกันอีกด้วย

วัสดุมุงหลังคา แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือหลังคาประเภท Heavywieght solid และหลังคาประเภท Lightweight

หลังคาประเภท Heavywight solid ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นลักษณะแบบเรียบ เช่น หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก (Flat Slab) มีความสามารถในการสะสมความร้อนสูง การส่งผ่านความร้อนที่ถูกดูดซึมไว้จากพื้นผิวภายนอกหลังคา มีผลจากการนำความร้อนผ่านมวลของหลังคา ช่องอากาศ (ถ้ามี) สู่ส่วนฝ้าเพดาน ดังนั้นปัจจัยหลักของการถ่ายเทความร้อนของหลังคา คือ สีทาภายนอก ความต้านทานความร้อน และความสามารถในการถ่ายเทความร้อนและการเพิ่มฉนวนกันความร้อนแก่หลังคา

หลังคาประเภท Lightweight ทั่วไป เป็นแผ่นหลังคาภายนอกบนโครงหลังคา วัสดุที่ใช้เป็นแผ่นหลังคาก็แตกต่างกันออกไป อาทิเช่น แผ่นกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน แผ่นแอสเบสตอท แผ่นแอสฟัลท์ และแผ่นโลหะต่างๆ ฯลฯ จากการศึกษาของแลมเบิร์ท (Lamberts, 1988) ในการปรับปรุงหลังคาเพื่อให้มีการส่งผ่านความร้อนมายังพื้นที่ใช้สอยน้อยที่สุด ดังนี้

- การระบายอากาศให้กับช่องว่างใต้หลังคา (Attic Spac)
- ลักษณะพื้นผิว และสีของหลังคาด้านนอก
- การใช้วัสดุที่มีค่า Emissivity ต่ำ ในช่องใต้หลังคา หรือที่เรียกว่า ระบบป้องกันการถ่ายเทรังสีความร้อน (Radiation Barrier System) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด

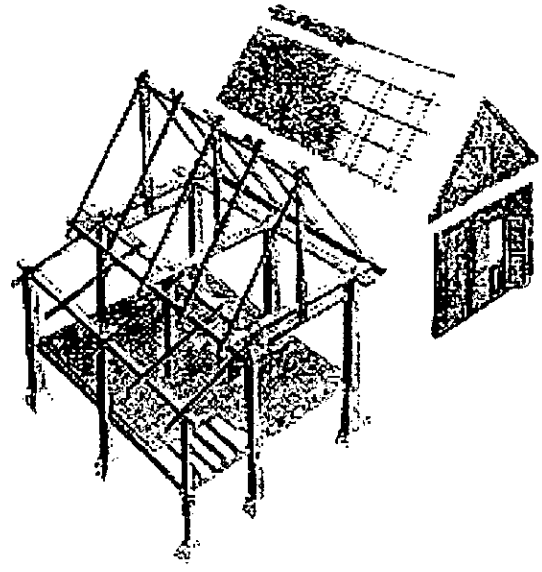
ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่

- การเลือกใช้ชนิดฉนวนกันความร้อนในโครงหลังคา
- รูปทรง ความลาดชัน พื้นผิวของหลังคา
- วัสดุที่ใช้ฝ้าเพดาน

2.1 ชนิดของวัสดุมุงหลังคา

สุภาวดี รัตนมาศ ได้แบ่งวัสดุมุงหลังคาออกเป็นชนิดต่างๆดังนี้

2.1.1 วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยใบไม้ ได้แก่ จาก แฝก หรือ หญ้าคา วัสดุเหล่านี้ติดไฟได้ง่ายและเป็นวัสดุที่ไม่ถาวร ต้องมีการรื้อออกมุงใหม่ทุก 2 – 3 ปี แต่เป็นวัสดุที่ป้องกันความร้อนได้ดีมากเหมาะกับประเทศในเขตร้อนชื้น และมักใช้มุงหลังคาบ้านเรือนในชนบทซึ่งสามารถหาใบไม้เหล่านี้ได้ง่าย หลังคาที่มุงด้วยจาก ต้องการความลาดเอียงมากควรมีมุมลาดชันไม่น้อยกว่า 45 องศา มิฉะนั้นน้ำฝนจะรั่วเข้ามาได้ง่าย จากทำจากใบของต้นจาก มีลักษณะคล้ายใบมะพร้าว โดยนำใบจากมาเย็บติดกันเป็นแผงและมีโครงไม้ไผ่อยู่ตรงกลาง จากที่เย็บติดกันแล้วหนึ่งอันเรียกว่า " 1 ตับ " จาก 1 ตับยาวประมาณ 60 – 80 เซนติเมตร มีความกว้างประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวใบจาก โดยที่นำใบจากมาพับแล้วครึ่งแล้วจึงเย็บติดกัน เมื่อมุงจะใช้ใบจากซ้อนกันมากๆเพื่อไม่ให้น้ำรั่วซึม เวลายึดจากแต่ละตับกับโครงหลังคาจะใช้ " ตอก " เป็นตัวยึด ตอก คือ ไม้ไผ่ที่นำมาจักเป็นเส้นบางๆยาวประมาณ 40 เซนติเมตร หลังคามุงแฝกหรือหญ้าคา บ้านในชนบทมักใช้แฝกหรือหญ้าคาซึ่งมีลักษณะใบยาวเรียวเล็กมามัดติดกันเป็นแผงเช่นเดียวกับตับจาก แต่จะซ้อนกันมากกว่าและหนากว่า ยึดติดกับโครงหลังคาโดยใช้ตอกเช่นเดียวกัน



ภาพประกอบ 1 แสดงภาพโครงสร้างหลังคาบ้านไม้ในมาเลเซีย วัสดุทำด้วย " จาก " ลักษณะคล้ายคลึงกับบ้านทางภาคใต้ของไทย (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 98)

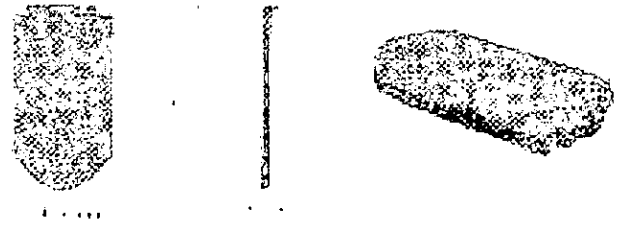
2.1.2 เกล็ดไม้ (Wood Shingles)

ในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นแหล่งที่มีไม้มากจึงได้นำเอาไม้มาทำเป็นแผ่นเล็กๆ คล้ายกระเบื้องดินเผาหรือกระเบื้องหางตัด ขนากกว้างประมาณแผ่นละ 15 เซนติเมตร และยาวประมาณ 40 เซนติเมตร นำมามุงหลังคาโดยการตีตะปูซ้อน เกล็ดแบบกระเบื้องมุงหลังคาทางภาคเหนือจะมีบ้านมุงด้วยเกล็ดไม้เป็นจำนวนมาก มีความสวยงามและเป็นวัสดุถาวร ป้องกันความร้อนและฝนได้ดี

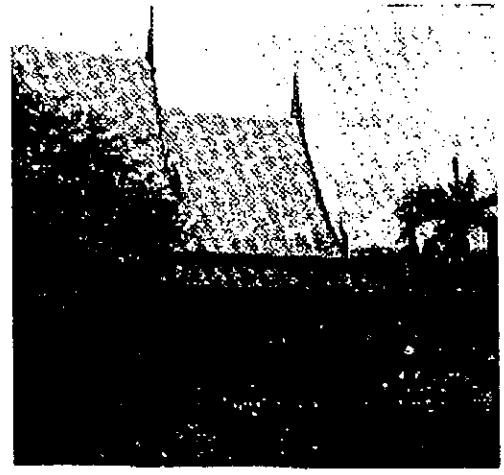
ภาพประกอบ 2 แสดงภาพกระเบื้องเกล็ดไม้พร้อมเชิงชายประดับไม้ฉลุลายหลังคาทรงไทยที่ จ. สุโขทัย
(สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 98)

2.1.3 กระเบื้องดินเผา (Clay Tiles)

กระเบื้องดินเผาทำจากดินเหนียวคัด นำมาย่ำให้ละเอียด อาจผสมเถ้าแกลบบ้างเพื่อป้องกันการแตกร้าว เมื่อได้ที่ดีแล้วก็นำมาอัดเข้าแบบทำเป็นแผ่นกระเบื้อง แล้วนำไปผึ่งให้แห้งในโรงปม ประมาณ 2 – 3 วัน หลังจากนั้นนำไปเข้าเตาเผา กระเบื้องดินเผามักมีขนาด 15 X 17 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นแผ่นเล็กมุมของหลังคาจึงต้องชันมาก การมุงใช้ยึดกับระแนงไม้ขนาด 1 X 1 นิ้ว กระเบื้องดินเผามักใช้กับหลังคาบ้านทรงไทย หลังคาโบสถ์ วิหาร เป็นต้น



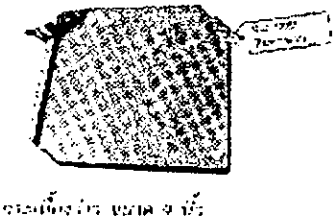
ภาพประกอบ 3 แสดงภาพกระเบื้องดินเผาหางมน บริษัท อ.ป.ก. ดาวคู่ จำกัด
(สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 99)



ภาพประกอบ 4 แสดงภาพหลังคาทรงไทยที่ จ.สุพรรณบุรี ที่มุงด้วยกระเบื้องดินเผาหางมน (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 99)

2.1.4 กระเบื้องซีเมนต์ (Cement Roof Tiles)

กระเบื้องซีเมนต์ เป็นกระเบื้องที่ทำจากทรายผสมกับซีเมนต์และน้ำ เมื่อคลุกเคล้ากันดีแล้วนำมาเข้าเครื่องอัดให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ การอัดนั้นอัดด้วยแรงคนโดยใช้เครื่องที่มีก้านโยกเพื่อผ่อนแรง เป็นวัสดุมุงที่จัดเป็นวัสดุพื้นถิ่น ส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ต่อทรายอยู่ระหว่าง 1 : 3 - 1 : 4 โดยปริมาตร เมื่อวัสดุออกมาจากเครื่องแล้วนำมาวางบ่มให้ซีเมนต์แข็งตัวประมาณ 3 – 7 วันจึงนำไปใช้ได้ กระเบื้องซีเมนต์เป็นกระเบื้องที่นิยมใช้กันมาตั้งแต่โบราณ เรียกว่า กระเบื้องว่าว มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีหลายขนาด เช่น 13 นิ้ว และ 9 นิ้ว ปัจจุบันผลิตด้วยเครื่องจักรและมีหลายสีได้แก่ สีน้ำเงิน สีเทาขาว สีส้ม เป็นต้น กระเบื้องที่มีขนาดต่างกันก็ใช้ระยะแปหรือระแนงไม้รองรับระยะต่างกัน กระเบื้องซีเมนต์บางชนิดมีปลายแหลม เช่น กระเบื้องว่าว ขนาด 13 นิ้ว (ตราดาวคู่) มีขนาดของแผ่น 40X50X2.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 2.50 กิโลกรัม ใช้มุงหลังคาที่มีความชันไม่น้อยกว่า 20 องศา ระยะระแนงห่างกัน 20 – 22 เซนติเมตร เนื่องจากกระเบื้องมีขนาดเล็กจำเป็นต้องมีระแนงมากและถ้าระแนงไม่มีคุณภาพไม่ดีอาจบิดได้ง่าย ทำให้น้ำฝนรั่วซึมเข้าไปได้ง่าย กระเบื้องซีเมนต์ชนิดนี้จึงได้รับความนิยมน้อยลงในปัจจุบัน

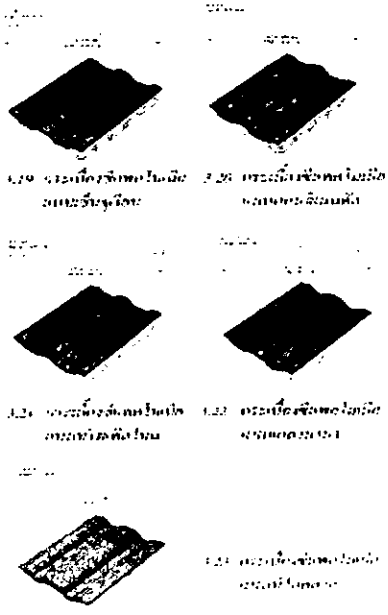


ภาพประกอบ 5 แสดงภาพลักษณะของกระเบื้องว่าว ขนาด 9 นิ้ว (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 102)

ภาพประกอบ 6 แสดงภาพศูนย์พฤกษชาติ จ.เชียงใหม่ ที่มุงด้วยกระเบื้องซีเมนต์
(สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 98)

2.1.5 กระเบื้องคอนกรีต

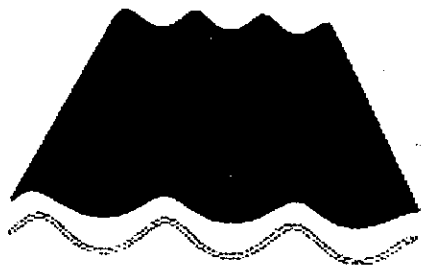
กระเบื้องคอนกรีตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.535-2527) ให้ความหมายไว้ว่าหมายถึง วัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยสำหรับใช้มุงหลังคา ทำจากคอนกรีตซึ่งเป็นส่วนผสมของซีเมนต์มวลผสม คอนกรีตและน้ำ ออกแบบให้มีลักษณะเป็นลอนเพื่อความสวยงามและความแข็งแรง มีส่วนเกาะระแนงที่ส่วนบนด้านหลังของแผ่นกระเบื้อง และอาจมีรูเจาะสำหรับตอกตะปูยึดกับระแนงด้วย ขอบด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นเพื่อเกาะเกยระหว่างแผ่นต่อแผ่น ส่วนด้านหลังมีขอบเป็นบัวกันน้ำย้อนเข้าใต้แผ่นกระเบื้อง ในการใช้กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคานั้นจะต้องมีกระเบื้องเสริมประกอบซึ่งหมายถึง กระเบื้องรูปลักษณะอื่นๆ เช่น กระเบื้องสันหลังคา ครอบสามทาง เป็นต้น กระเบื้องเหล่านี้ก็ทำจากคอนกรีตเช่นเดียวกัน โดยขนาดชิ้นส่วนของกระเบื้องนั้นบริษัทของผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดกระเบื้องคอนกรีตที่มีอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันมีด้วยกันหลายบริษัท มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปได้แก่ กระเบื้องซีแพคโมเนีย กระเบื้องวี – คอน ออสเตรเลีย เป็นต้น



ภาพประกอบ 7 แสดงภาพกระเบื้องซีแพคโมเนียแบบต่างๆ (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 103)

2.1.6. กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน

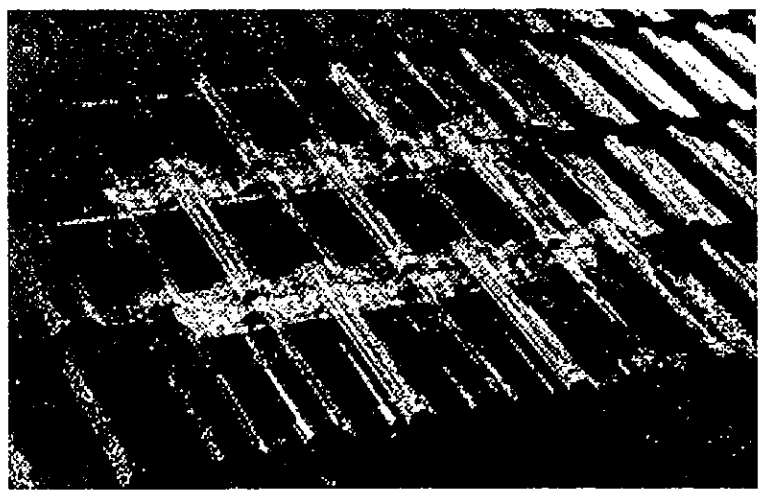
กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.79-2529) ได้นิยามความหมายของกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอนไว้ดังนี้ " กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากใยหิน ปูนซีเมนต์ และน้ำมีลักษณะเป็นแผ่นสำหรับใช้ในการก่อสร้างทั่วไป หรือทำเครื่องอุปโภค " กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอนมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามรูปลักษณ์ของผู้ผลิต เช่น กระเบื้องพรีม่า กระเบื้องลอนคู่ เป็นต้น



ภาพประกอบ 8 แสดงภาพลักษณะของกระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอนที่นิยมใช้ในปัจจุบัน
(สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 106)

2.1.7. กระเบื้องพลาสติก

กระเบื้องพลาสติกมีทั้งแผ่นใสและแผ่นสีต่างๆ ซึ่งใช้ในกรณีที่ต้องการแสงสว่างจากหลังคา หรือในที่ที่ต้องการแสงแดด เช่น ในเรือนเพาะชำ ซึ่งกระเบื้องพลาสติกสามารถใช้ร่วมกับกระเบื้องคอนกรีต หรือกระเบื้องลอนใยหิน โดยมุงแทรกสลับกันได้ ซึ่งส่วนมากจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับกระเบื้องชนิดต่างๆได้



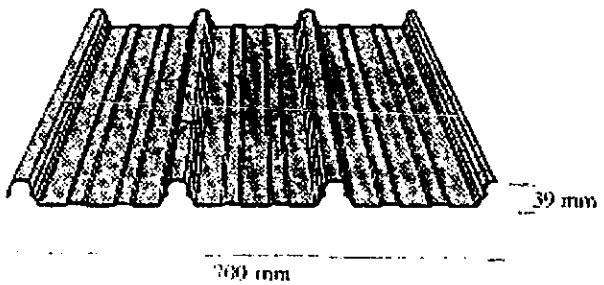
ภาพประกอบ 9 แสดงภาพการมุงหลังคาด้วยกระเบื้องพลาสติกร่วมกับกระเบื้องคอนกรีต
(สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 108)

2.1.8. สังกะสีลูกฟูก

สังกะสีที่ใช้มุงหลังคานั้นทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี นิยมใช้มากสำหรับมุงหลังคาอาคารที่พักอาศัย เนื่องจากมีน้ำหนักที่เบา ราคาไม่แพง ทำโครงหลังคาได้ง่ายและประหยัด เมื่อนำมามุงหลังคาและถูกฝนและอากาศสัก 3 – 4 ปี ก็ผุกร่อนเป็นสนิม แม้ว่าแผ่นเหล็กจะได้รับการอาบสังกะสีและเคลือบด้วยสีอีกชั้นหนึ่งแล้วก็ตาม การที่แผ่นสังกะสีมีลอนจะช่วยให้การระบายน้ำออกจากหลังคาเป็นไปด้วยความสะดวก และเพิ่มความแข็งให้กับแผ่นสังกะสีเช่นเดียวกับแผ่นพับ การมุงหลังคาสังกะสีก็ใช้การยึดกับแปเช่นเดียวกับหลังคามุงกระเบื้อง

2.1.9. แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ (Metal Sheets)

แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ เป็นแผ่นเหล็กกล้ากำลังสูงเคลือบโลหะผสมระหว่างสังกะสีกับอลูมิเนียมและเคลือบด้วยสี ซึ่งทำให้มีความแข็งแรงและสามารถพาดช่วงได้ไกลกว่าแผ่นสังกะสีลูกฟูกที่ได้กล่าวมา เมื่อขนาดของแผ่นสามารถวางพาดช่วงได้ไกลขึ้นก็จะเป็นการช่วยป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้ตามความยาวที่ต้องการ มีลักษณะลอนต่างๆกัน ความหนาทั่วไปได้แก่ 0.60 – 0.80 มิลลิเมตร แผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบที่ใช้มุงหลังคาประเภทนี้สามารถมุงได้ในหลังคาที่มีความลาดเอียงเพียง 3 : 100 เท่านั้น

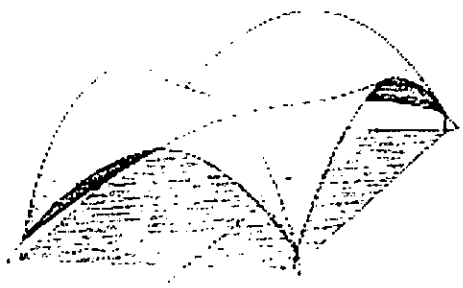


ภาพประกอบ 10 แสดงภาพลักษณะและขนาดของแผ่นเหล็กลูกฟูกเคลือบ (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 109)

2.1.10. ลักษณะที่เป็นแผ่นเมมเบรน

ไฮปาลอน (Hypalon) เป็นชื่อของแผ่นมุงหลังคาที่เป็นเมมเบรน ทำด้วยวัสดุคลอริเนตเต็ดโพลีเอ็ดทิลีน (Chlorinated Polyethelene) ใช้คลุมหลังคาที่มีลักษณะโค้ง

EPDM หรือ Ethylene Diene Monomer เป็นยางสังเคราะห์ที่ใช้ทำแผ่นเมมเบรน ซึ่งเหมาะกับหลังคาที่มีลักษณะเป็นรูปโค้งเช่นกัน



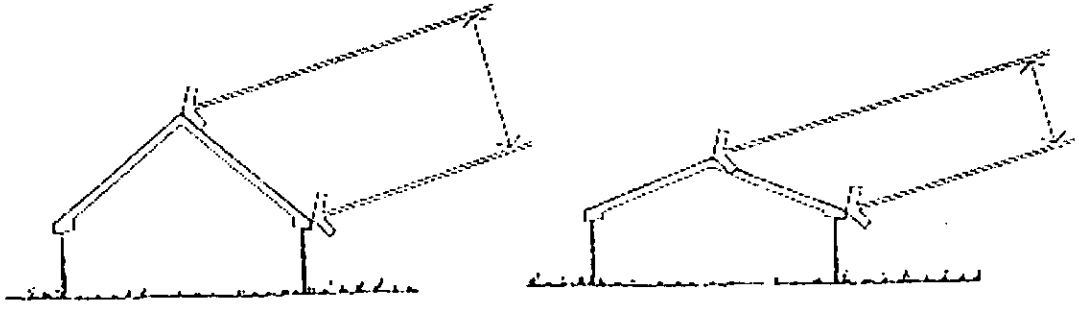
ภาพประกอบ 11 แสดงภาพหลังคาโค้งที่ซับซ้อนมุงด้วยแผ่นเมมเบรน เช่น ไฮปาลอน EPDM เป็นต้น (สุภาวดี รัตนมาศ . 2543 : 111)

2.2 มุมเอียงและรูปทรงของหลังคา

รูปทรงของหลังคา ไม่ว่าจะเป็นหลังคาแบน หรือหลังคาเอียงลาด ทรงจั่ว หรือ ปั้นหยา ล้วนมีส่วนสำคัญต่อรูปลักษณ์ของอาคาร รูปทรงของหลังคาทำให้เกิดผลต่อโครงสร้างและมีผลกระทบต่อการเลือกวัสดุมุงหลังคา ระบบโครงฝ้าภายในและการจัดพื้นที่ว่างภายในอาคาร โครงสร้างหลังคาที่คลุมพื้นที่ช่วงกว้าง (Wide Span Roof) นำไปสู่พื้นที่ว่างภายในอาคารที่คล่องตัว (Flexible) ขณะที่โครงหลังคาที่คลุมพื้นที่แคบ (Short Span Roof) ทำให้เกิดพื้นที่ว่างภายในอาคารที่จำเพาะเจาะจงกว่า

จากการวิจัยโดยทดสอบมุมเอียงของหลังคากับผลของการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้แบ่งมุมของหลังคาที่ทดลองคือ หลังคาราบ เอียง 30 องศา เอียง 45 องศาและเอียง 60 องศาโดยใช้ฝ้าเพดานแนวราบ ผลการทดลองปรากฏว่าหลังคาเอียง 60 องศามีอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง อุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิผิวใต้ฝ้าเพดานต่ำที่สุดทั้งหมด ทั้งในด้านทิศเหนือและทิศใต้ รองลงมาคือหลังคาเอียง 45 องศา เอียง 30 องศาและหลังคาราบตามลำดับ และเมื่อเปลี่ยนฝ้าเพดานเป็นแนวเอียงก็ยังคงให้ผลเช่นเดิม (จุไรพร ตุมพสุวรรณ . 2540) ซึ่งจากผลของการวิจัยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับบ้านไทยในสมัยก่อนแล้วจะเห็นว่าหลังคาของบ้านไทยในสมัยก่อนนั้นมีความลาดชันมากซึ่งนอกจากจะให้ผลในเรื่องของการป้องกันการรั่วของฝนแล้วยังช่วยในเรื่องของการระบายอากาศและการป้องกันความร้อนได้อย่างดีอีกด้วย แต่ในปัจจุบันหลังคาของบ้านส่วนใหญ่จะมีความลาดชันน้อยหรือเป็นหลังคาราบเสียเป็นส่วนใหญ่ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงมากขึ้นเลยสภาวะน่าสบาย

แต่อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาพบว่าหลังคาที่มีความลาดชัน 26 องศาเป็นระดับความลาดชันที่ทำให้ลมเลื่อนไหลได้ดีที่สุด (จญาดา บุญเกียรติ . 2537) ดังนั้นในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของงานวิจัยในเรื่องการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาจึงใช้มุมหลังคาที่มีความลาดชัน 30 องศาเพียงระดับเดียวในการทดลอง



ภาพประกอบ 12 แสดงถึงว่าในช่วงเวลากลางวันรูปทรงของหลังคามีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์

3. การถ่ายเทความร้อนสู่อาคารผ่านวัสดุมุงหลังคา

3.1 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

โดยทั่วไปความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเข้ามาในอาคารได้มีด้วยกัน 3 แบบ คือ การนำ (Conduction) การพา (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation)

การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Heat transfer by conduction) เป็นการถ่ายจากโมเลกุลสู่โมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือวัตถุ เช่น ถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังหรือกำแพง เป็นต้น ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพนำความร้อน (Themal Conductivity) ของวัสดุ วัสดุที่นำความร้อนได้ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนสูง เช่น โลหะ หิน และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพนำความร้อนต่ำ เช่น ฉนวนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวทั้ง 2 ด้านของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเท

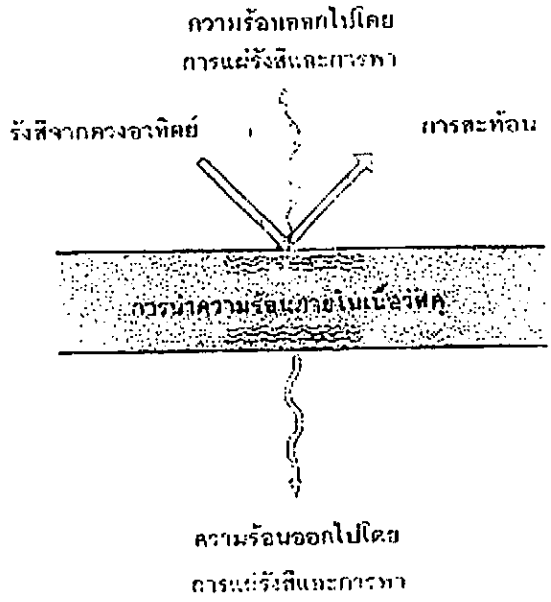
การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Heat Transfer by Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ (Conduction) จากนั้นผิวของผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบพา

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสูญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสูญญากาศมายังโลก เป็นต้น อาคารต่างๆ จะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุหรืออาคารอื่นรอบๆ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่านเทความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเองโดยการนำความร้อน

ภาพประกอบ 13 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับ (ตรึงใจ บูรณสมภพ ..2539 : 31)

การดูดกลืนรังสีของวัสดุขึ้นกับคุณสมบัติของผิววัสดุในการดูดกลืนรังสี หรือเรียกกันทั่วไปว่าสภาพดูดกลืน (Absorptivity) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 – 1 วัตถุที่ดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมดจะมีสภาพดูดกลืนเท่ากับ 1 วัตถุโดยทั่วไปจะไม่สามารถดูดกลืนรังสีตกกระทบได้ทั้งหมดแต่จะมีบางส่วนที่สะท้อนออกไป ความสามารถในการสะท้อนรังสีนี้เรียกว่า สภาพสะท้อน (Reflectivity) วัตถุที่สะท้อนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมดจะมีค่าสภาพสะท้อนเท่ากับ 1



ภาพประกอบ 14 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์
(ตรึงใจ บูรณสมภพ ..2539 : 32)

วัตถุโดยทั่วไปจะมีการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีสเปกตรัม (Spectrum) และความเข้มขึ้นกับอุณหภูมิ ความสามารถในการแผ่รังสีของวัตถุจะบอกสภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ค่าสภาพเปล่งรังสีของวัตถุธรรมดาจะเทียบกับสภาพเปล่งรังสีของวัตถุดำ (Black Body) ซึ่งสามารถดูดกลืนรังสีตกกระทบได้ทั้งหมด และจะแผ่รังสีออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆ ตามอุณหภูมิโดยจะกำหนดให้วัตถุดำมีสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 1 หรือ 100 % วัตถุอย่างอื่นจะมีค่าสภาพเปล่งรังสีน้อยกว่าของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยทั่วไปวัตถุที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) จะแผ่รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน

รังสีความร้อนที่ตกกระทบผิวหน้าวัตถุ บางส่วนจะถูกดูดกลืนและส่วนที่เหลือจะถูกสะท้อนออกมา ผลรวมของรังสีความร้อนที่ถูกดูดกลืนและรังสีที่ถูกสะท้อน จะเท่ากับรังสีความร้อนที่ตกกระทบผิวหน้าวัตถุนั้น ถ้าวัตถุมีการดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีก็จะแผ่รังสีความร้อนได้ดีด้วย โดยทั่วไปการแผ่รังสีของวัตถุจะแปรตามอุณหภูมิและสภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ของผิววัตถุนั้น โลหะที่มีผิวมันจะสะท้อนรังสีส่วนมากที่ตกกระทบและดูดกลืนไว้เพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าอลูมิเนียมจะมีความสามารถในการสะท้อนสูง แต่ภายในเนื้ออลูมิเนียมก็จะเก็บความร้อนไว้ได้สูงเช่นกันดังนั้นการใช้อลูมิเนียมมุงหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารจึงไม่มีผลดีไปกว่าการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนซึ่งทาสีขาว วัสดุก่อสร้างในส่วนที่เป็นหลังคา ผนัง ฝ้า และกระจก ที่ใช้กันทั่วไป มีคุณสมบัติที่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้าไปในอาคารในปริมาณต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางอาคาร การรับแดดหรืออยู่ในที่ร่ม คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้ สีและลักษณะผิวของวัสดุ รวมถึงมวลและความหนาของผนัง

แหล่งกำเนิดความร้อนจากภายนอกที่สำคัญที่สุดคือดวงอาทิตย์ซึ่งถ่ายเทพลังงานมายังโลกโดยการแผ่รังสี (Radiation) ซึ่งรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมายังพื้นผิวโลก แบ่งเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

ห 251608 ๑

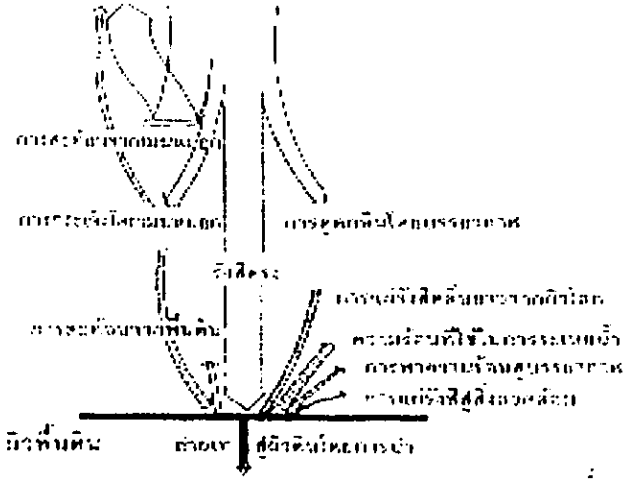
รังสีตรง (Direct Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) คลื่นสั้นโดยมีช่วงความยาวคลื่นประมาณ 0.3 – 4 ไมครอน (Micom) ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศพุ่งตรงมายังพื้นผิวโลกส่วนใหญ่เป็นแสงสว่าง

รังสีกระจาย (Diffuse Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นที่ถูกกระเจิง (Scatter) โดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละอองในบรรยากาศ มีทิศทางไม่แน่นอน ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย เรียกกันโดยทั่วไปว่า รังสีรวม (Global Radiation) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลก จะทำให้วัตถุเหล่านั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นและแผ่รังสีออกมาในรูปของรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรด (Infrared) ซึ่งเป็นรังสีคลื่นยาวโดยมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 4 – 50 ไมครอน

การเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange) ที่เกิดขึ้นกับพื้นผิวโลก

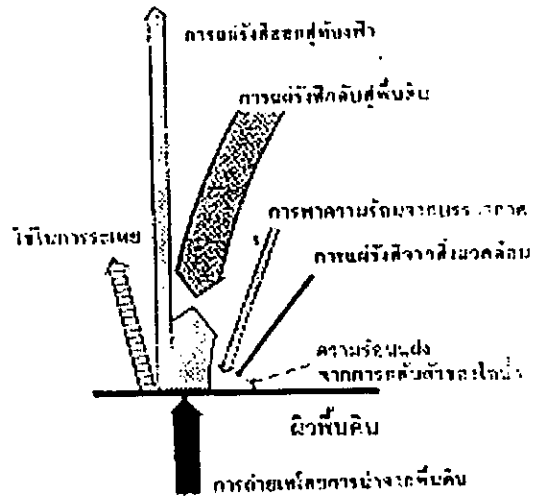
ในเวลากลางวัน เมื่อรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Extraterrestrial Solar Radiation) ตกกระทบบรรยากาศของโลก ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศโลกโดยเมฆหมอกส่วนที่เหลือจะเคลื่อนที่เข้ามาในบรรยากาศและบางส่วนจะถูกกระเจิง (Scatter) และดูดกลืน (Absorption) โดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละออง สำหรับส่วนที่มาถึงพื้นผิวโลก ส่วนหนึ่งจะถูกผิวโลกสะท้อนกลับขึ้นไป ส่วนที่เหลือจะถูกพื้นผิวโลกดูดกลืน ทำให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมโดยการพาและการแผ่รังสี และมีบางส่วนถ่ายเทลงสู่ใต้พื้นผิวโลกโดยการนำ นอกจากนี้ความร้อนบางส่วนยังถูกใช้ในการระเหยน้ำที่พื้นผิวโลกด้วย

ในเวลากลางคืน ความร้อนจากพื้นผิวโลกจะถ่ายเทสู่ท้องฟ้าโดยการแผ่รังสี และถ่ายเทให้กับอากาศแวดล้อมโดยการพาความร้อน ส่วนความร้อนจากพื้นผิวจะถ่ายเทขึ้นมายังพื้นผิวโลกโดยการนำความร้อน ความร้อนบางส่วนจะถูกใช้ไปในการระเหยน้ำ ความร้อนที่สูญเสียไปนี้จะทำให้อุณหภูมิของพื้นผิวโลกลดลงเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศเป็นน้ำค้าง



การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน (Heat Exchange by day)

ภาพประกอบ 15 การแลกเปลี่ยนความร้อน(Heat Exchange)ที่เกิดขึ้นกับผิวโลกในเวลากลางวัน
(ตรึงใจ บูรณสมภพ ..2539 : 30)

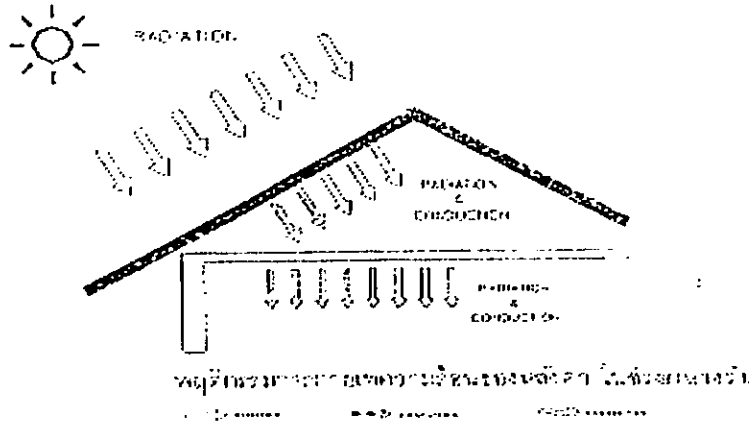


การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางคืน (Heat Exchange by night)

ภาพประกอบ 16 การแลกเปลี่ยนความร้อน(Heat Exchange)ที่เกิดขึ้นกับผิวโลกในเวลาและกลางคืน
(ตรึงใจ บูรณสมภพ ..2539 : 30)

พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาทั่วไป

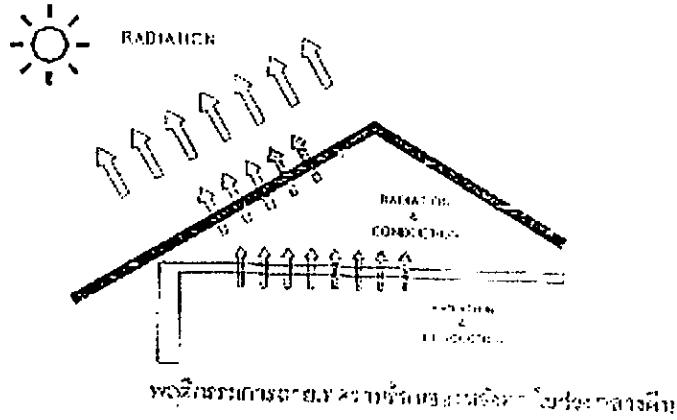
จากการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนทั่วไปพบว่า ในช่วงเวลากลางวันหลังคาจะเป็นส่วนที่ได้รับแสงแดดมากที่สุดเกือบตลอดทั้งวัน วัสดุมุงหลังคาจะดูดซับรังสีความร้อนที่มากับแสงอาทิตย์ จึงทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุมุงหลังคาสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก ความร้อนที่สะสมในวัสดุมุงหลังคาจะถูกถ่ายเทไปยังช่องว่างอากาศใต้หลังคา เมื่อช่องอากาศใต้หลังคามีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะถ่ายเทความร้อนความร้อนไปสู่ฝ้าเพดานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และเมื่อฝ้าเพดานมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ก็จะเกิดการแผ่รังสีความร้อนให้กับห้องส่งผลให้ภายในห้องมีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย (อวิรุทย์ ศรีสุธาพรรณ . 2541 : 34)



ภาพประกอบ 17 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงกลางวัน

ส่วนในช่วงเวลากลางคืนจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าขึ้น (Night sky radiation) ทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุมุงหลังคาภายนอกอาคารเย็นลงกว่าอุณหภูมิของอากาศ เนื่องจากอิทธิพลของ Sol – air temperature ในส่วนของช่องว่างอากาศใต้หลังคาที่มีอุณหภูมิสูงกว่าก็จะสูญเสียความร้อนให้กับผิววัสดุมุงหลังคาภายนอกทำให้ช่องอากาศมีอุณหภูมิลดลง (อวิรุทย์ ศรีสุธาพรรณ . 2541 : 35)

ดังนั้นการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะสมความร้อนต่ำ สะท้อนความร้อนและเก็บความเย็นได้ดีก็จะสามารถช่วยป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากแสงแดด ก่อนที่ความร้อนจะเข้าสู่ช่องว่างใต้หลังคา อันเป็นผลที่จะช่วยให้อุณหภูมิภายในห้องไม่เกิดความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากความร้อนที่สะสมจากพื้นที่ว่างใต้หลังคานั่นเอง



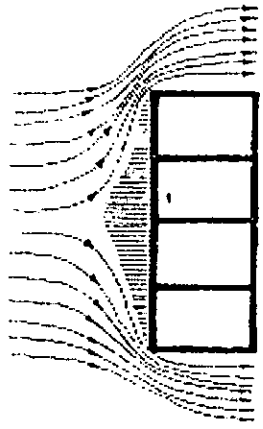
ภาพประกอบ 18 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในช่วงกลางคืน

3.2 การระบายอากาศ (Ventilation)

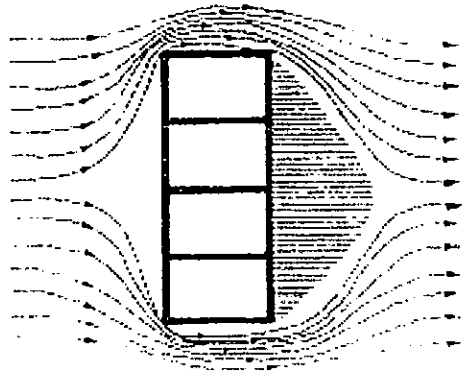
ตรึงใจ บรูณสมภพ (2539 : 66) ได้ให้ความหมายของคำว่า การระบายอากาศ หมายถึง การถ่ายเทเอาอากาศภายในห้องออกไป โดยให้อากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่าเข้ามาแทนที่ ซึ่งปัจจัยในการระบายอากาศที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ กระแสลม หรือ การเคลื่อนไหวของอากาศ

การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศในที่ทั่วไปเกิดขึ้นได้จาก ความแตกต่างของอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ เมื่อลมพัดผ่านอาคาร มันจะพัดโอบรอบอาคารทำให้เกิดเป็นความกดอากาศสูงและต่ำ โดยทั่วไปเขตที่มีความกดอากาศสูงคือส่วนที่มีลมมาประทะกับผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำคือลมในเขตทางด้านหลังอาคาร ลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดอากาศสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดอากาศที่ต่ำกว่าเหมือนกับลมทั่วๆไป ทำให้เกิดลมอ่อนๆภายในอาคาร

ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นสาเหตุให้เกิดความเคลื่อนไหวของอากาศหรือกระแสลมเหมือนกัน แต่ในธรรมชาติจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมจึงเกิดจากบริเวณความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน ถ้ามีช่องทางเข้าของลมอยู่ด้านเดียวของห้องในทิศทางที่รับลมก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้นเป็นเหมือนเขื่อนบังลมอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดความกดอากาศสูงในอาคารและถ้าห้องนั้นอยู่ตรงข้ามกับด้านที่รับลม ก็จะเกิดบริเวณความกดอากาศต่ำเท่านั้น ดังนั้นการออกแบบเพื่อที่จะให้เกิดการถ่ายเทของอากาศ จะต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่อเนื่องกัน ที่สำคัญคือ จะต้องมีช่องทางเข้าทางด้านบริเวณความกดอากาศสูงและช่องทางออกทางด้านความกดอากาศต่ำ



ภาพประกอบ 19 แสดงบริเวณความกดอากาศสูง โดยทั่วไปจะเกิดในบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะ หรือผนังของอาคารด้านที่บังกระแสลม (ตรึงใจ บูรณสมภพ 2539 : 67)

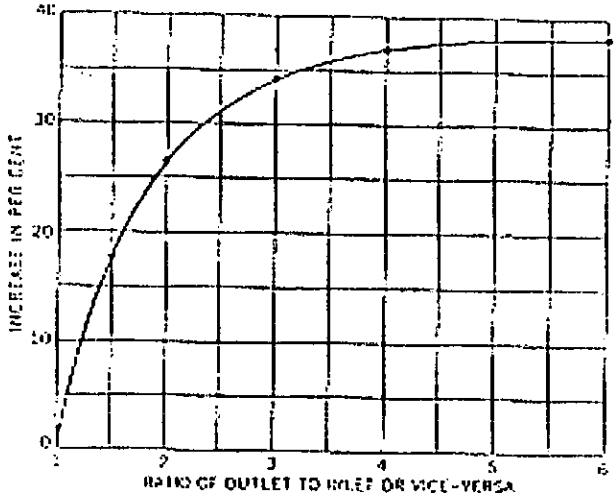


ภาพประกอบ 20 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกด อากาศต่ำ (ตรึงใจ บูรณสมภพ 2539 : 67)

ภาพประกอบ 21 แสดงกระแสลมที่พัดผ่านห้อง (ตรึงใจ บูรณสมภพ 2539 : 68)

3.2.1 การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศ (Cross Ventilation)

การระบายอากาศโดยอาศัยความแตกต่างของความกดอากาศเป็นการนำเอาอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในอาคาร ผ่านเข้ามาให้ได้มากที่สุดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้ผู้ที่ใช้สอยในอาคารเกิดความรู้สึกสบาย การระบายอากาศในลักษณะนี้จะเน้นความสำคัญที่ขนาดของช่องเปิด และตำแหน่งเปิดเพื่อที่จะบังคับลมให้เข้ามามากที่สุด



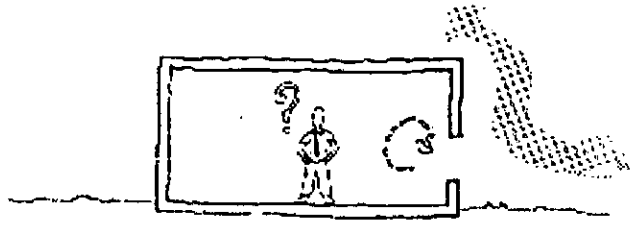
ภาพประกอบ 22 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขนาดของช่องเปิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

จากแผนภูมิข้างต้นนำมาเปรียบเทียบเป็นตารางได้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงอัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขนาดของช่องเปิดในอัตราส่วนต่าง ๆ

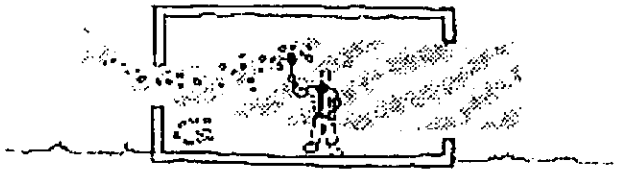
Ratio of Outlet to inlet		Increase in Percent
1 : 1	1 : 1	0
1 : 1.5	1.5 : 1	17.5
1 : 2	2 : 1	26
1 : 2.5	2.5 : 1	31
1 : 3	3 : 1	34
1 : 3.5	3.5 : 1	36
1 : 4	4 : 1	37
1 : 6	6 : 1	38

การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้มีทางลมผ่านแล้วจะต้องจัดให้มีทางลมออกจากห้องด้วย หรืออีกนัยหนึ่งคือทำให้เกิดความเคลื่อนไหวของอากาศ ทำให้มีการระบายถ่ายเทอากาศ การมีช่องเปิดแต่ในด้านที่รับลมจะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้อง เพราะผนังที่ปิดตันในด้านตรงกันข้ามกับทางลมเข้าจะเป็นเสมือนฉากบังลม และเกิดความกดอากาศสูงภายในห้องบริเวณใกล้ผนัง การออกแบบโดยทั่วไปในปัจจุบันมักจะนึกถึงแต่ทางลมเข้า แต่ขาดทางออกที่เพียงพอทำให้ไม่ได้รับลมภายในห้องเท่าที่ควร เพื่อจะให้ได้ลมจำนวนมากที่สุดจะต้องจัดทางลมออกในทิศทางตรงกันข้าม ให้มีขนาดเท่ากับทางลมเข้าซึ่งผ่านช่องเปิดกว้างเต็มที่ สำหรับการถ่ายเทอากาศที่คิดถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของลมในที่ที่ต้องการกระแสลมแรงจะต้องมีทางลมออกใหญ่และกว้างว่าทางลมเข้า

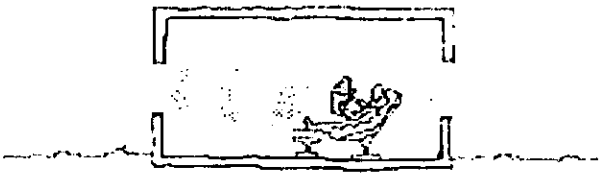


ถ้าอาคารมีช่องเปิดทางด้านลมเข้าเพียงทางเดียว ไม่มีทางลมออก ลมจะไม่พัดเข้าในอาคาร

ถ้าช่องเปิดทางด้านลมเข้าเล็ก ทางลมออกใหญ่ จะทำให้แรงลมเข้ามาในห้องสูงขึ้น



ถ้าช่องเปิดทางด้านลมเข้าใหญ่ ทางลมออกเล็ก จะทำให้แรงลมเข้ามาในห้องต่ำลง



ถ้าช่องเปิดทางลมเข้าเท่ากับทางลมออก จะทำให้ปริมาณลมเข้ามาในห้องได้มากที่สุด

ภาพประกอบ 23 แสดงทิศทางของกระแสลมกับช่องเปิดในขนาดต่างกัน (ดรึงใจ บูรณสมภพ 2539 : 69)

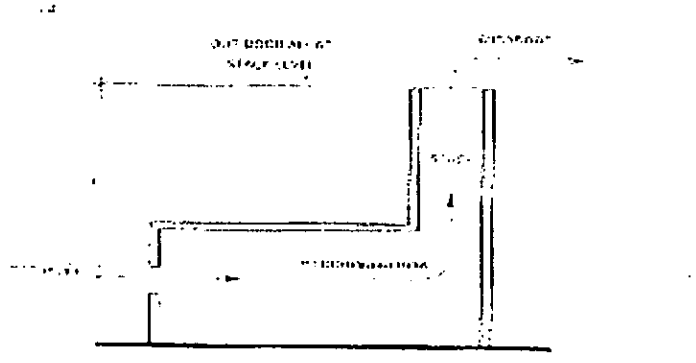
จากการศึกษาเรื่องของพื้นที่ทางลมเข้าและทางลมออก สรุปพบว่า

- พื้นที่ทางลมเข้าและทางลมออกที่เท่ากันจะทำให้เกิดปริมาณการไหลของอากาศมากที่สุด
- พื้นที่ทางลมเข้าที่น้อยกว่าทางลมออกจะทำให้เกิดกระแสลมที่แรงมากขึ้น แต่ไม่เหมาะในการใช้งานบนหลังคา แต่ในการระบายอากาศในอาคารสามารถใช้ได้ในบางพื้นที่
- พื้นที่ทางลมเข้าที่มากกว่าทางทางลมออกจะเกิดกระแสลมน้อยและเบาที่สุด แต่จะมีปริมาณความสม่ำเสมอของปริมาณลมตลอดเวลา

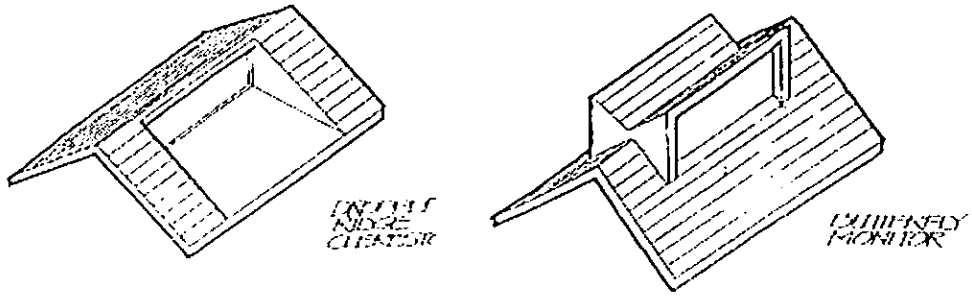
ดังนั้นในการที่จะทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีนั้นควรจะใช้พื้นที่ทางลมเข้าและทางลมออกที่เท่ากัน การระบายอากาศออกทางกระเบื้องมุงหลังคาลักษณะของท่อที่ทำหน้าที่ระบายอากาศออก จึงมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกมีความยาวเท่ากันตลอดทั้งแนวของแผ่นกระเบื้อง เพื่อให้เกิดให้เกิดปริมาณการไหลของอากาศมากที่สุด

3.2.2 การระบายอากาศด้วยปล่อง (Stack Effect)

การระบายอากาศทางปล่องเป็นระบบการระบายอากาศชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ การระบายอากาศในลักษณะนี้เกิดจากความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกอาคาร โดยเมื่ออากาศภายนอกไหลเข้าสู่ภายในอาคาร ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวบางลงและลอยตัวสูงขึ้นอยู่บนอากาศที่มีความหนาแน่นกว่า ดังนั้นอากาศที่เข้ามาภายในจะลอยตัวสูงขึ้นข้างบนออกไปทางปล่อง อากาศภายนอกซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดการหมุนเวียนระบายถ่ายเทอากาศภายในขึ้น



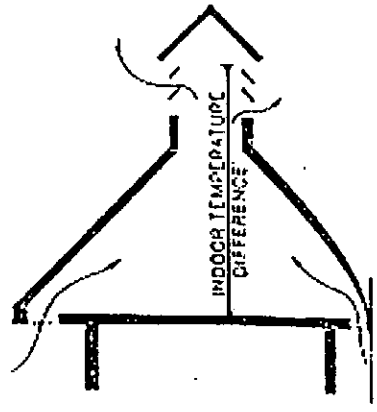
ภาพประกอบ 24 แสดงภาพวิธีการระบายอากาศทางปล่อง (ตรึงใจ บูรณสมภพ ..2539 : 77)



ภาพประกอบ 25 แสดงวิธีการเปิดช่องอากาศด้านบนเพื่อให้เกิดการระบายอากาศ

3.2.3 Bernoulli Effect

เป็นวิธีการเพิ่มอัตราความเร็วของของไหลโดยที่ความกดอากาศลดลง ปรากฏการณ์นี้สามารถนำมาใช้ได้ผลดีอย่างยิ่งในอาคารหรือหลังคา โดยใช้การออกแบบให้มีรูปร่างของ หรือมีความสูงเพียงครึ่งเดียว ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความสูงจากพื้นดินเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความกดอากาศที่สันหลังคาจะน้อยกว่าบริเวณหน้าต่างที่อยู่ใกล้กับพื้นดิน อากาศก็จะสามารถระบายไปตามช่องเปิดของหลังคาได้



ภาพประกอบ 26 แสดงการนำ Bernoulli Effect มาใช้กับอาคาร (John Willey & Sons . 1991 : 186)

ข้อดีของ Stack Effect ที่มีมากกว่า Bernoulli Effect คือจะไม่ขึ้นอยู่กับลม แต่ก็มีข้อเสียคือจะมีแรงกระทำน้อยและจะไม่สามารถระบายอากาศออกไปได้อย่างรวดเร็วนัก อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะนำวิธีการต่างๆมาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดประสิทภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การวางตำแหน่งให้แสงอาทิตย์ส่องมากขึ้นในบริเวณทางออกของช่องอากาศเพื่อช่วยให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิมากขึ้น ข้อควรระวังที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการระบายอากาศลดลง คือ การเปลี่ยนทิศทางลมที่ย้อนกลับเข้ามาในช่องลมจะทำให้อากาศร้อนไหลกลับเข้ามาในอาคาร

3.3 คุณสมบัติของวัสดุในการถ่ายเทความร้อน

วัสดุต่างชนิดกันจะมีคุณภาพในการดูดกลืนและแผ่รังสีความร้อนไม่เท่ากัน เราไม่สามารถหยุดการถ่ายเทความร้อนได้ ทางที่ดีที่สุดคือทำให้ความร้อนผ่านได้ช้าลงและน้อยลง ซึ่งสามารถทำได้โดยการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด และเลือกใช้ชนิดของวัสดุนั้นตามความเหมาะสม ดังนี้คือ

ตาราง 2 แสดงค่าสภาพเปล่งรังสีความร้อนของผิววัตถุชนิดต่างๆ (Emissivities of some typical surfaces)

ผิววัสดุ	เปอร์เซ็นต์การเปล่งรังสีความร้อน
ไม้	95
หินปูน	95
แอสเบสทอสซีเมนต์	95
แผ่นอลูมิเนียม	12
กระดาษฉาบอลูมิเนียม	20
เหล็กเคลือบสังกะสี	25
กระเบื้องเคลือบ	92
อลูมิเนียมทาสี	55
สังกะสีขัดมัน	5

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539 : 36

ตาราง 3 แสดงสภาพสะท้อนรังสีความเข้มของผิววัสดุต่างๆ (Reflectivity of Material)

สี (Color)	วัสดุ (Material)	การสะท้อน (% Total Incident Heat Reflected)
ขาว	อลูมินั่มฟอยล์	95
	แอสเบสทอสซีเมนต์	58
	อลูมิเนียม	46
	หินอ่อน	45
	อิฐ	48
เหลือง เนื้อ (อ่อน)	อิฐ	40
สีทราย	กระเบื้องหินเผา	38
แดง	แอสเบสทอสซีเมนต์	31
	แผ่นเหล็ก	19
	อิฐ	64
ครีม	เหล็ก	24

การสะท้อนจากสีทาต่างๆ (Effect of Color)

สีสะท้อนจะทำให้สะท้อนรังสีความร้อนออกไปได้มาก ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้ดี สีผิวของวัสดุ ซึ่งจะเป็นสีทาก็ตาม มีความสำคัญในการสะท้อนมาก

ตาราง 4 แสดงสภาพสะท้อนความร้อน (Reflectivity) ของวัสดุต่างๆ ที่มีทั้งการทาสีที่ผิววัสดุและผิวธรรมชาติ

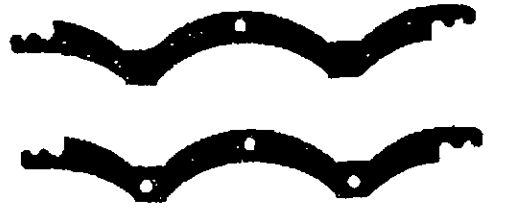
สี (Color)	การสะท้อน (% Total Incident Heat Reflected)
ขาว	75
ครีม	65
เขียวอ่อน	50
แดง	26
เทา	25
ดำ	7

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539 : 38

3.4 การสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

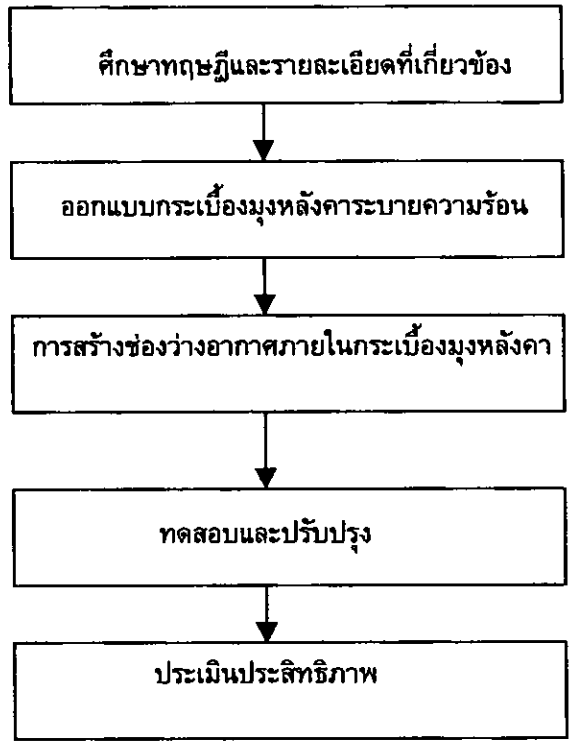
การสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเป็นการระบายอากาศต่อผลของการถ่ายเทความร้อนสู่อาคารทางด้านหลังคา โดยเมื่อมีความร้อนสะสมในพื้นที่ใต้หลังคามากขึ้นจะส่งผลทำให้อุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาสูงขึ้นตามไปด้วย จากหลักการของการลอยตัวของอากาศ เมื่ออากาศร้อนขึ้นความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง อากาศที่ร้อนก็จะลอยตัวขึ้นและอากาศที่เย็นกว่าก็จะเข้ามาแทนที่ เมื่อเป็นเช่นนี้หากมีพื้นที่ที่สามารถทำให้อากาศร้อนที่ลอยตัวอยู่ทางด้านบนระบายออกไปก็จะช่วยลดการสะสมความร้อนในพื้นที่ใต้หลังคา ผู้วิจัยจึงทำการทดลองโดยการสร้างช่องอากาศให้กับกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อให้อากาศร้อนสามารถระบายออกได้

การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัย จะใช้เป็นลักษณะของท่ออากาศโดยขนาดของท่อที่ใช้จะเป็นท่อพี.วี.ซี.ขนาด $\varnothing$ ½ นิ้ว จำนวน 1 และ 3 ช่อง ต่อกระเบื้องมุงหลังคา 1 แผ่นตามลำดับ เพื่อหาว่าจำนวนของท่ออากาศนั้นมีผลต่อการระบายอากาศหรือไม่ โดยในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้



ภาพประกอบ 27 แสดงภาพของช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาที่ออกแบบและสร้าง

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



4. วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

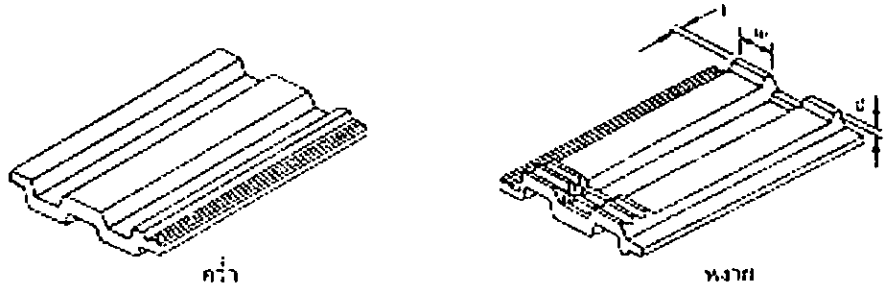
4.1 กระเบื้องคอนกรีตโดยทั่วไป

ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา (มอก. 535 – 2527) ให้ความหมายคำว่ากระเบื้องคอนกรีตไว้ว่า หมายถึง วัสดุแผ่นมีลอนแบบเกาะเกยสำหรับใช้มุงหลังคาทำจากคอนกรีตซึ่งเป็นส่วนผสมของซีเมนต์ มวลผสมคอนกรีต และน้ำ ออกแบบให้มีลักษณะเป็นลอนเพื่อความสวยงามและความแข็งแรง มีส่วนเกาะระแนงที่ส่วนบนด้านหลังของแผ่นกระเบื้อง และอาจมีรูเจาะสำหรับตอกตะปูยึดกับระแนงด้วย ขอบด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นเพื่อสำหรับเกาะเกยกันระหว่างแผ่นต่อแผ่น ส่วนด้านหลังมีขอบเป็นบังกันน้ำไหลย้อนเข้าใต้แผ่นกระเบื้อง ส่วนในการใช้มุงหลังคานั้นนอกจากจะมีกระเบื้องชนิดเต็มแผ่นดังกล่าวแล้ว จะต้องมีกระเบื้องเสริมประกอบซึ่งหมายถึง กระเบื้องรูปลักษณะอื่น ๆเช่น กระเบื้องสันหลังคา ครอบสามทาง เป็นต้น กระเบื้องเหล่านี้ทำจากคอนกรีตเช่นเดียวกัน ขนาดของกระเบื้องนั้นบริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด เช่น ขนาด 33 x 42 เซนติเมตร แต่ตามมาตรฐาน มอก. 535 – 2527 กำหนดไว้ว่า ความกว้างและความยาวของกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา ต้องไม่ต่างจากขนาดที่ผู้ทำกำหนดไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ความหนาเมื่อวัดที่ภาคตัดขวางใดๆต้องไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร ยกเว้นรางลิ้นที่ขอบด้านข้างของแผ่นกระเบื้องต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร และระยะซ้อนทับของรางลิ้นที่ขอบด้านข้างของกระเบื้องต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

นอกจากลักษณะดังกล่าวแล้ว ตามมามาตรฐาน มอก. 535 – 2527 ได้ระบุส่วนเกาะระแนงว่า ต้องมี 2 แห่ง แต่ละแห่งต้องมีฐานกว้างไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร และหนาไม่น้อยว่า 6 มิลลิเมตร ความลึกของส่วนเกาะระแนงวัดจากผิวล่างของกระเบื้องต้องไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร กระเบื้องชนิดนี้จะมีรูตะปูหรือไม่มีก็ได้ แต่ถ้ามีรูตะปู จะต้องเจาะที่ขอบบนของแผ่นกระเบื้อง รูตะปูต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 5 – 8 มิลลิเมตร ตำแหน่งของศูนย์กลางของรูตะปูห่างจากเส้นฐานด้านในของส่วนเกาะระแนงต้องไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 16 มิลลิเมตร และห่างจากขอบด้านข้างของกระเบื้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

สำหรับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาตามมาตรฐาน มอก. 535 – 2527 กำหนดไว้ว่า ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จะมีข้อกำหนดกำหนดเกณฑ์คุณภาพตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 15 เล่ม 1 ว่า มวลผสมคอนกรีตจะเป็นทราย กรวด หินย่อย หรือวัสดุอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม ต้องผ่านตะแกรงขนาดตากว้าง 4.75 มิลลิเมตร

ภาพประกอบ 28 แสดงลักษณะของกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาตามมาตรฐาน มอก. 535 – 2527 ซึ่งค่า w คือ ความกว้างของส่วนเกาะระแนง t คือ ความหนาของส่วนเกาะระแนง และ d คือ ความลึกของส่วนเกาะระแนง ความกว้างและความยาวของแผ่นกระเบื้องชนิดนี้ไม่ได้กำหนดบังคับ ขนาดจะกำหนดตามความเหมาะสมของผู้ผลิต



ภาพประกอบ 28 แสดงลักษณะของกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาตามมาตรฐาน มอก. 535 - 2527

4.2 กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง

กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง เป็นกระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคาที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 535 – 2527 ซึ่งเป็นบริษัทในเครือบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) กระเบื้องชนิดนี้ผลิตออกมา 2 ลักษณะ คือ แบบลอนโค้งและแบบลอนกาบกล้วย กว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร ตอนหัวกระเบื้องมีที่ยึดเกาะระแนง และมีรูเจาะไว้สำหรับตอกตะปูยึดเพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น ด้านล่างของกระเบื้องมีรางลิ้นสองแนว เพื่อซ้อนกันให้แนบสนิท ส่วนทางปลายกระเบื้องทำเป็นขอบบังกันน้ำไหลย้อนเข้า ระยะห่างของระแนงที่ใช้อยู่ระหว่าง 32 – 34 เซนติเมตร ใช้ระแนงไม้ขนาด 1 นิ้วครึ่งสี่เหลี่ยม หรืออาจใช้เหล็กไลท์เกจชนิดกลวงขนาดใกล้เคียงกันก็ได้ ซึ่งขนาดของระแนงนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างของจันทัน เช่น ระยะห่างของจันทัน 60 เซนติเมตร จะใช้ระแนงขนาด 1x2 นิ้ว จันทันห่าง 75 – 90 เซนติเมตรใช้ระแนงขนาด 1 นิ้วครึ่ง x 1 นิ้วครึ่ง จันทันห่าง 90 –120 เซนติเมตรใช้ระแนงขนาด 1 นิ้วครึ่ง x 3 นิ้ว เป็นต้น

มาตรฐานการผลิต

มาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหรรม กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา (มอก. 535 - 2527) ซึ่งผลิตตามมาตรฐาน Monier Australia และบริษัทเครือข่ายโมเนียในประเทศต่างๆ ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของแต่ละประเทศทั่วโลก วัตถุดิบประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละอาด และน้ำ มีกรรมวิธีการผลิตด้วยระบบรีด (Extrusion) ในระบบสายพาน (Assembly Line) ซึ่งให้ความเที่ยงตรงสูง โดยจะมีการควบคุมคุณภาพอย่างใกล้ชิดโดยมีการทดสอบใน 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบก่อนการบ่ม และการทดสอบหลังการบ่ม

ข้อมูลเฉพาะของกระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง

ตาราง 5 แสดงข้อมูลเฉพาะของกระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง

	หน่วย	กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง
มิติ		
ความกว้าง	มม.	330
ความยาว	มม.	420
ความหนา		
ภาคตัดขวางใดๆ	มม.	12.5
รางลิ้นที่ขอบข้าง	มม.	9.5
ระยะซ้อนทับของรางลิ้น	มม.	32
ส่วนเกาะระแนง		
ความกว้างฐาน	มม.	55
ความหนา	มม.	23
ความลึก	มม.	12
รูตะปู		
เส้นผ่าศูนย์กลาง	มม.	7
ตำแหน่งศูนย์กลางของรูตะปู		14
จากเส้นฐานด้านในของส่วนเกาะระแนง	มม.	165
จากขอบด้านข้างของกระเบื้อง	มม.	
น้ำหนักต่อแผ่น	กก.	4.4
ความต้านทานแรงกดตามขวาง	กก.	ไม่น้อยกว่า 150
การดูดซึมน้ำ	%	ไม่เกิน 10
ความไม่รั่วซึม (ทดสอบตาม มอก.535 – 2527 ข้อ 8.4)		ไม่ปรากฏหยดน้ำใต้แผ่นกระเบื้อง

ที่มา : คู่มือผลิตภัณฑ์ซีแพคโมเนีย ตราช้าง (2532 : 4)

4.3 ท่ออากาศ

ท่ออากาศ ที่ใช้ในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาจะใช้เป็นลักษณะของท่อกลม พี.วี.ซี. ที่มีขายตามท้องตลาด โดยขนาดของท่อที่ใช้จะมีขนาด ∅ ½ นิ้ว ทำหน้าที่ระบายความร้อนภายในอาคารออกไป โดยอาศัยหลักการของการลอยตัวของอากาศที่ว่า เมื่ออากาศร้อนขึ้นความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง อากาศที่ร้อนก็จะลอยตัวขึ้นและอากาศที่เย็นกว่าก็จะเข้ามาแทนที่ เมื่อเป็นเช่นนี้หากมีพื้นที่ที่สามารถทำให้อากาศร้อนที่ลอยตัวอยู่ทางด้านบนระบายออกไปก็จะช่วยลดการสะสมความร้อนในพื้นที่ใต้หลังคาได้ การใช้ท่ออากาศในการสร้างช่องว่างให้กับกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อป้องกันการผุกร่อนของวัสดุ และวัสดุที่ใช้ก็จะมีความแข็งแรงคงทน ตลอดอายุการใช้งาน

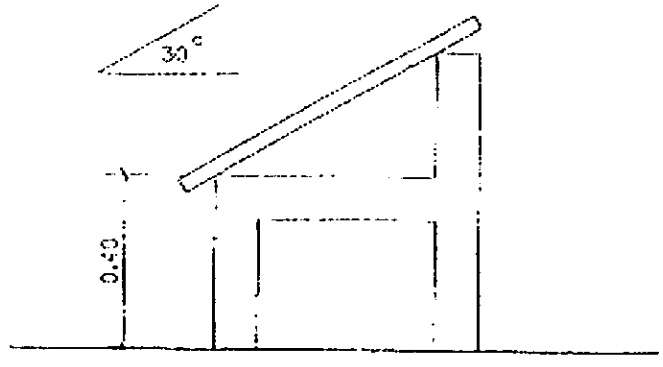
5. การทดสอบ

การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนจากอาคารของกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เป็นการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

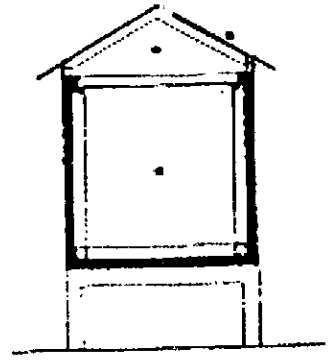
5.1 ดำเนินการสร้างแบบทดลองหลังคาและโครงสร้างของฐานรองรับ โครงหลังคาทดลองและฐานรองจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานโดยกำหนดให้ขนาดของกล่องทดลองคือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 ชุด โดย ชุดที่ 2 กับชุดที่ 3 จะเป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำขึ้น ที่มีจำนวนของช่องว่างอากาศที่แตกต่างกัน ส่วนชุดที่ 1 จะเป็นกระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ตราช้าง เพียงชนิดเดียวเท่านั้น

5.2 เนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในกล่องทดลอง ด้านข้างของกล่องทดลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบกล่องทดลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นหนา 1 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของกล่องทดลอง ส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

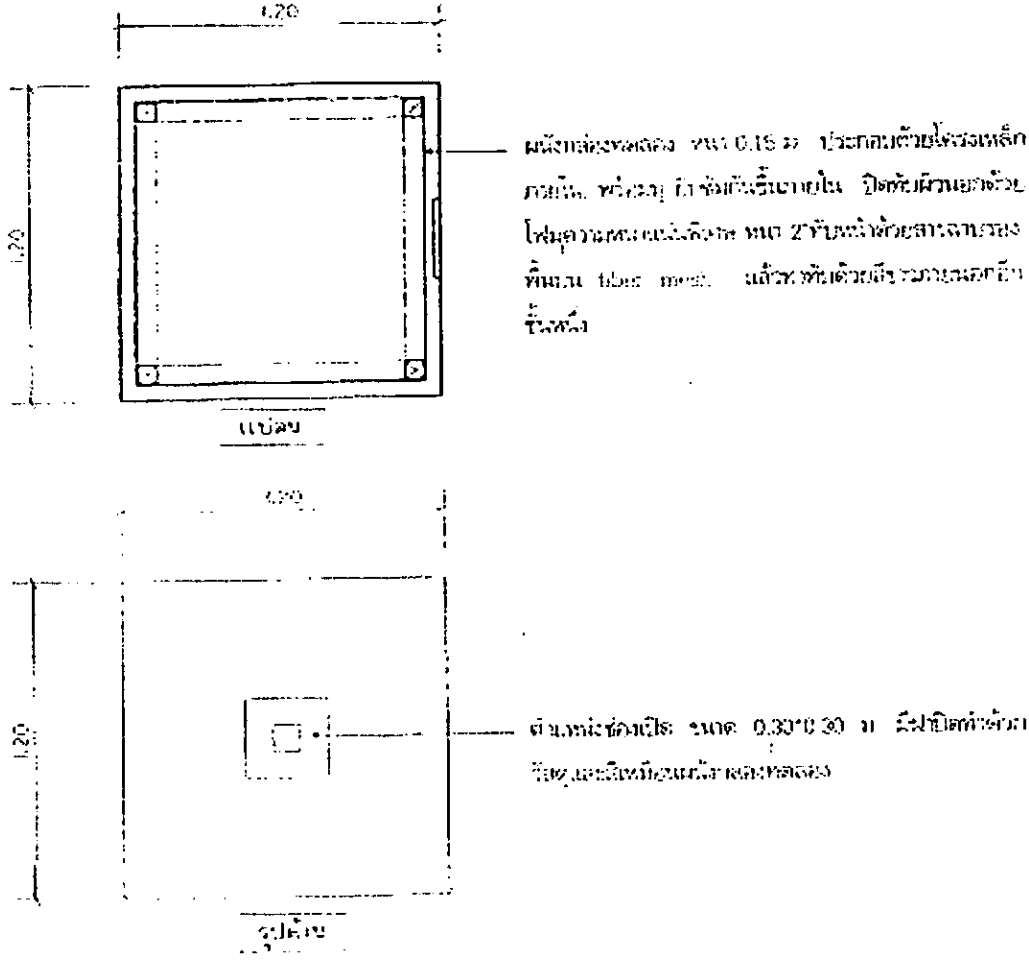
5.3 จากการศึกษาพบว่ามุมเอียงของหลังคาที่สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ดีที่สุด คือ มุม 30 องศา ดังนั้นจึงใช้มุมเอียงของหลังคา 30 องศาเพียงมุมเดียวในการทดลอง



ภาพประกอบ 29 แสดงการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคา



ภาพประกอบ 30 แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 31 แสดงแบบขยายของกล่องทดลอง

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลังคา เป็นส่วนที่รับความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ความร้อนจากดวงอาทิตย์จะถูกดูดซึม(absorbtion) และส่งผ่าน (transmittance) พลังงานความร้อนลงมาสู่ด้านล่าง โดยการแผ่รังสีความร้อนจากหลังคาสำหรับอาคารทั่วไปในเขตร้อน หลังคาเป็นองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมที่จะได้รับผลกระทบโดยตรง จากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ เพราะหลังคามีพื้นที่สัมผัสกับสภาพแวดล้อมมากที่สุด เมื่อเทียบกับกรอบอาคาร ด้านต่างๆ การลดความร้อนจากพื้นผิวของหลังคาจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่มีผู้ทำการศึกษาและทดลองในด้านต่างๆดังนี้

จญาดา บุญเกียรติ (2537 : บทคัดย่อ) เรื่อง การลดถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางหลังคา พบว่าธรรมชาติของวัสดุมุงหลังคาแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป จากการทดลองโดยใช้กล่องทดลองขนาด 1.20*1.20*1.20 ม. ด้านบนเป็นหลังคาทำการทดสอบวัสดุมุงหลังคาแต่ละชนิด และทำการวัดอุณหภูมิ ณ. จุดต่างๆ ภายในกล่องทดลอง โดยมีผลได้ดังนี้ หลังคาจากจะมีค่าความเป็นฉนวนสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ ที่นำมาทดสอบจากการทดลอง โดยในช่วงกลางวันผิวหลังคาจะดูดซึมความร้อนไว้ไม่มาก ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในกล่องทดลองจึงค่อนข้างต่ำ ส่วนในช่วงเวลากลางคืน ด้วยความเป็นฉนวนของจาก ผิวหลังคาจึงไม่ค่อยจะสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้า ส่งผลให้อุณหภูมิผิวหลังคา และอุณหภูมิภายในกล่องทดลอง ไม่แตกต่างจากในเวลากลางวันมากนัก หลังคาแผ่นโลหะ มีคุณสมบัติในการเป็นตัวนำอย่างดี แผ่นเหล็กที่นำมาทดสอบ มีผิวด้านบนมันและเป็นสีขาว จึงทำให้แสงอาทิตย์สะท้อนกลับได้ค่อนข้างมาก และดูดซึมไว้น้อย ประกอบกับผิวด้านล่างมีฟอยล์ มีค่า Emissivity ต่ำ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในกล่องทดลอง ไม่สูงไปตามอุณหภูมิผิวหลังคา

สุนทร บุญญาธิการ และธนิต จินดาวณิค (2536 : บทคัดย่อ) เรื่อง การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมไทย ในการศึกษากรณีตัวอย่างอาคารศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นกลุ่มอาคารเรือนไทยภาคกลาง วัสดุและการก่อสร้างเป็นไปตามลักษณะและรูปแบบดั้งเดิม ตัวอาคารใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา คือไม้ โครงหลังคาเป็นไม้มุงกระด้วยกระเบื้องดินเผาภายในไม่มีฝ้าเพดาน ผลการทดลองที่ได้พบว่า อุณหภูมิอากาศภายในใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจาก การมีช่องเปิดโดยรอบทำการระบายอากาศนั้นดี และทั่วถึง ประกอบกับมวลของอาคารคือ พื้น ผนัง หลังคานั้นเบา (Lightweight Mass) ทำให้การเก็บสะสมความร้อนในมวลอาคารและ Themal Time Lag นั้นแทบจะไม่มี ในช่วงเวลาร้อนจัดอุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกเล็กน้อย (0.5 องศาเซลเซียส) และในการศึกษาถึงเรื่อง Mean Radient Temperature & Solar Radiation จากการวิจัยเรื่องเดียวกัน พบว่ารังสีดวงอาทิตย์และคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้สำหรับผนังหลังคา และพื้น มีผลกระทบต่อ Mean Radient Temperature (MRT) และอุณหภูมิผิวต่างๆ ภายในอาคารเป็นอย่างมาก เมื่อสัมผัสกับผิววัสดุต่างๆ ทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิอากาศและไม่คงที่ตลอด 24 ชม.

โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล (2540 : บทคัดย่อ) เรื่อง การเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังคาภายในหลังคาระบบปิดและหลังคาที่มีระบบการระบายอากาศของอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาทางหลังคาระบบระบายอากาศลดลงประมาณ 8 % เมื่อเทียบกับหลังคาระบบปิด แต่เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในห้องแล้วพบว่า ในหลังคาที่มีระบบระบายอากาศจะมีอุณหภูมิอากาศภายในห้องเฉลี่ยสูงกว่าในห้องที่ใช้หลังคาระบบปิด แต่การทดลองทั้งสองไม่ได้ทำการทดลองในวันและเวลาเดียวกันจึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลได้ จึงสรุปว่าหลังคาระบบระบายอากาศไม่มีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในอาคารในช่วงเวลากลางวันเท่าใดนัก เนื่องจากผลกระทบจากอากาศภายนอก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในพื้นที่ใต้หลังคาแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ ภายนอก

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะทำการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัย โดยอาศัยหลักการของการลอยตัวของอากาศที่ว่า เมื่อมีความร้อนสะสมในพื้นที่ใต้หลังคามากขึ้นจะส่งผลทำให้อุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่ออากาศร้อนขึ้นความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง อากาศที่ร้อนก็จะลอยตัวขึ้นและอากาศที่เย็นกว่าก็จะเข้ามาแทนที่ เมื่อเป็นเช่นนี้หากมีพื้นที่ที่สามารถทำให้อากาศร้อนที่ลอยตัวอยู่ทางด้านบนระบายออกไป ก็จะช่วยลดการสะสมความร้อนในพื้นที่ใต้หลังคาได้ โดยผู้วิจัยจะทำการสร้างช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อให้อากาศใต้ผิวฝ้าเพดานได้มีการถ่ายเทเพิ่มมากขึ้น ซึ่งวัสดุที่ผลิตได้นั้นจะมีการระบายความร้อนที่ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาที่มีตามท้องตลาด ซึ่งจะมีผลถึงการลดอุณหภูมิภายในอาคารบ้านพักอาศัยเกิดสภาวะสบายในอาคาร เป็นการประหยัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน และเป็นการประหยัดจากการใช้ฉนวนกันความร้อน ซึ่งมีราคาแพง และจะเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ เป็นการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลองซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ
2. ลำดับขั้นตอนในการวิจัย
   2.1 ศึกษาปัญหาของแผ่นวัสดุมุงหลังคาในปัจจุบัน
   2.2 การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และวัสดุอุปกรณ์
   2.3 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือในส่วนต่างๆในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ
   2.4 กำหนดเวลาและสถานที่ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ
   2.5 การทดสอบหาประสิทธิภาพของสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ
   2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เกณฑ์ข้อกำหนดของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการ ระบายอากาศ

1.1 การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีรูปแบบและลักษณะดังนี้

1.1.1 ลักษณะของกระเบื้องหลังคาทดลองจะใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) มีความกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร หนา 1.25 เซนติเมตร

1.1.2 การเจาะช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา จะทำการเจาะบริเวณส่วนโค้งตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาของแต่ละแผ่น โดยช่องอากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น และ ทำการเจาะช่องอากาศตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาบริเวณส่วนโค้ง 1 ช่องและบริเวณสันกระเบื้อง 2 ช่อง รวมเป็น 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

1.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนจากอาคารของกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เป็นการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

1.2.1 ดำเนินการสร้างแบบบ้านจำลอง โดยมีหลังคาและโครงสร้างของฐานรองรับเป็นส่วนประกอบ โครงหลังคาของบ้านจำลองและฐานรองจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานโดยกำหนดให้ขนาดของบ้านจำลองคือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หลังที่ 2 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นที่มีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อ

กระเบื้อง 1 แผ่น หลังที่ 3 ใช้เป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นมีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

1.2.2 เนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในบ้านจำลอง ด้านข้างของบ้านจำลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบบ้านจำลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นพิเศษ หนา 2 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของบ้านจำลอง ส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

1.2.3 จากการศึกษาพบว่ามุมเอียงของหลังคาที่สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ดีที่สุด คือ มุม 30 องศา ดังนั้นจึงใช้มุมเอียงของหลังคา 30 องศาเพียงมุมเดียวในการทดลอง

1.2.4 การวิจัยนี้ไม่รวมถึงการป้องกันความร้อนโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน

1.3 กระเบื้องมุงหลังคาที่นำมาใช้ในการทดลอง คือกระเบื้องคอนกรีตเพียงชนิดเดียวเท่านั้น โดยที่จะไม่ทำการศึกษาถึงชนิดและคุณสมบัติของหลังคาชนิดอื่น

1.4 ข้อมูลที่จะทำการวัดและบันทึกกำหนดไว้ดังนี้

1.4.1 อุณหภูมิอากาศภายนอก

1.4.2 อุณหภูมิอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา

1.4.3 อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง

2. ลำดับขั้นตอนในการวิจัย

2.1 ศึกษาปัญหาของแผ่นวัสดุมุงหลังคาในปัจจุบัน

ในขณะที่ประเทศไทยมีการตื่นตัวในเรื่องของการประหยัดพลังงานกันมาก แต่กลับพบว่าภายในอาคารมีการใช้พลังงานทำความเย็นถึงร้อยละ 60 การให้แสงสว่างร้อยละ 20 และอุปกรณ์อื่นๆประมาณร้อยละ 20 การประหยัดพลังงานที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารพักอาศัยจึงควรหันมาพิจารณาการใช้ระบบพลังงานทดแทนทางอ้อม โดยการพิจารณาคุณสมบัติในการนำความร้อนของวัสดุ แต่เนื่องจากวัสดุมุงหลังคาที่เป็นส่วนที่รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงที่มีตามท้องตลาดมีส่วนผสมที่ไม่สามารถป้องกันความร้อนได้อย่างเหมาะสม และหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการบุฉนวนกันความร้อนเอาไว้ การลดความร้อนให้กับภายในอาคารบ้านพักอาศัยจากทางด้านหลังคาที่มีความร้อนถ่ายเทเข้ามามากเนื่องจากวัสดุมุงหลังคาไม่สามารถกันความร้อนได้อย่างเต็มที่ จึงนิยมใช้ฉนวนกันความร้อน และการใช้แผ่นสะท้อนความร้อนจากอลูมินั่มฟอยด์ ซึ่งวัสดุทั้งสองประเภทนี้จะเป็นวัสดุที่มีราคาต่อตารางเมตรค่อนข้างสูง เสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งแล้วยังยากแก่การดูแลรักษา อีกทั้งอุปกรณ์เหล่านั้นยังมีการเสื่อมสภาพในเวลาไม่นาน

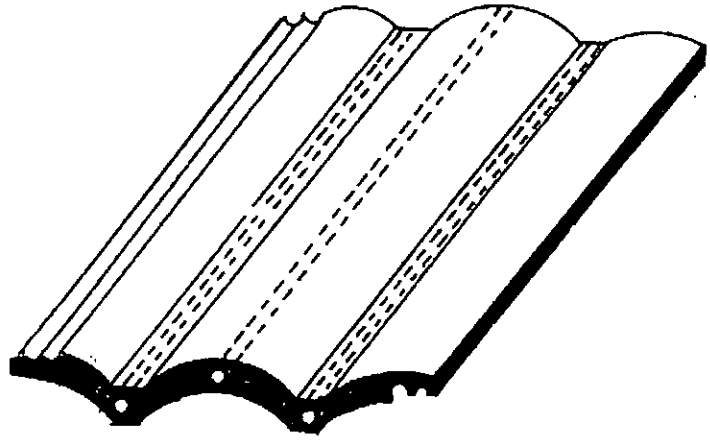
ดังนั้นผู้วิจัยได้มีแนวคิดที่จะแก้ไขการลดความร้อนทางด้านหลังคาให้ดีขึ้น โดยการออกแบบและสร้างแผ่นวัสดุมุงหลังคานั้นให้มีการระบายความร้อนของแผ่นหลังคาที่ดีขึ้น ความร้อนของอากาศภายใต้บริเวณหลังคานั้นสามารถถ่ายเทได้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารเพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานในการทำความเย็น และเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยยิ่งขึ้น

2.2 การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และวัสดุอุปกรณ์

การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีรูปแบบและลักษณะดังนี้

2.2.1 ลักษณะของกระเบื้องหลังคาทดลองจะใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) มีความกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร หนา 1.25 เซนติเมตร

2.2.2 ช่องว่างอากาศที่ใช้ในกระเบื้องมุงหลังคามีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ จำนวน 1 ช่องและ 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น ตามลำดับ



ภาพประกอบ 32 แสดงลักษณะของกระเบื้องหลังคาที่ทำการออกแบบและสร้าง

2.3 กำหนดวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือในส่วนต่างๆในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และการทดสอบหาประสิทธิภาพของวัสดุ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือดังนี้

2.3.1 กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง

2.3.2 ท่อพี.วี.ซี.กลมขนาด ½ นิ้ว

2.3.3 เหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว

2.3.4 ไม้อัดขนาด 5 มิลลิเมตร

2.3.5 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ

2.3.6 โฟมหนา 2 นิ้ว

2.3.7 ตะปู

2.4 กำหนดเวลาและสถานที่ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ

2.4.1 ระยะเวลาที่ใช้สำหรับในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เริ่มตั้งแต่วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

2.4.2 สถานที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนที่ บ้านเลขที่ 260/9 ซอยพัชราภา แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพ ฯ

2.5 การทดสอบหาประสิทธิภาพ

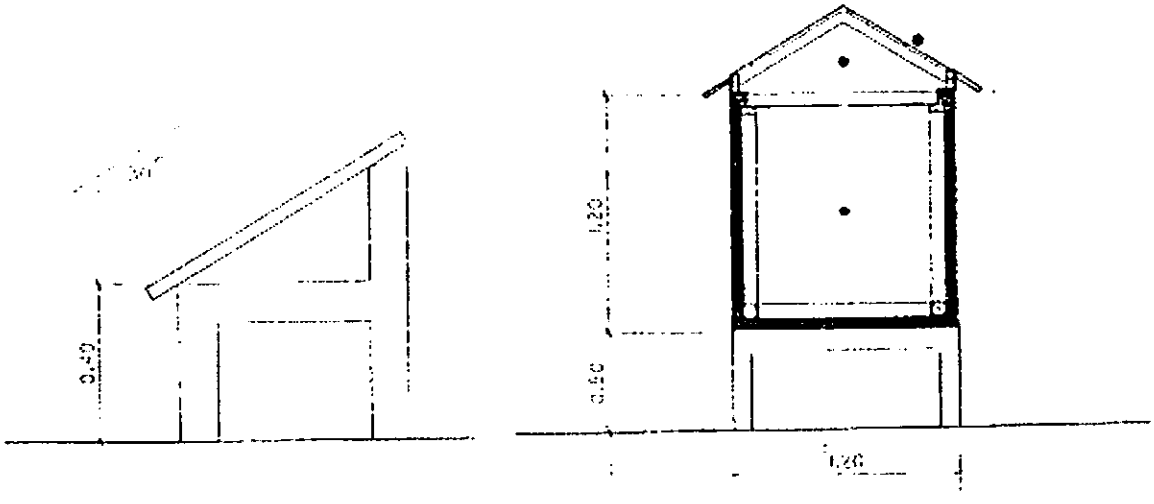
การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนจากอาคารของกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เป็นการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

2.5.1 ดำเนินการสร้างแบบบ้านจำลอง โดยมีหลังคาและโครงสร้างของฐานรองรับเป็นส่วนประกอบ โครงหลังคาของบ้านจำลองและฐานรองจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานโดยกำหนดให้ขนาดของบ้านจำลองคือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หลังที่ 2 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นที่มีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น หลังที่ 3 ใช้เป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นมีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

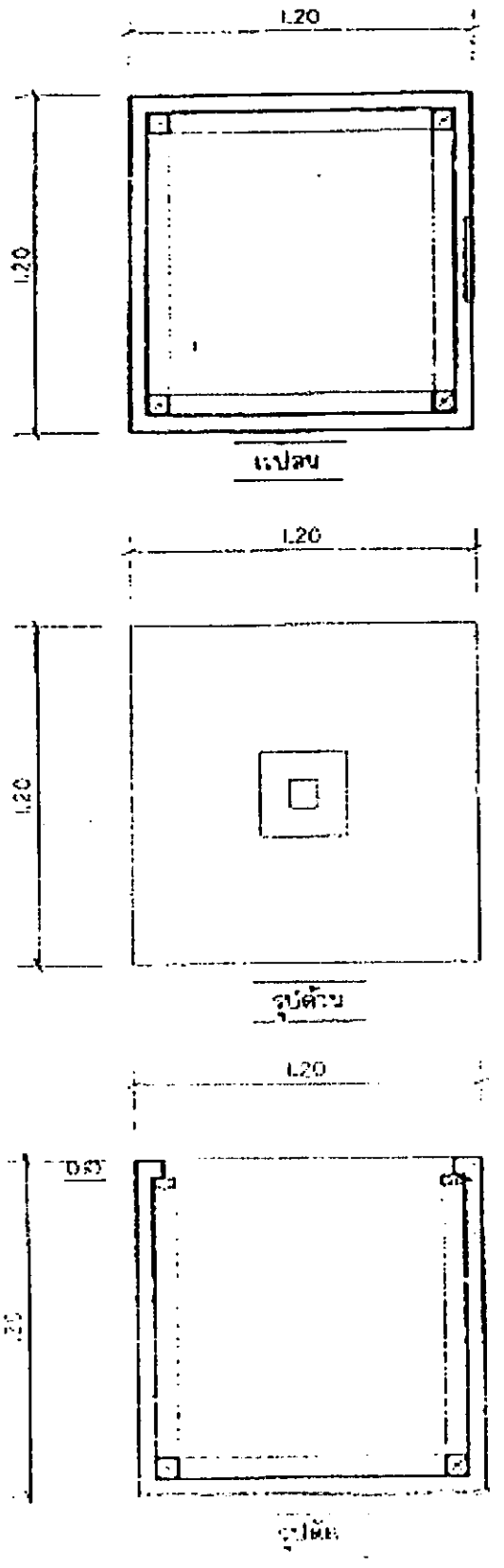
2.5.2 เนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในบ้านจำลอง ด้านข้างของบ้านจำลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบบ้านจำลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นพิเศษ หนา 2 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของบ้านจำลอง ส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

2.5.3 จากการศึกษาพบว่ามุมเอียงของหลังคาที่สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ดีที่สุด คือ มุม 30 องศา ดังนั้นจึงใช้มุมเอียงของหลังคา 30 องศาเพียงมุมเดียวในการทดลอง

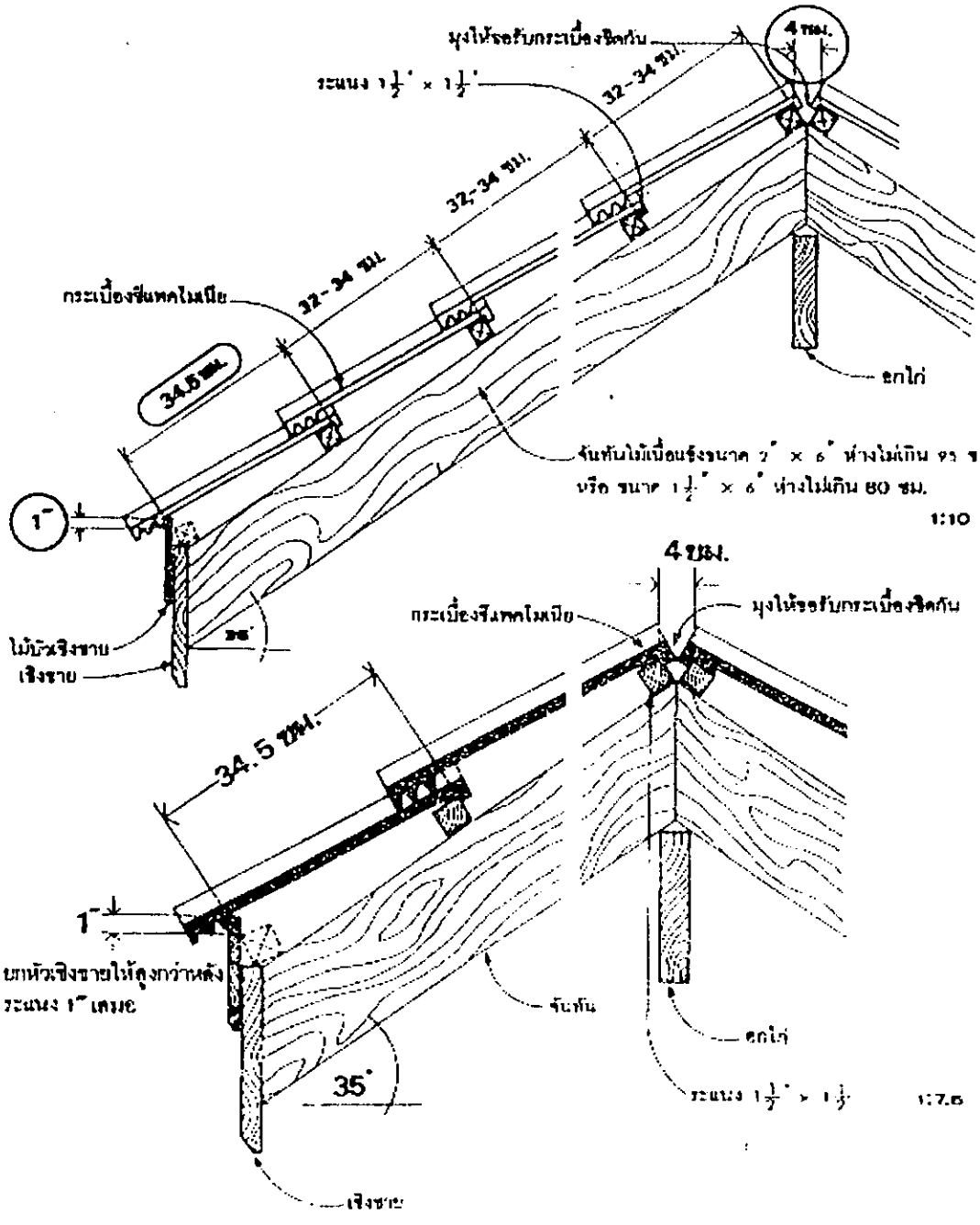
2.5.4 การวิจัยนี้ไม่รวมถึงการป้องกันความร้อนโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน



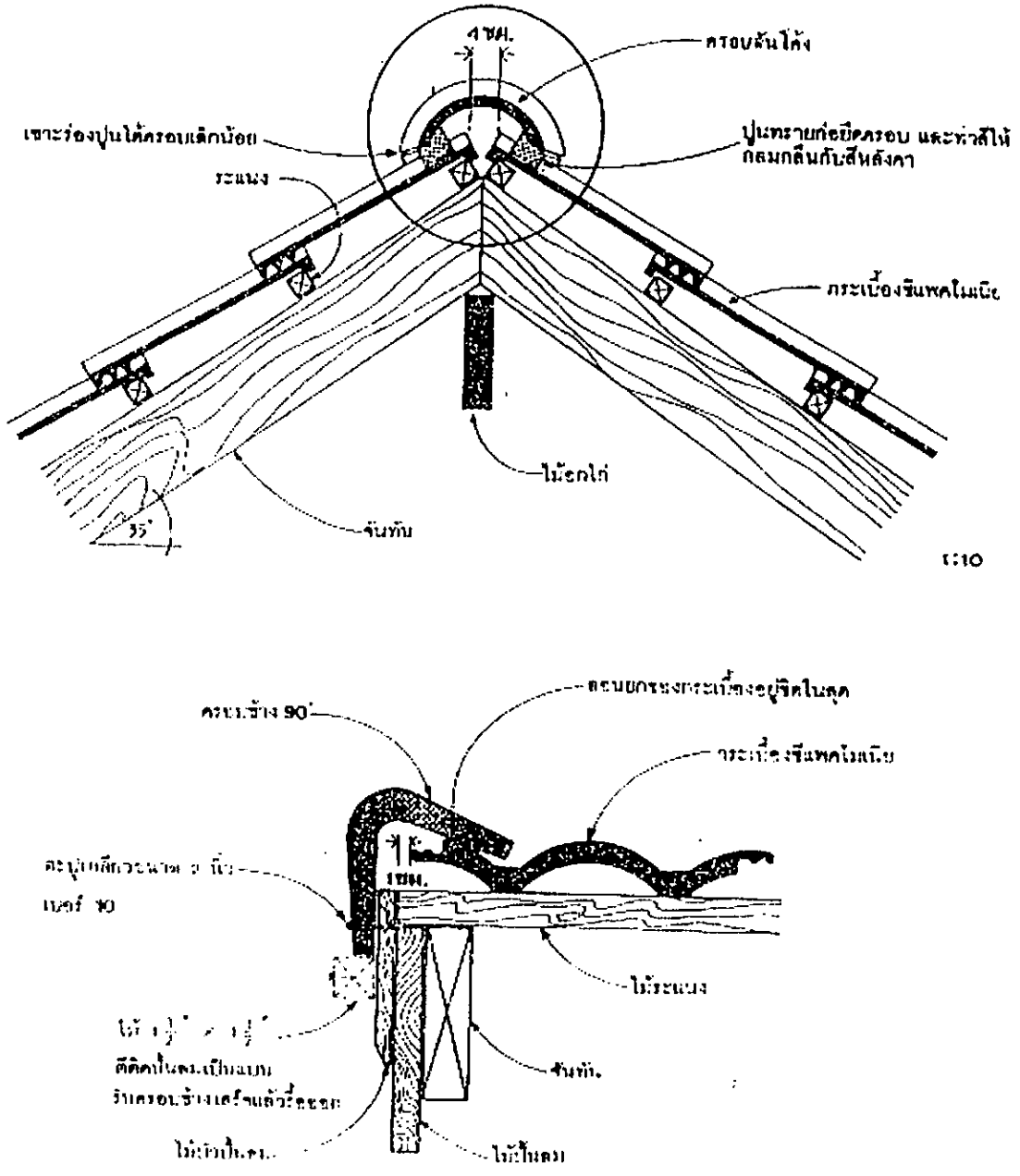
ภาพประกอบ 33 แสดงการทดสอบการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องมุงหลังคาพร้อมตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 34 แสดงแบบขยายของกล่องทดลอง



ภาพประกอบ 35 แสดงวิธีการติดตั้งแผ่นกระเบื้องที่ทำบนหลังคาทดลอง



ภาพประกอบ 35 แสดงวิธีการติดตั้งแผ่นกระเบื้องที่ทำบนหลังคาทดลอง (ต่อ)

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน

2.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา จะวิเคราะห์จากระดับอุณหภูมิเฉลี่ยภายในพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิเฉลี่ยภายในบ้านจำลอง โดยเปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของกระเบื้องมุงหลังคาแบบปกติที่ได้ทำการทดลองพร้อมกัน โดยผลการทดลองที่ได้แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากการทดลอง

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ใต้หลังคา (องศาเซลเซียส)		
			กล่องทดลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	กล่องทดลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	กล่องทดลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.				
2	11.00 น.				
3	12.00 น.				
4	13.00 น.				
5	14.00 น.				
6	15.00 น.				
7	16.00 น.				
8	17.00 น.				
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ					
ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจากหลังคาปกติ					

2.6.2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความเหมาะสมในด้านการออกแบบ โดยนำแบบประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาความเหมาะสม ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

2.6.2.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเหมาะสมของออกแบบ

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
น้อย	2	คะแนน
น้อยที่สุด	1	คะแนน

2.6.2.2 นำคะแนนที่ได้มาคำนวณ

2.6.2.2.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.6.2.2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.6.2.2.3 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	แปลความ
4.51 – 5.00	ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
3.51 – 4.50	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
2.51 – 3.50	ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้
1.51 – 2.50	ผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง
1.00 – 1.50	ผลการประเมินอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเพื่อหาประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคา และการประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญ คือ

1. ค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ . 2536 : 55 – 60)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของอุณหภูมิ , ข้อมูลแบบสอบถาม

n คือ จำนวนชั่วโมง , จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร (กานดา พูนลาภทวี . 2539 : 55)

$$S = \sum \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

x คือ ข้อมูลในแต่ละช่วง

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

n คือ จำนวน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าเรื่อง การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้ารายละเอียดและรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวกับการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา โดยมีรายละเอียดของผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง
2. ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง

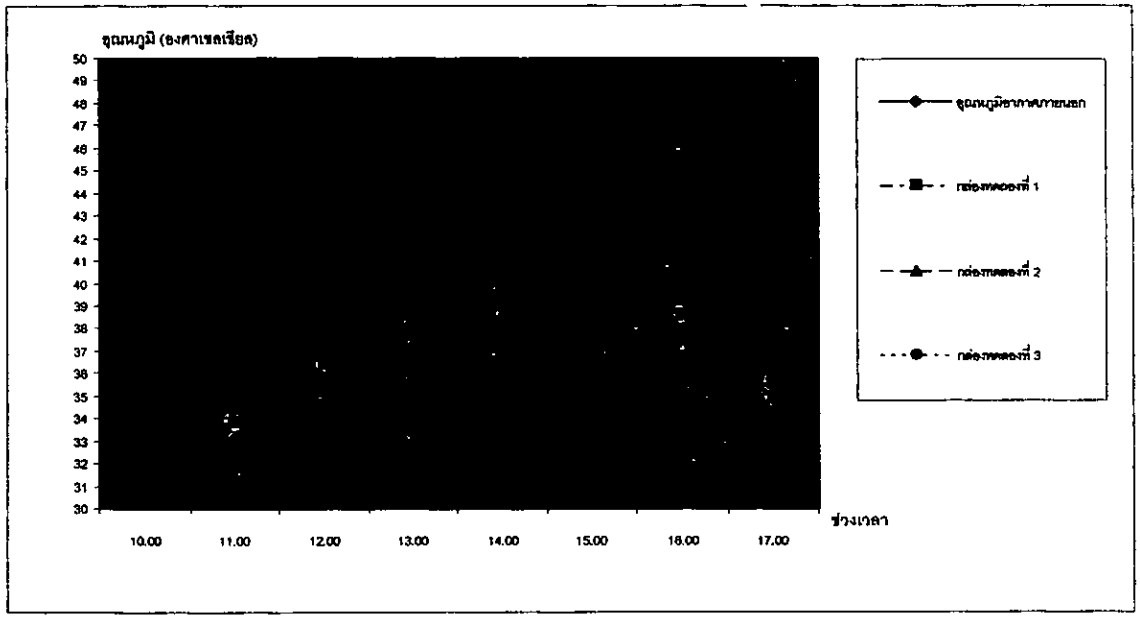
การทดลองและการวิเคราะห์เพื่อหาค่าอุณหภูมิ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองทั้งสิ้นเป็นเวลา 3 วัน โดยใช้เวลาวัดตั้งแต่ช่วงเวลา 10.00 น. ถึงเวลา 17.00 น. ซึ่งได้ผลการวัดค่าอุณหภูมิดังนี้

1.1 ผลการทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา วันที่ 20 - 22 มีนาคม 2547

ตาราง 7 แสดงค่า อุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคา

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ใต้หลังคา (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	30.66	33.00	32.33	31.50
2	11.00 น.	31.33	33.83	33.16	32.33
3	12.00 น.	33.33	36.50	35.66	34.66
4	13.00 น.	33.33	38.50	37.33	36.00
5	14.00 น.	34.00	39.83	38.66	36.83
6	15.00 น.	34.00	40.00	39.00	37.33
7	16.00 น.	33.33	38.66	37.50	35.66
8	17.00 น.	32.66	35.83	35.00	33.83
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		32.83	37.01	36.08	34.76
ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจากหลังคาปกติ		-	-	0.93	2.25

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 40.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 39.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 37.33 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 15.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 34.00 องศาเซลเซียส ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 33.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 32.33 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 31.50 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 10.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส โดยบ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.5 – 2.67 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคาดีขึ้นตามไปด้วย จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป โดยสามารถนำค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้มาเขียนเป็นกราฟแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของพื้นที่ใต้หลังคาในแต่ละช่วงเวลาของบ้านจำลองทั้ง 3 ได้ดังภาพประกอบ 36



ภาพประกอบ 36 แสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลอง

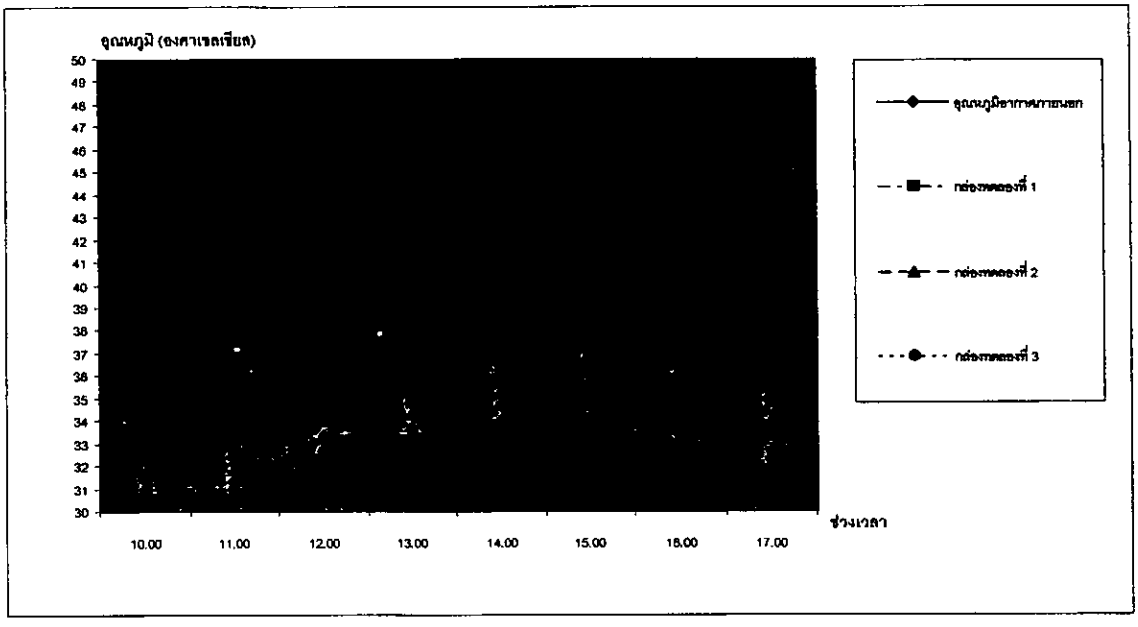
1.2 ผลการทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากพื้นที่ภายในบ้านจำลอง วันที่ 20 - 22 มีนาคม 2547

ตาราง 8 แสดงค่า อุณหภูมิที่เฉลี่ยที่วัดได้จากภายในบ้านจำลอง

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ภายในบ้านจำลอง (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	30.66	31.50	31.16	30.83
2	11.00 น.	31.33	32.50	31.83	31.00
3	12.00 น.	33.33	34.00	33.33	32.66
4	13.00 น.	33.33	34.83	34.33	33.66
5	14.00 น.	34.00	36.16	35.33	34.66
6	15.00 น.	34.00	36.83	35.83	34.66
7	16.00 น.	33.33	36.00	34.50	33.33
8	17.00 น.	32.66	34.83	34.00	32.33
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		32.83	34.58	33.78	32.85
ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจากหลังคาปกติ		-	-	0.80	1.73

จากตาราง 8 พบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 36.83 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 35.83 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 34.66 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 15.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 34.00 องศาเซลเซียส ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 31.50 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 31.16 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 30.83 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 10.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส โดยบ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลองจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.34 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลองจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 2.17 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลอง โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองดีขึ้นตามไปด้วย แต่เนื่องด้วยการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองต้องผ่านฝ้าเพดานดังนั้นการระบายอากาศภายในบ้านจำลองจึงส่งผลได้น้อยกว่าพื้นที่ใต้หลังคาที่สามารถระบายอากาศได้โดยตรง ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการระบายอากาศต่อพื้นที่ภายในบ้านจำลองได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

โดยสามารถนำค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้มาเขียนเป็นกราฟแสดงค่าอุณหภูมิเปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ของพื้นที่ภายในของบ้านจำลองทั้ง 3 ในแต่ละช่วงเวลาได้ดังภาพประกอบ 37



ภาพประกอบ 37 แสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ภายในบ้านจำลอง

2. ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความเหมาะสมด้านการออกแบบของการสร้างช่องอากาศของกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านสถาปัตยกรรม จำนวน 1 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในด้านการออกแบบ โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวม ดังต่อไปนี้

2.1 นำข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆมาทำการวิเคราะห์และผลของการประเมินในด้านลักษณะต่างๆ คือ

ตาราง 9 การวิเคราะห์ด้านการออกแบบ

ข้อที่	ด้านการออกแบบ	$\bar{X}$	SD	แปลความ
1	แนวคิดในการออกแบบงานวิจัย	4.33	0.32	ดี
2	การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและสร้าง	3.66	0.32	ดี
3	รูปแบบในการระบายความร้อนออกจากอาคารทางด้านหลังคา	4.33	0.32	ดี
4	ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย	4.33	0.32	ดี
5	ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพอาคารในปัจจุบัน	4.00	0.00	ดี
	รวม	4.13	0.25	ดี

จากตาราง 9 สามารถวิเคราะห์ด้านการออกแบบของการสร้างช่องว่างอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

ด้านการออกแบบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.13) โดยที่มีแนวคิดในการออกแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.33) การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.66) รูปแบบในการระบายความร้อนออกจากอาคารทางแผ่นกระเบื้องมุงหลังคามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.33) ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.33) และความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพอาคารในปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.00) เช่นเดียวกัน

2.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

จากข้อมูลคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านการออกแบบของการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มารวบรวมและเรียงลำดับดังนี้

2.2.1. บ้านจำลองที่สร้างมีขนาดเล็กไปเมื่อเทียบกับขนาดบ้านพักอาศัยจริง เพราะฉะนั้นค่าที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้

2.2.2. ควรศึกษาถึงผลของการใช้ฉนวนป้องกันความร้อนควบคู่ไปกับ การใช้ช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ เป็นการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการศึกษาคุณสมบัติการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีความสำคัญดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนของหลังคาออกภายนอกอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศในพื้นที่ใช้งานลดต่ำลง
2. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสูญเสียจากการใช้ค่าไฟฟ้า ค่าเครื่องปรับอากาศที่ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคาร
3. สามารถนำผลการทดลองที่ได้ไปเป็นแนวทางการปรับปรุงหรือประยุกต์ในการออกแบบระบบหลังคาของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้นในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

สมมติฐานของการวิจัย

หลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา และภายในบ้านจำลองได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าเรื่องการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียด ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและอาคารที่พักอาศัย วัสดุมุงหลังคา การถ่ายเทความร้อนสู่อาคารผ่านวัสดุมุงหลังคา วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำ และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทางด้านนี้

2. การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ และวัสดุอุปกรณ์

ผู้วิจัยทำการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ โดยมีรูปแบบและลักษณะดังนี้

2.1 ลักษณะของกระเบื้องหลังคาทดลองจะใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) มีความกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร หนา 1.25 เซนติเมตร

2.2 การเจาะช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา จะทำการเจาะบริเวณส่วนโค้งตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาของแต่ละแผ่น ช่องอากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น และ ทำการเจาะช่องอากาศตามยาวของกระเบื้องมุงหลังคาบริเวณส่วนโค้ง 1 ช่องและบริเวณสันกระเบื้อง 2 ช่อง รวมเป็น 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

3. กำหนดเวลาและสถานที่ในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ

ระยะเวลาที่ใช้สำหรับในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เริ่มตั้งแต่วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2547 โดยใช้สถานที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนที่ บ้านเลขที่ 260/9 ซอยพัชราภา แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพ ฯ 10230

4. การทดสอบหาประสิทธิภาพของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา

4.1. การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการระบายความร้อนจากอาคารของกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ เป็นการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคาที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและวิธีการทดสอบดังนี้

4.1.1.ดำเนินการสร้างแบบบ้านจำลอง โดยมีหลังคาและโครงสร้างของฐานรองรับเป็นส่วนประกอบ โครงหลังคาของบ้านจำลองและฐานรองจะใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงานโดยกำหนดให้ขนาดของบ้านจำลองคือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ หลังที่ 2 ใช้กระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นที่มีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น หลังที่ 3 ใช้เป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้นมีช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น

4.1.2. เนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในบ้านจำลอง ด้านข้างของบ้านจำลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบบ้านจำลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นพิเศษ หนา 2 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของบ้านจำลอง ส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

4.1.3. จากการศึกษาพบว่า มุมเอียงของหลังคาที่สามารถทำให้ลมพัดผ่านได้ดีที่สุด คือ มุม 30 องศา ดังนั้นจึงใช้มุมเอียงของหลังคา 30 องศาเพียงมุมเดียวในการทดลอง

4.1.4. การวิจัยนี้ไม่รวมถึงการป้องกันความร้อนโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน

4.2. ข้อมูลที่จะทำการวัดและบันทึกกำหนดไว้ดังนี้

4.2.1. อุณหภูมิอากาศภายนอก

4.2.2. อุณหภูมิอากาศพื้นที่ใต้หลังคา

4.2.3. อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบอุณหภูมิ จากการวัดค่าอุณหภูมิของบ้านทดลองทั้ง 3 หลัง ส่วนค่าความเหมาะสมของการออกแบบเป็นการวิเคราะห์จากแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ โดยได้แนวคิดจากการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนทั่วไปที่พบว่า หลังคาจะเป็นส่วนที่ได้รับแสงแดดมากที่สุดเกือบตลอดทั้งวัน วัสดุมุงหลังคาจะดูดซับรังสีความร้อนที่มากับแสงอาทิตย์ จึงทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุมุงหลังคาสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก ความร้อนที่สะสมในวัสดุมุงหลังคาจะถูกถ่ายเทไปยังช่องว่างอากาศใต้หลังคา เมื่อช่องอากาศใต้หลังคามีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะถ่ายเทความร้อนความร้อนไปสู่ฝ้าเพดานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และเมื่อฝ้าเพดานมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ก็จะเกิดการแผ่รังสีความร้อนให้กับห้องส่งผลให้ภายในห้องมีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย ดังนั้น การระบายอากาศในงานวิจัยนี้จึงเป็นการอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของ ความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกอาคาร โดยเมื่ออากาศภายนอกไหลเข้าสู่ภายในอาคาร ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวบางลงและลอยตัวสูงขึ้นอยู่บนอากาศที่มีความหนาแน่นกว่า ดังนั้นอากาศร้อนที่เข้ามาภายในจะลอยตัวสูงขึ้นข้างบนออกไปทางช่องอากาศ อากาศภายนอกซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดการหมุนเวียนระบายถ่ายเทอากาศภายในขึ้น ซึ่งผลจากการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. ผลทดลองและการวิเคราะห์เพื่อหาค่าอุณหภูมิ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองทั้งสิ้นเป็นเวลา 3 วัน โดยใช้เวลาวัดตั้งแต่ช่วงเวลา 10.00 น. ถึงเวลา 17.00 น. ซึ่งได้ผลการวัดค่าอุณหภูมิดังนี้

1.1. ผลการทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา วันที่ 20 - 22 มีนาคม พ.ศ. 2547

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 40.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 39.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ใต้หลังคาของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 37.33 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 15.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 34.00 องศาเซลเซียส ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 33.00 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 32.33 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 31.50 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 10.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส โดยบ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.5 – 2.67 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคาดีขึ้นตามไปด้วย จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนานที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

1.2. ผลการทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากพื้นที่ภายในบ้านจำลอง วันที่ 20 - 22 มีนาคม พ.ศ. 2547

ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 36.83 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 35.83 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด

ของพื้นที่ภายในบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 34.66 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 15.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 34.00 องศาเซลเซียส ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 1 อยู่ที่ 31.50 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 2 อยู่ที่ 31.16 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิต่ำสุดของบ้านจำลองหลังที่ 3 อยู่ที่ 30.83 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิทั้งหมดเกิดขึ้นที่เวลา 10.00 น. จากอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30.66 องศาเซลเซียส โดยบ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลองจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.34 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลองจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 2.17 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลอง โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองดีขึ้นตามไปด้วย แต่เนื่องด้วยการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองต้องผ่านฝ้าเพดานดังนั้นการระบายอากาศภายในบ้านจำลองจึงส่งผลได้น้อยกว่าพื้นที่ใต้หลังคาที่สามารถระบายอากาศได้โดยตรง ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนานที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการรระบายอากาศต่อพื้นที่ภายในบ้านจำลองได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

2. แบบสอบถามความเหมาะสมด้านการใช้งานของการสร้างช่องอากาศของกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านสถาปัตยกรรม จำนวน 1 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในด้านการออกแบบ โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ในด้านการออกแบบของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศด้านการออกแบบทั่วไปมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.13 โดยที่มีแนวคิดในการออกแบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 รูปแบบในการระบายความร้อนออกจากอาคารทางแผ่นกระเบื้องมุงหลังคามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพอาคารในปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00

อภิปรายผล

จากการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ สามารถนำผลการทดลองที่ได้นำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 กระเบื้องหลังคาทดลองจะใช้กระเบื้องซีแพคโมเนีย ตราช้าง ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) มีความลักษณะกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร ทำการเจาะช่องว่างอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาในแต่ละแผ่น โดยท่ออากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาด ∅ ½ จำนวน1 ช่องและ 3 ช่อง ต่อกระเบื้อง 1 แผ่น ตามลำดับ

1.2 การทดสอบเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้อง ที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่เป็นนิยมใช้กันในปัจจุบัน มีวิธีการทดสอบโดยการดำเนินการสร้างแบบบ้านจำลอง โดยมีโครงสร้างของฐานรองรับ ที่เป็นเหล็กในการประกอบทั้งหมดเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน โดยกำหนดให้ขนาดของบ้านจำลอง คือขนาด 1.20 x 1.20 เมตร จำนวน 3 หลัง โดยหลังที่ 1ชุดที่ 1 จะเป็นกระเบื้องมุงหลังคาซีแพคโมเนีย ที่ไม่มีช่องอากาศ ส่วนหลังที่ 2 กับหลังที่ 3 จะเป็นกระเบื้องมุงหลังคาที่สร้างขึ้น ที่มีจำนวนของช่องอากาศที่แตกต่างกัน ซึ่งกระเบื้องที่นำมาใช้จะเป็นกระเบื้องนิยมใช้กันในปัจจุบันยี่ห้อ ตราช้าง เพียงชนิดเดียวเท่านั้น และเนื่องจากในการวิจัยจะทดลองถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อภายในบ้านจำลอง ด้าน

ข้างของบ้านจำลอง จึงต้องมีการป้องกันอิทธิพลจากภายนอกให้เข้ามามีผลกระทบน้อยที่สุด การออกแบบบ้านจำลองจึงเลือกใช้ โฟมที่มีความหนาแน่นพิเศษ หนา 2 นิ้ว เป็นวัสดุที่ใช้ปิดทับผิวภายในของกล่องทดลอง ส่วนด้านนอกทาทับด้วยสีสำหรับทาภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

1.3 ข้อมูลที่จะทำการวัดและบันทึกผล คือ อุณหภูมิอากาศภายนอก อุณหภูมิอากาศพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง

2. การทดสอบเปรียบเทียบเทียบค่าอุณหภูมิของกระเบื้องมุงหลังคา ที่ทำการสร้างขึ้นกับกระเบื้องมุงหลังคาที่เป็นนิยมใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 จากการทดลอง บ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิภายในพื้นที่ใต้หลังคาจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.5 – 2.67 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคา โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ใต้หลังคาดีขึ้นตามไปด้วย จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการระบายอากาศในพื้นที่ใต้หลังคาได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

2.2 จากการทดลอง บ้านจำลองหลังที่ 2 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลอง จากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.34 – 1 องศาเซลเซียส และบ้านจำลองหลังที่ 3 สามารถลดอุณหภูมิพื้นที่ภายในบ้านจำลองจากหลังคาปกติในบ้านจำลองหลังที่ 1 ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67 – 2.17 องศาเซลเซียส แสดงว่าช่องของอากาศที่สร้างขึ้นมีผลต่อการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลอง โดยที่แผ่นกระเบื้องถ้ามีจำนวนของช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้นก็จะช่วยให้การระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองดีขึ้นตามไปด้วย แต่เนื่องด้วยการระบายอากาศของพื้นที่ภายในบ้านจำลองต้องผ่านฝ้าเพดานดังนั้นการระบายอากาศภายในบ้านจำลองจึงส่งผลได้น้อยกว่าพื้นที่ใต้หลังคาที่สามารถระบายอากาศได้โดยตรง ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าหลังคาที่มีช่องอากาศภายในกระเบื้องมุงหลังคาในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลประสิทธิภาพในการรระบายอากาศต่อพื้นที่ภายในบ้านจำลองได้ดีกว่ากระเบื้องมุงหลังคาทั่วไป

3. การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการออกแบบของการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากการออกแบบทั่วไป พบว่า แนวคิดในการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ รูปแบบในการระบายความร้อนออกจากอาคารทางแผ่นกระเบื้องมุงหลังคา และความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพภูมิอากาศและอาคารในประเทศไทย อยู่ในเกณฑ์ดี เพราะเนื่องจากรูปแบบของหลังคาในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมซึ่งอาศัยการลดอุณหภูมิจากหลังคาทรงสูงตามแบบบ้านทรงไทย ที่มีการสร้างลดน้อยลง การพัฒนาและออกแบบสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าในการทำความเย็นภายในอาคาร ซึ่งมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและอาคารของประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากกว่านี้ ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวคิดเพื่อการศึกษาค้นคว้าที่จะเกิดขึ้นต่อไป ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาถึงการถ่ายเทของมวลอากาศไหลผ่านออกจากช่องระบายอากาศ ว่ามีปริมาณเท่าใด เพื่อจะสามารถหาค่าประสิทธิภาพที่แท้จริงได้

2. ในการออกแบบการทดลอง ควรออกแบบกล่องทดลองให้มีระบบหมุนเวียนของอากาศมากขึ้น เพื่อให้ทราบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในอีกด้านหนึ่ง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาถึงผลของการใช้ฉนวนป้องกันความร้อนควบคู่ไปกับ การใช้ช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา

2. เนื่องจากมุมเอียงของหลังคามีค่าของการถ่ายเทความร้อนที่เข้ามาไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงควรศึกษาความแตกต่างของมุมเอียงของหลังคากับการใช้ช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เช่น หลังคามุม 15 องศา 45 องศา และ 60 องศา

3. ควรศึกษาถึงผลของการไม่ใช้ฝ้าเพดานควบคู่ไปกับ การใช้ช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพราะจะสามารถทำให้อากาศภายในกล่องทดลองสามารถถ่ายเทได้โดยตรง

4. เนื่องจากกล่องทดลองมีขนาดเล็กไปเมื่อเทียบกับขนาดบ้านจริง ดังนั้นพื้นที่ของหลังคาและช่องว่างของอากาศจึงน้อยตามไปด้วย การระบายอากาศจึงลดน้อยตามไปกับพื้นที่หลังคา จึงควรมีการนำไปใช้ทดลองจริงเพื่อหาค่าที่มีความเที่ยงตรงต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จญาดา บุญเกียรติ . (2543) . *การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางหลังคา* . ปริญญานิพนธ์ สถ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ ฯ .

จุไรพร ตุมพสุวรรณ . (2540) . *พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุมุงหลังคาบ้านพักอาศัยในเขตร้อนชื้น* . ปริญญานิพนธ์ สถ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ ฯ .

ตรึงใจ บูรณสมภพ . (2539) . *การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน* . พิมพ์ครั้งที่ 1 . โรงพิมพ์ อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด . กรุงเทพ ฯ .

บุรพัฒน์ ฉัตรวีระ และ พิชัย นิมิตรยงสกุล . (2538) . *การประยุกต์ใช้เส้นใยผักตบชวาเสริมในแผ่นหลังคา* . ว.ส.ท.เทคโนโลยี . 36-42 : กรุงเทพฯ .

ป่าไม้ , กรม . (2533) . *สถิติป่าไม้ ปี 2533* . กรมป่าไม้ : กรุงเทพ ฯ .

พาศนา ตัณฑลักษณ์ . (2528) . *ภาวะภูมิอากาศกับการออกแบบอาคาร* . สำนักพิมพ์ พิทักษ์อักษร . กรุงเทพ ฯ .

พงพัฒน์ มั่งคั่ง . (2536) . *ค่าการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร* . เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน . กรุงเทพ ฯ .

พิภพ สุนทรสมัย . (2530) . *วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง* . เอช – เอน การพิมพ์ : กรุงเทพ ฯ .

ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์ . (2537) . *สารพันปัญหาและการต่อเติมบ้าน* . สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) . กรุงเทพ ฯ .

วินิต ช่อวิเชียร . (2529) . *คอนกรีตเทคโนโลยี* . พิมพ์ครั้งที่7 . ห้างป.สัมพันธ์พาณิชย์ : กรุงเทพ ฯ.

วรวิทย์ ตันศรีประภาศิริ . (2537) . *กระเบื้องมุงหลังคาจากป่าศรนารายณ์* . วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 111-114 : กรุงเทพ ฯ .

วิวัฒน์ คลังวิจิตร . (2535) . *การทดลองหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำวัสดุแผ่นทดแทนไม้ จากวัสดุปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เถ้าแกลบ ปูนขาว และใยมะพร้าว หรือใยผักตบชวา* . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร : กรุงเทพฯ .

ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางอาคาร . (2544) . *บ้านบรรยากาศชีวภาพ* . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : กรุงเทพ ฯ .

สุภาวดี รัตนมาศ . (2543) . *หลังคาในงานสถาปัตยกรรม* . พิมพ์ครั้งที่ 1 . ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ .

สุนทร บุญญาธิการ . (2539) . *อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ* . ปริญญานิพนธ์ สถ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ ฯ .

อรศิริ ปาณินท์ . (2528) . *การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ* . ภาควิชา สถาปัตยกรรม . มหาวิทยาลัยศิลปากร : กรุงเทพ ฯ .

อวิรุทย์ ศรีสุธาพรรณ . (2541) . *การปรับปรุงหลังคาเพื่อลดปริมาณการถ่ายเทความร้อน* . ปริญญานิพนธ์ สถ.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพ ฯ .

อุตสาหกรรม , กระทรวง . (2527) . *มาตรฐานอุตสาหกรรม กระเบื้องซีเมนต์เส้นใยแผ่นลอน (มอก. 535 – 2517)* . อักษรไทย : กรุงเทพ ฯ .

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
จดหมายขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม

ที่ ศธ 0519.12/๐๗๘๒

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ มกราคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคคุสิต

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายไพศาล ห้อชิวงค์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ อาจารย์ประทีป ก่ำพัด
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามให้ นายไพศาล ห้อชิวงค์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 02-9705924 มือถือ 06-3104101

ที่ ศธ 0519.12/3802

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มีนาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน รองผู้จัดการใหญ่ ด้านอุตสาหกรรม บริษัท สยามนิสสันโอโตโมบิล จำกัด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายไพศาล ห้อธิวงศ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถาม ให้ นายไพศาล ห้อธิวงศ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 02-9705924 มือถือ 06-3104101

ที่ ศธ 0519.12/2803

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มีนาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย นายไพศาล ห้อธิวงศ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ" โดยมี อาจารย์ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์โอภาส สุขหวาน เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย ขอเรียนเชิญ นายนพดล ห้อธิวงศ์ นักวิชาการ 3 เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถาม ให้ นายไพศาล ห้อธิวงศ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 02-9705924 มือถือ 06-3104101

ภาคผนวก ข
ประวัติผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้เชี่ยวชาญกรอกแบบถาม

ชื่อ นายอัจฉรินทร์ สารสาส
ตำแหน่ง รองผู้จัดการใหญ่อาวุโสอุตสาหกรรม
วุฒิทางการศึกษา ปริญญาตรี วุฒิ วิศวกรรม (วศ.บ.) จากประเทศญี่ปุ่น
ปริญญาโท วุฒิ ปริญญาบัตร จาก วปอ. หลักสูตร ปรอ. รุ่นที่ 1
ประสบการณ์การทำงานและการสอน 25 ปี
หน่วยงานที่สังกัด บริษัท สยามนิสสัน ออโตโมบิล จำกัด
โทรศัพท์ 01 - 6370412
เชี่ยวชาญด้าน วิศวกรรมการก่อสร้าง, อุตสาหกรรมการผลิต , การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ชื่อ อาจารย์ประทีป ก่ำพัด
ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม
วุฒิทางการศึกษา ปริญญาตรี วุฒิ สถาปัตยกรรม (สถ.บ.) จากสถาบันเทคโนโลยี่เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงานและการสอน 18 ปี
หน่วยงานที่สังกัด วิทยาลัยเทคนิคดุสิต
โทรศัพท์ 02 – 2411317 ต่อ 4201
เชี่ยวชาญด้าน สถาปัตยกรรม , ออกแบบอาคาร

ชื่อ นายนพดล ห้อธิวงค์
ตำแหน่ง นักวิชาการ 3
วุฒิทางการศึกษา ปริญญาตรี วุฒิ วิศวกรรม (วศ.บ.) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปริญญาโท วุฒิ วิศวกรรม (วศ.ม..) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประสบการณ์การทำงานและการสอน 15 ปี
หน่วยงานที่สังกัด สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่แห่งชาติ (ส.ว.ท.ช.)

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม เรื่อง การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคา เพื่อการระบายอากาศ

แบบสอบถาม
เรื่อง
การออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

.....

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเหมาะสมของการออกแบบในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ จำนวน 5 ข้อ ในด้านการออกแบบ

ตอนที่ 4 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 1 วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

แบบสอบถามชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความเหมาะสมของการออกแบบในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น

แบบสอบถามนี้มีสาระครอบคลุมด้านเหมาะสมของการออกแบบ ด้านการออกแบบ จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 สถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาเขียนเครื่องหมาย √ ลงในกรอบ ( ) หน้าข้อที่ตรงกับความเป็นจริง และ / หรือเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. ผู้เชี่ยวชาญด้าน
   - ( ) สถาปัตยกรรม
   - ( ) วิศวกรรม
   - ( ) การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
   - ( ) อื่น ๆ (ระบุ).....

2. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด
   - ( ) ปริญญาตรี วุฒิ.....สถาบันการศึกษา.....
   - ( ) ปริญญาโท วุฒิ.....สถาบันการศึกษา.....
   - ( ) ปริญญาเอก วุฒิ.....สถาบันการศึกษา.....
   - ( ) อื่นๆ (ระบุ) .....

3. ประสบการณ์ด้านการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือเป็นผู้สอนทางด้าน นี้ .....ปี

4. ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน.....

5. อื่น ๆ (ระบุ).....

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบและสร้างช่องอากาศ ในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ข้อแนะนำในการตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นในเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ มีทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ

1. โปรดกรุณาเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของท่านหลังจากประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับการออกแบบในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

2. ค่าระดับคะแนนกำหนดได้ดังนี้

5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับที่ใช้ไม่ได้

ความคิดเห็นของผู้ประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับการออกแบบในการสร้างช่องอากาศในกระเบื้องมุงหลังคาเพื่อการระบายอากาศ

ข้อที่	รายละเอียด	ระดับการประเมิน				
		ดีมาก 5	ดี 4	พอใช้ 3	ปรับปรุง 2	ใช้ไม่ได้ 1
	ด้านการออกแบบ					
1	แนวคิดในการออกแบบงานวิจัย					
2	การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ					
3	รูปแบบในการระบายความร้อนออกจากอาคารทางด้านหลังคา					
4	ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย					
5	ความเหมาะสมของการออกแบบงานวิจัยกับสภาพอาคารในปัจจุบัน					

ตอนที่ 4 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.....

.....

2.....

.....

3.....

.....

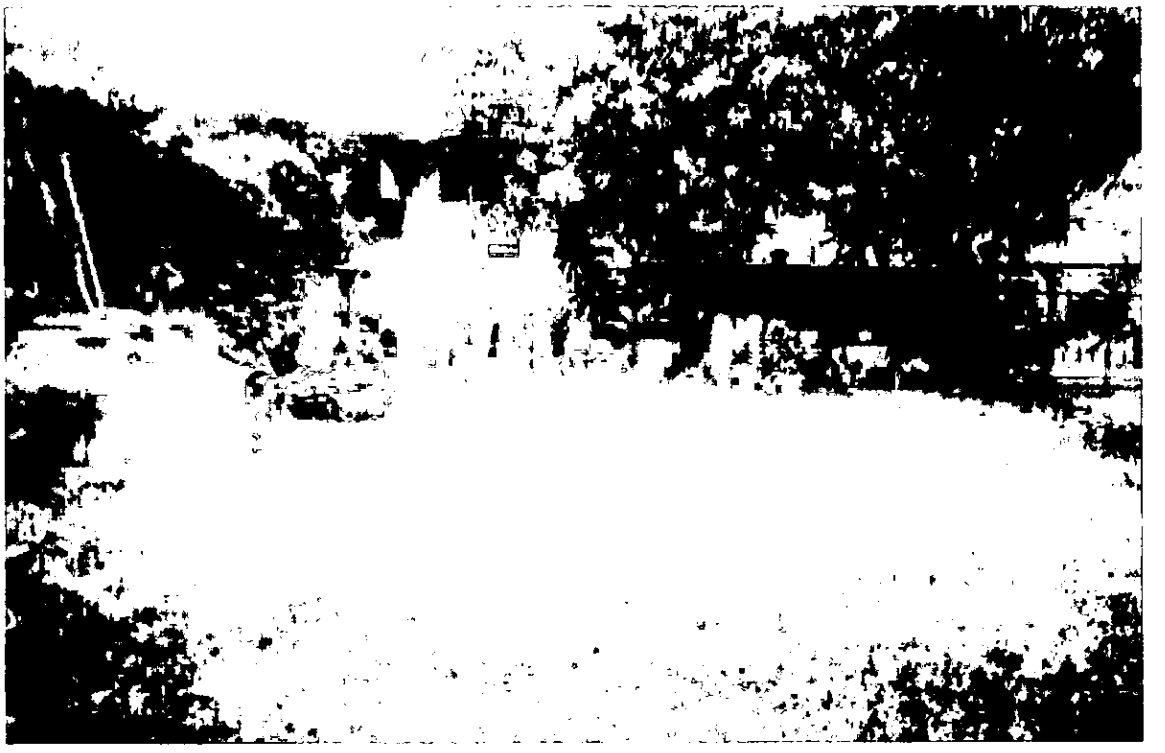
อื่น ๆ (ระบุ) .....

.....

##########

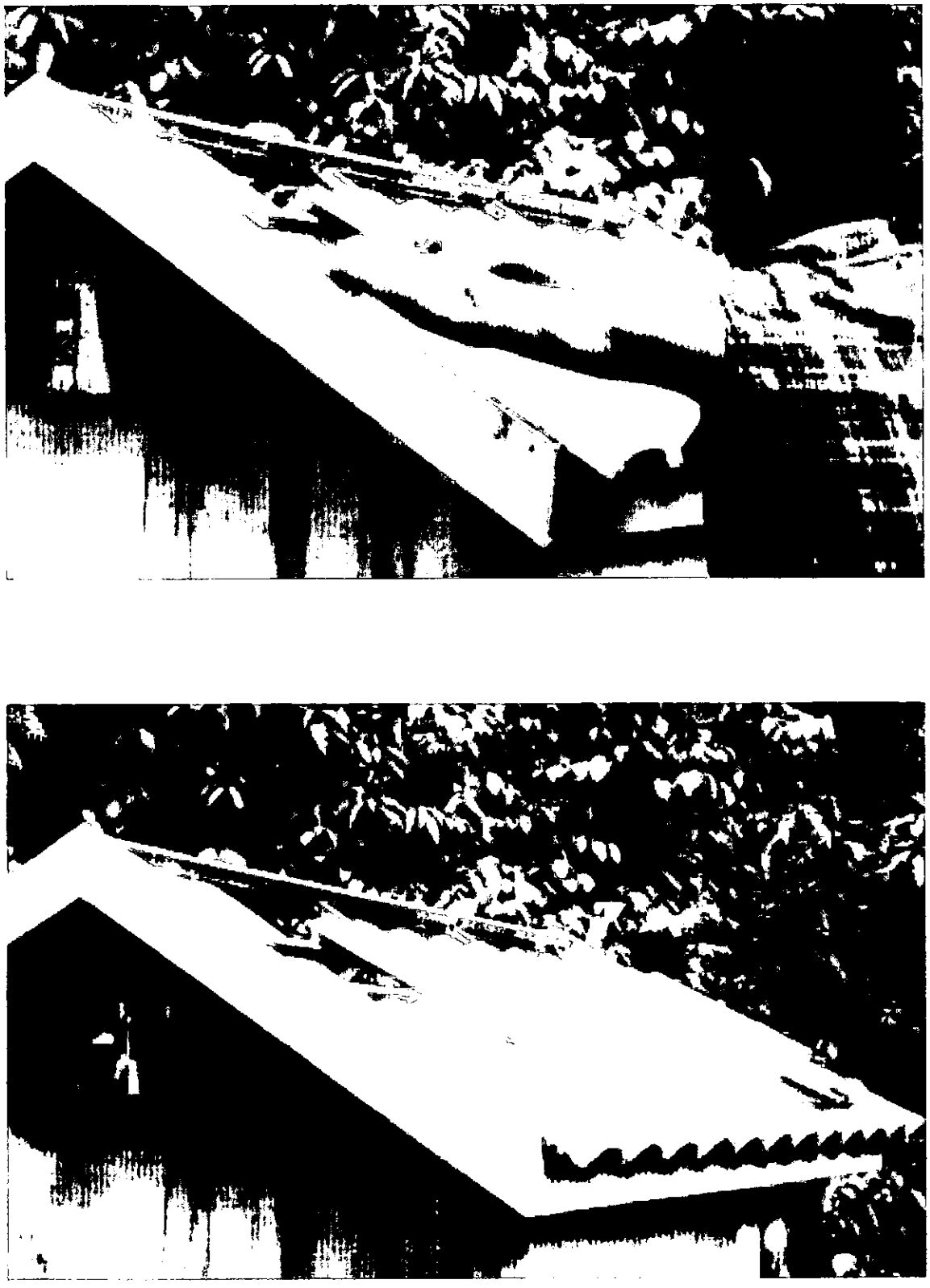
ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ง
ภาพประกอบขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

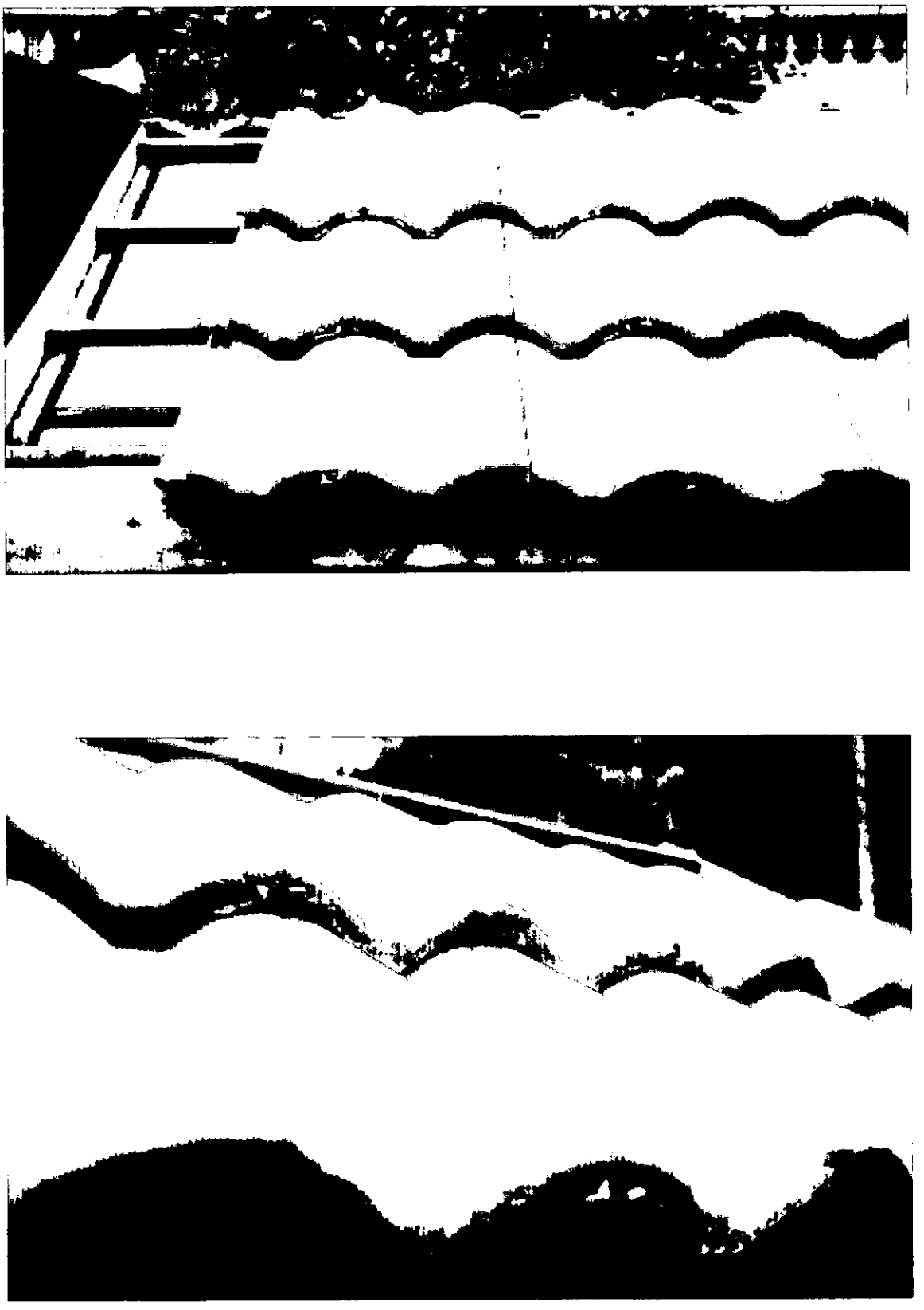


ภาพประกอบ 38 แสดงพื้นที่ว่างที่ใช้ในการวางบ้านจำลอง

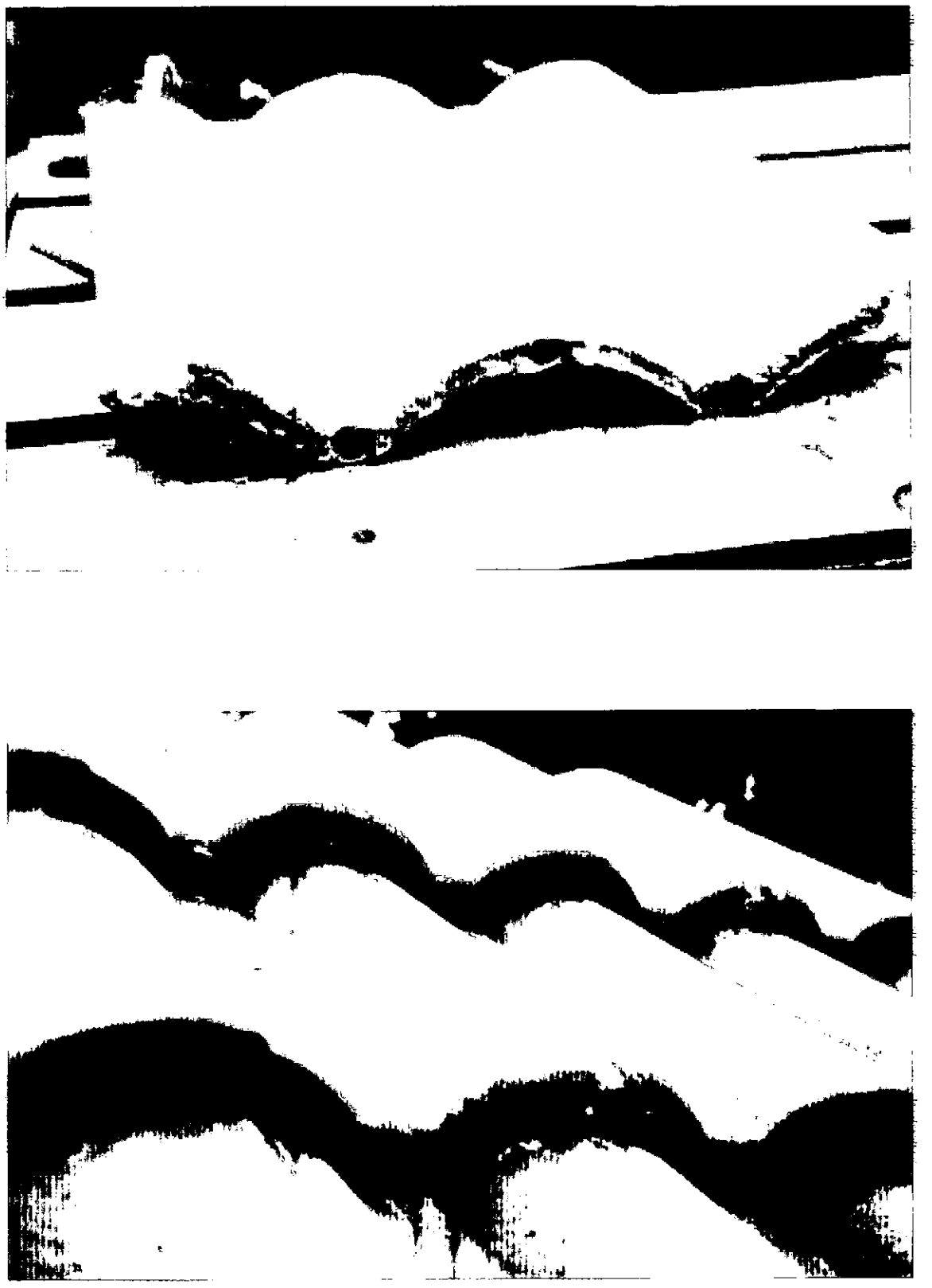
ภาพประกอบ 39 แสดงลักษณะโครงสร้างของหลังคาบ้านจำลอง



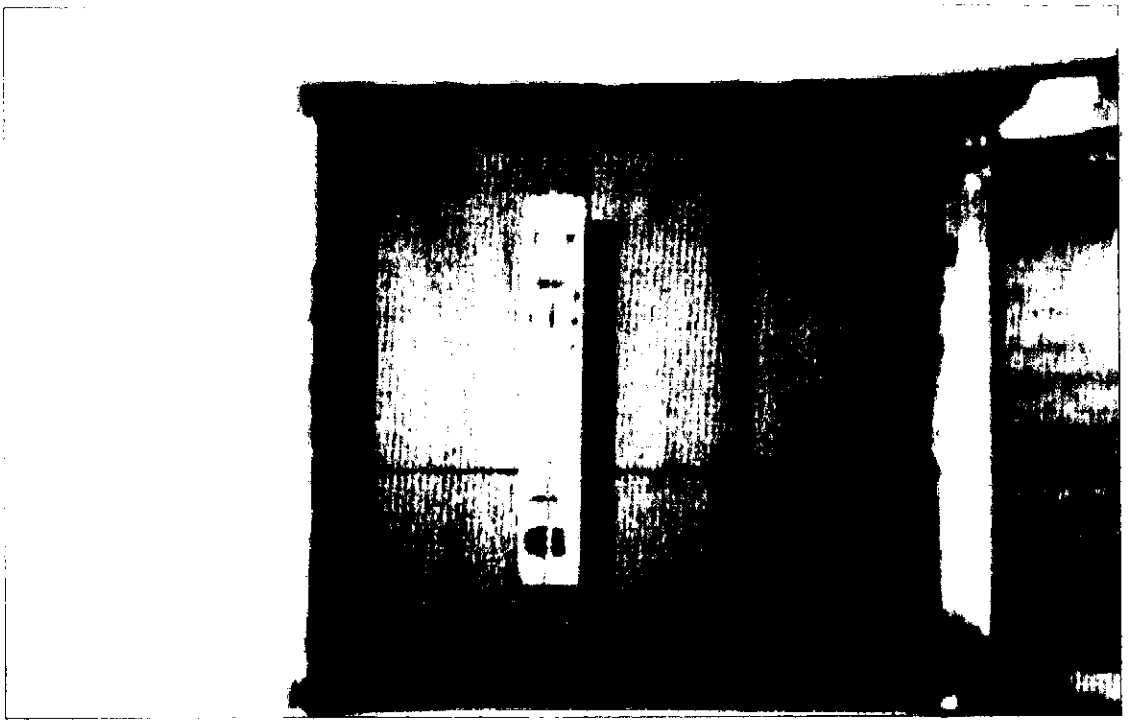
ภาพประกอบ 40 แสดงการติดตั้งแผ่นกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลอง



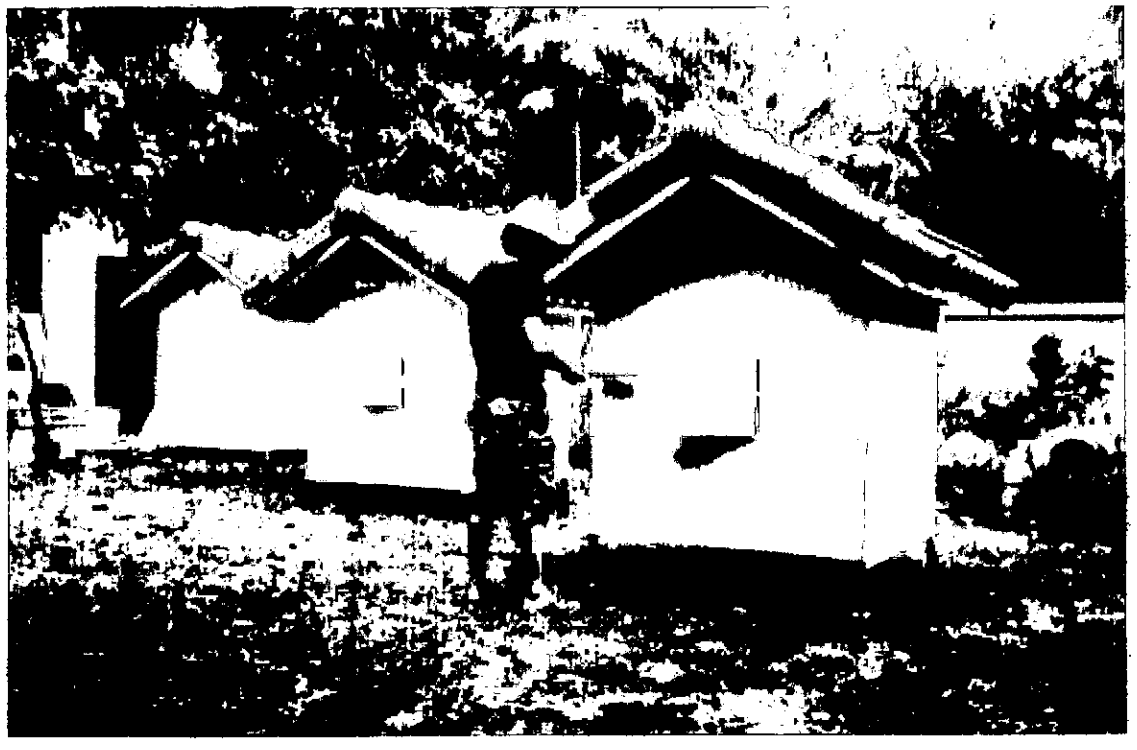
ภาพประกอบ 41 แสดงลักษณะของช่องอากาศจำนวน 1 ช่องในกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลองหลังที่ 2



ภาพประกอบ 42 แสดงลักษณะของช่องอากาศจำนวน 3 ช่องในกระเบื้องมุงหลังคากับบ้านจำลองหลังที่ 3



ภาพประกอบ 43 แสดงการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง



ภาพประกอบ 44 แสดงการทาสีภายนอกของบ้านจำลอง

ภาพประกอบ 45 แสดงลักษณะของบ้านจำลองที่เสร็จสมบูรณ์

ภาพประกอบ 45 แสดงลักษณะการวางบ้านจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ทั้ง 3 หลัง

ภาคผนวก จ
ตารางบันทึกค่าอุณหภูมิ

ตารางบันทึกผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง ครั้งที่ 1
วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2547

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ใต้หลังคา (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	29.00	31.50	31.00	30.50
2	11.00 น.	31.00	33.00	32.50	32.00
3	12.00 น.	31.50	34.00	33.00	32.00
4	13.00 น.	31.50	35.00	33.50	32.00
5	14.00 น.	32.00	36.50	35.00	33.50
6	15.00 น.	33.00	38.00	37.00	36.00
7	16.00 น.	32.50	37.00	36.00	35.00
8	17.00 น.	32.00	34.50	34.00	33.00
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		31.56	34.93	34.00	33.00

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ภายในบ้านจำลอง (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ ∅ ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	29.00	30.00	29.50	29.00
2	11.00 น.	31.00	32.00	31.50	31.00
3	12.00 น.	31.50	33.00	32.50	32.00
4	13.00 น.	31.50	32.50	32.00	31.50
5	14.00 น.	32.00	33.50	32.50	32.00
6	15.00 น.	33.00	36.00	34.50	34.00
7	16.00 น.	32.50	34.00	34.00	33.00
8	17.00 น.	32.00	33.00	32.50	31.00
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		31.56	33.00	32.37	31.68

ตารางบันทึกผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง ครั้งที่ 2
วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2547

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ใต้หลังคา (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	31.00	32.50	32.00	31.00
2	11.00 น.	32.00	35.00	34.00	33.00
3	12.00 น.	35.00	37.50	37.00	36.00
4	13.00 น.	34.50	39.50	38.50	37.50
5	14.00 น.	35.00	41.00	40.00	38.00
6	15.00 น.	34.00	40.00	39.00	37.00
7	16.00 น.	33.50	38.00	37.50	35.00
8	17.00 น.	33.00	35.50	35.00	33.50
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		33.50	37.37	36.62	35.12

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ภายในบ้านจำลอง (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	31.00	31.50	31.00	31.00
2	11.00 น.	32.00	33.00	33.00	32.50
3	12.00 น.	35.00	35.00	34.50	34.00
4	13.00 น.	34.50	36.00	35.50	34.50
5	14.00 น.	35.00	37.00	36.00	35.00
6	15.00 น.	34.00	36.50	35.50	34.00
7	16.00 น.	33.50	36.00	33.50	33.50
8	17.00 น.	33.00	35.00	34.50	33.00
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		33.50	35.00	34.18	33.43

ตารางบันทึกผลการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากพื้นที่ใต้หลังคา และอุณหภูมิภายในบ้านจำลอง ครั้งที่ 3
วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2547

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ใต้หลังคา (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	32.00	35.00	34.00	33.00
2	11.00 น.	31.00	33.50	33.00	32.00
3	12.00 น.	33.50	38.00	37.00	36.00
4	13.00 น.	34.00	41.00	40.00	38.50
5	14.00 น.	35.00	42.00	41.00	39.00
6	15.00 น.	35.00	42.00	41.00	39.00
7	16.00 น.	34.00	41.00	39.00	37.00
8	17.00 น.	33.00	37.50	36.00	35.00
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		33.43	38.75	37.62	36.18

วัดครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นที่ภายในบ้านจำลอง (องศาเซลเซียส)		
			บ้านจำลองที่ 1 ไม่มีช่องอากาศ (หลังคาปกติ)	บ้านจำลองที่ 2 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 1 ช่อง	บ้านจำลองที่ 3 ขนาดช่องอากาศ Ø ½ นิ้ว จำนวน 3 ช่อง
1	10.00 น.	32.00	33.00	33.50	32.50
2	11.00 น.	31.00	32.50	31.50	30.50
3	12.00 น.	33.50	34.00	34.00	33.50
4	13.00 น.	34.00	36.00	35.50	35.00
5	14.00 น.	35.00	38.00	37.50	36.00
6	15.00 น.	35.00	38.00	37.50	36.00
7	16.00 น.	34.00	38.00	36.00	33.50
8	17.00 น.	33.00	36.50	35.00	34.00
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ		33.43	35.75	35.06	33.87

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย ไพศาล ห้อชิวงค์
วันเดือนปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ 2514
สถานที่เกิด	อ. บางกอกน้อย จ. กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	244 / 276 หมู่บ้านเธียรสวน ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ทำธุรกิจส่วนตัว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	244 / 276 หมู่บ้านเธียรสวน ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเขมาภิรตาราม จ. นนทบุรี
พ.ศ. 2538	ประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค คณะสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคดุสิต กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2540	ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2547	ปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯกรุงเทพฯ