แนวทางการศึกษาการนำวัสดุภายในประเทศมาใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร เพื่อลดอุณหภูมิและสร้างภาวะแวดล้อมที่สบาย

AN ANALYTICAL STUDY ON MATERIAL COOLING TO OBTAIN INDOOR COMFORT ENVRONMENT FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK.

เอกลักษณ์ วงศ์พานิช

EKKALUCK WONGPHANICH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-319-4

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แนวทางการศึกษาการนำวัสดุภายในประเทศมาใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร เพื่อลดอุณหภูมิและสร้างภาวะแวดล้อมที่สบาย

AN ANALYTICAL STUDY ON MATERIAL COOLING TO OBTAIN INDOOR COMFORT ENVIRONMENT FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK.

เอกลักษณ์ วงศ์พานิช
EKKALUCK WONGPHANICH

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47506
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-319-4

AN ANALYTICAL STUDY ON MATERIAL COOLING TO OBTAIN INDOOR COMFORT ENVIRONMENT FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK.

EKKALUCK WONGPHANICH

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-319-4

COPYRIGHT 2002
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKHABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวทางการศึกษาการนำวัสดุภายในประเทศมาใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัย ในกรุงเทพมหานคร เพื่อลดอุณหภูมิสร้างและภาวะแวดล้อมที่สบาย

AN ANALYTICAL STUDY ON MATERIAL COOLING TO OBTAIN INDOOR COMFORT ENVIRONMENT FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN BANGKOK

ชื่อนักศึกษา นายเอกลักษณ์ วงศ์พานิช

รหัสประจำตัว 41063105

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ธีรมน	ไวโรจนกิจ	
รศ.สุภาวดี	รัตนมาศ	
ผศ.ดร.สมชาย	ศรีสมพงษ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 เมษายน 2546 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ภาควิชาสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 9 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2546

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการศึกษาการนำวัสดุภายในประเทศมาใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานครเพื่อลดอุณหภูมิและสร้างภาวะแวดล้อมที่สบาย
นักศึกษา	นายเอกลักษณ์ วงศ์พานิช
รหัสประจำตัว	41063105
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ธีรมน ไวโรจนกิจ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอาคารบ้านพักอาศัยจำนวนมากในกรุงเทพมหานครมีความจำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร การเลือกใช้วัสดุส่วนประกอบภายในอาคารเหล่านี้เช่นในส่วนการปูผิวพื้นและผนังที่ไม่เหมาะสม จะทำให้มีการสูญเสียอุณหภูมิและทำให้เครื่องปรับอากาศมีภาระการทำงานที่มากขึ้นซึ่งทำให้มีการสิ้นเปลืองพลังงาน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและค้นคว้าถึงวัสดุภายในประเทศ ที่ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังที่สามารถหาได้ในท้องตลาดทั่วๆไปและมีราคาไม่แพง โดยวัสดุนั้นมีคุณสมบัติในการเก็บรักษาอุณหภูมิจากแหล่งความเย็นทั้งจากระบบปรับอากาศและจากแหล่งความเย็นอื่นๆที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลทำให้วัสดุนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำอย่างรวดเร็วและสามารถรักษาอุณหภูมิที่ตัววัสดุ และเมื่อปิดระบบทำความเย็นแล้ววัสดุนั้นสามารถแผ่รังสีความเย็นออกเพื่อช่วยรักษาอุณหภูมิภายในห้อง เพื่อปรับสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) ส่งผลให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิจริงและลดการทำงานของระบบปรับอากาศซึ่งจะช่วยในการประหยัดพลังงาน

วิธีทดลองทำโดยการคัดเลือกวัสดุมา 10 ชนิดมาทำการทดลองเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิ การรักษาอุณหภูมิ และการแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุคืนสู่อากาศภายในห้อง โดยใช้แหล่งความเย็น2รูปแบบ คือ ระบบแผ่รังสีความเย็น และระบบปรับอากาศแบบเครื่องปรับอากาศทั่วไป ที่ระยะต่างๆ

ผลการทดลองพบว่าวัสดุมีการลดอุณหภูมิและการรักษาอุณหภูมิที่แตกต่างกันจริง แต่แตกต่างกันไม่มากคือ ไม่เกิน 1.5 ^{o}C วัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องทดลองไม่เกิน 2^{o}C ภายหลังปิดระบบทำความเย็น ในด้านการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนสู่อากาศในห้องทดลอง มีผลในระยะ 1ซ.ม.จากผิววัสดุและวัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องไม่เกิน 1 ^{o}C

แนวทางการนำผลการวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับอาคารเมื่อทราบถึงคุณสมบัติในด้านอุณหภูมิของวัสดุชนิดต่างๆนั้น สามารถทำได้โดยนำวัสดุที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้กับอาคารโดยคำนึงถึงแหล่งความเย็นที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วย แนวทางดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

- วัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำเร็วที่สุดคือ กระเบื้องดินเผาหนา 1.8 ซ.ม. และ กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง2ชนิดมีความเหมาะสมในการใช้แหล่งความเย็นที่คงที่เพื่อดึงความเย็นมาใช้ในอาคาร เช่นจากดินที่มีความลึกประกอบกับการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะมีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 27 °C โดยให้พื้นและผนังของอาคารมีผิวสัมผัสกับดินและใช้วัสดุนี้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารที่สัมผัสกับดิน
- วัสดุที่มีการรักษาอุณหภูมิได้นานที่สุดคือ กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม. และ หินแกรนิต วัสดุทั้ง 2 ชนิดมีความเหมาะสมในการใช้แหล่งความเย็นจากระบบปรับอากาศ เมื่อนำไปใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารจะช่วยในเรื่องการปรับสภาวะแวดล้อมในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ ทั้งในขณะเปิดระบบและหลังจากปิดระบบทำความเย็น แต่มีข้อควรระวังในการใช้วัสดุดังกล่าวคือการป้องกันความร้อนจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในตัววัสดุ
- วัสดุที่มีความเหมาะสมในการใช้แหล่งความเย็นทั้งจากดินและระบบปรับอากาศร่วมกัน โดยวัสดุที่ดีที่สุดต้องมีความสมดุลย์กันทั้งในด้านการลดและการรักษาอุณหภูมิวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ หินอ่อน หินแกรนิตและกระเบื้องดินเผาหนา1.8ซ.ม.เพราะวัสดุทั้ง3ชนิดมีการลดอุณหภูมิที่รวดเร็วและมีการรักษาอุณหภูมิที่วัสดุ เมื่อนำวัสดุนี้ไปใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารก็จะช่วยในการดึงความเย็นจากดินเข้ามาในอาคารทำให้สามารถลดอุณหภูมิที่วัสดุได้อย่างรวดเร็วและมีการรักษาอุณหภูมิภายหลังปิดระบบปรับอากาศ

ในการวิจัยและทดลองครั้งนี้ถ้าวัสดุได้รับอุณหภูมิความเย็นจากแหล่งความเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่าตลอดจนการใช้วัสดุที่ปริมาณวัสดุมากกว่าที่ใช้ในการทดลองอาจได้ผลที่แตกต่างออกไป อย่างไรก็ตามสำหรับในการเลือกวัสดุต่างๆไปใช้กับอาคารบ้านพักอาศัยนั้นก็จะต้องขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคารที่จะพิจารณาเลือกใช้วัสดุปูผิวพื้นและผนังของอาคารโดยการคำนึงถึงความเหมาะสมด้านความสวยงามของภายในส่วนพื้นและผนังอาคารประกอบด้วย

Thesis Title	An analytical study on material cooling to obtain indoor comfort environment for residential buildings in Bangkok.
Student	Mr. Ekkaluck Wongphanich
Studen ID.	41063105
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2003
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Teeramon Wirochanakich

ABSTRACT

Present time, lots of residences in Bangkok have to install air-conditioned system. Inappropriate use of floor and wall finishing in those building could be over-burden of air - condition system and finally lose electrical energy.

The research objectives were to study and to find domestic floor and wall finishing materials, which could be easily found in market and affordable. These materials have to keep low temperature received from coolness source such as air-conditioned system and other appropriate sources. They could reduce their temperature rapidly and could keep low temperature still after turned of coolness source. Moreover, the selected material could radiate coolness to conserve room temperature and to adjust indoor environment low temperature, which conducted temperature changing between human skin and environment. This effect could Make building resident cooler than staying in true temperature. Moreover, it could reduce working burden of air-conditioned system for energy saving purpose as well.

The experimental method was selected to test 10 materials and about their temperature reduction, temperature reservation and coolness radiated to room temperature. By using 2 coolness source types as radiant cooling system and general air-conditioned system at various distances.

The result of this study shows that each material has differences both in temperature reduction and temperature reservation, which were insignificantly. Because of the difference is not more than 1.5^{o}C. / After turning off cooling system, tested materials temperature were lower than laboratory temperature to about 2^{o}C coolness radiated back to laboratory

atmosphere and was effected only 1 cm. from material surface. The difference between tested materials and laboratory temperature was not more than 1°C.

Research result can be applied in building by considering each material characteristic in side of each material of temperature property, together with appropriate coolness source are as follows:

- The most rapid temperature reduction materials were Terra-cotta tile 1.8 cm. thickness and Ceramic tile, which were appropriated in case of using coolness from stable coolness source. Such as ground temperature, which could stable temperature about 27°C after the appropriate environmental adjustment, using both materials for finished building surface that contacted with ground.
- The longest temperature conservation materials were Terra-cotta tile (4.2 cm.-thickness) and Granite. Both materials were appropriate in case of using coolness from air-condition system, which could reduce building temperature both when turned off cooling system.
- Appropriate materials in case of using coolness source both from ground and air-condition together were marble, granite and terra cotta tile (1.8 cm.- thickness). These were the best materials because of the balancing both in temperature reduction and temperature reservation. They could reduce their temperature rapidly and could conserve their temperature also, so that, when they conducted coolness from ground into building, they could reduce their temperature rapidly. And after turned off the cooling system, they still conserved their temperature.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้ ถ้าปราศจากความช่วยเหลือ สั่งสอน แนะนำให้คำปรึกษา จาก รศ. ธีรมน ไวโรจนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยาวิทยานิพนธ์ รศ. สุภาวดี รัตนมาศ ผศ.ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ เป็นผู้ให้คำปรึกษา และเป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และท่านอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยในการประสิทธิประศาสตร์วิชา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ สมาน วงศ์พานิช (บิดา) สุวภี วงศ์พานิช (มารดา) ที่ให้กำเนิด กำลังใจ และกำลังทรัพย์ยามขัดสนมาตลอด อารธีร์ มณีวรรณ ที่ช่วยแปลบทคัดย่อ และช่วยตรวจสอบเรียบเรียงแก้ไขภาษาที่ใช้ในการพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT.) ศ.ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนนท์ ที่ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อให้ใช้ห้องตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง ประภาพงษ์ วางทุกข์ ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น พิพัฒน์ ชัยวัฒน์วรกุล ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและจัดหาเครื่องมือที่ใช้ทำการทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคนิคของ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT.) ที่ช่วยเก็บข้อมูลผลการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ สพช. ที่มอบทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกลักษณ์ วงศ์พานิช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญภาพ.....VI

สารบัญแผนภูมิ.....VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....3

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

1.7 ข้อจำกัดในการทำวิทยานิพนธ์.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ลักษณะการตอบสนองของมนุษย์ต่อสภาวะแวดล้อม.....5

2.2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร.....9

2.2.1 การถ่ายเทความร้อน.....10

2.2.2 แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคาร.....11

2.3 องค์ประกอบที่มีผลต่ออุณหภูมิที่รู้สึกสบายของร่างกายมนุษย์ในอาคาร.....12

2.3.1 กิจกรรม.....12

2.3.2 เสื้อผ้าที่สวมใส่.....13

2.3.3 องค์ประกอบสิ่งแวดล้อม.....14

2.4 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย.....15

2.4.1 การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ (MEAN RADIANT TEMPERATURE)....15

2.4.2 ค่าความจุความร้อน (Heat Capacity).....16

2.4.3 การหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนัง (Time Lag)....16
2.4.4 ผลกระทบของมวลสารต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง....17
2.4.5 ผลกระทบของมวลสารของผนังและค่าการถ่ายเทความร้อน....17
2.4.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผิววัสดุ....18
2.5 ลักษณะเบื้องต้นของการใช้ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็นกับอาคาร....20

บทที่ 3 สภาพภูมิอากาศกรุงเทพมหานคร

3.1 ลักษณะสภาวะอากาศทั่วไป....23
3.2 การวิเคราะห์อิทธิพลลมกับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร....26
3.3 อิทธิพลของความชื้น....27

บทที่ 4 แนวทางการวิเคราะห์ แหล่งความเย็นและวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์การทำงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น....30
4.1.1 ข้อดีของการใช้ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น....32
4.1.2 การทำงานของระบบลดความชื้นแบบวงล้อลดความชื้น (Desiccant) และเหตุผลที่นำมาใช้....32
4.1.3 เหตุผลในการนำเอาระบบมาใช้งานนอกเหนือจากระบบคอยล์เย็น....33
4.2 การศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของระบบแผ่รังสีความเย็นเพื่อมาใช้ในการวิจัย....35
4.2.1 การนำระบบการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย....35
4.2.2 ข้อพิจารณาการนำระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย....35
4.2.3 ลักษณะความเหมาะสมของการนำระบบการแผ่รังสีความเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย....38
4.3 แนวทางการคัดเลือกวัสดุที่ผลิตภายในประเทศที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อใช้ในการวิจัย....40
4.3.1 การคัดเลือกวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัย ในส่วนการปูผิวพื้นและผนัง....40
4.3.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุที่จะนำมาคัดเลือกเพื่อใช้ในการวิจัย....44
4.3.3 การพิจารณาการเลือกวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย....46
4.3.4 สรุปวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง....47

บทที่ 5 วิธีการวิจัย

5.1 สมมุติฐานในการวิจัย.....50

5.2 วิธีการทดลอง.....50

5.2.1 หลักการทดลองเบื้องต้นขั้นที่1.....50

5.2.2 การทดลองขั้นที่ 2.....51

5.3 ลักษณะห้องทดลอง.....52

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....54

5.5 ขั้นตอนการทดลอง.....55

5.5.1 ขั้นตอนการทดลองขั้นที่1.....55

5.5.2 ขั้นตอนการทดลองขั้นที่2.....56

บทที่ 6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

6.1 การทดลองเบื้องต้นขั้นที่1.....57

6.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองขั้นที่ 1.....72

6.2.1 ผลของระยะห่างระหว่างวัสดุกับแหล่งความเย็น.....72

6.2.2 ผลของมุมกระทำระหว่างวัสดุกับแหล่งความเย็น.....73

6.2.3 ผลของการลดอุณหภูมิของวัสดุที่ทำการทดลอง.....73

6.2.4 ผลของการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุที่ทำการทดลอง.....75

6.3 การทดลองขั้นที่2.....77

6.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองขั้นที่ 2.....92

6.4.1 การแผ่รังสีความเย็นจากตัววัสดุ.....92

6.4.2 ระยะห่างของการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุที่มีผลกับอากาศภายในห้องทดลอง.....93

6.5 สรุปผลการทดลอง.....95

6.5.1 อุณหภูมิของวัสดุ.....95

6.5.2 การแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุไปยังอากาศภายในห้องหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น....96

6.5.3 สรุปความสามารถในการลดและรักษาอุณหภูมิของวัสดุในแต่ล่ะชนิด.....97

บทที่ 7 การนำผลการวิจัยมาประยุกต์ใช้กับอาคาร

7.1 รูปแบบที่ 1 วัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุด.....100

7.2 รูปแบบที่ 2 วัสดุที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานานภายหลังปิดระบบทำความเย็น....107

7.3 รูปแบบที่ 3 การประยุกต์ใช้วัสดุทั้ง 2 รูปแบบร่วมกัน.....111

บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 ผลสรุปคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของวัสดุจากผลการทดลอง.....114

8.2 แนวทางเสนอแนะการใช้วัสดุภายในอาคารที่เหมาะสมกับแหล่งความเย็น.....115

8.2.1 จากแหล่งความเย็นที่มีจากธรรมชาติเช่นแหล่งความเย็นจากดิน.....115

8.2.2 จากแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นและระบบปรับอากาศ.....116

8.2.3 จากแหล่งความเย็นที่มีจากธรรมชาติเช่นแหล่งความเย็นจากดินใช้งานร่วมกับแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นหรือจากระบบปรับอากาศ.....118

8.3 แนวทางเสนอแนะการนำวัสดุที่เหมาะสมมาใช้กับห้องต่างๆภายในอาคารบ้านพักอาศัย.....120

8.3.1 การนำวัสดุมาใช้กับห้องต่างๆภายในบ้านพักอาศัยให้เหมาะสมตามแนวทางการวิจัย.....121

8.3.2 ลักษณะการใช้งานและการใช้วัสดุปูผิวพื้นและผนังกับห้องต่างๆภายในอาคารบ้านพักอาศัย.....122

8.3.3 ลักษณะด้านความสวยงามของวัสดุชนิดต่างๆ.....135

บรรณานุกรม.....138

ประวัติผู้เขียน.....139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดความร้อนจากร่างกาย	6
3.1	แสดงสถิติอุณหภูมิ ($^{\circ}C$) ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	23
3.2	แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	23
3.3	แสดงเวลา(จำนวน ช.ม.)ที่มีแสงจากพระอาทิตย์ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	24
3.4	แสดงปริมาณฝนของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	24
3.5	แสดงจำนวนเมฆในท้องฟ้าของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	25
3.6	แสดงความเร็ว (m/s) และทิศทางของลมของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ	25
4.1	แสดงค่า ความหนาแน่น(P) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) ค่าความร้อนเฉพาะ(S) ของวัสดุทั่วไป	41
4.2	แสดงรายการ และรายเอียดของวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง	47
6.1	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุต่างๆขณะเปิดระบบทำความเย็น	74
6.2	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่เวลาต่างๆหลังปิดระบบแหล่งความเย็น	76
6.3	แสดงอุณหภูมิผิววัสดุที่ระยะห่างต่างๆหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น	94

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงลักษณะสมดุลความร้อนของมนุษย์.....5

2.2 แสดงลักษณะสมดุลความร้อนของร่างกาย 7

2.3 แสดงลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาคาร 9

2.4 แสดงการคำนวณ MRT.....15

2.5 แสดงลักษณะรังสีความร้อนที่ส่งผ่านเข้าไปในวัสดุ.....19

2.6 แสดงลักษณะการทำงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น.....20

3.1 แสดงทิศทางลมในจังหวัดกรุงเทพมหานคร.....25

4.1 แสดงหลักการแผ่รังสีความเย็นของแผ่นแบบเรียบเย็น.....30

4.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น.....31

4.3 แสดงระบบวงล้อแลกเปลี่ยนความชื้น Desiccant.....32

4.4 แสดงการเปรียบเทียบภาระทางกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในระบบ Conventional HVAC และ ระบบ Radiant cooling HVAC สำหรับอาคารสำนักงานใน Los Angeles, USA [5].....33

4.5 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีระหว่างร่างกายมนุษย์กับผนังและฝ้าอาคารที่อุณหภูมิต่ำ.....38

4.6 แสดงวัสดุแต่ละชนิดที่คัดเลือกมาใช้ในการทดลอง.....48

5.1 แสดงผังพื้นและทิศที่ตั้งของห้องทดลอง.....52

5.2 แสดงรูปภายนอกและภายในของห้องทดลอง.....53

5.3 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูลโดยจะบันทึกข้อมูลอุณหภูมิวัสดุและอากาศทุกๆ 1นาที.....54

5.4 แสดงการติดตั้งตัววัดอุณหภูมิที่ผิววัสดุและตัววัดอุณหภูมิอากาศที่ภายในและภายนอกห้องทดลอง.....54

6.1 แสดงลักษณะของการวางของวัสดุและจุดวัดอุณหภูมิที่ทำการทดลอง.....57

6.2 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง.....66

6.3 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง.....70

6.4 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลองด้านการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุ.....78

6.5 แสดงลักษณะการวางของวัสดุและจุดวัดอุณหภูมิที่ทำการทดลองด้านการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุ.....87

7.1 แสดงการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้กับการปูผิวพื้นและผนังบางส่วนภายในอาคารโดยที่มีผิวสัมผัสกับดิน.....106

7.2 แสดงการนำวัสดุมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นอาคารเพื่อดึงความเย็นของดินมาใช้.....106
7.3 แสดงการทำให้ผนังบางส่วนของอาคารสัมผัสกับดิน.....107
7.4 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม..หรือหินแกรนิตปูผิวพื้นและผนังทั่วไปในอาคาร.....108
7.5 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนาหรือหินแกรนิตปูผิวพื้นและผนังโดยใช้ผนังสองชั้น แล้วแทรกด้วยฉนวน.....109
7.6 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนาหรือหินแกรนิตปูผิวพื้นและผนังโดยใช้ผนังระบบฉนวน ภายนอกอาคาร.....110
7.7 แสดงการใช้ แหล่งความเย็นจากดินและการสะสมรักษาความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ.....112
8.1 แสดงการนำกระเบื้องดินเผามาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก.....122
8.2 แสดงการใช้กระเบื้องเซรามิกมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก.....122
8.3 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก.....123
8.4 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก.....123
8.5 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นของโถงทางเข้าพระตำหนักหงส์.....124
8.6 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังบางส่วน ของห้องรับแขกกับการใช้หินอ่อนปูพื้นและเต็มพื้นที่ผนังของห้องรับแขก.....124
8.7 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน – นั่งเล่น.....125
8.8 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน – นั่งเล่น.....126
8.9 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน – นั่งเล่น.....126
8.10 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศการนำกระเบื้องดินเผามาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับประทาน อาหาร กับการใช้กระเบื้องดินเผาปูผิวพื้นและผนังของห้องรับประทานอาหาร.....127
8.11 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาสีอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องเตรียมอาหาร.....128
8.12 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องประทานอาหาร.....128
8.13 แสดงการนำอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องประทานอาหาร.....129
8.14 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน.....130
8.15 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน.....130
8.16 แสดงการนำหินทรายมาใช้ในส่วนการปูผิวผนังของห้องนอน.....131
8.17 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน.....131
8.18 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องครัว.....132
8.19 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องครัว.....133
8.20 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ.....134
8.21 แสดงการนำหินแกรนิตและหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ.....134

8.22 แสดงลักษณะของกระเบื้องดินเผารูปแบบต่างๆ.....135
8.23 แสดงลักษณะของกระเบื้องเซรามิกรูปแบบต่างๆ.....136
8.24 แสดงลักษณะของหินแกรนิตและหินอ่อนรูปแบบต่างๆ.....136

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
6.1	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	58
6.2	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	59
6.3	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	60
6.4	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	61
6.5	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	62
6.6	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	63
6.7	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	64
6.8	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	65
6.9	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	67
6.10	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	68
6.11	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	69
6.12	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	71
6.13	แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุ	79
6.14	แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม	80
6.15	แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุ	81
6.16	แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม	82
6.17	แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุ	83
6.18	แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม	84
6.19	แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุ	85
6.20	แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม	86
6.21	แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากผิวหินอ่อน	88
6.22	แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากผิวหินแกรนิต	89
6.23	แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากผิวกระเบื้องดินเผาบาง	90
6.24	แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากผิวกระเบื้องดินเผาหนา	91
7.1	แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินในบริเวณเดียวกัน ที่สนามกอล์ฟ ฐปะเตมีย์ ในเดือนมกราคม ปีพ.ศ.2539	101

7.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิอากาศภายใน ภายนอกอาคารและอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารที่ระดับความลึก 0.6 ม. จากผิวดินถมภายนอก ทางด้านทิศใต้ระหว่างผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกและดินเปียก.....102
7.3 แสดงอุณหภูมิผิวดินที่ความลึก 62.5 ซ.ม.....103
7.4 แสดงอุณหภูมิผิวดินเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลา 1วัน.....104

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอาคารบ้านพักอาศัยจำนวนมากในกรุงเทพมหานคร มีความจำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคารเพื่อปรับสภาวะแวดล้อมในอาคารให้อยู่ในภาวะความสบาย อาคารเหล่านี้ใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศไปอย่างสิ้นเปลืองโดยมองข้ามสาเหตุที่ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน ยกตัวอย่างเช่นสาเหตุจากการใช้วัสดุที่สะสมความชื้นเป็นส่วนประกอบภายในอาคาร การรั่วไหลของอากาศไปสู่ภายนอกอาคาร ตลอดจนวัสดุที่นำมาใช้ตกแต่งภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารที่มีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสม สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ทำให้เครื่องปรับอากาศมีภาระการทำงานที่มากและทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงวัสดุต่างๆภายในประเทศที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังในอาคารบ้านพักอาศัย ที่มีคุณสมบัติสามารถลดอุณหภูมิที่ตัววัสดุได้อย่างรวดเร็วและสามารถรักษาอุณหภูมิความเย็นในตัววัสดุได้เป็นเวลานาน เมื่อได้รับความเย็นจากเครื่องปรับอากาศหรือความเย็นจากสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร รวมทั้งเมื่อปิดแหล่งความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ วัสดุนั้นจะมีการรักษาอุณหภูมิและมีการแผ่รังสีความเย็นออกมาเพื่อช่วยรักษาอุณหภูมิความเย็นของอากาศภายในอาคารและทำให้สภาพแวดล้อมในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ ถ้าสภาพแวดล้อมของภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวกายเรา จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) ส่งผลให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิจริง ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวอาจเป็นวัสดุที่เราใช้กันทั่วๆไปในส่วนการปูผิวพื้นและผนังเช่น กระเบื้องเซรามิก หินอ่อน หินแกรนิต กระเบื้องดินเผา หรือในประเภทโลหะเช่นอลูมิเนียมเป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาและวิจัยว่าวัสดุชนิดใดที่กล่าวถึงข้างต้นจะมีคุณสมบัติดีที่สุดในการลดอุณหภูมิที่และสามารถรักษาอุณหภูมิความเย็นไว้ได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาข้อสรุปถึงคุณสมบัติดังกล่าวของวัสดุ

การวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอแนวทางการศึกษาการประยุกต์ใช้วัสดุปูผิวพื้นหรือผนังอาคารกับภายในอาคารบ้านพักอาศัยที่ทำให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำและมีการแผ่รังสีความเย็นออกมาเพื่อช่วยรักษาอุณหภูมิความเย็นของอากาศภายในอาคาร ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศทำให้ใช้พลังงานที่ลดลงแล้วยังเกิดความสวยงามกับอาคาร สิ่งดังกล่าวมานี้เป็นเรื่องน่าศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อให้เกิดแนวทางปฏิบัติเพื่อให้การใช้พลังงานลดลง ก่อให้เกิดการพลังงานอย่างคุ้มค่า รวมถึงเป็นแนวทางเพื่อการเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสมสำหรับภายในอาคารอื่นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเสนอรูปแบบในการนำวัสดุมาใช้กับส่วนประกอบของภายในอาคาร ในส่วนของการปูผิวพื้นและผนัง โดยมุ่งเน้นให้เป็นวัสดุภายในประเทศที่มีการลดและรักษาอุณหภูมิที่ตัววัสดุเมื่อได้รับอุณหภูมิความเย็นจากแหล่งความเย็น วัสดุเหล่านี้จะมีการแผ่รังสีความเย็นช่วยรักษาอุณหภูมิความเย็นของอากาศภายในอาคารและช่วยในด้านการการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MEAN RADIANT TEMPERATURE) ผลที่ได้คือจะทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิจริง ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกที่เย็นสบายขึ้น

1.2.2 เพื่อศึกษาตัวอย่างของวัสดุ ที่นำมาใช้ในการตกแต่งภายในอาคารในส่วนที่ใช้ประกอบในส่วนในการปูผิวพื้นและผนังที่ผลิตได้ภายในประเทศ ตลอดจนคุณสมบัติที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับอาคาร

1.2.3 เพื่อทำให้เกิดภาวะความสบายจากสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (จากวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำ) และถ้าใช้เครื่องปรับอากาศก็จะสามารถลดพลังงานหรือลดชั่วโมงการทำงานหรือภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคารให้น้อยลง

1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการนำวัสดุภายในประเทศที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมาใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีความสวยงามกับอาคาร รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่นๆได้ต่อไป

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 การนำวัสดุที่ผลิตและหาได้ง่ายภายในประเทศที่มีราคาไม่แพงมาใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังที่มีความเหมาะสมในด้านการลดและสะสมรักษาอุณหภูมิความเย็นไว้ที่ตัววัสดุเมื่อได้รับอุณหภูมิความเย็นจากระบบปรับอากาศ และลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นการลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

1.3.2 ศึกษาถึงอุณหภูมิของวัสดุชนิดต่างๆ ที่ใช้ในส่วนประกอบอาคารบ้านพักอาศัยในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคารเมื่อได้รับแหล่งความเย็น เมื่ออากาศในอาคารมีอุณหภูมิต่ำจากแหล่งความเย็นรูปแบบต่างๆ จะส่งผลต่อุณหภูมิของวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำลงเพื่อการปรับสภาพแวดล้อมของอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ และส่งผลกับการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างมนุษย์กับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT) และเมื่อปิดแหล่งความเย็นวัสดุชนิดใดจะแผ่รังสีความเย็นออกมาและรักษาสภาพแวดล้อมในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำได้เป็นระยะเวลานานที่สุด เพื่อช่วยลดการทำงานและเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.3.3 เสนอเทคนิคและเทคโนโลยีของแหล่งความเย็นรูปแบบใหม่ ผสมผสานกับการใช้วัสดุซึ่งอาจสามารถลดภาระการใช้พลังงานในการปรับอากาศ

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.4.1 ศึกษาถึงประเภทของวัสดุภายในประเทศที่มีคุณสมบัติและความเหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการนำมาใช้ประกอบกับอาคาร

1.4.2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานและนำเสนอแหล่งทำความเย็นรูปแบบใหม่ๆนอกเหนือจากระบบปรับอากาศที่นำมาใช้ในการทดลองคือระบบแผ่รังสีความเย็น ตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ภายในอาคารพักอาศัยทั่วไป

1.4.3 ศึกษาวิเคราะห์และทดลองถึงประสิทธิภาพของวัสดุและเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เช่นค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ ที่มีผลกับอุณหภูมิภายในอาคารตลอดจนที่มีผลกับมนุษย์รวมทั้งคุณสมบัติการรักษาอุณหภูมิความเย็นของวัสดุ

1.4.4 ศึกษารูปแบบความสวยงามและความเหมาะสมในการนำวัสดุชนิดนั้นๆมาประกอบกับอาคารและสรุปผลการวิจัย

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีที่พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และวัสดุต่างๆ

1.5.2 ศึกษาลักษณะพื้นฐานของสภาพภูมิอากาศ ในเขต กรุงเทพมหานคร

1.5.3 ศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น ในการใช้แหล่งความเย็นรูปแบบอื่นนอกเหนือระบบปรับอากาศ มาใช้ในการวิจัยซึ่งได้แก่ระบบแผ่รังสีความเย็น ศึกษาลักษณะพื้นฐานการนำมาใช้งานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น ตัวอย่างของวัสดุทั่วไปที่ใช้ตกแต่งภายในอาคารในส่วนการปูที่ผิวพื้นและผนังภายในอาคารที่มีอยู่ภายในประเทศ ตลอดจนแนวทางการออกแบบการนำวัสดุเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ภายในอาคารในส่วนการปูพื้นและผนัง

1.5.4 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา และทำการทดสอบและเปรียบเทียบวัสดุ โดยนำวัสดุต่างๆที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและคัดเลือก มาใช้ในการทดสอบกับเครื่องมือวัด

1.5.5 สรุปแนวทางการออกแบบและแนวทางในการใช้วัสดุที่เหมาะสมกับส่วนประกอบของพื้นและผนังภายในอาคาร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นข้อมูลในการศึกษาวัสดุต่างๆที่มีอยู่ภายในประเทศที่ใช้ตกแต่งในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารที่ถูกมองข้ามทั้งด้านคุณสมบัติ ข้อดีข้อเสีย ความเหมาะสมในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิความเย็นไว้ในตัววัสดุ มาประยุกต์ใช้กับอาคาร

1.6.2 เป็นแนวทางการประยุกต์ใช้และสรุปประเภทของวัสดุภายในประเทศชนิดใดที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุดเมื่อนำมาใช้กับส่วนต่างๆภายในอาคาร เพื่อให้เกิดประโยชน์และเกิดความสวยงาม

1.6.3 เป็นแนวทางการศึกษาเพื่อการลดภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

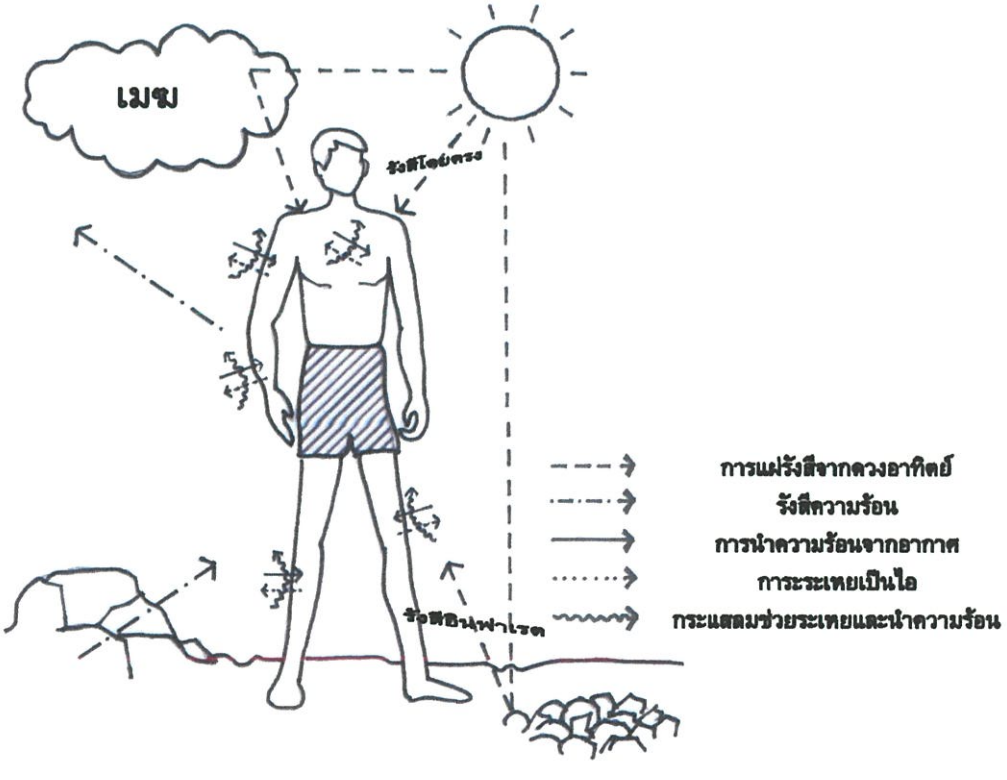
1.7 ข้อจำกัดในการทำวิทยานิพนธ์

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าอาคารบ้านพักอาศัยส่วนมากใช้เครื่องปรับอากาศอย่างสิ้นเปลืองไม่สามารถใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า เหตุผลหนึ่งที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวการใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมภายในอาคาร การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการนำเสนอรูปแบบและวัสดุที่ผลิตภายในประเทศที่หาได้ง่ายมีราคาไม่แพงและเหมาะสมสำหรับมาใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังที่มีคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิที่ตัววัสดุและสามารถเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดี ตลอดจนมีการแผ่รังสีความเย็นออกมาเมื่อปิดระบบทำความเย็น เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในอาคาร โดยในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้เน้นไปที่วัสดุทั้งหมดแต่จะเน้นและคัดเลือกนำเสนอเฉพาะวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเท่านั้น รวมทั้งนำเสนอรูปแบบของอาคารที่จะนำวัสดุที่มีคุณสมบัติดีที่สุดที่ได้จากการทดลองมาประยุกต์ใช้เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

บทที่2
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ลักษณะการตอบสนองของมนุษย์ต่อสภาวะแวดล้อม

การออกแบบอาคารที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบายจำเป็นต้องทราบถึงพื้นฐานของสภาพร่างกายของมนุษย์กับการตอบสนองทางร่างกายต่อสภาวะแวดล้อมรอบตัวเรา ซึ่งสภาวะแวดล้อมทางกายภาพรอบตัวจะประกอบไปด้วยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันที่ค่อนข้างสับสนหลายๆประการ ซึ่งประกอบไปด้วย แสงสว่าง เสียง บรรยากาศ พื้นที่ใช้สอย พืชและสัตว์ต่างๆ จนถึงจุลชีพซึ่งเกี่ยวข้องกับร่างกายของมนุษย์โดยตรง ผลของการตอบสนองที่เกิดขึ้นทางร่างกายและจิตใจของมนุษย์นั้นส่งผลมาจากการดิ้นรนเพื่อความสมดุลย์ของชีวภาพ มนุษย์จะดิ้นรนเพื่อการสูญเสียพลังงานให้น้อยที่สุดเพื่อปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ก็คือสภาวะที่เรียกกันว่าสภาวะน่าสบายหรือ Comfort Zones นั่นเอง ที่อยู่อาศัยของมนุษย์ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญอันดับหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหาระหว่างมนุษย์กับสภาวะแวดล้อมให้ปรับตัวเข้าหากันได้มากที่สุด



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะสมดุลความร้อนของมนุษย์

ที่มา : สมสิทธิ์ นิตยะ,การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น,หน้า11,2541

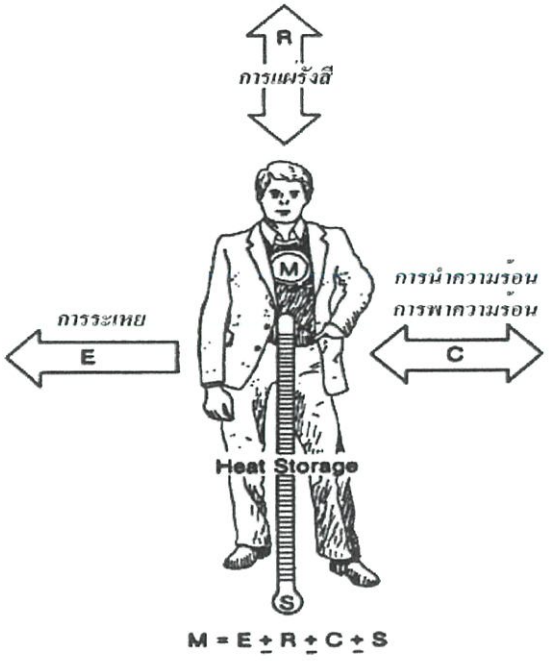
ร่างกายของมนุษย์นั้นมีการกำเนิดพลังงานความร้อนอยู่ตลอดเวลา เช่นความร้อนที่เกิดขึ้นกับร่างกายมนุษย์ในการเปลี่ยนอาหารให้เป็นพลังงาน นอกจากนั้นยังขึ้นกับสภาพกิจกรรมของมนุษย์ด้วยว่าร่างกายมีการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับใด

ตารางที่ 2.1 แสดงกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดความร้อนจากร่างกาย

ที่มา : ไพศาล จันเตยูร,Climatic Design in Tropical Housing & Building, หน้า51, 2539

กิจกรรม	วัตต์
นอนหลับ	70
นั่ง หรือทำงานเบาๆ	130-160
ยืน หรือทำงานนิดหน่อย	160-190
นั่ง มีการขยับแขนและขา	190-230
ยืน ทำงานบ้างเดินบ้าง	220-290
เดิน ยกของเบาๆ	290-410
ทำงานแบกหาม ยกของ ขุดดิน	440-580
ทำงานแบกลาก ยกของหนัก	580-700
ทำงานอย่างหนักติดต่อกัน ครึ่งชั่วโมง	1,100

ปกติร่างกายของมนุษย์นั้นมีการควบคุมรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่ที่อุณหภูมิ 96.6^{o}F หรือประมาณ 36^{o}C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกาย ดังนั้นเมื่อเกิดความร้อนขึ้นภายในร่างกายมนุษย์ ร่างกายของมนุษย์ก็จำเป็นต้องคายความร้อนหรือการแลกเปลี่ยนความร้อนออกตลอดเวลาในอัตราที่เท่ากับอัตรากำเนิด ร่างกายของมนุษย์อาจระบายความร้อนออกได้ 2 ทางคือ ทางผิวหนังและทางลมหายใจ ความร้อนที่มีการระบายออกทางร่างกายนั้น มีทั้งในรูปแบบความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง การระบายความร้อนจากความร้อนสัมผัสเกิดขึ้นจากการถ่ายเทความร้อนทั้ง3วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการถ่ายเทรังสีความร้อน การนำความร้อนเกิดขึ้นจากร่างกายสัมผัสกับวัสดุที่เป็นของแข็ง การพาความร้อนเกิดจากร่างกายสัมผัสกับอากาศหรือของไหลอื่นๆ ส่วนการแผ่รังสีความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายมีอุณภูมิต่างกับวัสดุอื่น ส่วนการระบายความร้อนแฝงนั้นเกิดจากการระเหยของความชื้นที่ผิวหนังและการสูญเสียความชื้นไปกับลมหายใจ ซึ่งจะสามารถประมาณได้ว่า การแผ่รังสีทำให้เกิดการสูญเสียความร้อน (heat loss) ออกจากร่างกาย 2/5 การนำความร้อน 2/5 การระเหยเป็นไอ 1/5



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะสมดุลความร้อนของร่างกาย

ที่มา : Bradshaw Vaughn, Building control systems.2nd.ed.pp 14.New York: John Weiley& Sons.

อาจแสดงลักษณะสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้[1]

การได้รับความร้อน Heat gains

M = metabolism ความร้อนที่ผลิตขึ้นจากร่างกายและกล้ามเนื้อ

Cd = การนำความร้อน เมื่อสัมผัสกับวัตถุที่ร้อนกว่า

Cv = การพาความร้อน เมื่อถ้าอากาศร้อนกว่าผิวหนัง

R = การแผ่รังสี จากดวงอาทิตย์ ท้องฟ้า และวัตถุรอบๆร่างกายที่ร้อนกว่า

S = body heat storage rate ค่าการจุความร้อนของร่างกายมนุษย์

การสูญเสียความร้อน Heat losses

Cd = การนำ สัมผัสกับวัตถุที่เย็นกว่า

Cv = การพา ถ้าอากาศเย็นกว่าผิวหนัง

R = การแผ่รังสี สู่ท้องฟ้าเวลากลางคืนและวัตถุรอบร่างกายที่เย็นกว่า

E = การระเหย ด้วยความชื้นและเหงื่อ

สมการของสมดุลย์ความร้อนจะเป็นดังนี้ M - E + S + Cd + Cv + R = 0

---

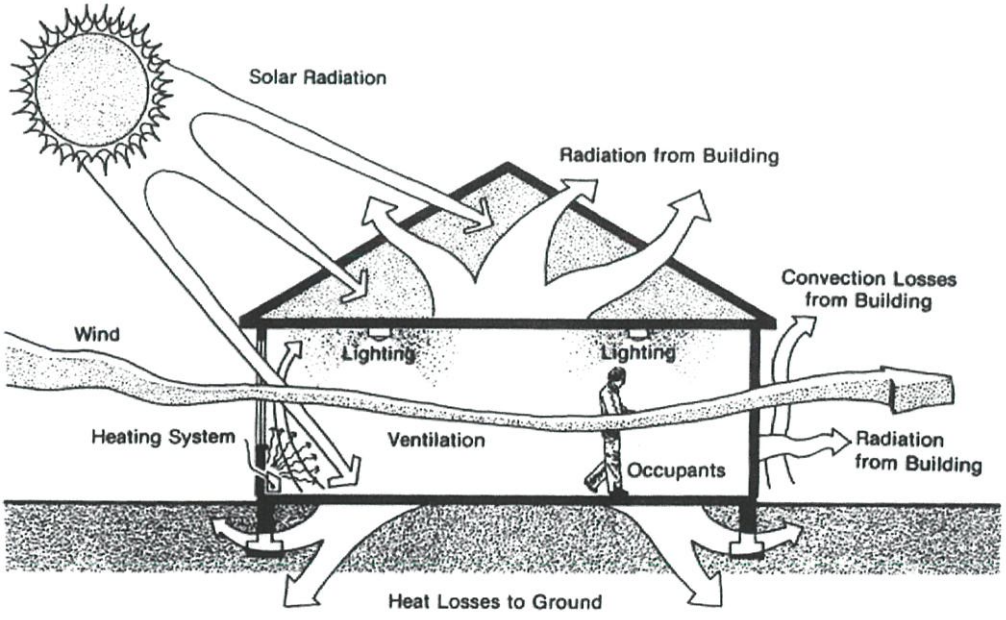
[1]ที่มา : ไพศาล จันเตยูร ,Climatic Design In Tropical Housing & Building , หน้า52 , 2539

ถ้าผลบวกของสมการมีค่าเกินศูนย์ขบวนการปรับสมดุลย์ความร้อนของร่างกาย(Vasomotor)จะทำงานทันทีโดยเลือดจะรีบถ่ายความร้อนส่งไปที่ผิวหนังอยู่เรื่อยๆทำให้ผิวหนังร้อนขึ้น และความร้อนจะถูกส่งไปยังผิวหนัง ในทางตรงข้ามถ้าผลบวกของสมการมีค่าต่ำกว่าศูนย์การขนถ่ายความร้อนของเลือดที่ไปสู่ผิวหนังจะช้าลดลง อุณหภูมิของผิวหนังจะลดลงและปริมาณการขนถ่ายความร้อนออกจากร่างกายจะลดลงไปด้วย ถ้าขบวนการปรับสมดุลย์ความร้อนของร่างกายยังทำงานอยู่และความร้อนในร่างกายยังเกิดขึ้นและมากขึ้นๆเหงื่อก็จะเริ่มตก อัตราการตกของเหงื่อนั้นจะอยู่ประมาณ 20g/h ถึง 3 kg/h ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมและการเคลื่อนไหวของร่างกายมากน้อยเพียงไรและขึ้นกับความร้อนของบรรยากาศรอบข้างอีกด้วย ถ้าในอากาศหนาวเย็น Vasomotor หยุดทำงานไปแล้วแต่การสูญเสียความร้อนยังมีเกิดขึ้นอีก การแตกตัวของ Metabolism ก็จะเริ่มเกิดขึ้นเป็นพิเศษเพื่อสร้างความร้อนเพิ่มขึ้นให้แก่ร่างกายและอาจแตกตัวได้ถึงสิบเท่าในเวลาปกติ แต่เหตุการณ์เช่นนี้ก็จะดำเนินได้ในช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆเท่านั้น สำหรับในช่วงที่มีอากาศหนาวที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆร่างกายจะปรับขบวนการ Metabolism ในตัวเองเสียใหม่โดยสร้างความร้อนขึ้นให้มากพอที่จะสมดุลย์กันกับการสูญเสียความร้อนของร่างกาย ระบบระบายความร้อนของเลือดก็จะถูกเปลี่ยน (เพื่อรักษาความร้อนไว้ไม่ส่งให้ผิวหนังอย่างปกติ) และระบบเหงื่อก็จะพลอยถูกเปลี่ยนออกไปด้วย

กระบวนการดำรงชีวิตของร่างกายมนุษย์จะขึ้นอยู่กับการแลกเปลี่ยนพลังงานซึ่งได้รับจากการสันดาปของอาหารกับออกซิเจน ซึ่งถูกนำไปใช้ 20% อีก 80% ใช้ไปในการทำความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย แม้ในขนาดหลับในอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง ร่างกายก็ยังต้องผลิตความร้อนประมาณ 290 Btu/hr เมื่อมีการเคลื่อนไหว ร่างกายจะต้องผลิตพลังงานความร้อนประมาณ 400Btu/hr เดิน 760-1,400 และวิ่ง 3,000 – 4,800 สำหรับปัญหาก็คือ การสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาทั้งหมด เพื่อลดความเครียดอันเกิดจากกระบวนการผลิตพลังงาน เพื่อรักษาความสมดุลย์ตามธรรมชาติของร่างกายให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย

2.2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การถ่ายเทความร้อนคือการเคลื่อนไหวหรือแลกเปลี่ยนจากจุดหรือที่ใดๆไปยังที่อื่นๆ ถ้าสามารถเข้าใจและรู้จักถึงอุณหภูมิและลักษณะการถ่ายเทความร้อน ก็สามารถนำไปออกแบบอาคารที่ช่วยลดการใช้พลังงานได้ เพราะในประเทศไทยนั้นมีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดปีคืออุณหภูมิภายนอกสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 90°Fหรือประมาณ 32.2°C ส่วนภายในอาคารจะต้องมีการปรับอากาศให้อยู่ในอุณหภูมิเหลือประมาณ 72 – 79 °F หรือประมาณ 22.2 - 26°C จึงทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งโดยปกติแล้วการถ่ายเทความร้อนจะถ่ายจากที่ที่อุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ หมายความว่าอาคารนั้นจะต้องถูกออกแบบให้มีการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกมาสู่ภายในได้น้อยที่สุด



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาคาร

ที่มา : Bradshaw Vaughn, Building control systems.2nd.ed.,pp76.New York: John Weiley& Sons.

จากที่ทราบแล้วว่าอุณหภูมิสูงจะถ่ายเทความร้อนมายังที่ๆมีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นความร้อนที่สูงกว่าภายนอกของอาคารก็จะพยายามที่จะถ่ายเทเข้ามาในอาคาร ในทางกลับกันถ้าสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคารมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอาคารก็จะมีการถ่ายเทความร้อนกลับออกไปเช่นกัน ซึ่งมีเพียง 3 วิธีเท่านั้นที่ความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทความร้อนข้ามาสู่ในตัวอาคารนั่นคือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

2.2.1 การถ่ายเทความร้อน

2.2.1.1 **การนำความร้อน** เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยผ่านโมเลกุลของวัสดุ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุที่มีสสารชนิดเดียวกัน หรือวัสดุที่มีสสารต่างชนิดที่มีโมเลกุลสัมผัสกัน การนำความร้อนจะเกิดขึ้นโดยการสั่นสะเทือนของโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเกิดการถ่ายเทพลังงานไปยังโมเลกุลที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าในส่วนของตัวกลางจะไม่มีปฏิกิริยาใดๆ วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีก็เป็นตัวนำความร้อนที่ดีได้ด้วยเช่นทองแดง เหล็ก โลหะต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนของวัสดุก็มีความสัมพันธ์ขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุด้วย

2.2.1.2 **การพาความร้อน** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยตัวกลางที่เป็นของไหลได้แก่ ก๊าซและของเหลว การเคลื่อนที่ของความร้อนในลักษณะการพานี้ตัวกลางจะเป็นตัวจัดการทั้งหมด เมื่อมีปริมาณความร้อนเข้าไปในของไหลของไหลที่บรรจุความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งตัวกลางที่มีความร้อนจะเคลื่อนที่ไหลเวียนไปโมเลกุลที่อุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นส่วนโมเลกุลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะตกลงมาเบื้องล่างทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศขึ้น อัตราการส่งการส่งผ่านความร้อนในระบบการพาส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใหญ่คืออุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างตัวกลางกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า อีกทั้งอัตราการเคลื่อนไหวของตัวกลาง ค่าการนำความร้อนของตัวกลางเอง สามารถใช้คุณสมบัติเหล่านี้ในเรื่อง Heat Loss หรือการระบายอากาศให้เย็นลง

2.2.2.3 **การแผ่รังสีความร้อน** เป็นการเดินทางผ่านที่ว่างโดยตรงของพลังงาน ดังนั้นการถ่ายเทรังสีความร้อนจึงไม่มีตัวกลาง พลังงานรังสีจะเดินทางในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) จากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและถูกดูดซึมเข้าไป ในกรณีที่วัตถุที่มีความร้อนไม่เท่ากันหันหน้าเข้าหากันด้านที่ร้อนกว่าจะแผ่รังสีไปด้านที่เย็นกว่าด้านที่เย็นกว่าจึงได้รับพลังงานความร้อน ในการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุนั้นวัตถุต้องดูดความร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอกเสียก่อนจึงจะมีการแผ่รังสีความร้อนออกมาได้ในลักษณะ "การเปล่งรังสีความร้อน" ออกไปจากตัววัสดุ การดูดความร้อนของวัสดุดังที่กล่าวมานี้จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนหนึ่งจะเป็นการสะท้อนความร้อนออกไป และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการดูดซับความร้อนไว้ วัสดุส่วนใหญ่จะมีการดูดซับและสะท้อนรังสีในระดับต่างๆกัน

นอกจากนี้การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับอาคารซึ่งแปรเปลี่ยนจากรังสีคลื่นสั้นกลายเป็นความร้อนที่สะสมกับบนผิวอาคาร แล้วเกิดการถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารทั้งที่ผนังหรือหลังคา ดังนั้นกรอบอาคารจึงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณความร้อนที่แตกต่างกันระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ดังนั้นถ้าใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนมากก็เกิดการถ่ายเทความร้อนมากทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงและการทำงานของระบบปรับอากาศก็จะสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

2.2.2 **แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคาร**

สามารถแบ่งแยกตามชนิดของแหล่งกำเนิดได้เป็น 2 แหล่งคือ

2.2.2.1 **แหล่งภายนอกอาคาร** เป็นแหล่งความร้อนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด แหล่งความร้อนที่ว่านี้จะมาจากการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์มาตกกระทบกับผนังอาคาร ก็จะเกิดการนำความร้อนผ่านผนังอาคาร และมีการพาและแผ่รังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบๆอาคาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายนอก ที่มีผลในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิแก่ผนัง และอุณหภูมิภายในอาคารเช่น ความเร็วลม (Win Speed) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) วัสดุก่อสร้างที่ใช้กับอาคาร

2.2.2.2 **แหล่งภายในอาคาร** คือความร้อนที่แผ่ออกมาจากมนุษย์ที่อยู่ภายในอาคาร ตลอดจนความร้อนที่แผ่ออกมาจากวัสดุอุปกรณ์ภายในอาคาร ตลอดจนเครื่องใช้ต่างๆภายในอาคารที่ทำให้มีความร้อนเกิดขึ้น เช่น ความร้อนที่เกิดขึ้นจากหลอดไฟแสงสว่าง ความร้อนจากเตารีด เตาหุงอาหารและจากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เป็นต้น

เมื่อทราบถึงแหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดความร้อนในอาคาร หลักการและข้อมูลเบื้องต้นทั่วไป ก็สามารถนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อป้องกันและลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นมาภายในอาคาร ทั้งความร้อนที่เถ่ายเทเข้ามาจากแหล่งภายนอกอาคาร และความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารจากมนุษย์และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ นอกจากนั้นยังเป็นข้อมูลที่ทำให้สามารถรู้ถึงค่าของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารและสามารถคำนวณหาขนาดของระบบการปรับอากาศหรือระบบอื่นๆ เพื่อใช้ลดอุณหภูมิได้อย่างเหมาะสมและเป็นมารตราฐานสำหรับในการออกแบบอาคารทั่วๆไป แต่ปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องพิจาราณาในการจัดขนาดและระบบของเครื่องปรับอากาศให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวสะความสบายที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ กิจกรรมการใช้อาคารของมนุษย์นั่นเอง ซึ่งกิจกรรมและพฤติกรรมการใช้สอยต่างๆของมนุษย์ที่ใช้อาคารนั้นทำให้เกิดค่าความร้อนจากร่างกายแตกต่างกันดังที่ได้อธิบายไว้เบื้องต้นในหัวข้อขั้นต้นนั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดสภาพของสภาวะของอากาศภายในอาคารให้มีอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะความสบายของมนุษย์ผู้ใช้อาคารนั้น นอกจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ใช้อาคารแล้วนั้นก็ยังมีปัจจัยอื่นอีกด้วยเช่น เสื้อผ้าที่ใส่ ตลอดจนองค์ ประกอบของสภาพแวดล้อมในอาคารดังมีรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

2.3 องค์ประกอบที่มีผลต่ออุณหภูมิที่รู้สึกสบายของร่างกายมนุษย์ในอาคาร

องค์ประกอบมนษย์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 ข้อคือ

2.3.1 กิจกรรม ระดับความรุนแรงของการเคลื่อนไหว ซึ่งมีผลต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

2.3.2 เสื้อผ้าที่สวมใส่ ซึ่งจะเป็นตัวต้านทานการเคลื่อนที่ของความร้อนออกจากร่างกายหรือเข้าสู่ร่างกายจากสภาพแวดล้อม มีสภาพเป็นฉนวน

2.3.3 องค์ประกอบสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 4 ข้อ คือ

- ระดับอุณหภูมิรอบตัว
- ระดับอุณหภูมิการแผ่รังสี
- ระดับความเร็วของกระแสลม
- ระดับความกดดันไอน้ำในอากาศ

2.3.1 กิจกรรม

2.3.1.1 กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงานได้แก่

- กิจกรรมการพักผ่อนร่างกายประกอบด้วย หลับนอน นั่งเฉย ๆ เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานไม่เกิน 65 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานต่ำ เช่น ทำงานเบา ๆ นั่งคุยกัน ยืนพัก หรือเดินช้า ๆ ความเร็วไม่เกิน 3.5 กม/ชม. เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานระหว่าง66 ถึง 130 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานปานกลาง เช่น ทำความสะอาดห้อง เดินเร็วขึ้นด้วยความเร็ว 3.5 ถึง 5.5 กม./ ชม. หรือการบรรยายในห้องบรรยาย เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานระหว่าง 131 ถึง 200 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมทีมีอัตราการเผาผลาญพลังงานรุนแรงเช่น การยกแบกสิ่งของที่มีน้ำหนักพอสมควร การเดินด้วยความเร็ว 5.5 ถึง 7 กม. / ชม. เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานระหว่าง 201 ถึง 260 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมที่มีการเผาผลาญพลังงานรุนแรงมาก เช่น การวิ่ง การออกกำลังกาบประเภทยิมนัสติก(Gymnastics) การตีเทนนิส (Tennis) การเต้นรำจังหวะรุนแรง เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานมากกว่า 260 วัตต์ต่อตารางเมตร

สำหรับกิจกรรมของมนุษย์ ในบ้านพักอาศัยนั้น ในชีวิตประจำวันปกติ จะมีกิจกรรมที่เกิดขึ้นในบ้านพักอาศัยแค่ ในข้อ 1-3 เท่านั้น ใน ข้อ 4 มีเพียงเล็กน้อย ดังนั้นในการนำข้อมูลกิจกรรม ของมนุษย์มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะนำข้อมูลในขื้อ1-3 เป็นหลักในการนำไปวิจัยคือ

2.3.1.2 **กิจกรรมที่เกิดขึ้นของมนุษย์ส่วนใหญ่ในบ้านพักอาศัยและทำให้เกิดการเผาผลาญพลังเกิดขึ้น**

- กิจกรรมการพักผ่อนร่างกายประกอบด้วย หลับนอน นั่งเฉย ๆ เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานไม่เกิน 65 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานต่ำ เช่น ทำงานเบา ๆ นั่งคุยกัน ยืนพัก หรือเดินช้า ๆ ความเร็วไม่เกิน 3.5 กม/ชม. เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานระหว่าง66 ถึง 130 วัตต์ต่อตารางเมตร

- กิจกรรมที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานปานกลาง เช่น ทำความสะอาดห้อง เดินเร็วขึ้นด้วยความเร็ว 3.5 ถึง 5.5 กม./ ชม. หรือการบรรยายในห้องบรรยาย เป็นต้น จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานระหว่าง 131 ถึง 200 วัตต์ต่อตารางเมตร

2.3.2 **เสื้อผ้าที่สวมใส่**

จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเสื้อผ้าและรูปลักษณะของเสื้อผ้ามีในหน่วยวัดการเป็นฉนวนของเสือผ้าเป็นหน่วย CLO. โดยที่ 1 CLO.มีค่าเท่ากับ 0.155 ตารางเมตรต่อการเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ต่อการใช้พลังงานความร้อน 1 วัตต์ ค่าของ CLO. เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเสื้อผ้าดังนี้

ค่าฉนวนความร้อนตามชนิดความแตกต่างของเสื้อผ้า

- กางเกงขาสั้นและเสื้อแขนสั้น	0.3-0.4
- กางเกงขายาวชนิดบางและเสื้อแขนสั้น	0.5
- เสื้อเชิ้ตทำงานผ้าฝ้ายและกางเกงทำงาน	0.6
- ชุดเครื่องแบบในภูมิอากาศเขตร้อน	0.8
- ชุดแต่งกายสากลทั่วๆไป (สูททั่วๆไป)	1
- ชุดแต่งกายสากลชาวยุโรป	1.5

สำหรับเสื้อผ้าที่สวมใส่นั้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลของเสื้อผ้าที่ใช้ทั่วไปในบ้านพักอาศัย เป็นข้อมูลในการนำไปวิเคราะห์ในการวิจัย ซึ่งในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะใช้เสื้อผ้าดังในข้อที่ 1-3 เท่านั้น ส่วนเสื้อผ้าอื่นมีการใช้เพียงเล็กน้อย ดังมีค่าต่อไปนี้

รายละเอียดของค่าฉนวนความร้อนตามชนิดความแตกต่างของเสื้อผ้าที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ในอาคารบ้านพักอาศัยทั่วๆไปมีดังต่อไปนี้

- กางเกงขาสั้นและเสื้อแขนสั้น 0.3 - 0.4
- กางเกงขายาวชนิดบางและเสื้อแขนสั้น 0.5
- เสื้อเชิ้ตทำงานผ้าฝ้ายและกางเกงทำงาน 0.6

2.3.3 **องค์ประกอบสิ่งแวดล้อม**

สำหรับตัวการด้านสิ่งแวดล้อมนั้นขึ้นกับสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นเช่นอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม สภาวะแวดล้อม ชนิดของอาคาร ประเภทของวัสดุที่เลือกใช้ในการก่อสร้างอาคาร และการออกแบบรูปทรงของอาคาร ซึ่งค่าที่ใช้พิจารณาค่อนข้างกว้าง สำหรับในการวิจัยครั้งนี้คุณสมบัติเบื้องต้นที่กล่าวมาจะถูกควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยการใช้ระบบการปรับอากาศการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นหรือระบบปรับอากาศรูปแบบอื่น ทำให้ค่าสูงสุดของห้องที่ทำการทดลองในอาคารทดลองจะมีค่าไม่ควรเกินดังต่อไปนี้

ค่าสูงสุดขององค์ประกอบต่างๆภายในอาคารจาก (ASHRAE Handbook Fundamental.1993)

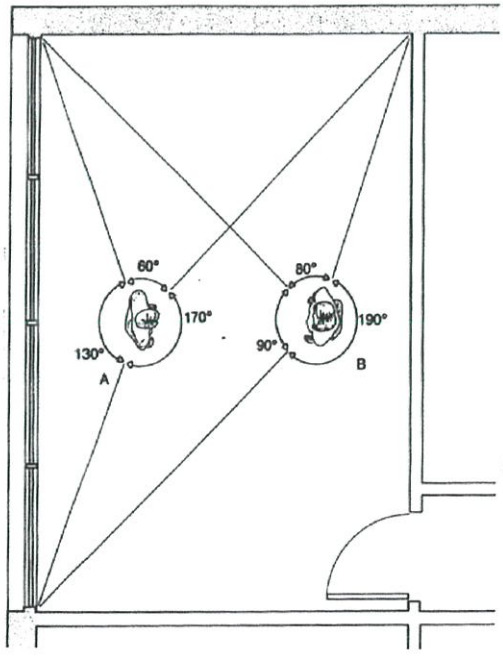
- อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ไม่เกิน $27^{o}C$
- ความชื้นในอากาศ ไม่เกิน 70 %

2.4 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.4.1 การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT)

อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่สามารถมองข้ามในการปรับสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะความสบาย ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของร่างกายกับอุณหภูมิของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์ ปัจจัยอย่างหนึ่งคือการแผ่รังสีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าหาร่างกายมนุษย์ การคิดค่าการแผ่รังสีความร้อนของสิ่งแวดล้อมนี้คิดเป็นค่าเฉลี่ยของการแผ่รังสีจากแหล่งต่างๆในสภาวะแวดล้อม เรียกค่านี้ว่า MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT) สามารถอธิบายได้ดังนี้ ถ้าผิววัตถุมีความสม่ำเสมอเท่ากันหมดและอยู่ในสภาพอุณหภูมิหนึ่งนั้นจะมีการปรับอุณหภูมิ กับผิวของสิ่งที่อยู่ใกล้ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันโดยวิธีการแผ่รังสี ค่า MRTก็คือการคิดค่าการแผ่รังสีความร้อนของการแผ่รังสีจากแหล่งต่างๆในสภาวะแวดล้อมรอบตัวเรา

- ค่าของ MRT จะเป็น + เมื่อสิ่งที่อยู่รอบๆร่างกาย มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิผิวร่างกาย
- ค่าของ MRT จะเป็น - (เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกาย) เมื่อสิ่งที่อยู่รอบๆร่างกาย มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวร่างกาย



Example of MRT calculat

ถ้าสภาพแวดล้อมของภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวกาย จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) เพราะถ้าอุณหภูมิรอบข้างโดยเฉลี่ยต่ำกว่าผิวกาย 1 องศาเซลเซียส จะรู้สึกเย็นกว่าปกติ 1.4 องศาเซลเซียส [2]

สูตรการคำนวณ MEANRADIANT TEMPERATURE

$$MRT = \sum T\theta / 360 = (T_1\theta_1 + T_2\theta_2 + \ldots\ldots + T_n\theta_n) / 360$$

เมื่อ T = อุณหภูมิผิวของวัสดุ(Surface temperature)

θ = มุมที่เปิดรับกับพื้นผิววัสดุ ณ จุดที่ทำการวัด

(Surface exposure angle relative to occupant in degrees)

ภาพที่ 2.4 แสดงการคำนวณ MRT

ที่มา : Bradshaw Vaughn, Building control systems. 2nd.ed.,pp 26. New York: John Weiley& Sons.

---

[2] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า172,2542

2.4.2 **ค่าความจุความร้อน** (Heat Capacity)

ค่าความจุความร้อนคือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยปริมาตรหรือพื้นที่ผิว 1หน่วยพื้นที่ มีอุณหภูมิสูงขึ้น1องศา มีหน่วยเป็น Kcal/m^3 หรือ Kcal /m^2 วัสดุที่มีค่าความเก็บความร้อนสูงจะกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก ทำให้ความร้อนที่ไหลผ่านผนังนั้นช้าลง

การถ่ายเทความร้อนของผนังให้อากาศโดยตรง โดยการพาความร้อน (Surface Conduction) การถ่ายเทความร้อนของผนังและวัสดุด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของลมที่พัดผ่านผิวและลักษณะของพื้นผิว อิทธิพลของ Surface Conduction ที่มีต่อปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังจะมีค่าน้อยมาก ในกรณีที่ผนังนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ อิทธิพลอันนี้จะมีค่ามากขึ้นในกรณีที่ผนังนั้นๆ มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงขึ้น

ความสามารถในการดูดกลืนและกระจายความร้อนของผนัง (Surface Absorption **และ** Surface Emission) โดยปกติแล้วหากเป็นสีของผนังธรรมดาหรือวัสดุตามธรรมชาติ ค่า Surface Emission จะค่อนข้างสูง คือประมาณ 0.8 –0.9 เป็นส่วนใหญ่นอกเสียจากจะเป็นสีเคลือบพิเศษ (Seleotive coating) อาจจะมีค่าการดูดความร้อนต่ำแต่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนสูงจะทำให้ผนังเย็นกว่าปกติ สำหรับการดูดกลืนความร้อน Surface Absorption ส่วนมากจะแปรตามความเข้มของสีผิว คือสีที่เข้มมากจะดูดกลืนความร้อนสูง

2.4.3 **การหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนัง** (Time Lag)

โดยปกติแล้ววัสดุที่มีมวลสารมากจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ได้นานกว่าวัสดุที่มวลสารน้อยกว่า แต่ในสภาพการใช้งานจริงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของวัสดุจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ Kwang – Woo Kim (1984) และที่สำคัญคือปริมาณความร้อนที่จะมากพอที่จะทำให้วัสดุในแต่ละชั้นร้อนขึ้นถึงจุดอิ่มตัว(Fill up the heat Capacity) ก่อนที่จะถ่ายลงไปในชั้นต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงพบว่า ในผนังก่ออิฐฉาบปูนเหมือนกันแต่ใส่ฉนวนไว้ในตำแหน่งต่างกัน คือภายนอกและภายในผนังที่ใส่ฉนวนไว้ภายนอกจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ได้นานกว่า ผนังที่ใส่ฉนวนไว้ภายในทั้งนี้เพราะ การมีฉนวนอยู่ภายนอก ทำให้ความร้อนผ่านฉนวนมายากทำให้การ Fill up the heat Capacity ของผนังเป็นไปได้ช้าจึงทำให้ Time Lag ของผนังนั้นมีค่ายาวนานขึ้น

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U) ปกติการคำนวณปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารอันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกของอาคาร มักจะใช้ค่า U เป็นหลักในการคำนวณ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.4 ผลกระทบของมวลสารต่อการถ่ายเทความร้อนของผนัง

มวลสารของวัสดุหรือเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งในการถ่ายเทรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคาร เพราะว่ามวลสาร(Thermal Mass)ของวัสดุเป็นตัวแปรสำคัญ ที่มีความสามารถในการกักเก็บความร้อนทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่วัสดุนั้นๆ โดยที่วัสดุต่างชนิดกันก็จะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนและหน่วงเหนี่ยวการถ่ายเทความร้อนของวัสดุได้มากน้อยต่างกัน [3]

การแลกเปลี่ยนความร้อนของผิวผนังกับสภาพแวดล้อม (Long Wave Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากผนังหรือวัสดุอื่นๆในรูปของการแผ่รังสี ไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผนังกับผิววัสดุอื่นๆ

2.4.5 ผลกระทบของมวลสารของผนังและค่าการถ่ายเทความร้อน

อิทธิพลของมวลสารของผนังนั้น เป็นสิ่งที่สำคัญต่อแนวความคิดในการประหยัดพลังงานและลด Cooling Load ของเครื่องปรับอากาศในอาคาร จากการศึกษาผลการวิจัยของ สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล เรื่อง "ผลของมวลสารและสีของผนัง ต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร" สามารถสรุปได้ว่า[4]

ผนัง 2 ชนิด ที่มีมวลสารที่แตกต่างกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) เท่ากัน มีพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ผนังมวลสารมากจะสะสมและสูญเสีย ความร้อน ในอัตราที่ช้ากว่าผนังมวลสารน้อยที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) เท่ากัน
- มีค่าอุณหภูมิสูงสุดใน 1 วัน (Peak Temperature) ต่างกัน โดยที่ผนังก่ออิฐฉาบปูน มีค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่า อุณหภูมิสูงสุดของผนังโฟมและอุณหภูมิสูงสุด (Peak Temperature) จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของมวลสารนั้น คือผนังมวลสารน้อยจะมีอุณหภูมิสูงสุด สูงกว่าผนังมวลสาร ที่มีค่า U เท่ากัน และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นถ้าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (ขาของผนังมีค่าเพิ่มขึ้น)
- เมื่อพิจารณาพฤติกรรมของการถ่ายเทความร้อนของผนัง 2 ชนิด พบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูน (มวลสารมาก) จะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายใน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมาก ชั่วโมงกว่าผนังโฟม (มวลสารน้อย) ที่มีค่า U เท่ากัน

---

[3] ที่มา : สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล " ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537

[4] ที่มา : สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล " ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537

47506

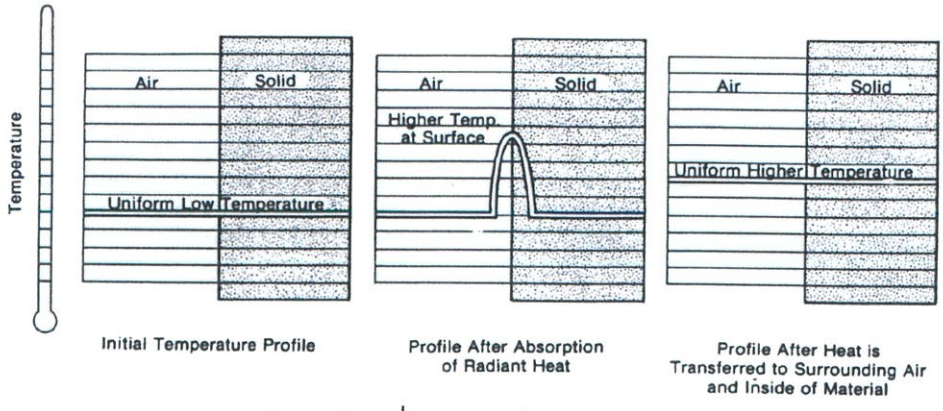
- ผนังที่มีมวลสารมาก ที่มีการถ่ายเทความร้อน เข้า – ออก ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ มากกว่าผนังมวลสารน้อย ซึ่งจะมีอุณหภูมิภายในขึ้นสูงและลงต่ำแตกต่างกันมาก และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Swing) นี้จะขึ้นอยู่กับค่า U ของผนังนั้น ๆ คือผนังที่มีค่า U มากก็จะมีค่าแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Swing)มากขึ้นด้วย ผนังมวลสารมากจึงมีข้อดีในการปรับอุณหภูมิภายในให้คงที่ดีกว่าผนังที่มีมวลสารน้อยเช่น ผนังโฟมซึ่งมีค่า Peak Temperature สูงมาก สิ่งนี้เป็นข้อสังเกตที่จะเป็นประโยชน์ในงานออกแบบ เนื่องจากผนังมวลสารมากมีแนวโน้มที่จะลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงได้มากกว่าผนังที่มีมวลสารน้อย แม้ทั้ง 2 ชนิด จะมี U – Value เท่ากันก็ตาม ยิ่งต้องขึ้นอยู่กับประเภทของอาคารตลอดจนเวลาการใช้งานของอาคารประเภทนั้น ๆ อีกด้วย

- เมื่อเปรียบเทียบผนังที่ทำการวิจัย พบว่าผนังที่มีมวลสารมากก็จะมีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา (Time Lag) โดยที่ผนังก่ออิฐฉาบปูนมีอุณหภูมิภายในขึ้นสูงสุดหลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกขึ้นสูงสุดแล้ว 2-3 ช.ม ขึ้นอยู่กับความหนาของผนัง และอุณหภูมิภายในจะสูงกว่า (ร้อนกว่า อุณหภูมิภายนอก) เป็นเวลานานหลายชั่วโมง ถึงแม้อุณหภูมิอากาศภายนอกจะลดลงจนไม่ร้อนแล้วก็ตาม อุณหภูมิภายในของผนังอิฐฉาบปูนก็ยังร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอีกหลายชั่วโมง เนื่องจากความจุความร้อนของมวลสาร เมื่อเปรียบเทียบกับผนังโฟมที่มีมวลสารน้อย ผลการทดลองที่ได้แทบจะไม่มีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา เนื่องจากพฤติกรรมของอุณหภูมิภายในของผนังโฟม จะขึ้นสูงและลงตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดเวลา นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกลดลง อุณหภูมิภายในของโฟมก็ลงตามนอกจากนั้นในช่วงกลางคืน อุณหภูมิภายในของโฟมลงต่ำกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากเกิดการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวกับท้องฟ้า (Long Wave Radiation Heat Exchange)

2.4.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผิววัสดุ

แหล่งความร้อนจำนวนมากจากทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทั้งจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ การแผ่ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบๆมนุษย์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆภายในอาคาร ความร้อนจำนวนมากจากสิ่งเหล่านี้ไม่ได้ทำให้ความร้อนของอากาศโดยรอบมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาอย่างทันทีทันใด แต่รังสีความร้อนเหล่านี้จะต้องกระทบกับวัสดุพื้นผิวของวัสดุ(Solid Surface)เป็นอันดับแรกเสียก่อน และจะเกิดการดูดกลืนพลังงานความร้อนเข้าไปในมวลสารของวัสดุนั้นก่อนที่จะทำให้เกิดการแผ่รังสีความร้อนกลับออกมาสู่ภายนอก และทำให้อุณหภูมิโดยรอบสูงขึ้น

ความร้อนที่ถูกดูดกลืนเข้าไปในมวลสารของวัสดุ จะทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุสูงขึ้นกว่าภายใน และได้ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่อยู่ติดกับผนังนั้นสูงขึ้นด้วยจากความแตกต่างของอุณหภูมินทำให้ความร้อนถูกส่งผ่านเข้าไปในวัสดุโดยการนำความร้อน (Conduction) แล้วไปสู่อากาศโดยการพาความร้อน (Convection) จนกระทั่งอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในเท่ากันดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะรังสีความร้อนที่ส่งผ่านเข้าไปในวัสดุ (Radiant heat penetration into a solid object)

ที่มา : Bradshaw Vaughn, Building control systems. 2nd.ed.pp 82. New York: John Weiley& Sons.)

การนำความร้อนที่เข้าไปสะสมในวัสดุนั้น ความร้อนนั้นก็ดูดเทสู่อากาศด้วยการพาความร้อนออกไป (Convection) จากวัสดุทำให้อากาศรอบๆมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิด การถ่ายเทความร้อน (Heat Gain) เข้าสู่สิ่งแวดล้อม ซึ้งคุณสมบัติของการแผ่รังสีความร้อนที่สะสมวัสดุนั้นจะขึ้นอยู่กับ

1. อัตราส่วนของค่าความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance) ของวัสดุนั้นกับค่าความต้านทานความร้อนที่ชื้นบาง ๆ ของอากาศ (Air Film) ที่สัมผัสวัสดุนั้นอยู่

2. ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิของพื้นผิวของวัสดุกับอุณหภูมิของเนื้อในวัสดุ เปรียบเทียบกับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวกับอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ

โดยทั่วไปนั้นค่าความต้านทานต่อความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่เนื้อวัสดุของอาคารส่วนใหญ่ที่ไม่ใช่ฉนวนนั้นมักจะน้อยกว่าค่าความต้านทานของ Air Film ที่ผิววัสดุนั้น ๆ มาก ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของวัสดุและอุณหภูมิของอากาศเริ่มจะปรับตัวเข้าหากัน ความร้อนส่วนใหญ่ก็ยังคงสะสมอยู่ในวัสดุนั้นเอง อย่างไรก็ตามเมื่อกระบวนการสะสมความร้อนดำเนินต่อไปเรื่อยๆอุณหภูมิภายในของเนื้อวัสดุก็เริ่มจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้กระบวนการส่งผ่านความร้อนของอุณหภูมิภายในวัสดุก็จะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้กระบวนการส่งผ่านความร้อน ของอุณหภูมิภายในวัสดุก็จะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย

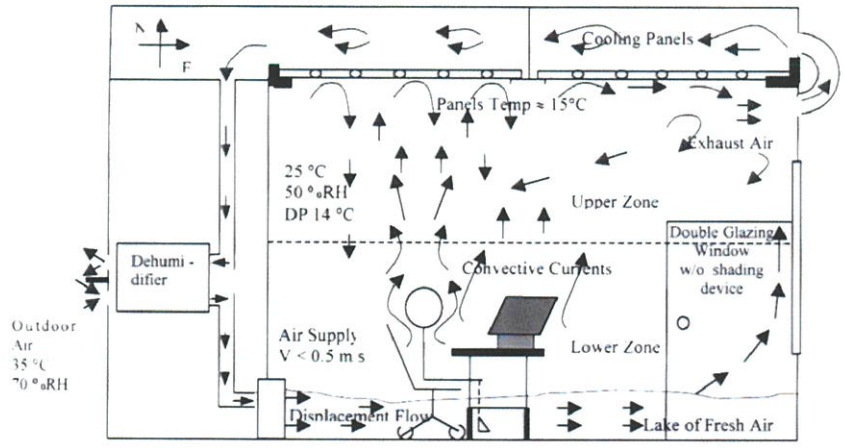
ซึ่งจะทำให้กระบวนการ ส่งผ่านความร้อน จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของวัสดุเป็นไปอย่างช้า ๆ และเริ่มเป็นการสะสมความร้อนภายในวัสดุเอง และในสภาพดังกล่าว ถ้าอุณหภูมิของอากาศที่สัมผัสอยู่กับพื้นผิววัสดุสูงขึ้นมาก ๆ ความร้อนที่จะถูกพา (Convected) จากผิวก็จะน้อยลง และกลับถูกสะสมอยู่ในตัววัสดุมากขึ้น

ดังนั้นนอกจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิผิวจะเกิดขึ้นเนื่องจาก RADIANT HEAT แล้วอุณหภูมิยังจะสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการพาความร้อนเข้ามาจากอากาศที่สัมผัสอยู่โดยรอบที่อุณหภูมิสูงกว่าอีกด้วย และความร้อนดังกล่าวนั้น อีกส่วนหนึ่งยังถูกสะสมเข้าไปในวัสดุ

อย่างไรก็ตามเมื่อค่าการส่งผ่านความร้อนผ่าน Air Film ยังเป็นไปได้น้อยอยู่ผลกระทบของการแผ่รังสีความร้อนนั้นก็ยังเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนกว่า

2.5 ลักษณะเบื้องต้นของการใช้ระบบปรับอากาศแบบ การแผ่รังสีความเย็นกับอาคาร (RADIANT COOLING)

หลักการเบื้องต้นระบบปรับอากาศแบบการแผ่รังสีความเย็นคือ การควบคุมอุณหภูมิของห้องโดยใช้การหมุนเวียนของน้ำหรืออากาศที่มีอุณหภูมิต่ำในท่อที่ติดตั้งสัมผัสกับผิววัสดุที่ต้องการให้มีการแผ่รังสี และมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ไหลหมุนเวียนและอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุ โดยไม่ได้ใช้การแผ่รังสีจากท่อน้ำโดยตรง แต่เป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการนำความร้อนไปยังพื้นผิวอื่นที่มีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่เพื่อใช้สำหรับแผ่รังสี โดยการใช้ท่อน้ำเย็นสัมผัสกับพื้นผิววัสดุนั้นแล้วแผ่รังสีความเย็นออกมา



ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะการทำงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น

หลักของการถ่ายพลังงานการแผ่รังสี

พลังงานในการแผ่รังสี มันถ่ายเทด้วยความเร็วของแสงเดินทางไปในรูปเส้นตรงและสามารถสะท้อนกลับ และแผ่ (เปล่ง) อุณหภูมิของวัสดุเป้าหมายโดยการดูดซับ

การแลกเปลี่ยนพลังงานการแผ่รังสีจะต่อเนื่องกันระหว่าง ร่างกายทั้งหมดในสภาพแวดล้อมของอาคาร ค่าของการถ่ายเทพลังงานการแผ่รังสี จะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- อุณหภูมิ (ของการแผ่อุณหภูมิของพื้นผิวตลอดถึงการรับอุณหภูมิ)

- การแผ่ (ของการแผ่รังสีของพื้นผิว)
- การสะท้อน, การดูดซึม, และการถ่ายเท
- ปัจจัยระหว่างการแผ่และการรับของพื้นผิว (ลักษณะมุมของผู้รับไปยังแหล่งกำเนิด)

การแผ่รังสี

ปัจจัยสำคัญคือโครงสร้างของรูปร่างของพื้นผิววัสดุในทั่วไป พื้นผิวของวัสดุที่มีลักษณะขุรขระกระด้างจะมีลักษณะการสะท้อนต่ำและมีการเปล่งกับการดูดซึมค่อนข้างสูง ในทางตรงข้ามพื้นผิววัสดุที่มีลักษณะเรียบ และมันเงาจะมีการสะท้อนที่สูงและมีการดูดซึม – เปล่งที่ต่ำ

สภาพความสบาย นิยามใน ASHRAE STANDARD กล่าวว่า "สภาพของจิตใจที่จะมีความพึงพอใจกับสภาพอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมนั้นไม่มีระบบใดที่จะสมบูรณ์แบบนอกเสียจากปัจจัยหลัก 3 อย่าง ที่จะควบคุมการถ่ายเทความร้อนจากร่างกายมนุษย์ (การแผ่รังสี ,การพา ,การระเหย) สิ่งเหล่านี้ที่จะเป็นผลในความเป็นกลางในอุณหภูมิ"

ระบบท่อนำความเย็นเป็นการใช้ควบคุมอุณหภูมิของอากาศและสิ่งแวดล้อมในอาคาร โดยการควบคุมอุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุ และส่งผลให้เกิดการแผ่รังสีและถ่ายเทความร้อน ซึ่งคุณสมบัติพิเศษในการออกแบบระบบนี้ ผู้คนจะไม่ทราบถึงสิ่งรอบ ๆ รอบจะมีความร้อนหรือเย็น แต่ MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT) จะมีผลที่จะทำให้ร่างกายอยู่ในความสบาย

เมื่ออุณหภูมิของพื้นผิว ของส่วนประกอบของอาคาร (ผนังของอาคารหรือกระจกที่มีพื้นที่จำนวนมากทำให้มีความร้อนเข้ามาอย่างมากมายจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ) ระบบการพาความร้อน มีความยาวมาก ที่จะหักลบอุณหภูมิที่เข้ามาจากภายนอก พื้นที่การใช้ท่อทำความเย็น อาจที่จำนวนที่ไม่เพียงพอ อาจมีการแผ่รังสีความเย็นสู่ร่างกายที่น้อยกว่าร่างกายจะรู้สึกสบาย

ดังนั้นฝ้าของห้องนั้นมีพื้นผิวที่มีพื้นที่มากกว่าผนังเพราะฝ้านั้นมันปกคลุมพื้นที่ห้องและมีพื้นผิวหน้าตัดที่ส่งลงมาให้กับห้องโดยตรง ซึ่งเหมาะกับการติดตั้งระบบแผ่รังสีความเย็นโดยการใช้ฝ้าที่โลหะโดยมีระบบท่อส่งความเย็นแต่ทั้งนั้น จะต้องเผื่อพื้นที่ที่สามารถเข้าไปดูแลบำรุงรักษาได้ด้วย

คุณสมบัติที่สำคัญของระบบท่อแผ่รังสี มีดังนี้

- มีประสิทธิภาพดีกว่าในแง่ข้อจำกัดของระบบอื่นๆ เพราะว่า RADIANT LOADS เป็นการมุ่งไปที่การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงกับเป้าหมาย ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า(มนุษย์) โดยไม่เสียพลังงานในการแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมเท่ากับระบบปรับอากาศ และการเคลื่อนที่ของอากาศในพื้นที่ยังเป็นระดับการระบายอากาศปกติ
- ข้อจำกัดของพื้นที่ของงานระบบ คือ ไม่ต้องการพื้นที่นอกผนัง , สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผนัง พื้น และระบบโครงสร้าง

- ระบบเครื่องกลเกือบทั้งหมด อาจอยู่ในศูนย์กลางของพื้นที่ เพื่อง่ายสำหรับการบำรุงดูแลรักษา

- ไม่มีพื้นที่ต้องการข้างในเหมือนของระบบอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ที่ต้องมีช่องดัก และพื้นที่ใช้บำรุงรักษา หรือทำความสะอาด แต่ใช้แค่พื้นที่ในการเดินท่อนำความเย็นและผิวสัมผัสที่มีพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อให้มีการแผ่รังสีออกมา

- ขนาดของการใช้งานปกติ จะไม่เกินความต้องการสำหรับการระบายอากาศและความชื้น

- ระบบถ่ายเทอากาศภายนอกสามารถติดตั้งได้ โดยใช้ท่ออากาศที่มีขนาดแปรผันกับพลังงานที่ใช้ทำความเย็นเพราะต้องนำผลรวมของปริมาณอากาศที่มีการถ่ายเทจากภายนอกมาใช้คำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ทำความเย็น

- ระบบท่อนำน้ำเย็น สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบท่อสปริงเกอร์อัตโนมัติได้

- ระบบท่อแผ่รังสีความเย็นในระบบที่มีขนาดเล็กที่สุด อาจสามารถจัดทำให้ระบบเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ บางส่วนภายในอาคารได้

- ไม่มีเสียงที่เกิดจากพัดลมในการใช้หมุนเวียนของอากาศ

- สามารถลดช่วงการใช้พลังงานช่องสูงสุด เหมือนกับการเป็นผลจากระบบการเก็บพลังงานของอุณหภูมิในโครงสร้างของท่อผนังภายในหรือกำแพงฉากต่างๆ โดยใช้การแผ่รังสีความเย็นแทน โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเป็นตัวปรับอุณหภูมิอากาศและสภาวะแวดล้อมของภายอาคาร นั่นเอง

บทที่3

สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ ละติจูด 13 ' 44˚ เหนือ และลองจิจูด 100 ' 34˚ ตะวันออก

3.1 ลักษณะสภาวะอากาศทั่วไป[1]

3.1.1 **อุณหภูมิ** (Temperature)

สภาวะอุณหภูมิของอากาศโดยทั่วไปร้อนอบอ้าวอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี อุณหภูมิโดยทั่วไปจะเริ่มต่ำลงช่วงเดือนพฤศจิกายน ต่ำสุดเดือนธันวาคม เริ่มสูงขึ้นเดือนกุมภาพันธ์ และร้อนที่สุดในช่วงเดือนเมษายน

ตารางที่ 3.1 แสดงสถิติอุณหภูมิ (^{o}C) ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
เฉลี่ย	27.2	28.1	29.6	30.4	30.2	29.5	29.2	28.7	28.3	28	27.8	26.7
สูงสุดเฉลี่ย	32.5	33.3	34.6	35.2	34.9	33.8	33.1	32.8	32.7	32.4	32.4	31.6
ต่ำสุดเฉลี่ย	22.8	24	26	26.7	26.3	26	25.7	25.3	25	24.7	23.9	22.4

3.1.2 **ความชื้นสัมพัทธ์** (Relative humidity)

ความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และจะมีความชื้นต่ำช่วงเดือน พฤศจิกายน – มกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว

ตารางที่ 3.2 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
เฉลี่ย	69	70	72	72	74	74	74	76	79	78	69	67
สูงสุดเฉลี่ย	86	86	87	87	88	88	87	89	92	91	83	80
ต่ำสุดเฉลี่ย	50	50	53	54	57	59	60	61	63	61	52	53

---

[1]ที่มา : ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดกรุงเทพมหานคร จากกรมอุตุนิยมวิทยาโดยเฉลี่ยรอบ10 ปี 2534-2543

3.1.3 **ช่วงเวลาที่มีแสงจากพระอาทิตย์** (Sunshine –duration)

ช่วงเวลาที่มีแสงจากพระอาทิตย์โดยเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 5 – 9 ชั่วโมง / วัน
มีค่ามากช่วงเดือน พฤศจิกายน - เมษายน (7.5-9 ชั่วโมง/วัน) มีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคม
มีค่าน้อยลงช่วงเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม (4.5-7 ชั่วโมง/วัน) มีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายน

ตารางที่ 3.3 แสดงเวลา(จำนวน ช.ม.)ที่มีแสงจากพระอาทิตย์ของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
เฉลี่ย (ช.ม.)	219	217	240	211	200	149	132	123	118	159	186	209	2162

3.1.4 **ปริมาณฝน** (Rainfall)

ฝนตกทั้งปีประมาณ 1620 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกเป็นจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม (ประมาณ 6 เดือน) ซึ่งเป็นในช่วงฤดูฝน

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณฝนของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ปริมาณฝนเฉลี่ย(ม.ม.)	9.5	19.8	30.9	100	234	165	171	245	342	272	28	2.5	1620
จำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ย (วัน)	1.8	2.4	3	7	15.8	16	16.9	20.1	21	17.3	4.4	0.8	127
ปริมาณฝนสูงสุดใน1วัน (ม.ม.)	41.9	39.9	44	93.5	186	85.7	92.5	129	128	123	40	7.6	186

3.1.5 **จำนวนเมฆในท้องฟ้า**(Cloudiness)

มีค่าตั้งแต่ 1 - 10 ในช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงต้นฤดูร้อน (พฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์) จะมีท้องฟ้าโปร่งและมีเมฆปกคลุมน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ของปี ช่วงตั้งแต่เดือนมีนาคมเป็นต้นไปถึงพฤษภาคม เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนส่วนใหญ่ท้องฟ้าจะมีเมฆมาก หรือมีเมฆเต็มท้องฟ้า เว้นแต่ในช่วงฝนทิ้งประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมอาจมีโอกาสที่จะมีท้องฟ้าโปร่งได้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนเมฆในท้องฟ้าของกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

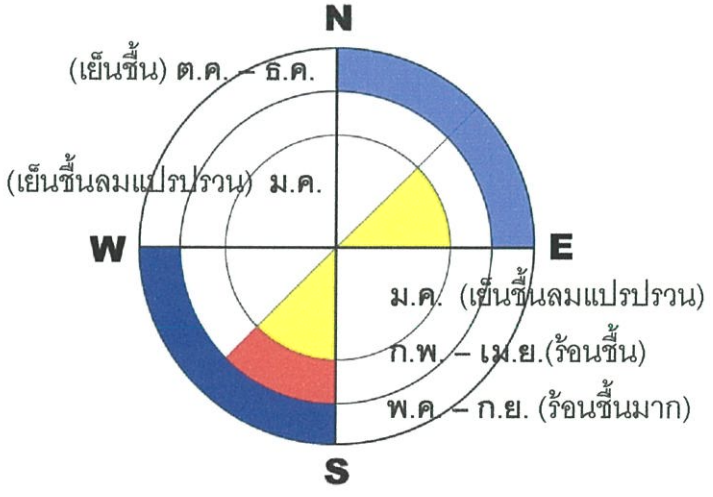
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
เฉลี่ย(ค่า1-10)	5.6	5.4	6.1	6.7	7.5	8	8.3	8.5	8.6	7.7	6	5.4	7

3.1.6 ลม (Wind)

ความเร็วลมเฉลี่ยของจังหวัดกรุงเทพมหานครอยู่ในช่วง 0.5 – 5.5 m/s มีความเร็วลมในช่วง 1.7-3.8 m/s มากที่สุด ทิศทางที่มีลมพัดมามากที่สุดคือทางทิศใต้ช่วงเดือน มกราคม – สิงหาคมในช่วงปลายฤดูหนาว ในฤดูร้อนและในช่วงต้นฤดูฝน ช่วงกลางฤดูฝนในเดือนกันยายนลมจะพัดมาจากทางทิศตะวันตก และจะเริ่มพัดมาจากทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ในช่วงเดือน ตุลาคม – ธันวาคมซึ่งจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ปลายฤดูฝนถึงฤดูหนาว

ตารางที่ 3.6 แสดงความเร็ว (m/s) และทิศทางของลมในกรุงเทพมหานครในเดือนต่างๆ

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ตลอดปี
ความเร็วลมเฉลี่ย	2.1	3	3.8	3.1	2.5	2.5	2.7	2.6	1.9	1.9	2.1	2.1	
ทิศที่มีลมมากที่สุด	S	S	S	S	S	S	S	S	W	N	N,NE	N,NE	
ความเร็วลมสูงสุด	22	25	34	28	35	30	35	28	30	30	22	28	35



ภาพที่ 3.1 แสดงทิศทางลมในจังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.2 การวิเคราะห์อิทธิพลลมกับสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

ถ้าเราสามารถนำอิทธิพลจากลมมาใช้กับอาคารเพื่อให้ผู้อยู่ภายในอาคารรู้สึกสบายโดยใช้กับในอาคารที่ไม่ได้ติดตั้งระบบปรับอากาศหรือต้องการลดการใช้ระบบปรับอากาศภายในอาคาร พบว่าในช่วงเดือนธันวาคมและเดือนมกราคมเป็นช่วงเวลาที่มีภูมิอากาศเหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานที่สุด ส่วนในช่วงที่มีความเป็นไปได้ในการนำอิทธิพลทางธรรมชาติมาใช้รองลงมาคือช่วง เดือนพฤศจิกายนและเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับเดือนทั่วๆไปพบว่ามีอุณหภูมิและความชื้นสูง จึงควรหลีกเลี่ยงอากาศที่มีความชื้นสูงเข้ามาภายในอาคาร จากการดูข้อมูลในรอบ 10 ปี และปี พ.ศ. 2543 พบว่า พ.ศ.2543 มีอุณหภูมิและความชื้นใกล้เคียงกับกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครในรอบ 10 ปี ในที่นี้แบ่งข้อมูลภูมิอากาศ พ.ศ. 2543 เป็น 4 กลุ่มได้ต่อไปดังนี้

3.2.1 **กลุ่มเย็นชื้นลมปรวนแปร** (มกราคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูหนาวช่วงกระแสลมเบาหลายทิศทาง มาจากด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการนำลมมาช่วยในการปรับสภาพให้อยู่ในขอบเขตสบาย แต่ใน พ.ศ. 2543 อุณหภูมิค่อนข้างสูงกว่าทุกปี แต่บางชั่วโมงอุณหภูมิก็อยู่ใกล้เคียงขอบเขตสบาย ฉะนั้นต้องป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้ามาในอาคารมากเกินไป โดยในช่วงนี้แดดจะอ้อมมาจากทางทิศใต้ฉนั้นจึงควรทำการป้องกันความร้อนจากแสงแดดทางด้านทิศใต้ไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร

3.2.2 **กลุ่มร้อนชื้น** (กุมภาพันธ์ -เมษายน)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูร้อน มีระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จะมีลมส่วนใหญ่พัดมาทางด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าสภาพภูมิอากาศกลุ่มนี้ จะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงมาก และอยู่ห่างจากขอบเขตสบายมาก ดังนั้นควรป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด แต่ในปี พ.ศ.2543 นี้เดือนมีนาคมบางช่วงเวลามีภูมิอากาศอยู่ในเขตภาวะน่าสบาย แต่เป็นส่วนน้อยมาก

3.2.3 **กลุ่มร้อนชื้นมาก** (พฤษภาคม-ตุลาคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูฝน มีระยะเวลา 6 เดือน จะมีลมส่วนใหญ่พัดมาทางด้านทิศใต้และตะวันตกเฉียงใต้ ยกเว้นในช่วงเดือนตุลาคมเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุม มีลมพัดเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงเหนือด้วย โดยเฉลี่ยจะมีฝนตกประมาณ 17 วันต่อเดือน ซึ่งจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบ 6 เดือนนี้ประมาณ 320.1 มม. ดังนั้นจึงต้องมีส่วนยื่นที่เพียงพอต่อการป้องกันฝนสาดเข้าสู่อาคาร โดยสภาพภูมิอากาศช่วงนี้จะอยู่นอกขอบเขตสบายโดยมักจะมีอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์

สูงกว่าช่วงอื่น ถ้ามีการนำกระแสลมช่วยทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้สภาพภูมิอากาศอยู่ใกล้ขอบเขตสบาย แต่ต้องใช้วิธีการลดความชื้นให้กับอากาศภายใน และป้องกันความชื้นจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

3.2.4 **กลุ่มเย็นชื้น** (พฤศจิกายน -ธันวาคม)

ช่วงนี้เป็นช่วงฤดูหนาว จะมีลมพัดมาทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศเหนือ และตะวันออก โดยสภาพภูมิอากาศช่วงนี้มีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง สามารถใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติมาช่วยทำให้สภาพภูมิอากาศอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ แต่ในบางช่วงอาจมีอุณหภูมิอยู่ต่ำกว่าขอบเขตสบาย บางครั้งอาจต้องมีการนำอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ มาช่วยในการปรับสภาพอากาศให้อยู่ในขอบเขตสบาย

3.3 อิทธิพลของความชื้น[2]

จากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพฯ พบว่ามีระดับความชื้นโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานสำหรับในกรณีที่อาคารมีการใช้ระบบปรับอากาศ พบว่าเมื่อนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพให้อยู่ในเขตสบายภายในห้องปรับอากาศ จะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการลดความชื้นในรูปความร้อนแฝง(Latent Load) และการลดอุณหภูมิในรูปความร้อนสัมผัส(Sensible Load)

หากเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ เมื่อนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพให้อยู่ในระดับที่ต้องการ จะพบว่าจะต้องใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการลดความชื้นมากกว่าการลดอุณหภูมิให้กับอากาศหลายเท่า โดยมีปริมาณพลังงานรวมที่ใช้ในเวลากลางวันและกลางคืนแตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากอิทธิพลของความชื้นที่สะสมในอากาศ ด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานในอาคารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการรั่วซึมของอากาศที่มาจากหลายทาง เช่น

3.3.1 **ความชื้นที่ซึมผ่านผนังอาคาร**

ในกรณีที่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป จะพบว่าไม่สามารถป้องกันความชื้นได้ดีนัก เมื่อผนังเปียกความชื้นจะค่อยๆ ซึมผ่านผนังและเข้าสู่ภายในอาคารในสภาพของไอน้ำ ซึ่งเป็นความชื้นที่ยากต่อการควบคุม

---

[2] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า84,2542

3.3.2 ความชื้นที่รั่วซึมผ่านขอบประตูหน้าต่าง และช่องเปิด

ในระบบการก่อสร้างโดยทั่วไป ส่วนใหญ่มักจะมีช่องว่าง รูรั่ว ที่อยู่ระหว่างขอบประตูหน้าต่างกับส่วนประกอบของอาคารค่อนข้างมาก ถึงแม้จะปิดประตูหน้าต่างสนิทแล้วก็ตาม เมื่อมีความแตกต่างของแรงดันอากาศบริเวณใต้ลมและเหนือลมเกิดขึ้น จะทำให้อากาศรั่วซึมผ่านผนังและรอยแยกต่างๆ เข้ามาภายในอาคารได้มาก

3.3.3 ความชื้นจากการเปิด-ปิด ประตูหน้าต่าง

เมื่อมีการเปิด-ปิด ประตูหน้าต่าง ในขณะที่ภายนอก มีลมแรงพบว่า จะต้องสูญเสียพลังงานไปในการยอมให้อากาศจากภายนอกเข้ามาภายใน เช่น ถ้าเปิดประตูบานขนาด 1เมตร x 2เมตร ด้านทิศใต้ ช่วงบ่ายของเดือนเมษายน โดยภายนอกมีความเร็วลมประมาณ 10 ก.ม./ชม. หากลมเคลื่อนที่เข้าภายในตัวบ้านอย่างสะดวกเป็นเวลา 1 นาที จะต้องเพิ่มภาระในการลดอุณหภูมิให้กับอาคารประมาณ 12.6 เมกะจูล(12,000 บีทียู) หมายความว่าถ้าเปิดประตูข้างไว้เพียง 1 นาที จะต้องใช้ระบบปรับอากาศขนาด 1 ตัน เป็นเวลา 1ชั่วโมง ในการลดความชื้นและอุณหภูมิให้กับกระแสลม

3.3.4 ความชื้นจากการสะสมของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

ในกรณีที่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนจะพบว่า เมื่อเปิดบ้านทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ ความร้อนความชื้นจากภายนอกบ้าน จะสะสมอยู่ภายในเนื้อวัสดุต่างๆ ภายในบ้าน เช่นผนังพื้น หรือวัสดุภายในอื่นๆ จะต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก เพื่อลดความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้างเหล่านี้

3.3.5 ความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุตกแต่งภายใน และเครื่องเรือน

การใช้วัสดุตกแต่งในบ้าน เช่นพรม บางชนิด ผ้าม่าน โซฝา หนังสือเก่าๆ และอุปกรณ์ที่มีค่าการดูดซับความชื้นสูง จะพบว่าเมื่อเปิดบ้านทิ้งไว้ ความชื้นจะสะสมอยู่ในวัสดุประเภทนี้มาก

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของอิทธิพลของความร้อน และความชื้นจากภายนอกที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวอาคาร เช่น สีผนังหลุดร่อน ผนังเกิดเชื้อราอันเป็นสาเหตุของโรคภูมิแพ้ และโรคอื่นๆ

จากการคำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้ลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศ จากข้อมูลสภาพอากาศจริงของกรุงเทพมหานคร ในเดือนที่แตกต่างกัน 4 เดือน เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานที่ใช้ลดความชื้น และลดอุณหภูมิให้กับอากาศ ต่อ 1 ลิตรต่อวินาทีค่อนข้างสูงมาก ในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของพลังงานสูงถึงชั่วโมงละ 44.7 วัตต์ต่อวินาที (72 บีทียูต่อลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) หมายความว่าหากใช้พัดลมดูดอากาศขนาด 100 ลิตรต่อวินาที (212 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ซึ่งเป็นพัดลมขนาดเล็กที่

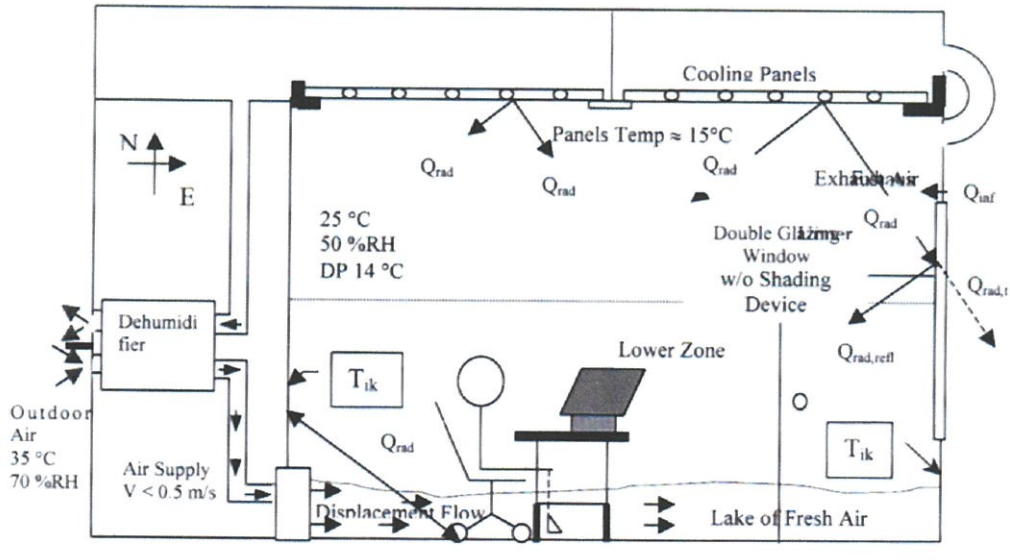
นิยมใช้กันทั่วไปในห้องน้ำโดยเปิดไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องสูญเสียพลังงานให้กับการลดอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศขนาด 1.3 ตัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เช่นเดียวกันในเดือนอื่นของปีก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในฤดูหนาวที่อิทธิพลของความร้อนและความชื้นค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะเมื่อลมพัดจากทางทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ถ้ากระแสลมพัดมาจากทางทิศอื่น ๆ ปริมาณพลังงานที่จะต้องใช้ในการลดความชื้นและอุณหภูมิก็ไม่แตกต่างกันมากนัก

บทที่ 4
แนวทางการวิเคราะห์ แหล่งความเย็นและวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

นอกเหนือจากแหล่งความเย็นของระบบปรับอากาศแบบทั่วๆไป การวิจัยครั้งนี้นำเสนอแหล่งความเย็นรูปแบบอื่นๆคือ ระบบการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นเพื่อนำมาประยุต์ใช้ในการวิจัย โดยทดลองควบคู่กับระบบปรับอากาศแบบธรรมดา เพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอแหล่งความเย็นรูปแบบอื่น ที่มีผลในด้านการใช้พลังงานที่น้อยกว่าระบบปรับอากาศมีรายละเอียดดังต่อไป

4.1 การวิเคราะห์การทำงานเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น[1]

การใช้ระบบการปรับอากาศโดยการแผ่รังสีมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมานานหลายปี ประเทศที่มีลักษณะภูมิอากาศที่หนาวเย็นก็ใช้ระบบการแผ่รังสีความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น แต่พอถึงในฤดูร้อนระบบแผ่รังสีก็สามารถเปลี่ยนมาใช้ในการปรับอุณหภูมิให้เย็นลงได้อีกด้วย โดยระบบปรับอากาศที่ใช้การแผ่รังสีความเย็นถูกใช้และประสบความสำเร็จในทวีปยุโรปมากกว่า 15ปี ซึ่งหลักการแผ่รังสีความเย็นก็คือ รูปร่างของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิววัสดุซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญ ดังแสดงในรูป

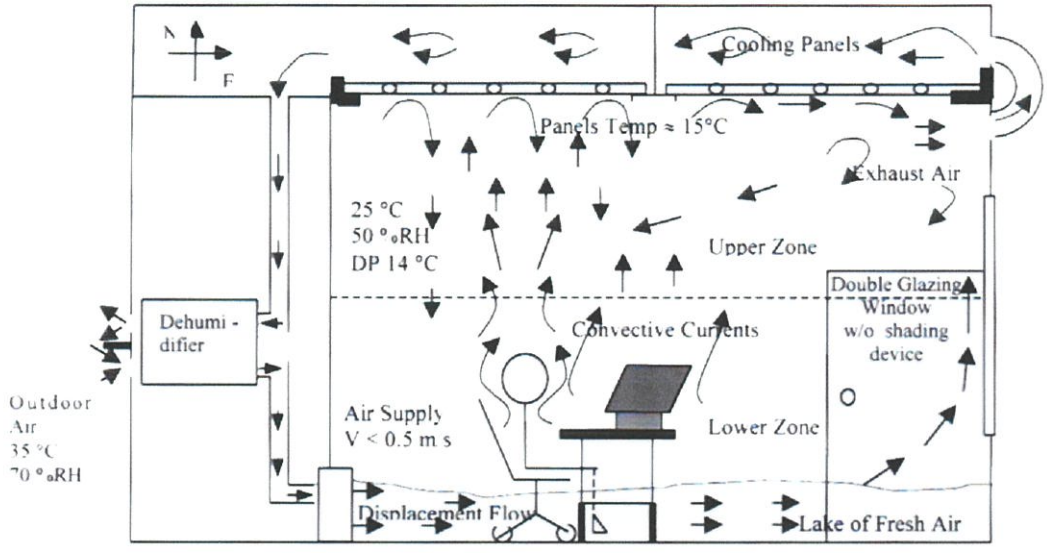


ภาพที่ 4.1 แสดงหลักการแผ่รังสีความเย็นของแผ่นแบบเรียบเย็น (cooling panels)

---

[1] ที่มา : ประภาพงษ์ วางทุกข์ นักศึกษาปริญญาเอก สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT.) ให้สัมภาษณ์,1 สิงหาคม 2545.เอกลักษณ์ วงศ์พานิช ผู้สัมภาษณ์.**ข้อมูลของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น.** สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT.)

ภายในห้องปรับอากาศจะต้องมีอากาศบริสุทธิ์สำหรับมนุษย์ (Ventilation Air) ที่พอเพียงเท่านั้น ซึ่งเป็นปริมาณน้อยประมาณ 15 – 20 Cfm/Person สำหรับสำนักงานและอัตราการไหลของลมต้องต่ำกว่า 0.5 เมตร/วินาที โดยวิธีการส่งลมเข้าสู่ห้องในระบบแผ่รังสีความเย็นนั้นจะเป็นวิธีการแทนที่อากาศ เมื่อมีการไหลของอากาศก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อน ดังภาพที่ 4.2

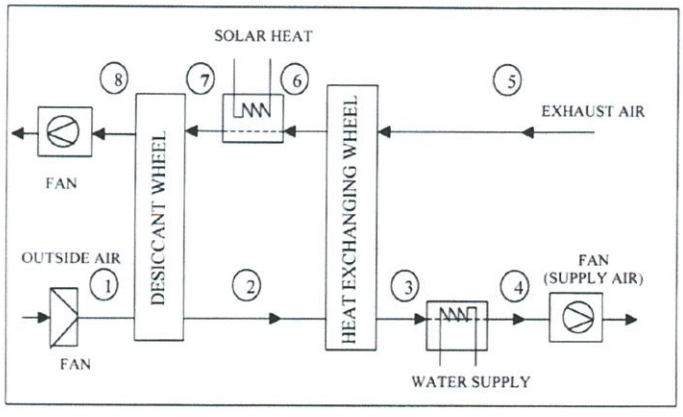


ภาพที่ 4.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น

ระบบการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นนั้นเราสามารถนำมาออกแบบใช้ติดตั้งได้ทั้งบนเพดานและผนังห้อง โดยในลักษณะของการแผ่รังสีจะเป็นการแลกเปลี่ยนเฉพาะความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) โดยใช้หลักการแผ่รังสีความร้อนเท่านั้น ส่วนของความร้อนแฝง (Latent Heat) ที่เกิดจากความชื้นในอากาศ จะต้องใช้ระบบควบคุมที่สามารถลดความชื้นในอากาศซึ่งจะใช้ระบบวงล้อแลกเปลี่ยนความชื้น (Desiccant) และนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมเข้าด้วยเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานมากขึ้น โดยค่าความชื้นที่เหมาะสม ประมาณ 50%rh ก่อนที่จะส่งเข้าสู่ตัวอาคาร ถ้ามีความชื้นในอากาศที่จ่ายเข้าอาคารและความชื้นจากภายนอกที่รั่วเข้ามาในอาคารโดยไม่มีการควบคุมก็จะเกิดปัญหาการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่แผ่นแบบเรียบเย็น แต่การกลั่นตัวนั้นสามารถควบคุมได้อีกวิธีหนึ่งคือ โดยอุณหภูมิที่จ่ายให้กับแผ่นแบบเรียบเย็นจะต้องสูงกว่าอุณหภูมิการกลั่นตัว 1 ^{o}C (อุณหภูมิห้อง 25 ^{o} C, 50 % rh , dp 14 ^{o}C ซึ่งค่าเบื้องต้นเราสามารถหาได้จาก The Psychomatic Chart) ดังนั้นอุณหภูมิน้ำที่จ่ายให้กับแผ่นแบบเรียบมีอุณหภูมิประมาณ 15 ^{o}C

4.1.1 ข้อดีของการใช้ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

- ระบบความสบาย (Comfort Levels) ดีกว่าระบบปรับอากาศแบบอื่นๆ เพราะว่าภาระของการแผ่รังสีถูกถ่ายเทโดยตรงซึ่งไม่ได้ผ่านตัวกลาง และการเคลื่อนไหวของอากาศในห้องเป็นปริมาณต่ำ
- ระบบการแผ่รังสีความเย็นเป็นระบบที่เราสามารถกำหนดการทำความเย็นไปในส่วนที่เป็นพื้นที่ใช้งานโดยเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยตรงกับมนุษย์ในพื้นที่ที่ใช้งาน โดยไม่เสียพลังงานในการทำความเย็นให้แก่สิ่งแวดล้อมโดยเสียพลังงานโดยไม่จำเป็นเมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบเครื่องปรับอากาศ
- ปริมาณอากาศภายนอกที่ส่งเข้าไปในห้องจะต้องไม่เกินความต้องการของอากาศเพื่อการระบาย และการลดความชื้น
- ไม่มีเสียง เนื่องจากไม่มีพัดลมหรือมอเตอร์
- การทำงานของระบบเย็น (Chilling System) ลดลงเนื่องจากแผ่นแบนเรียบเย็นทำงานที่อุณหภูมิน้ำเย็นสูง (อุณหภูมิผิวประมาณ 15 °C)



ภาพที่ 4.3 แสดงระบบวงล้อแลกเปลี่ยนความชื้น (Desiccant)

4.1.2 การทำงานของระบบลดความชื้นแบบวงล้อลดความชื้น (Desiccant) และเหตุผลที่นำมาใช้

จากภาพที่ 4.3 สภาวะที่ 1 อากาศจากภายนอกเมื่อผ่านวงล้อลดความชื้น ซึ่งภายในวงล้อจะบรรจุสารลดความชื้นที่เป็นของแข็งเช่น ซิลิก้าเจล อากาศจะเข้าสู่สภาวะที่ 2 คือความชื้นลดลงและมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเนื่องจากได้รับความร้อนจากสารดูดความชื้น จากนั้นจะไปลดอุณหภูมิที่วงล้อแลกเปลี่ยนความร้อน (Air Recovery Wheel) เข้าสู่สภาวะที่ 3 จาก สภาวะที่ 3 ไปสภาวะที่ 4 จะเป็นการควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้ได้อุณหภูมิและความชื้นที่ออกแบบเพื่อใช้เป็นอากาศระบายเข้าสู่ห้องปรับอากาศ ดังนั้นสภาวะที่ 5 จะนำอากาศในห้องปรับอากาศไหลผ่านวงล้อแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้

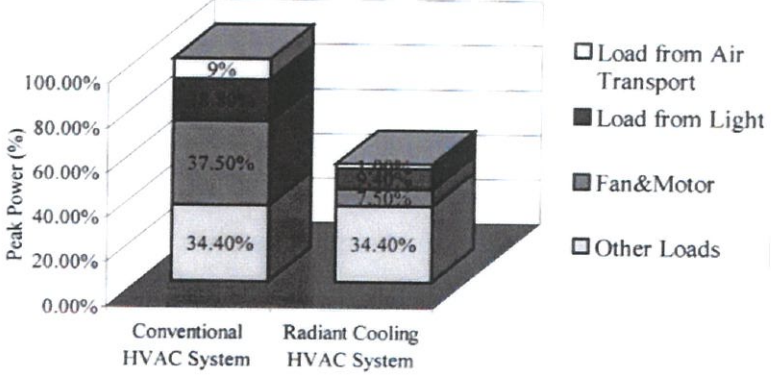
อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นและไปสู่สภาวะที่ 6 ซึ่งจะได้รับความร้อนและตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ซึ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนให้กับน้ำ และใช้น้ำเป็นตัวกลางทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น (สภาวะ 7) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดถ่ายความชื้นออกจากสารดูดความชื้นในสภาวะที่ 8

การอธิบายข้างต้น สภาวะต่างๆในการทำงานของระบบลดความชื้นแบบ Desiccant เป็นแบบพื้นฐานซึ่งจะต้องทำการทดลองเพื่อหาสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการออกแบบระบบลดความชื้นให้เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย เช่นพื้นที่ของวงล้อความเร็วที่วงล้อหมุน การนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้งานร่วมกันเป็นต้น ซึ่งใช้เป็นตัวแปรที่ต้องพิจารณาให้ได้ตามความเหมาะสมอีกด้วย

4.1.3 เหตุผลในการนำเอาระบบมาใช้งานนอกเหนือจากระบบคอยล์เย็น (Cooling Coils) หรือ แท่งนำความร้อน (HeatPipe) คือ

- ระบบนี้สามารถทำให้ของเหลวในอากาศแห้งและได้ถูกใช้แพร่หลายในพื้นที่ปรับอากาศ
- ภาระทางความร้อนแฝง(Latent Load)มีค่ามากกว่าภาระทางความร้อนสัมผัส(SenSibleLoad)
- ราคาของพลังงานที่ใช้ในการขับไล่ (Regenerate) ความชื้นออกจากสารดูดความชื้นในที่นี้จะใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวให้ความร้อนซึ่งเป็นการประหยัดพลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบคอยล์เย็น ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ากับอุปกรณ์ทำความเย็น เพื่อทำให้อากาศเย็นจนกระทั่งถึงจุดกลั่นตัวของน้ำถึงจะลดความชื้นในอากาศได้

เมื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับระบบปรับอากาศแบบ Conventional HVAC และทราบถึงระบบการแผ่รังสีความเย็นที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและทำให้เกิดความสบายต่อผู้ปฏิบัติงานภายในพื้นที่ปรับอากาศ ต่อไปจะยกตัวอย่างและเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของทั้ง 2 ระบบเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบภาระทางกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในระบบ Conventional HVAC และระบบ Radiant cooling HVAC สำหรับอาคารสำนักงานใน Los Angeles, USA [5]

จากภาพสามารถอธิบายได้ว่า

- ภาระอื่น ๆ มีค่าเท่ากันทั้ง 2 ระบบเพราะเป็นภาระที่ไม่สามารถลดได้ เช่น ความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารรวมทั้งอากาศที่รั่วเข้าด้วย

- ภาระทางไฟฟ้าของพัดลม และมอเตอร์ลดลงจาก 37.5O% เป็น 7.5O% เนื่องมาจากการออกแบบระบบระบายอากาศมีค่าน้อยลงเพราะไม่ต้องส่งลมเย็นไปยังทุกส่วนของอาคาร ที่ต้องการระบบปรับอากาศ

- ภาระจากแสงสว่างลดลงจาก 18.80 %เป็น 9.40 %เนื่องมาจากความร้อนที่หลอดไฟถ่ายเทออกมาจะแผ่รังสีความร้อนไปสู่แหล่งที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าโดยตรง เมื่ออัตราการไหลของอากาศต่ำทำให้การถ่ายเทความร้อนของหลอดไฟมีค่าต่ำลงด้วย

- ภาระจากจ่ายอากาศมีค่าลดลงจาก 9 %เป็น I.9 % เนื่องจากอากาศที่ใช้ในระบบการแผ่รังสีความเย็นจะใช้ปริมาณอากาศน้อยลงเพื่อใช้เป็นอากาศระบายเท่านั้น

จากที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปการใช้งานสำหรับระบบการแผ่รังสีความเย็นเพื่อทดแทนระบบปรับอากาศแบบเดิม คือระบบการแผ่รังสีความเย็นมีศักยภาพในการใช้งานเพื่อการปรับอากาศและประหยัดพลังงานมากกว่า จากข้อดีดังกล่าวทำให้ระบบนี้สามารถใช้งานได้จริงในประเทศแถบยุโรปและอเมริกาซึ่งมีภูมิอากาศแห้ง ความชื้นต่ำ การควบคุมการกลั่นตัวของน้ำทำได้ง่ายกว่าภูมิประเทศในภาคพื้นเอเชียซึ่งมีอากาศชื้นสูง ดังนั้นปัญหาสำหรับระบบการแผ่รังสีความเย็นในประเทศไทยคือ การควบคุมความชื้นไม่ให้รั่วเข้าสู่ภายในอาคารหรือป้องกันรั่วเข้าได้น้อยที่สุด การติดตั้งระบบนี้กับอาคารสำนักงานในลักษณะใช้งานร่วมกับระบบ HVAC เดิมในอาคารเก่าจะมีความคุ้มค่ามากกว่าการติดตั้งระบบนี้กับอาคารที่สร้างใหม่ โดยอาคารเก่าจะเป็นการติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับรับภาระทางความร้อนที่มากขึ้นในฤดูร้อนหรือใช้สำหรับรับภาระความร้อนที่เกิดกับแผ่นกระจกขนาดใหญ่ เพราะปัจจุบันกระจกเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างอาคารเกือบทั้งหลังซึ่งการใช้กระจกในลักษณะดังกล่าวมีทั้งข้อดีและข้อเสีย สำการใช้ระบบปรับอากาศนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการลดอุณหภูมิความร้อนในห้องที่ไม่มีผู้อยู่อาศัย เช่น ห้องคอมพิวเตอร์สำหรับฐานข้อมูล หรือประมวลผล ห้องผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ใหญ่มากเป็นต้น

4.2 การศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของระบบแผ่รังสีความเย็นเพื่อมาใช้ในการวิจัย

4.2.1 การนำระบบการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย

การศึกษาเบื้องต้นในการนำระบบดังกล่าวมาใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย การวิจัยนี้มุ่งนำเสนอเฉพาะอาคารบ้านพักอาศัยในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลของสภาพภูมิอากาศตลอดจนสถานที่ในการทดลอง จึงใช้ข้อมูลสภาพอากาศกับการทดลองในเขตของกรุงเทพมหานคร และนำระบบการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดความเย็น โดยนำมาประยุกต์ใช้และดัดแปลงโดยคำนึงถึงการใช้วัสดุหลักในประเทศ แล้วนำระบบดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับอาคารบ้านพักอาศัย โดยคำนึงถึงทั้งด้านความเหมาะสม ความสวยงามรวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการรักษาความเย็นในอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิภายในอาคารด้วย สำหรับองค์ประกอบหลักอื่นๆ จำเป็นต้องศึกษาถึงสภาพความเหมาะสมของอาคารที่นำมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนลักษณะของพฤติกรรมของมนุษย์ในบ้านพักอาศัย เพื่อเป็นองค์ประกอบและข้อมูลเบื้องต้นในการวิจัย

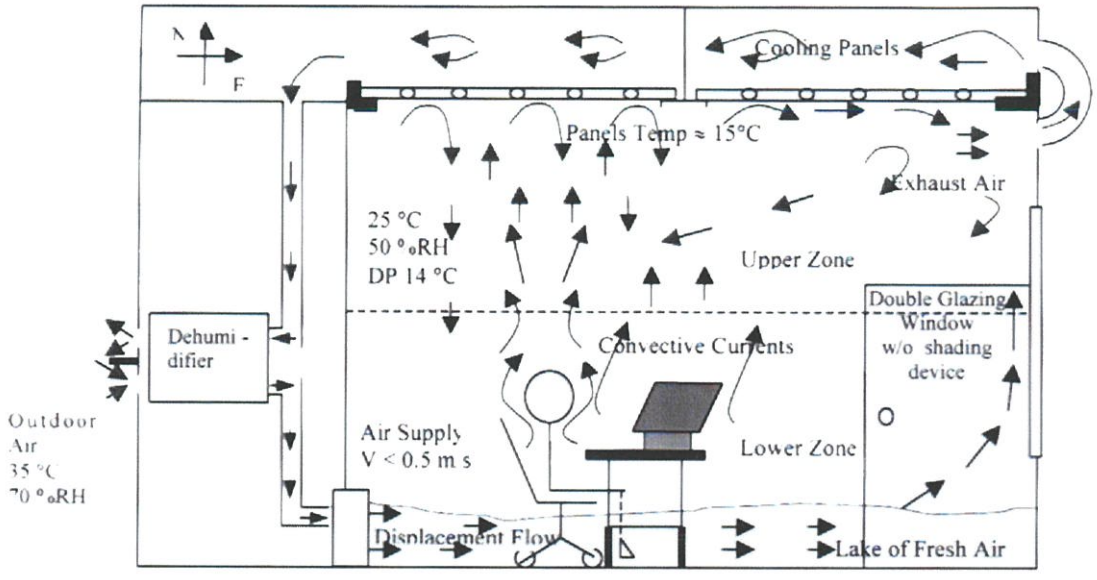
4.2.2 ข้อพิจารณาการนำระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย

4.2.2.1 พฤติกรรมในการลดอุณหภูมิ

หลักการในการลดอุณหภูมิของการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นนั้น จะเป็นไปในลักษณะที่อธิบายในขั้นต้น (หัวข้อที่ 4.1) โดยใช้ระบบการแผ่รังสีความเย็นเพื่อปรับอุณหภูมิให้ลดลง เมื่อถึงฤดูหนาวระบบท่อแผ่รังสียังสามารถเปลี่ยนมาใช้ในการปรับอุณหภูมิให้สูงได้อีกด้วย

หลักการแผ่รังสีความเย็นคือใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิวและรูปร่างของวัสดุเป็นตัวแปรสำคัญ โดยใช้น้ำที่ถูกทำให้มีอุณหภูมิต่ำเป็นแหล่งกำเนิดความเย็นแล้วทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนจากน้ำเย็นนั้นในระบบของแผ่นเรียบเย็น ซึ่งจะทำให้ระบบแผ่นเรียบเย็นมีอุณหภูมิต่ำแล้วจึงแผ่รังสีความเย็นออกมา เมื่ออากาศมีการเคลื่อนไหวมากระทบกับแผ่นเรียบเย็นจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแผ่นเรียบเย็นกับอากาศ ซึ่งทำให้อากาศสูญเสียความร้อนให้แก่ระบบแผ่นเรียบเย็นโดยหลักการพาความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิในห้องเย็นลง ส่วนในห้องที่มีมนุษย์ก็จะเกิดการแผ่รังสีความเย็นจากแผ่นเรียบเย็นไปสู่ตัวมนุษย์โดยตรง ขณะเดียวกันมนุษย์จะมีการสูญเสียความร้อนไปยังแผ่นเรียบเย็นนั้นซึ่งจะทำให้มนุษย์ที่อยู่ในห้องจะมีความรู้สึกเย็นสบายขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างของระบบแผ่นเรียบเย็นซึ่งมีอากาศเป็นตัวแปร และพื้นที่หน้าตัดของตัวมนุษย์ที่กระทำกับแผ่นเรียบเย็นด้วย

4.2.2.2 พฤติกรรม การแผ่รังสีของแผ่นเรียบเย็น



ภาพที่ 4.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีความเย็น

จากภาพที่ 4.2 สามารถอธิบายถึงพฤติกรรมในการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็น ซึ่งมีพฤติกรรมการแผ่รังสีความเย็นออกเป็นสองระบบ จากภาพจะเห็นว่าเมื่อติดตั้งแผ่นเรียบเย็นไว้ที่ฝ้าหรือผนังในห้อง ในระบบแรกเมื่อมีมนุษย์ที่มีกิจกรรมในห้องไม่ว่าจะเป็นการนั่ง หรือเดิน (กิจกรรมประเภทบ้านพักอาศัย โดยการอธิบายจากในรูปกิจกรรมของมนุษย์ในรูป เป็นการนั่ง) มนุษย์จะมีการสูญเสียความร้อนให้แก่ระบบของแผ่นเรียบเย็นโดยเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนจากตัวมนุษย์ไปยังระบบแผ่นเรียบเย็นโดยตรง ดังนั้นทำให้มนุษย์มีความรู้สึกที่เย็นสบายขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผิวหน้าตัดและมุมของมนุษย์ที่กระทำกับแผ่นเรียบเย็นด้วย สำหรับพฤติกรรมการแผ่รังสีของแผ่นเรียบเย็นในระบบที่ 2 เป็นการแผ่รังสีความเย็นในส่วนของอากาศ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นเมื่ออากาศไปสัมผัสกับแผ่นเรียบเย็นอากาศจะสูญเสียความร้อนให้แก่ระบบแผ่นเรียบเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง เมื่ออากาศมีอุณหภูมิต่ำจะไหลตกลงมายังพื้นด้านล่าง ทำให้อากาศในห้องมีอุณหภูมิต่ำลงและทำให้มนุษย์ในห้องรู้สึกเย็นสบายขึ้น เมื่ออากาศมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับมนุษย์ อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอากาศจะลอยตัวขึ้นไปอีกครั้ง ซึ่งจะเป็นการทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศในห้องอีกด้วย

4.2.2.3 พฤติกรรมในการแผ่กระจายของการแผ่รังสีของระบบแผ่นเรียบเย็น

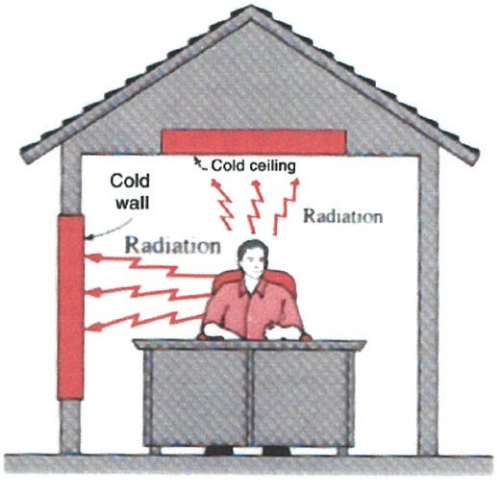
โดยปกติการแผ่กระจายรังสีความเย็น จะเป็นลักษณะการแผ่รังสีแบบทุกทิศทางรอบตัวเอง โดยในทฤษฎีการแผ่รังสีความเย็นของแผ่นเรียบเย็นนั้นระยะทางเกือบจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง แต่นั่นหมายถึงในจักรวาลเหมือนแสงอาทิตย์แผ่รังสีความร้อนในอวกาศ แต่โลกมีอากาศปัจจัยที่ทำให้การแผ่รังสีความเย็นไปถึงผู้ใช้อาคารโดยตรงลดลง ถ้าแบ่งอากาศเป็นลูกบาศก์ๆกว่ารังสีความเย็นจากแผ่นเรียบเย็นจะมาถึงตัวมนุษย์ที่ใช้อาคารนั้นจะต้องมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ ดังนั้นถ้ามนุษย์อยู่ห่างจากแผ่นเรียบเย็นมากประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีกับมนุษย์นั้นจะลดน้อยลงไปด้วยเพราะมีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับอากาศนั่นเอง แต่ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิของอากาศในห้องยังคงเดิม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมดุลของขนาดของห้องกับขนาดหน้าตัดของแผ่นเรียบเย็นอีกด้วยซึ่งเป็นหลักในเชิงวิศวกรรมที่ต้องมีการคำนวณหาขนาดที่เหมาะสมต่อไป

4.2.2.4 การนำ Ventilation มาใช้ร่วมกับการแผ่รังสี

การนำ Ventilation ของอากาศมาใช้กับระบบการแผ่รังสีความเย็น ในระบบปกติเมื่ออากาศสัมผัสกับแผ่นเรียบเย็น อากาศก็จะสูญเสียความร้อนให้แก่ระบบแผ่นเรียบเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง แต่เมื่อนำการ ventilation มาใช้จะเหมือนกับการเพิ่มประสิทธิภาพของการแลกเปลี่ยนความร้อนแบบพาความร้อนของอากาศให้เร็วขึ้น เพราะอากาศจะมีการหมุนเวียนไปสัมผัสแลกเปลี่ยนความร้อนกับแผ่นเรียบเย็นเร็วขึ้น ทำให้อากาศในห้องมีอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเรามีการควบคุมการหมุนเวียนของอากาศให้มีทิศทางเหมาะสมกับแผ่นเรียบเย็นจะทำมีการลดอุณหภูมิของอากาศในห้องได้อย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของความเร็วในการเคลื่อนที่ของอากาศที่มาสัมผัสกับระบบการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพของการทำความเย็นของแผ่นเรียบเย็นรวมทั้งคำนึงถึงสภาวะความสบายของมนุษย์ในอาคาร ที่มีปัจจัยจากอุณหภูมิของอากาศความชื้น และการเคลื่อนที่ของอากาศในห้องที่ผ่านตัวมนุษย์อีกด้วย

4.2.3 ลักษณะความเหมาะสมของการนำระบบแผ่รังสีความเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารบ้านพักอาศัย

การนำการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นมาประยุกต์ใช้กับอาคารนั้นสามารถนำมาติดตั้งได้กับ ฝ้า ผนังหรือ แม้กระทั่งพื้นของอาคาร แต่ถ้าคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัย จะติดตั้งระบบดังกล่าวไว้ที่ผนังหรือ ฝ้าเพดาน เพราะถ้านำมาติดตั้งในส่วนพื้นของอาคารบ้านพักอาศัยอาจเกิดปัญหาในการใช้งานและพื้นที่ในการติดตั้งระบบ เพราะต้องใช้พื้นอาคารในการสัญจร ดังนั้นทำให้สูญเสียพื้นที่ให้กับระบบแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นมาก ซึ่งทำให้พื้นที่ใช้สอยของอาคารลดลงและไม่เพียงพอ ในกรณีที่เราติดตั้งระบบไว้ที่ใต้พื้นอาคาร เมื่อร่างกายมนุษย์มีการสัมผัสโดยตรงกับพื้นอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำจะเกิดความรู้สึกไม่สบายที่เท้า ทำให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวะที่ไม่สบายได้ โดยทั่วไปความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างศีรษะกับเท้านั้นไม่ควรเกิน 3°C อุณหภูมิที่เหมาะสมที่พื้นอาคารที่ทำให้มนุษย์ส่วนใหญ่มีความรู้สึกสบายจะอยู่ที่อุณหภูมิระหว่าง 23-25 °C



ภาพที่4.5 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีระหว่างร่างกายมนุษย์กับผนังและฝ้าอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำ

นอกจากนั้นสำหรับผู้ที่ชอบสวมรองเท้าในอาคาร พื้นอาคารที่มีอุณหภูมิต่ำอาจทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างพื้นอาคารกับรองเท้า ดังนั้นผนังและฝ้าของอาคารบ้านพักอาศัยจึงมีความเหมาะสมในการติดตั้งระบบการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็น เพราะมีพื้นที่เพียงพอในการจัดวางตำแหน่ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ในการวางระบบการแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นด้วย

ข้อแตกต่างผลดีและผลเสีย ในการนำแผ่นเรียบเย็นมาใช้กับฝ้าและผนัง

ข้อแตกต่างผลดีและผลเสียในการนำระบบการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นมาใช้กับฝ้าและผนังของอาคารบ้านพักอาศัยในงานวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **การนำมาใช้กับ ฝ้าเพดาน**

เมื่อนำระบบดังกล่าวมาใช้กับฝ้าเพดานทำให้เกิดผลดีกับระบบหมุนเวียนอากาศ กล่าวคือ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นและมาสัมผัสกับระบบการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้นระหว่างอากาศกับแผ่นเรียบเย็น เมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลงอากาศที่มี

อุณหภูมิต่ำจะไหลตกลงมา เมื่ออากาศที่มีอุณหภูมิต่ำนั้นมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อมภายในห้องจนอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นอากาศจะลอยตัวขึ้นไปสัมผัสกับแผ่นเรียบเย็นอีก ทำให้เกิดการหมุนเวียนระหว่างอากาศร้อนและอากาศเย็น ทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแผ่นเรียบเย็นกับอากาศมีประสิทธิภาพมากกว่าติดตั้งกับผนัง ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบการติดตั้งวระบบดังกล่าวไว้กับฝ้าเพดานการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีของแผ่นเรียบเย็นกับมนุษย์ พบว่าเมื่อมนุษย์มีกิจกรรมในบ้านพักอาศัย ในกรณีภายในห้องทั่วๆไปเช่นห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ห้องทำงานจะเป็นการยืนและนั่งเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเป้าและพื้นที่ของผิวหนังของร่างกายมนุษย์ที่เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างมนุษย์และแผ่นเรียบเย็นบนฝ้าโดยตรงจะมีพื้นที่น้อยกว่าเมื่อติดตั้งระบบที่ผนัง เพราะพื้นที่ผิวหนังมนุษย์ที่เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนมีเฉพาะช่วงไหล่และคอเท่านั้น และขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างฝ้าเพดานกับตัวมนุษย์ด้วย ถ้าระยะดังกล่าวมากการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีโดยตรงระหว่างตัวมนุษย์กับแผ่นเรียบเย็นนั้นจะมีประสิทธิภาพน้อยลง เพราะมีการสูญเสียความร้อนเนื่องจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ ถ้าเกิดติดตั้งระบบในห้องนอนเมื่อเรานอนพื้นที่ผิวหนังมนุษย์จะมีการแผ่รังสีแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงกับแผ่นเรียบเย็นบนฝ้ามากกว่าที่เราติดตั้งบนผนัง แต่ในด้านการเกิดการหมุนเวียนของอากาศจะยังเหมือนเดิม นอกจากความเหมาะสมเนื่องจากการการเกิดการหมุนเวียนของอากาศแล้วการติดตั้งระบบแผ่นเรียบเย็นกับฝ้าเพดานยังสะดวกกว่าเพราะฝ้าเพดานมีพื้นที่มากกว่าผนังของอาคาร

- การนำมาใช้กับผนังของอาคาร

การนำระบบแผ่นเรียบเย็นมาใช้กับผนังของอาคารถ้าเทียบกับประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศการติดตั้งระบบที่ฝ้าเพดานจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการติดตั้งระบบบนฝ้าเพดาน แต่ในแง่การแผ่รังสีโดยตรงกับมนุษย์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเพราะว่าถ้าติดตั้งระบบในห้องรับแขกและห้องกิจกรรมอื่นๆทั่วไป เมื่อมนุษย์นั่งหรือยืนจะมีพื้นที่ของผิวของร่างกายที่จะแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีมากกว่ามากเมื่อเทียบกับการติดตั้งระบบบนเพดานและถ้าติดตั้งระบบในระยะทางที่เหมาะสมกับการทำกิจกรรมของมนุษย์เช่น ติดไว้ด้านหลังหรือด้านข้างของที่นั่งของโต๊ะทำงาน ระบบจะมีประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความเย็นโดยตรงกับมนุษย์มากขึ้น แต่ถ้าติดตั้งระบบในห้องนอน พื้นที่ของผิวหนังมนุษย์ในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีของแผ่นเรียบเย็นกับมนุษย์จะน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งระบบบนฝ้าเพดาน

สรุป การนำระบบรังสีความเย็นมาใช้ทั้งบนผนังและบนฝ้าเพดาน มีข้อดีและข้อเสียดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ถ้าสามารถนำการใช้ทั้ง2จุดมาประยุกต์ใช้ได้จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้นเพราะ ผลดีและผลเสียจะหักล้างกันทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการใช้จุดเดียว ทั้งนี้ในการติดตั้งต้องคำนึงถึงความสะดวกในการซ่อมบำรุงและดูแลระบบดังกล่าวด้วย

4.3 แนวทางการคัดเลือกวัสดุที่ผลิตภายในประเทศที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อใช้ในการวิจัย

ในการคัดเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้สำหรับในการวิจัยนั้น เราจะคัดเลือกจากวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ มีราคาไม่แพงและนิยมใช้กันทั่วๆไป ในการนำมาใช้ตกแต่งภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคารตลอดจนใช้บุผิวเฟอร์เจอร์โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 การคัดเลือกวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการตกแต่งภายในอาคาร ในส่วนการปูผิวพื้นและผนัง

โดยคัดเลือกจากวัสดุที่มีจำหน่ายทั่วๆไปในท้องตลาดและผลิตในประเทศเป็นหลัก โดยเน้นไปที่วัสดุที่หาได้ง่าย มีความคงทนและราคาไม่แพง ตลอดจนเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมและนิยมนำมาใช้ทั่วไปสำหรับในการตกแต่งภายในอาคารในส่วนของการปูผิวพื้นและผนังเป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ วัสดุประเภท อโลหะ และโลหะ

วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบและใช้ตกแต่งอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังประเภทอโลหะเช่น

- ไม้
- กระจก
- กระเบื้องเซรามิกทั่วๆไป
- กระเบื้องดินเผา
- หินทราย
- หินอ่อน
- หินแกรนิต

วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบและใช้ตกแต่งอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังประเภทโลหะเช่น

- อลูมิเนียม
- เหล็ก
- โลหะทั่วๆไปที่สามารถใช้ในการตกแต่งอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไป

การศึกษาวัสดุต่างๆดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยต้องพิจารณาถึงเหตุผลและคุณสมบัติความเหมาะสม ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนของวัสดุจากตารางที่4.1 โดยสรุปถึงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดที่กล่าวมา รวมทั้งสรุปและเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย ดังมีรายระเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า ความหนาแน่น(P) สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) ค่าความร้อนเฉพาะ(S)

วัสดุ	Density (p) kg / m3	Conductivity (k) W / m ^{o}c	Specific Heat (S)	Reference
1. อากาศ	1.2058	0.026	1.009	3
2. น้ำ	1	0.667	4.187	3
3. อลูมิเนียม	2560	210.82	0.9	3
4. โลหะผสมอลูมิเนียมแบบธรรมดา	2672	211		1
5.ทองแดงที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385		1
6. เหล็กเคลือบผิว	7769	50.05	0.502	3
7. เหล็กกล้า	7840	47.6		
8. กระจก	2451	1.0528	0.67	3
	2512	1.053		1
9. คอนกรีต	2290	1.7307	0.879	3
	2400	1.442		1
10. คอนกรีตเบา	64	0.144		1
	960	0.303		1
	1120	0.346		1
	1280	0.476		1
	1281	0.4327	1.05	3
11. แผ่นซีเมนต์ใยหิน	1922	0.649	0.8371	3
12. วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว				
ก. ยิปซั่ม	880	0.191		1
ข. ปูนฉาบน้ำหนักเบา	300	0.063		1
น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274		1
น้ำหนักมาก	1890	0.8797	0.879	3
ค. เพอร์ไลท์	616	0.115		1
ง. ปูนผสมทราย	1568	0.533		1
จ. เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303		1
13. วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173		1
14. ดินอัดหลวม(ร่วนซุย)ความชื้น14%	1200	0.375		1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

วัสดุ	Density (p) kg / m3	Conductivity (k) W / m °c	Specific Heat (S)	Reference
15. อิฐ				
ก.อิฐแห้งและฉาบปูนหรือ				
ปิดด้วยแผ่นโมเสด	1760	0.807		
ข. อิฐที่มีความชื้น 6%	1872	1.211		1
ค. ผนังอิฐไม่ฉาบปูน	1585	1.1538	0.8371	1,3
16. กระเบื้องดินเผา	1890	0.8365	0.9209	3
17. กระเบื้องเซรามิก	2242	1.7307	0.8371	3
18. แผ่นหินอ่อน	2723	1.298	0.8371	3
19. แผ่นหินทราย	2000	1.298	0.8374	1,3
20. แผ่นหินแกรนิต	2604	2.927	0.92	3
21. หินล้าง	2245	0.115		1
22. กรวดล้าง	2244	0.115		1
23. แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042		1
24. แผ่นไฟเบอร์	264	0.052		1
25. ไฟเบอร์กลาส				1
ก. แบบม้วน(Blanket)	Oct-24	0.038		1
ข. แบบแผ่น(Rigid Board)	32-48	0.033		1
ค. แบบท่อสำเร็จ				
(Rigid pipe section)	56-80	0.038		1
26. แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด				
ก. มาตรฐาน	1024	0.216		1
ข. ปานกลาง	640	0.123		1

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

วัสดุ	Density (p) kg / m3	Conductivity (k) W / m °c	Specific Heat (S)	Reference
27. ไม้				
ก. ไม้อัด	528	0.138		1
ข. ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125		1
ค.ไม้เนื้อแข็ง	720	0.1384	1.8836	1,3
ง. ไม้เนื้อแข็ง	881	0.202	1.884	3
จ. ไม้อัดซีพบอร์ด	800	0.144		1
ช. ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086		1
28. โพลีสไตรีนเบ่งขยายตัว	16	0.035		1
29.เวอร์ลิคูไลท์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065		1
30. แผ่นยิบซั่ม	990	0.173	0.84	3
31. แผ่นอัสฟัล(กันน้ำ)	1121	0.934	1.3395	3
32. แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198		1
33.แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108		1
34.ใยแก้วสานเป็นแผ่นหรืออยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น	32	0.035		1
35. ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032		1
36. กระเบื้องหลังคา	1890	0.836		1
37. วัสดุมุงหลังคาแอสฟัลท์	2240	1.226		1
38. วัสดุประเภทฉนวน				
39. ไฟเบอร์กลาซผิวด้าน	48	0.0403	0.879	3
40. ใยแร่	48-300	0.034-0.04	0.879	3
41. โปลี่สไตริน(Polystyrene)	16	0.0317	1.3395	3
42. โปลี่ยูรีเทนโฟม	32	0.021	-	3
43. ไฟเบอร์บอร์ด	267	0.0605	1.507	3
44. เวอมิคูไลท์	128	0.0692	0.879	3

4.3.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุที่จะนำมาคัดเลือกเพื่อใช้ในการวิจัย

จากตารางที่ 4.1 ทำให้สามารถสรุปและอธิบายถึงคุณสมบัติของวัสดุในแต่ละชนิดที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาเพื่อใช้คัดเลือกในการทดลองดังนี้

วัสดุประเภทอโลหะ

ไม้

ไม้เป็นวัสดุที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัย ทั้งใช้ในการปูพื้น กรุผนังภายใน ตลอดจนนำไม้มาทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ไม้เป็นวัสดุที่มีหลากหลายชนิดและมีทั่วไปในประเทศและประเทศเพื่อนบ้าน ในด้านคุณสมบัติความเหมาะสมสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ไม้เป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำมาก ซึ่งทำให้ไม้สามารถสะสมและรักษาอุณหภูมิได้น้อยเมื่อเทียบกับวัสดุ ชนิดอื่นๆ จากสาเหตุดังที่กล่าวมาจึงไม่นำไม้มาพิจารณาเพื่อใช้ในการวิจัย

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 01.25 – 0.138

กระจก

กระจกใช้ในส่วนช่องแสงของอาคารเป็นหลัก แต่สำหรับกระจกเงานั้นมีการนำมาใช้ในการตกแต่งอาคารอย่างแพร่หลาย โดยนำมาใช้กับเฟอร์นิเจอร์หรือติดตั้งที่ผิวผนังและฝ้าของอาคาร ซึ่งความหนาของกระจกนั้นมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการเลือกใช้กับอาคาร

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 1.053

กระเบื้องเซรามิก

นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของพื้นและผนังของอาคาร ลักษณะของผิวมีทั้งผิวมันเรียบและด้านความหนาของวัสดุประมาณ 0.6-0.7 เซนติเมตร ซึ่งกระเบื้องเซรามิกที่มีความหนามากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วย

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 1.7307

หินอ่อน

นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของพื้น และมีการใช้เป็นส่วนประกอบสำหรับผนังแต่ไม่มากเท่ากับในส่วนของพื้นอาคาร หินอ่อนเป็นวัสดุที่มีลวดลายและรูปแบบให้เลือกนำมาใช้มาก ผิวของหินอ่อนมีลักษณะขัดมันเรียบ ความหนาของวัสดุประมาณ 1.6 เซนติเมตร หินอ่อนที่มีความหนามากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วย

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 1.298

หินแกรนิต

นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของพื้น และมีการใช้เป็นส่วนประกอบสำหรับผนังแต่ไม่มากเท่ากับในส่วนของพื้นอาคาร หินแกรนิตเป็นวัสดุที่มีลวดลายและรูปแบบให้เลือกนำมาใช้มากเช่นเดียวกับหินอ่อน แต่หินแกรนิตจะมีความผิวที่แข็งกว่าหินอ่อน ผิวของหินแกรนิตมีลักษณะขัดมันเรียบ ความหนาของวัสดุ 2 เซนติเมตร หินแกรนิตมีที่ความหนามากหรือน้อยกว่านี้ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์ด้วยโดยหินแกรนิตนั้น จะเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูงที่สุดในวัสดุประเภทอโลหะที่นำมาพิจารณาเพื่อมาใช้วิจัย

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 2.927

หินทราย

ไม่ค่อยนิยมใช้กับส่วนประกอบของภายในอาคาร แต่ในปัจจุบันเริ่มมีความนิยมนำมาใช้ตกแต่งผนังและพื้นภายในอาคารบ้าง ส่วนใหญ่วัสดุชนิดนี้นิยมใช้ในการตกแต่งภายนอกอาคารและใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบในการตกแต่งสวนภายนอกอาคาร

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 1.298

กระเบื้องดินเผา

นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของพื้นและผนัง เช่นเดียวกับกระเบื้องเซรามิก แต่ทำจากดินที่เผาโดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่ากระเบื้องเซรามิก กระเบื้องดินเผามีผิวด้านและมัน ส่วนใหญ่วัสดุชนิดนี้นิยมสามารถใช้ได้ทั้งในส่วนของการตกแต่งภายในและภายนอกอาคาร

ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 0.8365

วัสดุประเภทโลหะต่างๆ

แผ่นอลูมิเนียม และโลหะประเภทต่างๆ

ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนประกอบของผนัง มีการนำมาใช้กับพื้นหรือฝ้าของอาคารเช่นกัน เป็นวัสดุมีผิวเป็นมันเงา ซึ่งมักใช้กับอาคารที่ต้องการสื่อถึงความทันสมัย แต่ไม่นิยมใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัย วัสดุประเภทโลหะนี้จะเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูงที่สุดโดยเฉพาะทองแดง แต่ทองนั้นไม่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุหลักที่นำมาใช้ในอาคารเพราะมีราคาสูง

อลูมิเนียม ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 211

โลหะอื่นๆ เช่นเหล็ก ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน = 47.6

จากการพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัสดุที่กล่าวมาเบื้องต้น จะเห็นว่าวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบภายในและตกแต่งอาคารบางชนิดนั้นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมและไม่ควรนำมาทดลองในการวิจัย โดยพิจารณาถึง ค่าสัมประสิทธ์ (k) ในการนำความร้อน ของวัสดุชนิดนั้น เช่น ไม้ เป็นวัสดุมีค่า

สัมประสิทธิ์ (k) ในการนำความร้อนน้อยมาก ซึ่งแทบไม่มีผลในการเก็บรักษาอุณหภูมิตามเป้าหมายในการวิจัย ดังนั้นจึงไม่พิจารณานำมาใช้ในการทดลอง

4.3.3 การพิจารณาการเลือกวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยและทดลองครั้งนี้พิจารณาเลือกวัสดุจากวัสดุหลายๆประเภทดังที่กล่าวไว้ขั้นต้น โดยพิจารณาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารประเภทบ้านพักอาศัย โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน และความสวยงามของวัสดุเมื่อนำมาใช้ในอาคาร จากนั้นจึงเลือกวัสดุนั้นมาใช้ทำการทดลองเพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมทั้งด้านคุณสมบัติในการรักษาอุณหภูมิตลอดจนความสวยงามเมื่อนำมาใช้กับอาคารประเภทบ้านพักอาศัย และเกิดประโยชน์ในการวิจัยมากที่สุด

วัสดุที่เป็นส่วนประกอบภายในของอาคารบ้านพักอาศัย

จากการสรุปถึงประเภทและชนิดของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทดลอง โดยพิจารณาถึงคุณสมบัติการนำความร้อนของวัสดุจากตารางแสดงค่าการนำความร้อน และคุณสมบัติของวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับส่วนต่างๆภายในอาคารดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.3.2 สามารถสรุปถึงคุณสมบัติและเหตุผลในการนำวัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการทดลองนั้นมาประยุกต์ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคารได้ดังนี้

การพิจารณาการเลือกใช้วัสดุในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารบ้านพักอาศัยเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย

- ส่วน พื้นอาคาร

วัสดุที่ควรนำมาใช้ได้แก่ หินอ่อน หินแกรนิต กระเบื้องเซรามิก และกระเบื้องดินเผา

คุณสมบัติและเหตุผลที่นำมาใช้

คุณสมบัติการนำความร้อนทั่วไปได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อขั้นต้นพร้อมกับตารางแสดงค่าการนำความร้อนของวัสดุ เนื่องจากเป็นวัสดุที่นำมาใช้ในการตกแต่งภายในอาคารทั่วๆไป และเป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ และสามารถหาได้ทั่วๆไป สำหรับค่าการนำความร้อนนั้นไม้จะมีค่าการนำความร้อนน้อยที่สุด แต่ค่าการนำความร้อนที่เราใช้เป็นสมมุติฐานในการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุจะต้องขึ้นอยู่กับความหนาของวัสดุนั้นด้วย

- ส่วน ผนังอาคาร

วัสดุประเภทอโลหะที่ควรนำมาใช้ได้แก่ กระจก หินอ่อน หินแกรนิต หินทราย กระเบื้องดินเผา กระเบื้องเซรามิก วัสดุประเภทโลหะที่ควรนำมาใช้ได้แก่ อลูมิเนียม และสแตนเลส

คุณสมบัติและเหตุผลที่นำมาใช้

ไม้และกระจกเป็นวัสดุพื้นฐานที่ใช้สำหรับการตกแต่งในการบุผิวภายในอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไป แต่วัสดุประเภท หินอ่อน หินแกรนิต กระเบื้องโมเสส กระเบื้องดินเผา และวัสดุประเภทโลหะหลายชนิด นั้นนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการบุผิวภายในอาคารแต่มีใช้ค่อนข้างน้อยส่วนใหญ่ใช้เพื่อความสวยงามตามความพึงพอใจของผู้ออกแบบเท่านั้น ทั้งที่วัสดุชนิดอื่นที่ได้กล่าวมานอกเหนือจากไม้ ล้วนมีค่าการนำความร้อนที่ดีโดยเฉพาะวัสดุประเภทโลหะ แต่ค่าการนำความร้อนที่ใช้เป็นสมมุติฐานในการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุจะต้องขึ้นอยู่กับความหนาของวัสดุชนิดนั้นด้วย

สำหรับส่วนประกอบภายในอาคารนอกเหนือจากพื้นและผนัง ยังมีส่วนประกอบอื่นที่สามารถใช้ในการตกแต่งได้อีกเช่นฝ้าเพดาน แต่ในการวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอในส่วนของพื้นและผนังอาคารเท่านั้น

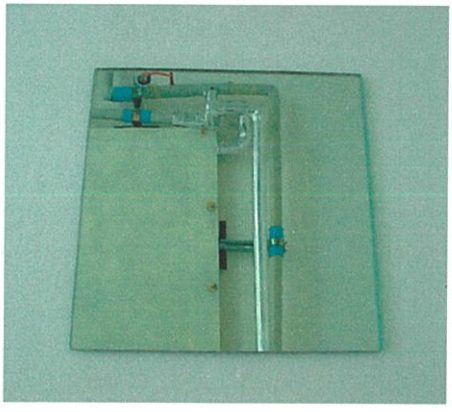
4.3.4 สรุปวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการวิจัย ขนาดและความหนาของวัสดุที่ใช้ในการทดลองต้องนำมาจากขนาดและความหนาตามมาตราฐานของวัสดุตามท้องตลาดทั่วไป ยกเว้นวัสดุบางประเภทเช่นหินแกรนิตและโลหะที่ต้องสั่งตัดขนาดพิเศษเพื่อให้มีขนาดเท่ากับวัสดุชนิดอื่นที่ใช้ในการทดลอง สำหรับความหนาตามมาตราฐานของวัสดุที่จำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงรายการและรายเอียดของวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	ชนิดของวัสดุ	ขนาด (ซ.ม.)	ความหนา (ซ.ม.)	ขนาด (ตร.ม.) / ปริมาตร (ลบ.ม.)	ราคา / แผ่น(บาท)	ราคา / ตร.ม.(บาท)	ชื่อผลิตภัณฑ์สินค้า/ แหล่งที่มา
	อโลหะ						
1	กระจกเงา	30 x 30	0.6	0.09/0.0005	50	450	ร้านกระจกทั่วไป
2	หินอ่อน	30 x 30	1.6	0.09/0.0014	25	230	ร้านจำหน่ายหินปูพื้นทั่วไป
3	หินแกรนิต	30 x 30	2	0.09/0.0018	35	300	ร้านจำหน่ายหินปูพื้นทั่วไป
4	หินทราย	30 x 30	3	0.09/0.0027	40	400	ร้านจำหน่ายหินปูพื้นทั่วไป
5	กระเบื้องดินเผา	20 x 20	1.8	0.04/00072	7	175	บปก./ร้านวัสดุก่อสร้าง
6	กระเบื้องดินเผาหนา	20 x 20	4.2	0.04/0.0017	20	400	บปก./ร้านวัสดุก่อสร้าง
7	กระเบื้องเซรามิก(พื้น)	20 x 20	0.6	0.04/0.0002	6	150	ซีแพคโมเนีย/ร้านวัสดุก่อสร้าง
8	กระเบื้องเซรามิก(ผนัง)	20 x 20	0.7	0.04/0.0003	6	150	ซีแพคโมเนีย/ร้านวัสดุก่อสร้าง
	โลหะ						
9	สแตนเลส	30 x 30	0.3	0.09/0.0003	280	2,500	ร้านโลหะที่สีพระยา
10	อลูมิเนียม	30 x 30	0.3	0.09/0.0003	170	1,500	ร้านโลหะที่สีพระยา

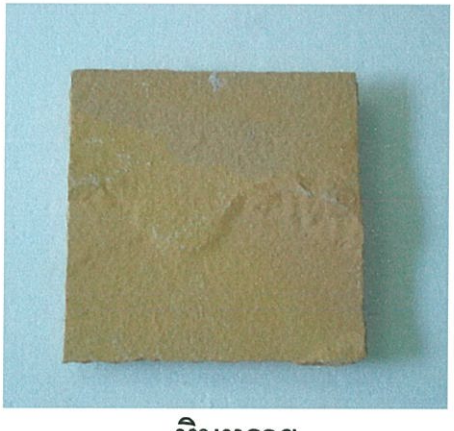
วัสดุที่ใช้ในการทดลอง



กระจกเงา

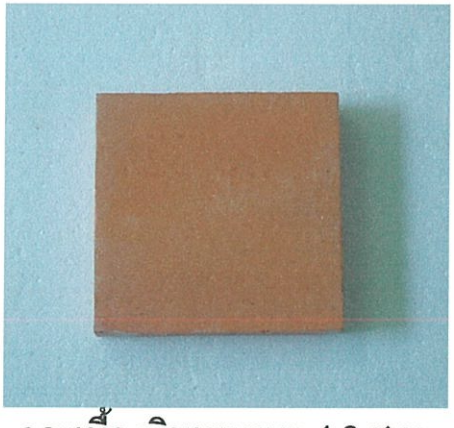
หินอ่อน

หินแกรนิต

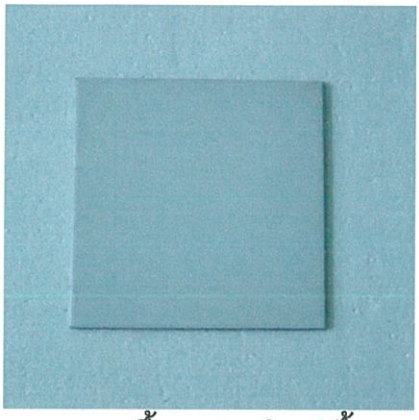


หินทราย

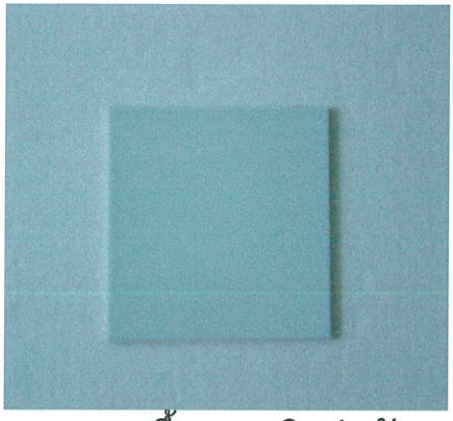
กระเบื้องดินเผาบาง1.8 ซ.ม.



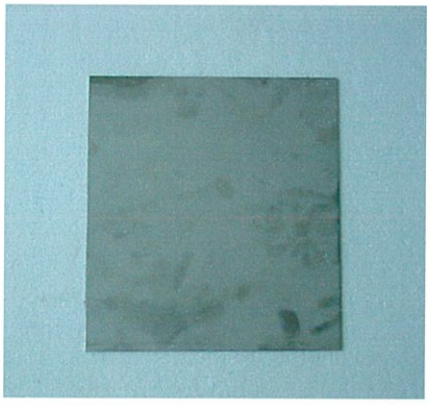
กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม.



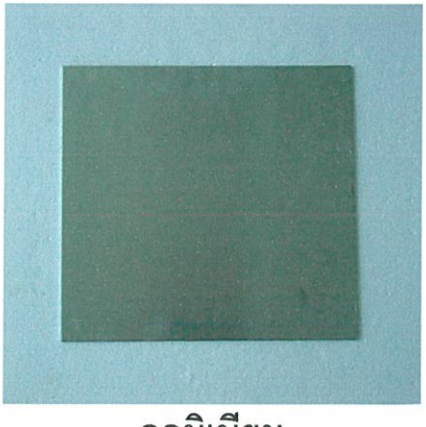
กระเบื้องเซรามิกปูพื้น



กระเบื้องเซรามิกปูผนัง



สแตนเลส



อลูมิเนียม

ภาพที่ 4.6 แสดงวัสดุแต่ละชนิดที่คัดเลือกมาใช้ในการทดลอง

บทที่ 5
วิธีการวิจัย

5.1 สมมุติฐานในการวิจัย

อุณหภูมิของวัสดุชนิดใดที่นำมาทดลองเพื่อใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคารบ้านพักอาศัยจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุด เมื่ออากาศภายในอาคารมีความเย็นจากแหล่งความเย็นรูปแบบต่างๆจะส่งผลให้อุณหภูมิของวัสดุต่ำลงเพื่อช่วยในการปรับสภาพแวดล้อมของภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ และส่งผลกับการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างมนุษย์กับสภาวะแวดล้อมโดยรอบ MEAN RADIANT TEMPERATURE (MRT) และเมื่อปิดแหล่งความเย็นวัสดุชนิดใดจะรักษาอุณหภูมิได้นานและคายอุณหภูมิความเย็นออกมาและรักษาสภาพแวดล้อมในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำได้เป็นเวลานานที่สุด เพื่อช่วยลดเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน

แนวทาง และรูปแบบที่นำไปใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอการนำวัสดุที่ใช้และมีอยู่ภายในประเทศมาใช้ภายในบ้านพักอาศัยในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของอาคาร และประยุกต์ใช้กับแหล่งความเย็นของการแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นเป็นหลักโดยใช้ระบบปรับอากาศเป็นตัวเปรียบเทียบผลการทดลอง โดยการนำวัสดุไปทดลองในห้องทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเพื่อกำหนดว่าวัสดุใดมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัยในส่วนการปูผิวพื้นและผนังรวมทั้งความเหมาะสมของรูปแบบการนำไปใช้งาน

5.2 วิธีการทดลอง

5.2.1 หลักการทดลองเบื้องต้นขั้นที่1 การทดลองในด้านการลดอุณหภูมิและการรักษาอุณหภูมิของวัสดุ

นำวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่เลือกไว้ มาทดลองในห้องทดลองที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นและระบบปรับอากาศ ทดลองโดยการนำวัสดุแต่ละชนิดมาไว้ภายในห้องทดลองและวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุ กำหนดช่วงเวลาในการใช้ระบบแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็นเมื่อเปิดให้ระบบทำงานแล้วในระยะเวลาต่างๆคือ 1 2 และ4 ชม. แล้วจึงปิดการทำงานของระบบแผ่รังสีแบบแผ่นเรียบเย็น จากนั้นวัดอุณหภูมิที่ผิวของวัสดุแต่ชนิดภายหลังจากปิดระบบแล้วในช่วงเวลา ต่างๆ คือ 1 2 และ 4 ชม. โดยกำหนดตำแหน่งและมุมของผิววัสดุที่กระทำกับแผ่นเรียบเย็นดังนี้

- **หันหน้าผิวของวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิเข้าหาระบบแผ่นเรียบเย็นโดยตรง(ตั้งฉากกับพื้นอาคาร)**

- **หันหน้าของผิววัสดุที่จะวัดอุณหภูมิวางตั้งฉากกับระบบแผ่นเรียบเย็น(วางนอนกับพื้นอาคาร)**

กำหนดระยะห่างระหว่างวัสดุที่ทดสอบกับแผ่นเรียบเย็นที่ระยะต่างกันที่ต่างกันคือ ทำการทดลองวัสดุในระยะห่างจากแผ่นเรียบเย็น 1และ 2 เมตรจากผนังที่ติดตั้งระบบ โดยวางวัสดุที่ความสูง 0.8 เมตรและที่พื้นห้องทดลอง โดยคิดระยะจากการสมมุติฐานที่ใช้วัสดุเหล่านั้นเป็นส่วนประกอบของผนัง พื้น และเป็นในส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ต่างๆในอาคาร ทำการทดลองโดยการเปิดการทำงานของระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็นที่ติดตั้งไว้ในห้องทดลอง 2 จุด คือที่ฝ้าเพดานและผนัง โดยทดลองทั้งจากการเปิดทีละจุดและการเปิดระบบทั้ง 2จุดพร้อมกัน ตลอดทั้งทดลองเปรียบเทียบผลกับระบบปรับอากาศแบบปกติ จากนั้นจึงพิจารณาความเหมาะสมในการทดลองครั้งต่อๆไป จากผลการทดลอง

5.2.2 **การทดลองขั้นที่ 2 ทดลองด้านการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนสู่อากาศของวัสดุแต่ละชนิด**

พิจารณาและวิเคราะห์ผลการทดลองจากการทดลองขั้นตอนที่1 และเลือกวัสดุมาทดลองในด้านการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนสู่อากาศของวัสดุภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น โดยวัดอุณหภูมิที่ระยะห่างต่างๆจากผิววัสดุคือ ที่ระยะ 1 ซ.ม. 5 ซ.ม. 15 ซ.ม. 30 ซ.ม. และ 60 ซ.ม. และนำเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองที่ตำแหน่งความสูงเดียวกัน โดยวางวัสดุตั้งฉากกับพื้นที่ความสูง 80 ซ.ม.ของห้องทดลอง และวางวัสดุห่างจากผนังห้องทดลองที่ติดตั้งระบบแผ่นเรียบเย็น 2 เมตร

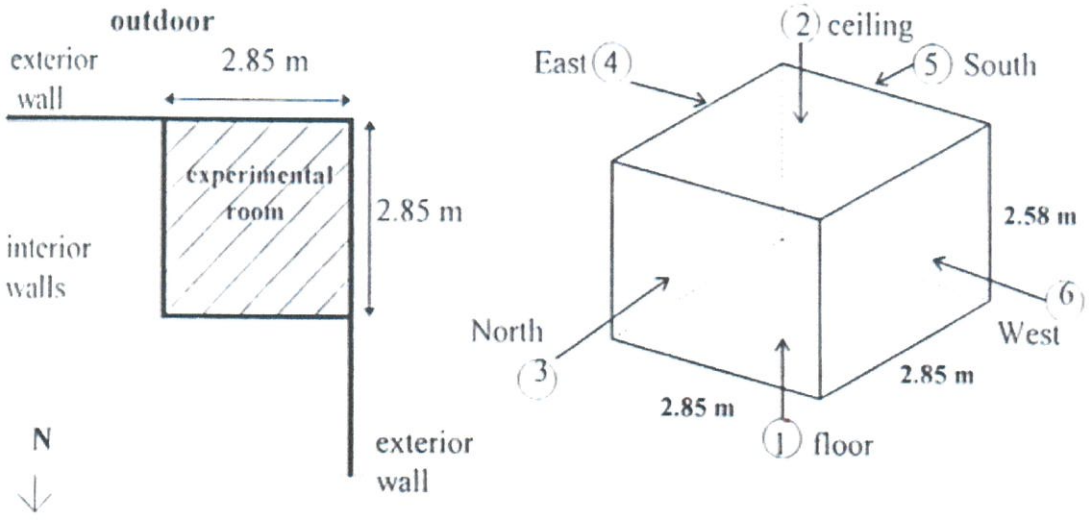
ในการทดลองใช้วัสดุที่เป็นฉนวนคือโฟม EPS หนา 1 ซ.ม. มารองใต้วัสดุที่ใช้ในการทดลองเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิของวัสดุที่ใช้ในการทดลองกับวัสดุอื่นที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของขั้นตอนการทดลอง เช่นพื้นอาคารและโต๊ะรองวัสดุ

เมื่อบันทึกผลการทดลองแล้วจึงนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลว่าวัสดุชนิดใดควรหรือไม่ควรนำมาใช้กับส่วนประกอบในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของภายในอาคารบ้านพักอาศัย วัสดุที่นำมาใช้ควรนำมาใช้งานในรูปแบบใด แล้วจึงนำวัสดุนั้นมาใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมสำหรับส่วนประกอบในการปูผิวพื้นและผนังของอาคารบ้านพักอาศัย

5.3 ลักษณะห้องทดลอง

ทำการทดลองภายในอาคารทดลองที่ตั้งอยู่ในสนามด้านหลังคณะพลังงานในสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT.) ขนาดของห้องทดลองพื้นที่ 8.2 m^2 มีความ สูง 2.58 m ห้องทดลองจะถูกติดตั้งด้วยระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น 2 จุดคือที่ฝ้าเพดานและผนังอาคาร และมีระบบปรับอากาศแบบปกติ (Fan coil unit) ร่วมด้วย โดยน้ำเย็นที่มีการลดอุณหภูมิแล้วจะถูกส่งมาจากส่วนควบคุมกลางของสถาบัน และจะถูกแจกจ่ายไปยัง แผ่นเรียบเย็นทั้งสองตำแหน่ง ในอาคารทดลอง

ผนังของห้องทดลองมีพื้นที่ที่เป็นกระจกและผนังทึบ โดยผนังด้านทิศตะวันตกมีหน้าต่างเป็นกระจก ซึ่งในการทดลองได้ใช้ฉนวนโฟมEPSมาปิดกระจกเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้ามาในห้องทดลอง ส่วนผนังด้านทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศเหนือ เป็นผนังทึบที่มีการใช้ฉนวนป้องกันความร้อนจากภายนอก ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 5.1 และ 5.2



ภาพที่ 5.1 แสดงผังพื้นและทิศที่ตั้งของห้องทดลอง

รูปแสดง ห้องทดลอง

รูปด้านทิศเหนือ

รูปด้านทิศตะวันออก

รูปด้านทิศใต้

รูปด้านทิศตะวันตก

ภายในห้องทดลองแสดงแผ่นเรียบเย็น

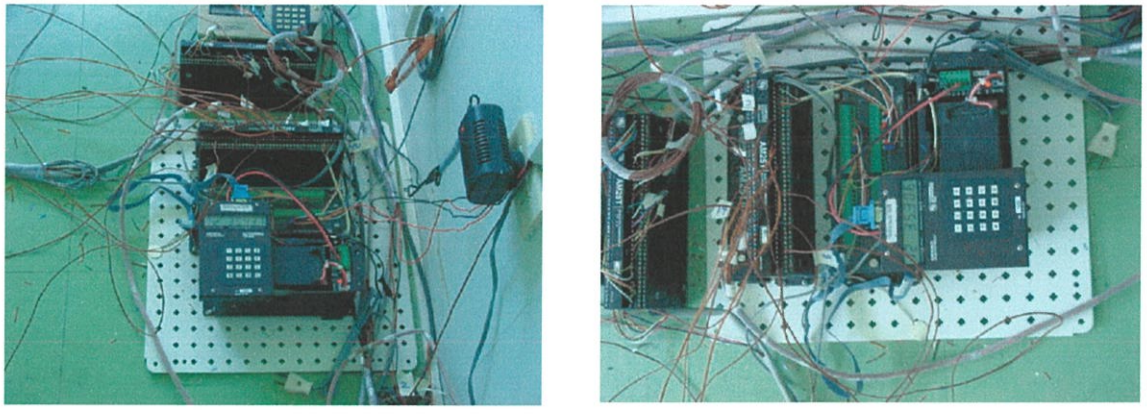
แผ่นเรียบเย็นบนฝ้าห้องทดลอง

ภาพที่ 5.2 แสดงรูปภายนอกและภายในของห้องทดลอง

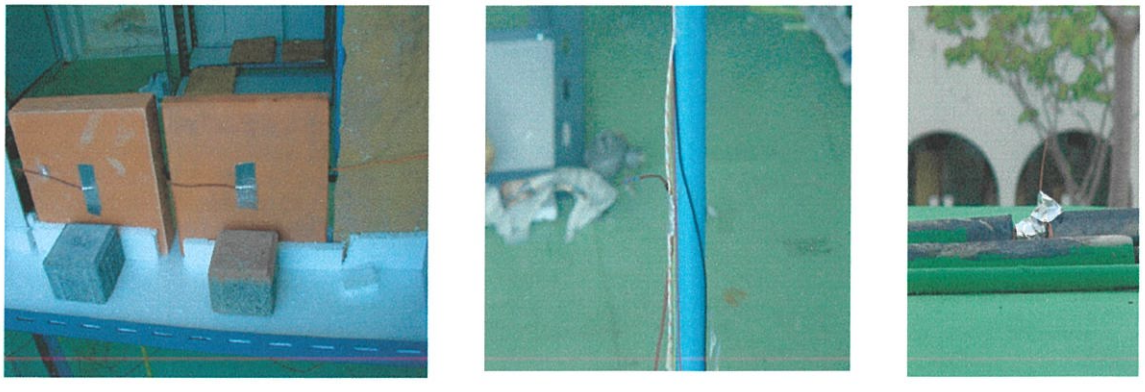
5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลองนี้ ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและเก็บข้อมูล Data Logger เป็นตัววัดอุณหภูมิของพื้นผิววัสดุทั้ง10ชนิดที่ใช้ทำการทดลอง ตลอดทั้งอุณหภูมิของอากาศทั้งภายในและภายนอกของอาคารทดลอง และเก็บบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิของอากาศในห้องและผิวของวัสดุที่ทำการทดลองทุกๆ1นาที

รูปแสดงอุปกรณ์ การรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 5.3 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูลโดยจะบันทึกข้อมูลอุณหภูมิวัสดุและอากาศทุกๆ 1นาที



ภาพที่ 5.4 แสดงการติดตั้งตัววัดอุณหภูมิที่ผิววัสดุและตัววัดอุณหภูมิอากาศที่ภายในและภายนอกห้องทดลอง

5.5 ขั้นตอนการทดลอง

5.5.1 ขั้นตอนการทดลองขั้นที่1 การทดลองเบื้องต้นด้านอุณหภูมิของวัสดุ

5.5.1.1 ทดลองโดยการหันหน้าผิวของวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิเข้าหาระบบแผ่นเรียบเย็นโดยตรงจากผนัง โดยผิววัสดุที่ทำการทดลองอยู่สูงจากพื้น 0.8 เมตร และห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 1 เมตร

- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ผนังของอาคารทดลองเพียงจุดเดียว
- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ผนังและบนฝ้าของอาคารทดลองทั้ง 2 จุด
- ระบบปรับอากาศแบบปกติ

5.5.1.2 ทดลองโดยการหันหน้าของผิววัสดุที่จะวัดอุณหภูมิวางนอนตั้งฉากกับระบบแผ่นเรียบเย็น โดยวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่สูงจากพื้น 0.8 เมตร และห่างจากแผ่นเรียบเย็น 2 เมตร

- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ผนังและบนฝ้าของอาคารทดลองพร้อมกันทั้ง 2 จุด
- ระบบปรับอากาศแบบปกติ

5.5.1.3 ทดลองโดยการนำหน้าของผิววัสดุที่จะวัดอุณหภูมิวางนอนตั้งฉากกับระบบแผ่นเรียบเย็น โดยวัสดุที่ทำการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่บนพื้นอาคารห้องทดลองและห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร

- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ด้านผนังและบนฝ้าของอาคารทดลองพร้อมกันทั้ง 2 จุด
- ระบบปรับอากาศแบบปกติ

5.5.2 **ขั้นตอนการทดลองขั้นที่ 2 การทดลองการแผ่รังสีของวัสดุ โดยการตัดวัสดุที่ไม่เหมาะสมออกแล้วทำการทดลองแบบละเอียดในการด้านของการแผ่รังสีของวัสดุ**

5.5.2.1 **ทดลองโดยการนำหน้าของผิววัสดุที่จะทำการวัดอุณหภูมิมาวางนอนตั้งฉากกับระบบแผ่นเรียบเย็น โดยวัสดุที่ทำการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่บนพื้นอาคารห้องทดลองและห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร แล้ววัดอุณหภูมิอากาศที่เหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม.**

- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ด้านผนังและบนฝ้าของอาคารทดลองทั้ง 2 จุด
- ระบบปรับอากาศแบบปกติ

5.5.2.2 **ทดลองโดยการหันหน้าผิวของวัสดุที่จะทำการวัดอุณหภูมิเข้าหาระบบแผ่นเรียบเย็นโดยตรงจากผนัง โดย ผิววัสดุที่ทำการทดลองอยู่สูงจากพื้น 0.8 เมตร และห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร แล้ววัดอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากวัสดุที่ 1,5,15,30 ซ.ม.**

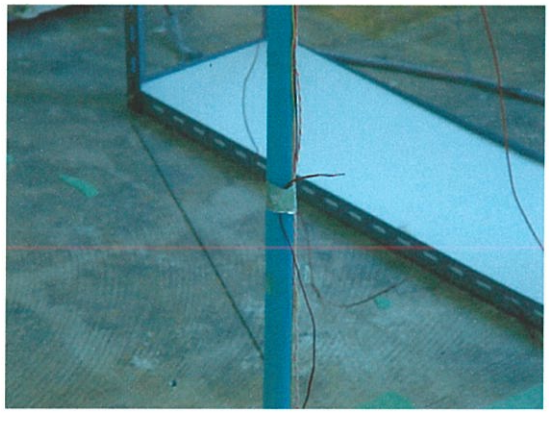
- เปิดระบบทำความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น ที่ด้านผนังและบนฝ้าของอาคารทดลองทั้ง 2 จุด
- ระบบปรับอากาศแบบปกติ

บทที่ 6
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองจะทำการทดลองในระหว่างวันที่ 1 – 25 ธันวาคม 2545 โดยทำการทดลองทั้งในช่วงเช้าช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน

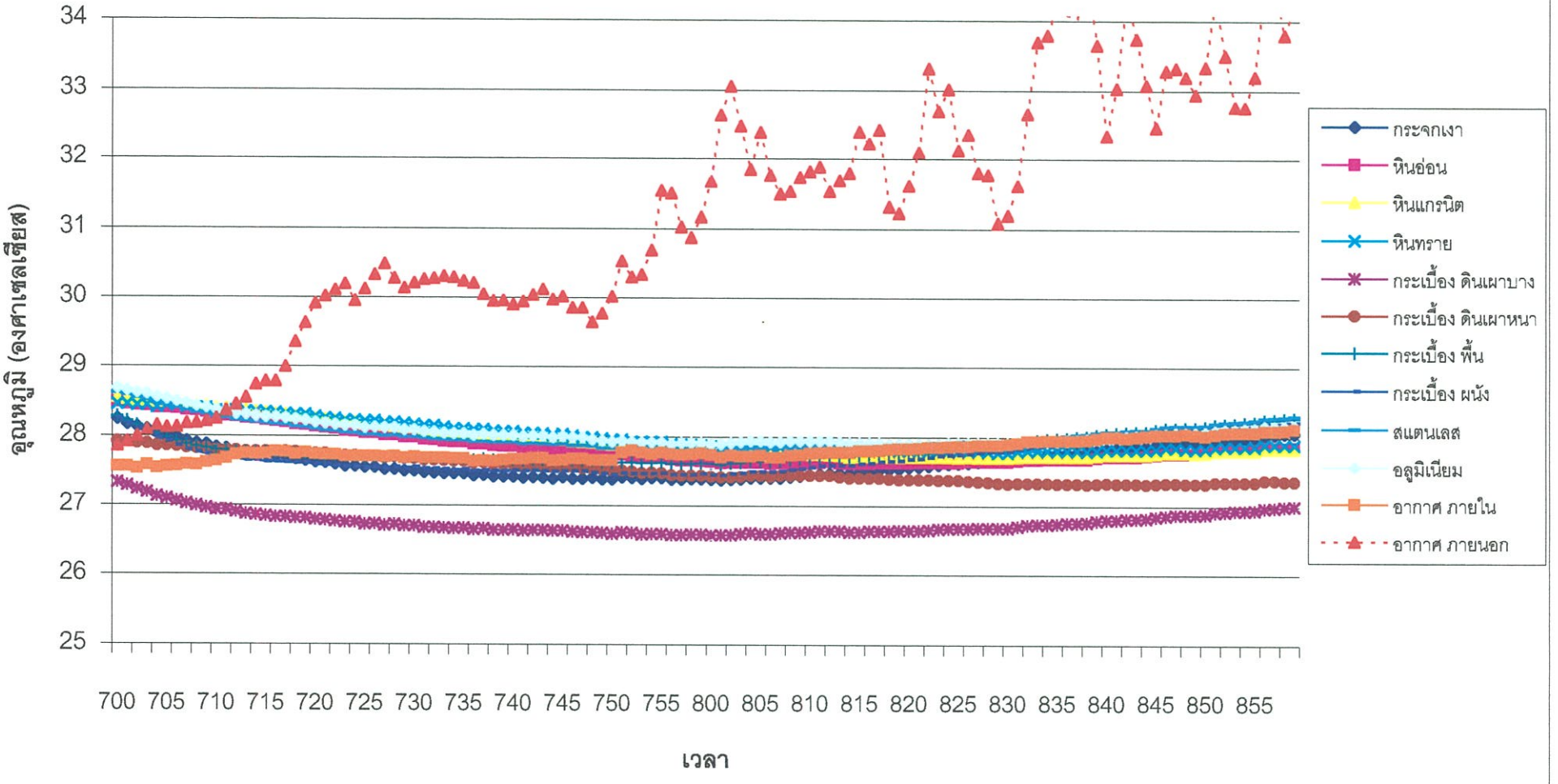
6.1 การทดลองเบื้องต้นขั้นที่1 ทดลองด้านการลดอุณหภูมิและการรักษาอุณหภูมิของวัสดุ

6.1.1 ทดลองโดยการหันหน้าผิวของวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิเข้าหาระบบแผ่นเรียบเย็นโดยตรงจากผนัง โดยผิววัสดุที่ทำการทดลองอยู่สูงจากพื้น 0.8 เมตร และห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 1 เมตร จุดวัดอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองอยู่กลางห้องและสูงจากพื้น 80 ซ.ม.

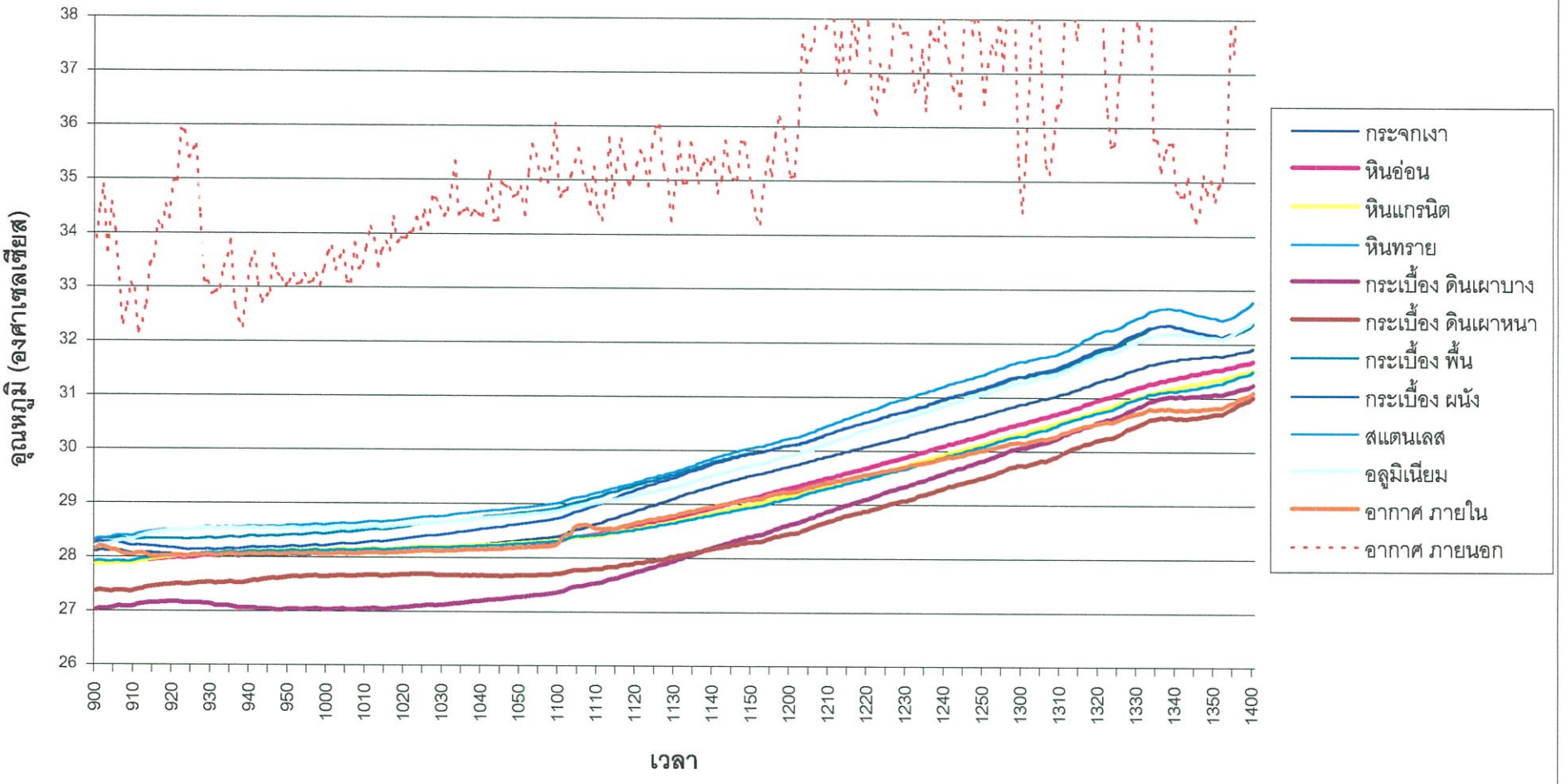


ภาพที่ 6.1 แสดงลักษณะของการวางของวัสดุและจุดวัดอุณหภูมิที่ทำการทดลอง

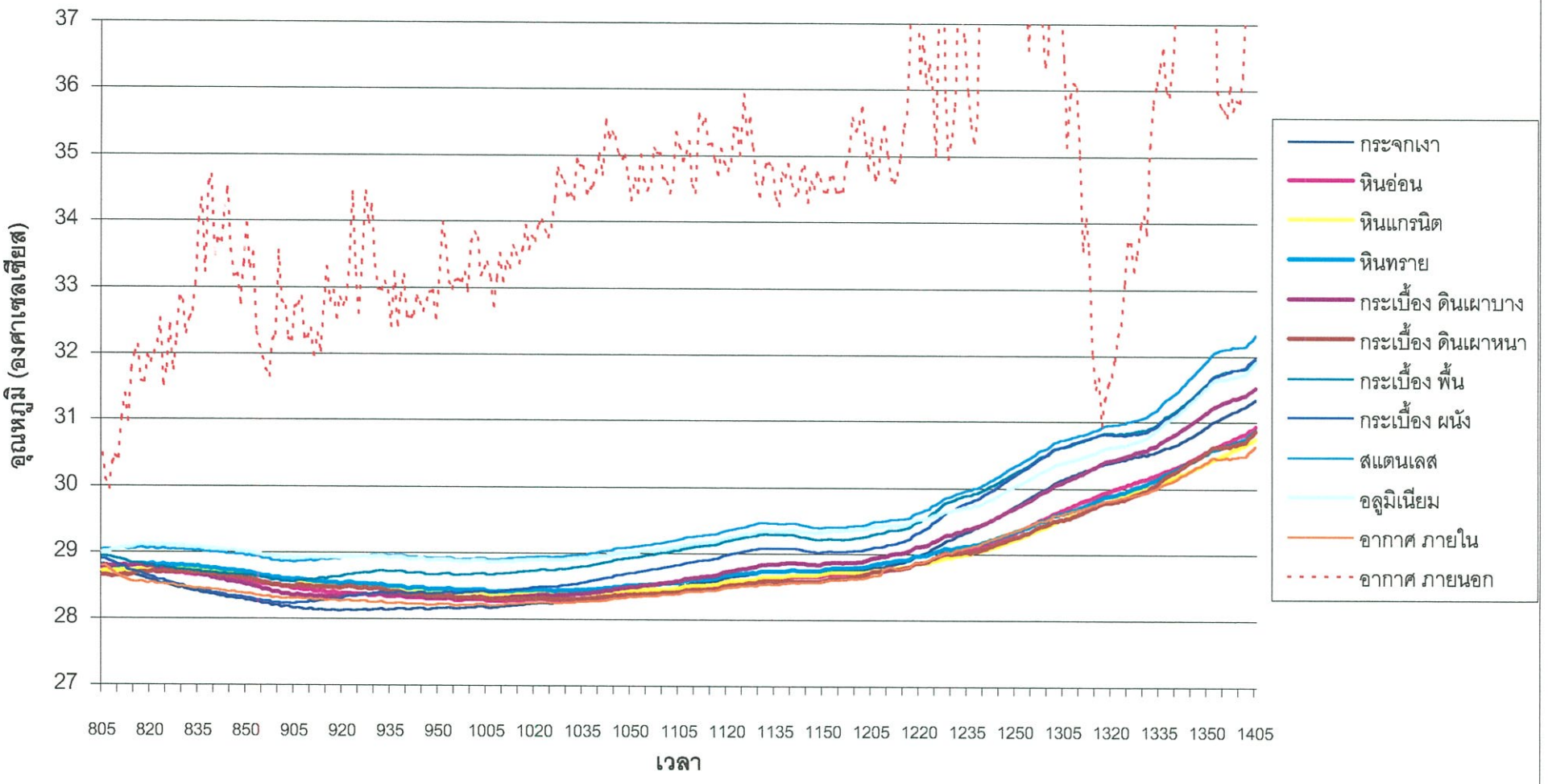
แผนภูมิที่ 6.1 แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่ผนังจุดเดียวที่เวลา 7:00 น.เป็นเวลา 1 ชม. แล้วปิดระบบที่เวลา 8:00 น.



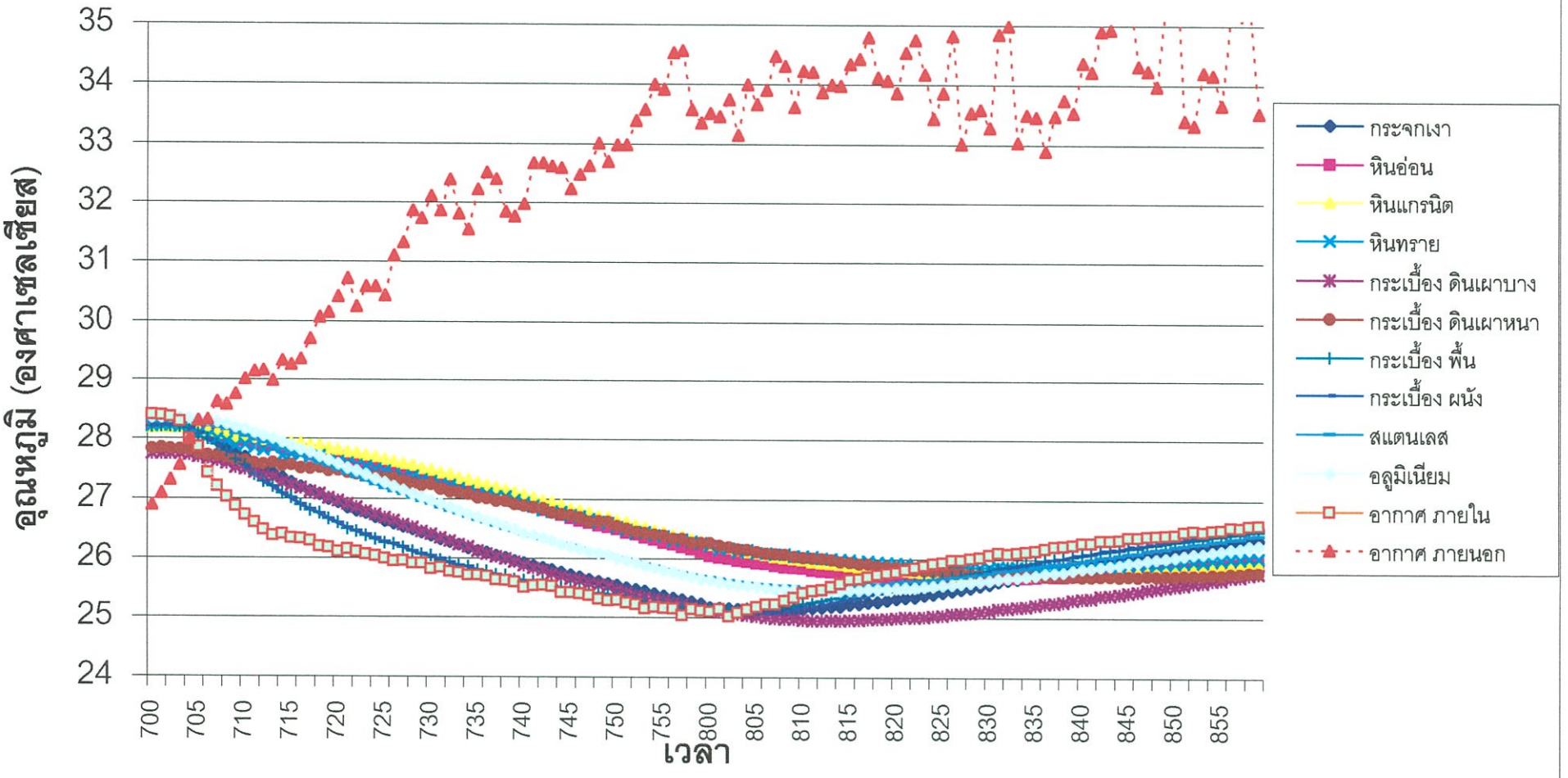
แผนภูมิที่ 6.2 แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุขณะเปิดระบบการแผ่รังสีที่ผนังตจุดเดียวที่เวลา 9:00 น. เป็นเวลา 2 ช.ม.แล้วปิดระบบเวลา 11:00 น..



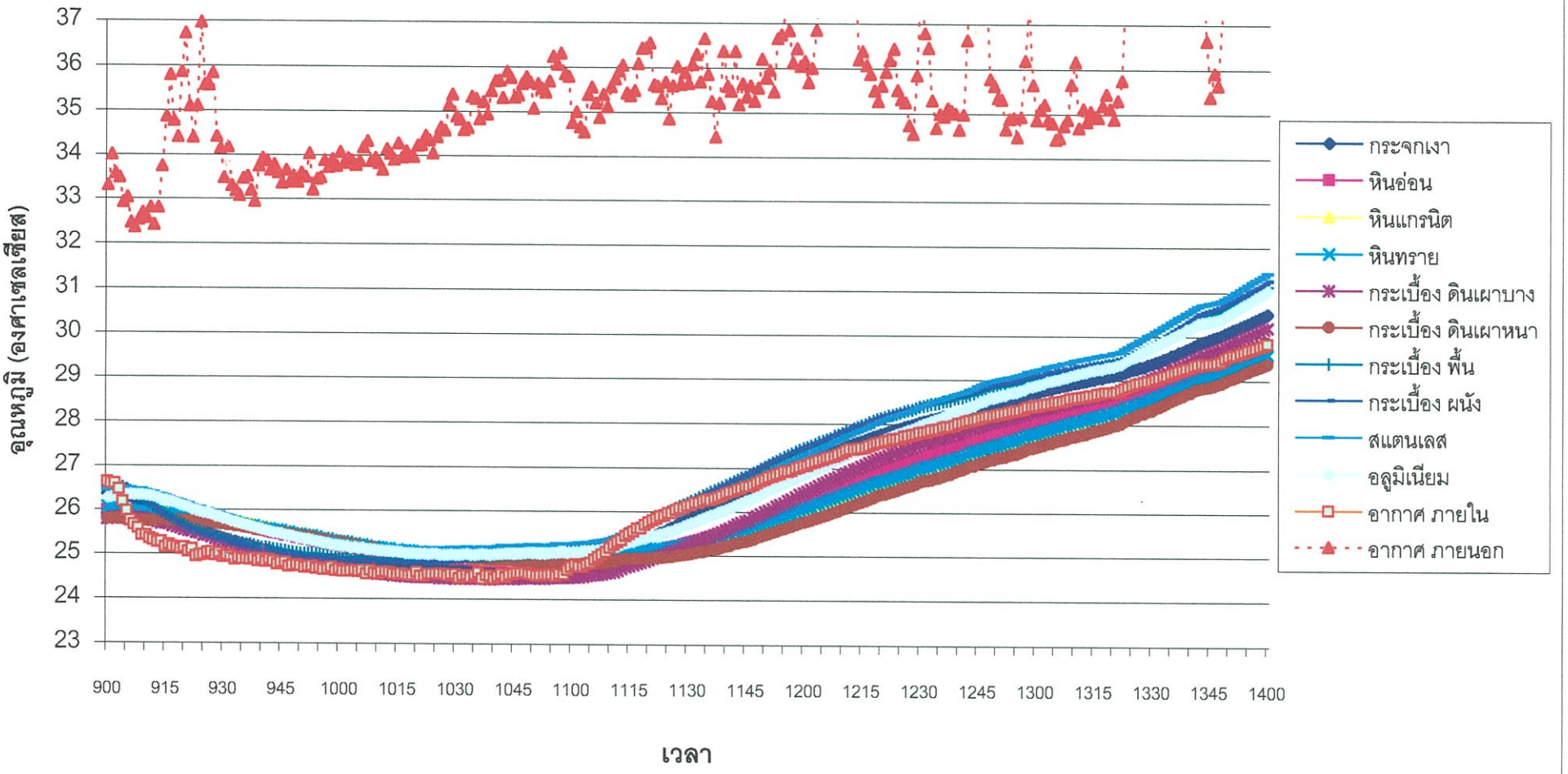
แผนภูมิที่ 6.3 แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่ผนังจุดเดียวที่เวลา 8 : 00 น. เป็นเวลา 4 ซ.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 12 : 00 น.



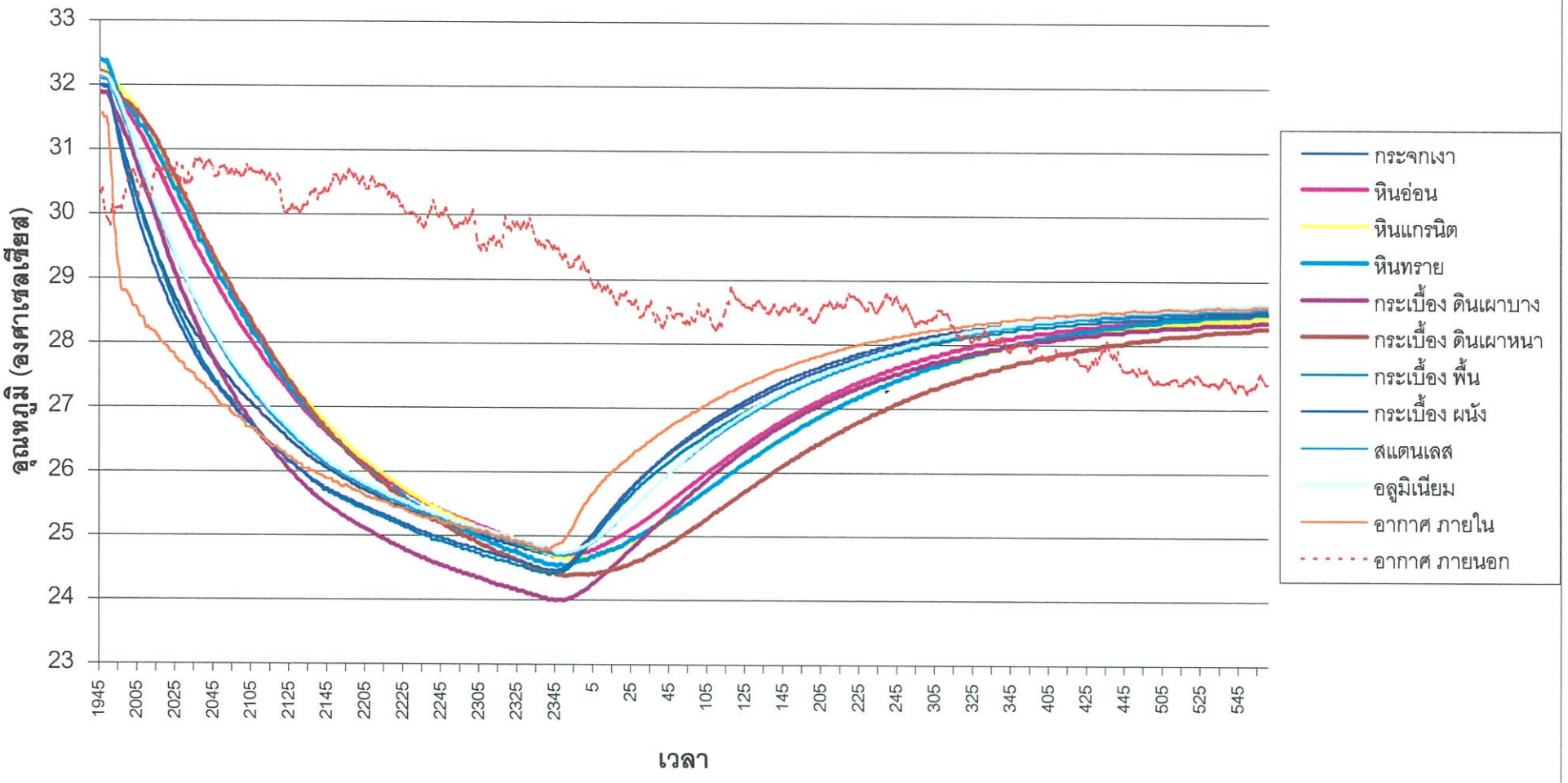
แผนภูมิที่ 6.4 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีทั้ง 2จุดที่เวลา 7:00 น. เป็นเวลา 1 ช.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 8 :00 น.



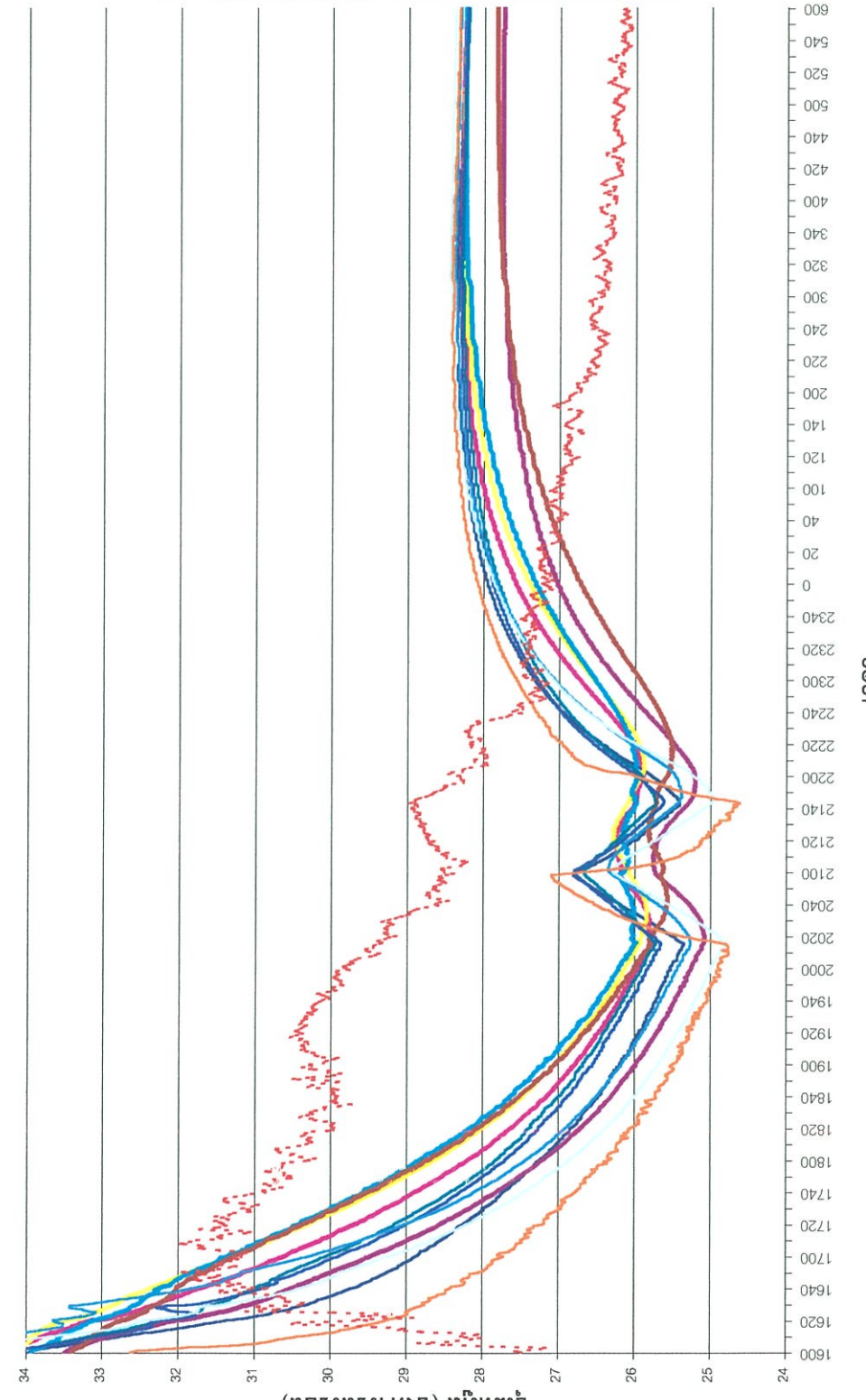
แผนภูมิที่ 6.5 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีทั้ง 2จุดที่เวลา 9:00 น. เป็นเวลา 2 ชม.แล้วปิดระบบที่เวลา 11:00น.



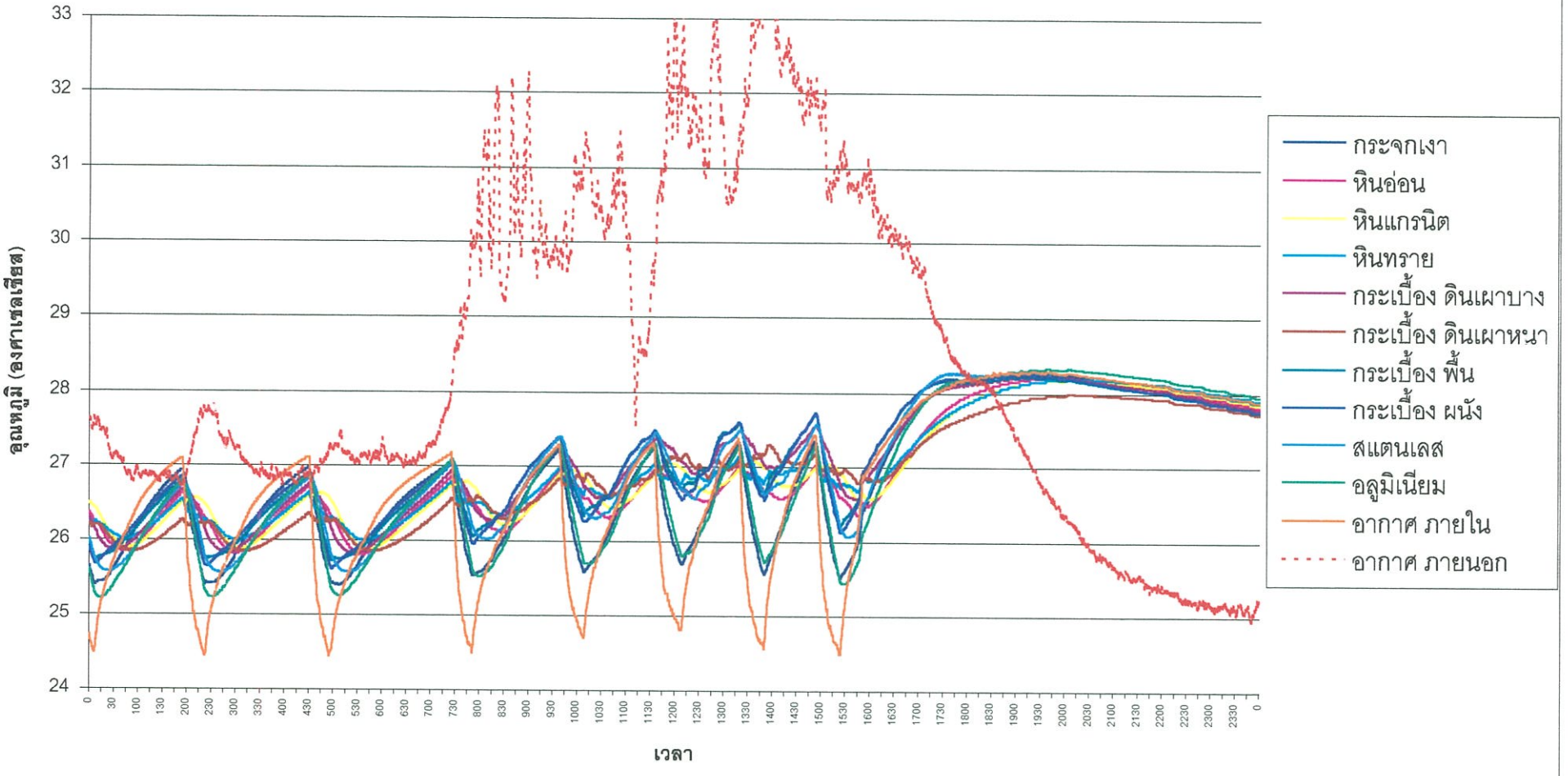
แผนภูมิที่ 6.6 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีความเย็นทั้ง2จุดที่เวลา 20:00 น. เป็นเวลา 4 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 24:00 น.



แผนภูมิที่ 6.7 แสดงอุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุขณะเปิดระบบปรับอากาศที่เวลา 16:00 น.เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วปิดระบบที่เวลา 22:00 น.



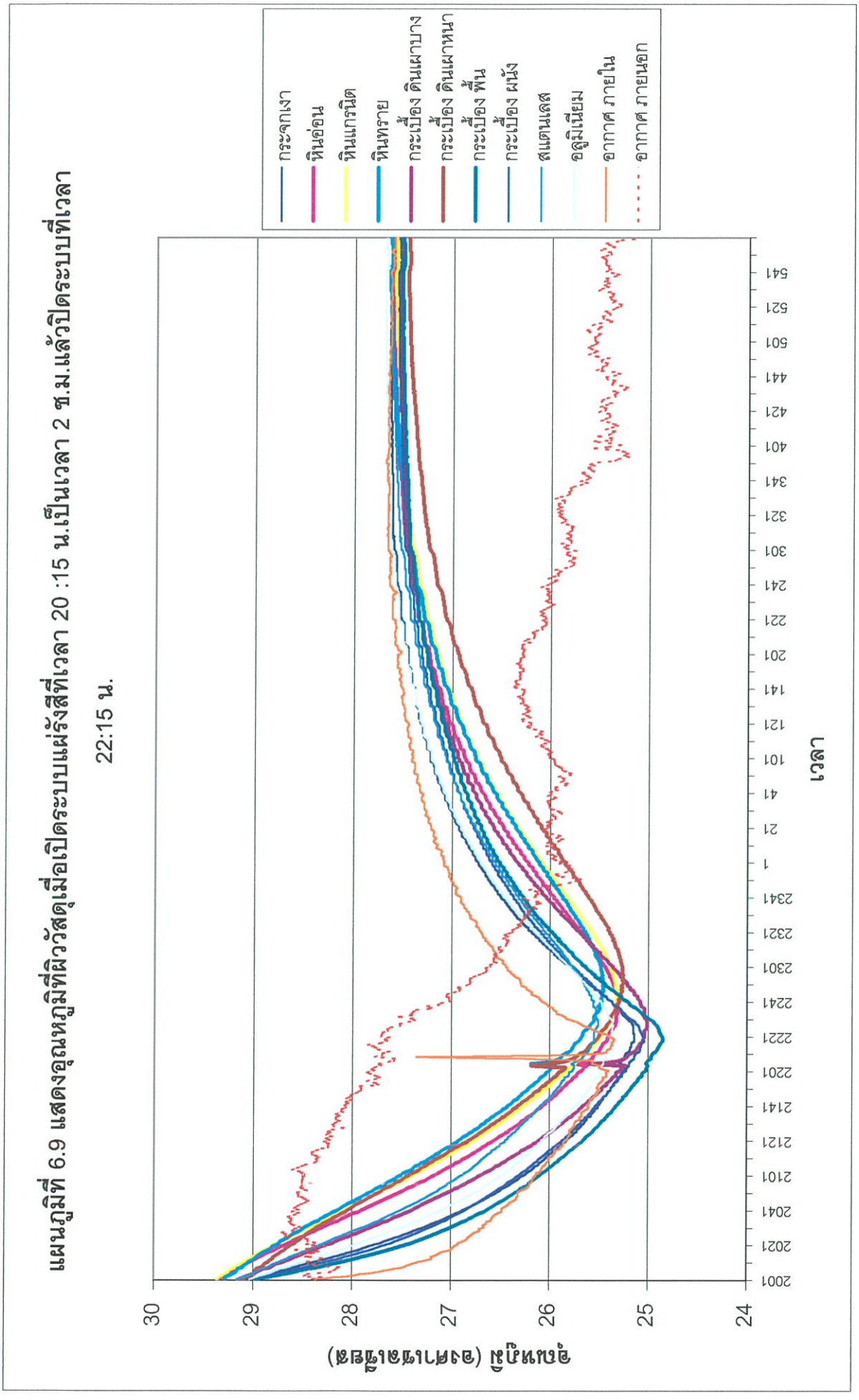
แผนภูมิที่ 6.8 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบปรับอากาศที่เวลา 15:30 น.เป็นเวลา 1 วันและปิดระบบที่เวลา 15:50 น.



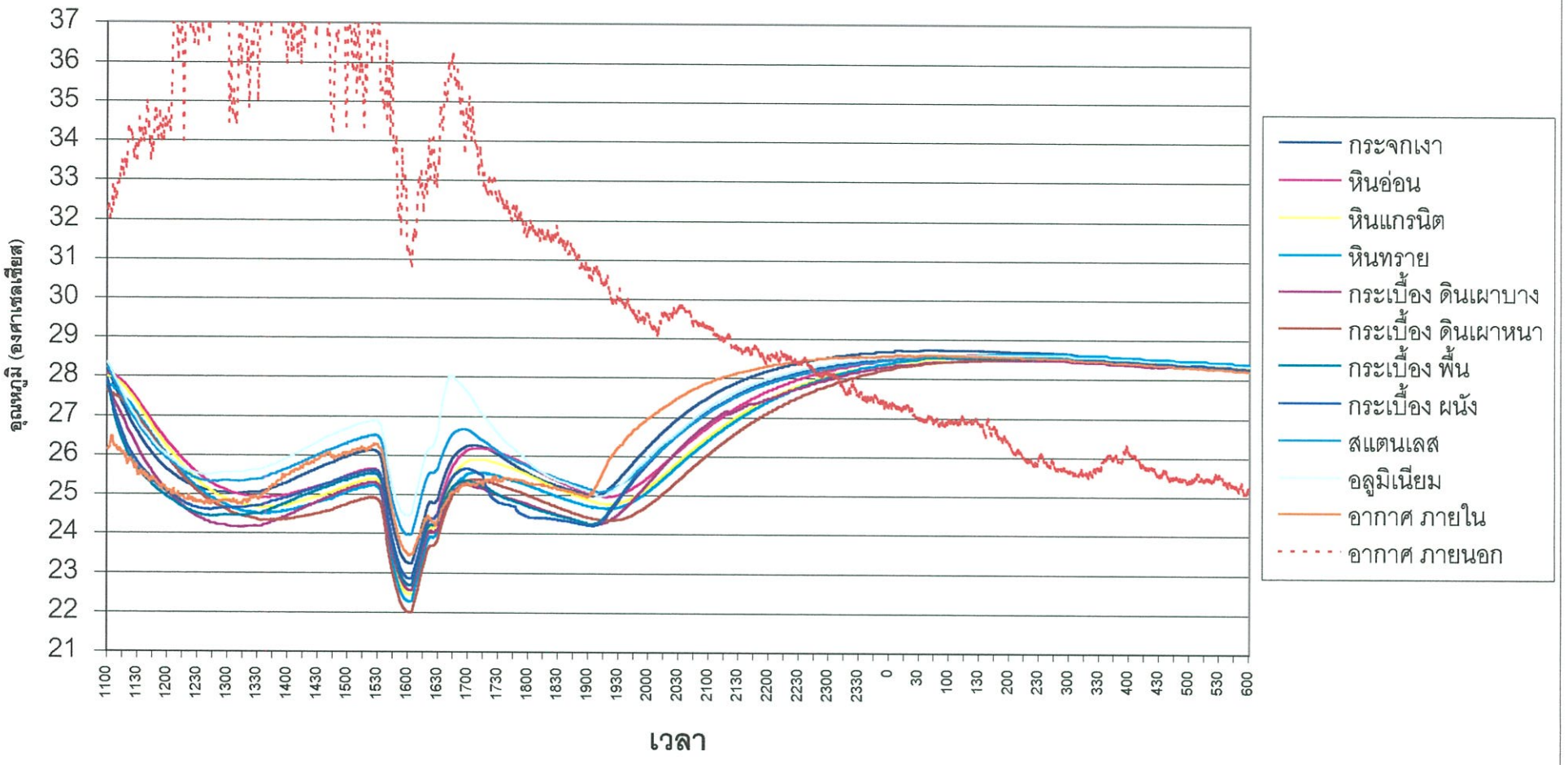
6.1.2 ทดลองโดย การนำหน้าของผิววัสดุที่จะวัดอุณหภูมิวางในแนวนอน โดยวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่สูงจากพื้นห้องทดลอง 0.8 เมตร และห่างจากแผ่นเรียบเย็น 2 เมตร (ตั้งแต่การทดลองที่1.2เป็นต้นไป การใช้ระบบแผ่รังสีความเย็นในการทดลองจะพร้อมกันเปิดทั้ง 2 จุดตลอด) จุดวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องห้องทดลองอยู่กลางห้องและสูงจากพื้น 80 ซ.ม.

ภาพที่ 6.2 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง

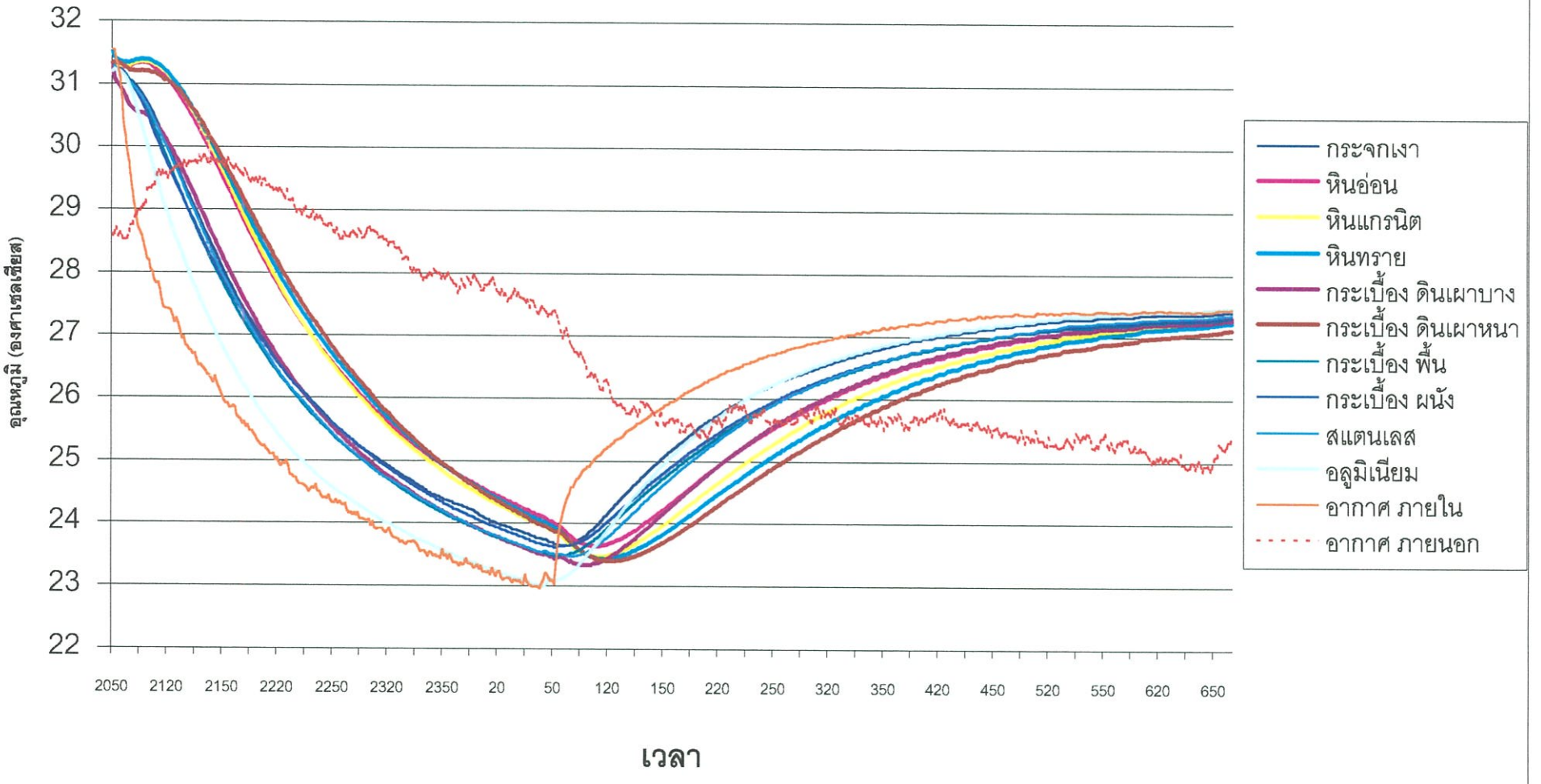
แผนภูมิที่ 6.9 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุเมื่อเปิดระบบแผ่รังสีที่เวลา 20 :15 น.เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วปิดระบบที่เวลา 22:15 น.



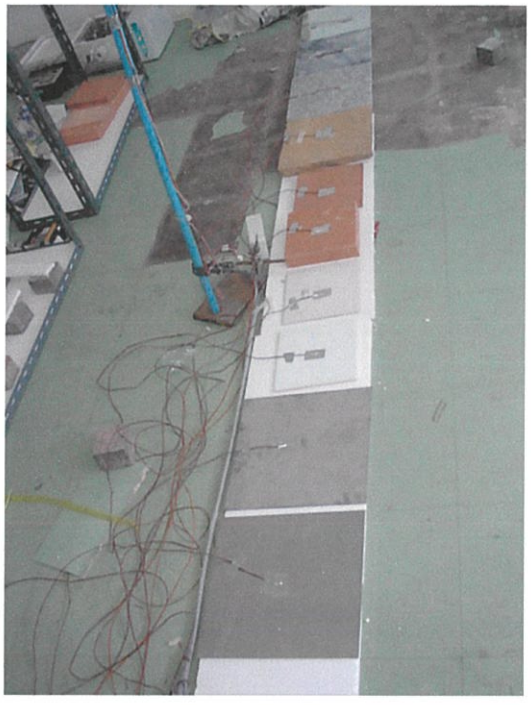
แผนภูมิที่ 6.10 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุหลังจากเปิดระบบแผ่รังสีความเย็นทั้ง 2จุดที่เวลา 13:00 น.เป็นเวลา 6 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 19:00 น.



แผนภูมิที่ 6.11 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบปรับอากาศที่เวลา 21:00 น.เป็นเวลา 4 ช.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 1:00น.

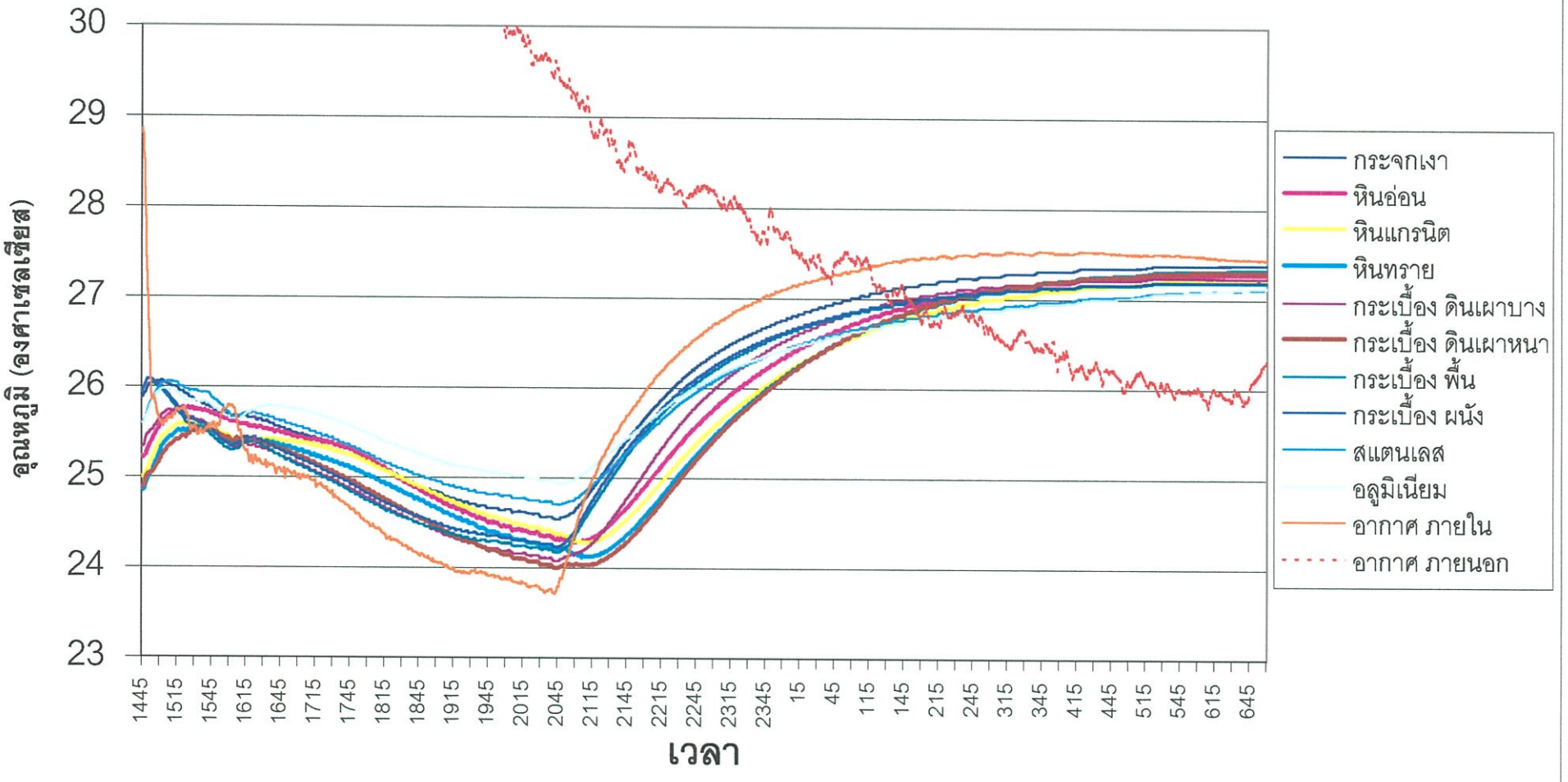


6.1.3 **ทดลองโดยการนำหน้าของผิววัสดุที่จะวัดอุณหภูมิวางนอนกับพื้นห้องทดลอง โดยวัสดุที่ทำการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่บนพื้นอาคารห้องทดลอง และห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร จุดวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองอยู่กลางห้องและสูงจากพื้น 80 ซ.ม.**



ภาพที่ 6.3 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง

แผนภูมิที่ 6.12 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีความเย็นทั้ง2จุดที่เวลา 14:45 น.เป็นเวลา 6 ช.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 20:45 น.



6.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองขั้นที่ 1

6.2.1 ผลของระยะห่างระหว่างวัสดุกับแหล่งความเย็น

วัสดุที่ทำการทดลองทุกชนิดเมื่อได้รับอุณหภูมิความเย็นจากแหล่งความเย็นทั้งจากระบบแผ่รังสีความเย็นและระบบปรับอากาศแบบปกติจะทำให้มีอุณหภูมิของตัววัสดุที่ต่ำลง ส่วนอุณหภูมิของวัสดุจะต่ำลงเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัววัสดุนั้นกับแหล่งความเย็นด้วย สรุปตามประเภทของแหล่งความเย็นได้ดังนี้

ระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น

เมื่อวัสดุอยู่ใกล้แผ่นเรียบเย็นจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแผ่นเรียบเย็นกับตัววัสดุโดยตรงทำให้วัสดุลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว จนสามารถทำให้ตัววัสดุบางชนิดที่ทำการทดลองนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องทดลอง ยกตัวอย่างเช่น **จากแผนภูมิที่** 5.6 **กระเบื้องดินเผาบางมีอุณหภูมิ** 24 °C **อากาศภายในห้องทดลองมีอุณหภูมิ** 25°C **ขณะเริ่มปิดแหล่งความเย็นระบบแผ่รังสีความเย็นที่เวลา** 24:00น. **จากการทดลองวัสดุที่อยู่ห่างจากระบบแผ่นเรียบเย็นที่ผนังจุดเดียวที่ระยะห่างจากวัสดุ 1 เมตร** ส่วนอากาศในห้องทดลองที่เป็นตัวกลางระหว่างวัสดุกับแผ่นเรียบเย็นนั้นมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของวัสดุน้อยมาก แต่ถ้ามีระยะห่างออกไปการแลกเปลี่ยนความร้อนจะเป็นไปในลักษณะดังต่อไปนี้คือ แผ่นเรียบเย็นมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศก่อนแล้วอากาศจึงจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับวัสดุอีกทีหนึ่ง ดังนั้นระยะห่างระหว่างวัสดุกับแผ่นเรียบเย็นยิ่งมากการลดอุณหภูมิที่ตัววัสดุจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศในห้องทดลองมากขึ้น จากการทดลองเมื่อเลื่อนวัสดุที่ทำการทดลองออกห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนังที่ระยะ 2 เมตรแล้วเปิดระบบแผ่รังสีความเย็นที่ผนังเพียงจุดเดียว การลดอุณหภูมิที่ผิววัสดุมีน้อยมาก ส่วนหนึ่งเพราะพื้นที่ของแผ่นแผ่รังสีไม่เพียงพอที่จะทำให้อากาศในห้องทดลองเย็นลงได้ ดังนั้นในการทดลองเปิดระบบแผ่รังสีที่ผนังจุดเดียวเจะทำการทดลองแค่การทดลองที่ 6.1.1 เท่านั้น

ระบบปรับอากาศ

ในการทดลองกับระบบปรับอากาศ วัสดุจะมีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างตัววัสดุกับอากาศในห้องทดลอง ดังนั้นอุณหภูมิของวัสดุจะต่ำลงเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความเย็นของอากาศในห้องทดลองที่ระบบปรับอากาศสามารถทำความเย็นได้ โดยปกติอากาศในห้องทดลองบริเวณใกล้กับ Fan Coil Unit ของระบบปรับอากาศจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศบริเวณกลางห้องทดลอง ดังนั้นถ้าวัสดุใดอยู่ใกล้ Fan Coil Unit ของระบบปรับอากาศจะมีอุณหภูมิที่ผิวต่ำกว่าวัสดุที่อยู่ไกลออกไป ยกตัวอย่างเช่น **จากแผนภูมิที่** 6.7 **อลูมิเนียมมีอุณหภูมิน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้งหมดคือเท่ากับ**

24.86°C อากาศภายในห้องทดลองมีอุณหภูมิ 24.76 °C กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.)มีอุณหภูมิ 25.15 °C โดยที่หินทรายมีอุณหภูมิสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้งหมดที่ 26.06 °C ขณะเปิดแหล่งความเย็นระบบปรับอากาศที่เวลา 20:10น. จากการทดลองที่วัสดุอยู่ห่างจากระบบแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 1 เมตร ซึ่งมีผลต่อการทดลองไม่มากนัก เพราะการวิจัยเน้นการใช้ความเย็นจากแหล่งความเย็นแบบระบบแผ่รังสีความเย็นและการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นของวัสดุหลังจากปิดแหล่งความเย็น ในขณะที่มีตำแหน่งที่ใช้ในการทดลองเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้นที่วางวัสดุใกล้กับช่อง Fan Coil Unit ของระบบปรับอากาศ

6.2.2 ผลของมุมกระทำระหว่างวัสดุกับแหล่งความเย็น

จากการทดลองการวางวัสดุทั้งแบบตั้งฉากและแบบวางนอนนั้น สามารถสรุปได้ว่าการวางวัสดุด้านที่มีพื้นที่ผิวของวัสดุมากหันเข้าหาแหล่งความเย็นโดยตรงก็จะได้ผลมากที่สุด เช่นการทดลองวางวัสดุตั้งฉาก หันผิววัสดุเข้าหาระบบแผ่รังสีความเย็นแบบแผ่นเรียบเย็น วัสดุจะมีอุณหภูมิต่ำลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้วัสดุบางชนิดสามารถลดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศในห้องทดลอง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่ระยะห่างวัสดุจากแหล่งความเย็นด้วย ในส่วนของระบบปรับอากาศแบบปกติภายในห้องทดลองซึ่งมีการปล่อยอากาศเย็นจากผนังส่วนบนทางด้านข้างของห้องทดลอง ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้เน้นในการวางวัสดุเข้าหาระบบปรับอากาศ แต่การเคลื่อนที่ต่ำลงของอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำลงมายังพื้นห้องทดลอง ทำให้การวางวัสดุในแนวนอนมีพื้นที่ผิวในการรับความเย็นมากกว่าส่งผลให้วัสดุนั้นมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิดีกว่าเช่นกัน

6.2.3 ผลของการลดอุณหภูมิของวัสดุที่ทำการทดลอง

อุณหภูมิที่ผิวของวัสดุแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของอุณหภูมิของตัววัสดุเองและระยะเวลาที่ทำให้วัสดุนั้นมีอุณหภูมิต่ำลง รวมทั้งเวลาที่วัสดุแต่ละชนิดสามารถเก็บรักษาอุณหภูมิไว้หลังจากปิดแหล่งความเย็น วัสดุบางชนิดมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศในห้องทดลองเมื่อมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับระบบแผ่รังสีความเย็นในระยะห่าง 1 ม. และใช้เวลาน้อยกว่าวัสดุอื่นๆในช่วงเวลาเดียวกัน เช่น กระเบื้องดินเผาบาง(หนา 1.8 ซ.ม.) วัสดุบางชนิดลดอุณหภูมิได้ช้าแต่รักษาอุณหภูมิได้นาน เช่นหินแกรนิตและกระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมวล ความหนา และค่าสัมประสิทธิ์(k)ในการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดด้วย จากผลการทดลองสามารถสรุปชนิดของวัสดุที่มีการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วโดยใช้แหล่งความเย็นจากทั้ง 2 แหล่งได้ดังนี้

จากผลการทดลองสามารถเรียงลำดับวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด3ชนิดจากวัสดุทั้งหมดได้ดังนี้[1]

ยกตัวอย่างจากแผนภูมิที่ 6.6 ที่เวลา 24:00 น.ขณะปิดระบบทำความเย็น

- กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม.) มีอุณหภูมิต่ำสุด 24°C อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 25 °C
- กระเบื้องเซรามิก(พื้น) มีอุณหภูมิต่ำสุด 24.47°C อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 25 °C
- กระเบื้องเซรามิก(ผนัง) มีอุณหภูมิต่ำสุด 24.47°C อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 25 °C

ตารางที่ 6.1 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุต่างๆขณะเปิดระบบทำความเย็น

เวลา	เวลาที่เปิดระบบ	กระจกเงา °C	หินอ่อน °C	หินแกรนิต °C	หินทราย °C	กระเบื้องดินเผาบาง °C	กระเบื้องดินเผาหนา °C	กระเบื้องพื้น	กระเบื้องผนัง	สแตนเลส °C	อลูมิเนียม °C	อากาศภายใน °C	อากาศภายนอก °C
19:45	เปิดระบบ	31.98	32.16	32.22	32.39	**31.89**	32.2	32	32	32.09	32.17	31.56	30.31
20:45	1ซ.ม.	27.73	28.98	29.3	29.25	27.73	29.33	27.42	**27.37**	28.1	28.15	27.16	30.58
21:45	2 ซ.ม.	26.04	26.58	26.72	26.61	**25.48**	26.64	25.7	25.73	26.09	26.17	25.89	30.36
22:45	3 ซ.ม.	25.2	25.4	25.39	25.26	**24.54**	25.2	24.91	24.97	25.26	25.32	25.21	29.98
23:45	4 ซ.ม.	24.65	24.72	24.66	24.54	**23.99**	24.4	24.41	24.46	24.69	24.74	24.86	29.47

จากตารางที่ 6.1 วัสดุทั้ง 3 ชนิดดังต่อไปนี้มีผลการทดลองที่น่าพอใจที่สุด โดยพิจารณาจากผลการทดลองในหลายๆครั้งวัสดุดังกล่าวได้แก่ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา 1.8 ซ.ม.) มีอุณหภูมิต่ำที่สุดและต่ำลงอย่างรวดเร็ว กระเบื้องเซรามิกพื้นและผนัง เป็นลำดับที่ 2 และ 3 โดยลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าวัสดุอื่นไม่เกิน 2 °C ในเวลา 1-2 ซ.ม.ภายหลังเปิดระบบทำความเย็น และไม่เกิน 1 °C ในเวลา 3-4 ซ.ม. หลังเปิดระบบทำความเย็น เป็นที่น่าแปลกใจว่า วัสดุประเภทโลหะทั้ง 2 ชนิดในการทดลองคือ อลูมิเนียมและ สแตนเลสมีการลดอุณหภูมิไม่เร็วและไม่ต่ำเท่าที่ควร แต่ในการทดลองในระบบปรับอากาศบางครั้งเท่านั้นที่โลหะมีการลดอุณหภูมิได้เร็วและต่ำที่สุด ทั้งนี้เพราะโลหะทั้ง 2 ชนิดนั้นอยู่ใกล้ช่องพัดลมของระบบปรับอากาศ

---

[1]ที่มา : ผลสรุปจากการวิเคราะห์ผลการทดลองหลายๆ ครั้ง แต่ข้อมูลที่ยกตัวอย่าง นำมาจากผลการทดลองใน 1ครั้ง

6.2.4 ผลของการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุที่ทำการทดลอง

ภายหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น วัสดุและอากาศในห้องทดลองจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่วัสดุแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นต่างกัน วัสดุบางชนิดสามารถรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ต่ำกว่าอากาศในห้องทดลองอยู่ในระหว่าง 1-1.5°C เป็นระยะเวลานานถึง 1-4 ชม. ภายหลังจากปิดแหล่งความเย็น แล้วจึงค่อยๆมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่ากับอากาศในห้อง หลังจากปิดระบบมากกว่า 6 ช.ม.

ยกตัวอย่างจากแผนภูมิที่ 6.12 อุณหภูมิของกระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม.

- เมื่อปิดระบบทำความเย็นที่เวลา 20:45 น. กระเบื้องดินเผาหนามีอุณหภูมิ 24 °C อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง 23.8 °C
- ภายหลังปิดระบบแหล่งความเย็น2 ช.ม.ที่เวลา 22:45 น. กระเบื้องดินเผาหนามีอุณหภูมิ 25.2 °C อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 26.55 °C
- ภายหลังปิดระบบแหล่งความเย็น4 ช.ม. ที่เวลา 0:45 น. กระเบื้องดินเผาหนามีอุณหภูมิ 26.5 °C อุณหภูมิอากาศภายในห้อง 27.27 °C
- กระเบื้องดินเผาหนาจะมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศในห้องทดลองภายหลังจากปิดระบบแล้วเกินกว่า 10 ช.ม.ที่เวลาประมาณ 7:45 น.

วัสดุกลุ่มนี้ได้แก่ กระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม. หินแกรนิตและหินทราย ทั้งนี้ระยะเวลาในการรักษาอุณหภูมิขึ้นอยู่กับอุณหภูมิจากแหล่งความเย็น ความหนา ปริมาตรและมวลของวัสดุแต่ละชนิดด้วย ในการวิจัยครั้งนี้เน้นเฉพาะวัสดุที่หาได้ทั่วไปในท้องตลาด ดังนั้น ความหนา ปริมาตรและมวลของวัสดุแต่ละชนิดนั้น จะนำมาจากมาตราฐานของวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ซึ่งการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไม่เกิน 1.5°C ซึ่งรายละเอียดของอุณหภูมิที่ผิววัสดุจะสรุปผลการทดลองโดยแบ่งวัสดุออกเป็น 3 กลุ่มตามเวลาของอุณหภูมิผิววัสดุที่ทำการทดลอง โดยสรุปจากการใช้แหล่งความเย็นทั้ง 2 แหล่งได้ดังต่อไปนี้

การแบ่งวัสดุตามเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิ

กลุ่มที่1 วัสดุที่มีการรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ผิวได้นานที่สุด คือมากกว่า 4 ช.ม.ก่อนจะมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศในห้องได้แก่

1. กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม. 2.หินแกรนิต 3.หินทราย

กลุ่มที่2 วัสดุที่มีการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ผิวปานกลางประมาณ 4 ช.ม.แล้วจึงมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศในห้องได้แก่

1. หินอ่อน 2. กระเบื้องดินเผาบาง

กลุ่มที่3 วัสดุที่มีการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ผิวได้น้อยที่สุด คือน้อยกว่า 4 ช.ม.แล้วจึงมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศในห้องได้แก่

วัสดุกลุ่มนี้มีการเก็บรักษาอุณหภูมิตัววัสดุน้อยกว่าวัสดุอื่นๆ ทำให้หลังจากปิดแหล่งความเย็นแล้ววัสดุกลุ่มนี้จะมีอุณหภูมิค่อนข้างใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายในห้องทดลอง
1 กระเบื้องเซรามิก(พื้น) 2. กระเบื้องเซรามิก(ผนัง) 3. กระจกเงา 4. สแตนเลส 5. อลูมิเนียม

ตารางที่ 6.2 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่เวลาต่างๆหลังปิดระบบแหล่งความเย็น

ขณะปิดระบบทำความเย็นที่เวลา 20:45 น.

	กระจกเงา	หินอ่อน	หินแกรนิต	หินทราย	กระเบื้องดินเผาบาง	กระเบื้องดินเผาหนา	กระเบื้องพื้น	กระเบื้องผนัง	สแตนเลส	อลูมิเนียม	อากาศภายใน	อากาศภายนอก
อุณหภูมิ °C	24.54	24.33	24.38	24.21	24.04	**24**	24.17	24.23	24.7	24.93	23.8	29.53

หลังเปิดระบบแหล่งความเย็น 2 ช.ม. ที่เวลา 22:45 น.

	กระจกเงา	หินอ่อน	หินแกรนิต	หินทราย	กระเบื้องดินเผาบาง	กระเบื้องดินเผาหนา	กระเบื้องพื้น	กระเบื้องผนัง	สแตนเลส	อลูมิเนียม	อากาศภายใน	อากาศภายนอก
อุณหภูมิ °C	26.23	25.57	25.38	25.25	25.79	**25.2**	26.06	26.1	25.95	26.01	26.55	28.21

หลังเปิดระบบแหล่งความเย็น 4 ช.ม. ที่เวลา 0:45 น.

	กระจกเงา	หินอ่อน	หินแกรนิต	หินทราย	กระเบื้องดินเผาบาง	กระเบื้องดินเผาหนา	กระเบื้องพื้น	กระเบื้องผนัง	สแตนเลส	อลูมิเนียม	อากาศภายใน	อากาศภายนอก
อุณหภูมิ °C	26.96	26.64	**26.49**	26.5	26.78	26.5	26.79	26.81	26.61	26.59	27.27	27.39

หลังเปิดระบบแหล่งความเย็น 6 ช.ม. ที่เวลา 2:45 น.

	กระจกเงา	หินอ่อน	หินแกรนิต	หินทราย	กระเบื้องดินเผาบาง	กระเบื้องดินเผาหนา	กระเบื้องพื้น	กระเบื้องผนัง	สแตนเลส	อลูมิเนียม	อากาศภายใน	อากาศภายนอก
อุณหภูมิ °C	27.22	27.06	26.95	27.03	27.1	27.04	27.04	27.05	26.87	**26.83**	27.47	26.83

ยกตัวอย่างเช่นจากแผนภูมิที่ 6.12 วัสดุกลุ่มที่3 ซึ่งมีอุณหภูมิที่ผิวกลับไปมีอุณหภูมิเท่าอากาศในห้องอย่างรวดเร็วภายหลังจากปิดแหล่งความเย็น และมีค่าที่ไม่แน่นอนในการจำแนกว่าวัสดุใดสามารถรักษาอุณหภูมิความเย็นได้เป็นระยะเวลาน้อยที่สุด เพราะจากการทดลองซ้ำหลายๆครั้งอุณหภูมิที่วัดได้จากวัสดุกลุ่มนี้มีค่าไม่คงที่ มีการสลับกันไปมาของอุณหภูมิในวัสดุแต่ละชนิด จากตารางที่ 6.2

วัสดุประเภทโลหะบางครั้งกลับมีอุณหภูมิน้อยกว่าวัสดุอื่นหลังจากปิดระบบนานกว่า4ชั่วโมง ซึ่งผลดังกล่าวเกิดขึ้นเพียง1-2 ครั้งเท่านั้นจากการทดลองทั้งหมด ทำให้ไม่ได้ค่าที่แน่นอนสม่ำเสมอเหมือนวัสดุใน กลุ่มที่1และกลุ่มที่2 ความแตกต่างของอุณหภูมิของวัสดุแต่ละชนิดไม่เกิน 1.5°C ซึ่งถือว่าไม่มากสำหรับผลการทดลองความแตกต่างด้านอุณหภูมิของวัสดุ

6.3 การทดลองขั้นที่ 2 ทดลองด้านการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนสู่อากาศของวัสดุแต่ละชนิด

การทดลองขั้นตอนที่ 2 ทำโดยการตัดวัสดุที่ไม่เหมาะสมออกแล้วทำการทดลองแบบละเอียดในการแง่ของการแผ่รังสีของวัสดุ ต้องมีการคัดเลือกเพื่อนำวัสดุมาใช้ในการทดลองกาอัตราการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนสู่อากาศของวัสดุแต่ละชนิด

จากข้อมูลการทดลองเบื้องต้นขั้นที่1 วัสดุที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นจะถูกคัดเลือกออกไป ส่วนหนึ่งเนื่องจากข้อจำกัดของจำนวนจุดที่ใช้วัดอุณหภูมิของเครื่องมือเก็บสะสมข้อมูล (Data Logger) ที่มีเพียง 13 ช่องสัญญาณเท่านั้น ดังนั้นมีความจำเป็นต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสมที่สุดเพียง 5 ชนิด มาทำการทดลองในรายละเอียดของการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุ โดยตัดวัสดุที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาอุณหภูมิที่ตัวผิววัสดุออกไป

วัสดุที่ไม่ถูกคัดเลือกมาใช้ในการทดลองขั้นตอนที่ 2 มี 5 ชนิดได้แก่

1. กระจกเงา 2. กระเบื้องเซรามิก(พื้น) 3. กระเบื้องเซรามิก(ผนัง)
4. สแตนเลส 5. อลูมิเนียม

วัสดุทั้ง5ชนิดเบื้องต้นนั้นมีเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิที่เวลาน้อยมาก (จากผลการทดลอง) เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆที่ยังคงใช้ในการทดลองขั้นที่2ทั้ง 5 ชนิด ซึ่งจะนำไปทดลองโดยละเอียดขั้นตอนต่อไป ดังนั้นวัสดุที่ไม่ถูกเลือกทั้ง5ชนิดจึงไม่เหมาะสมในการทดลองเพื่อการเก็บรักษาอุณหภูมิและการแผ่รังสีความเย็นกลับคืนให้กับสภาพอากาศในห้องซึ่งเป็นเป้าหมายของการวิจัย แต่อาจมีความเหมาะสมในการใช้ตกแต่งอาคารที่สามารถใช้แหล่งกำเนิดความเย็นที่มีตลอดเวลาหรือมีการเปิดระบบตลอดเวลา ซึ่งจะกล่าวถึงในบทสรุปต่อไป

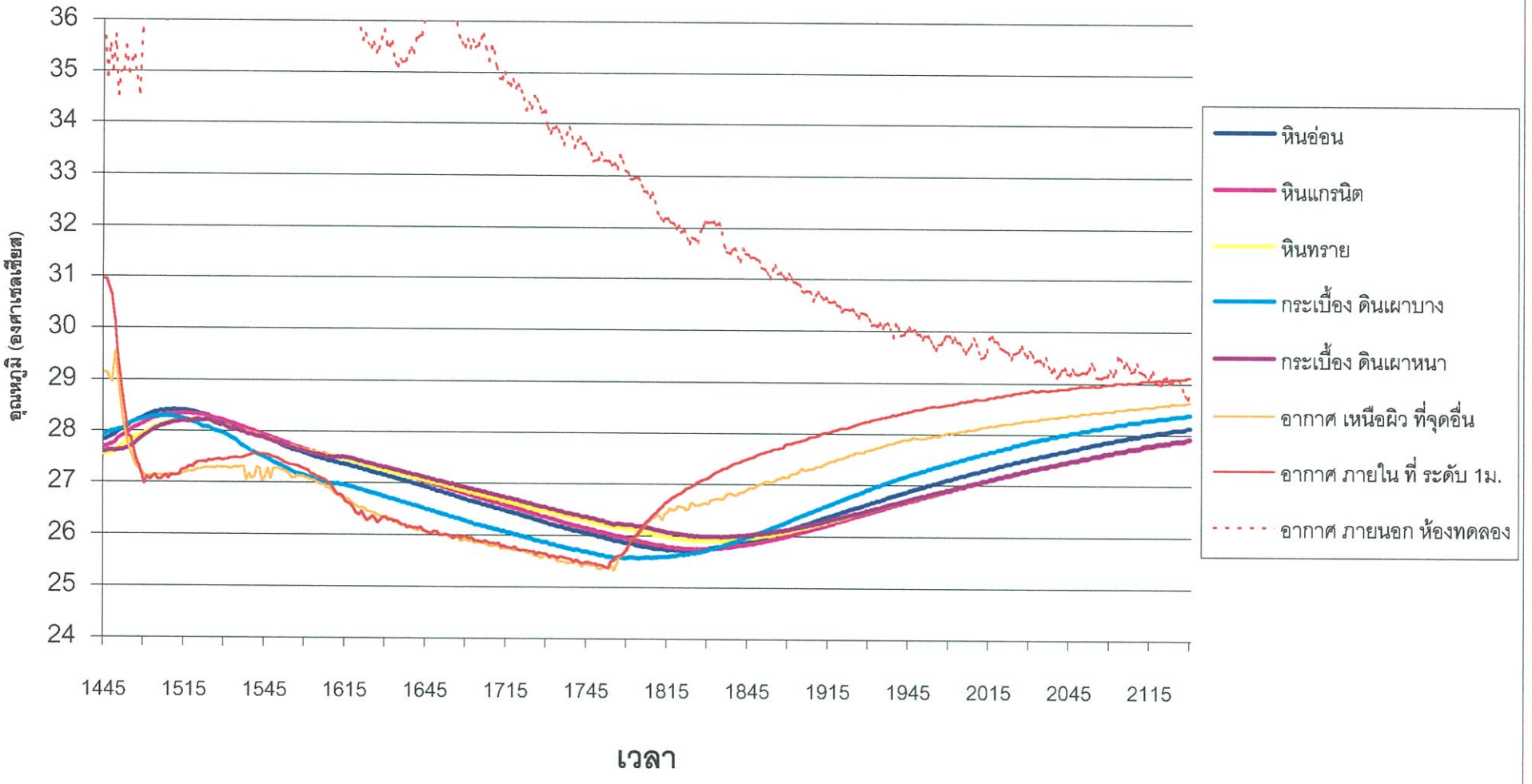
วัสดุที่มีความเหมาะสมที่ถูกคัดเลือกในไปทดลองในขั้นตอนที่ 2ได้แก่

1.หินอ่อน 2. หินแกรนิต 3. หินทราย
4. กระเบื้องดินเผาบาง 5. กระเบื้องดินเผาหนา

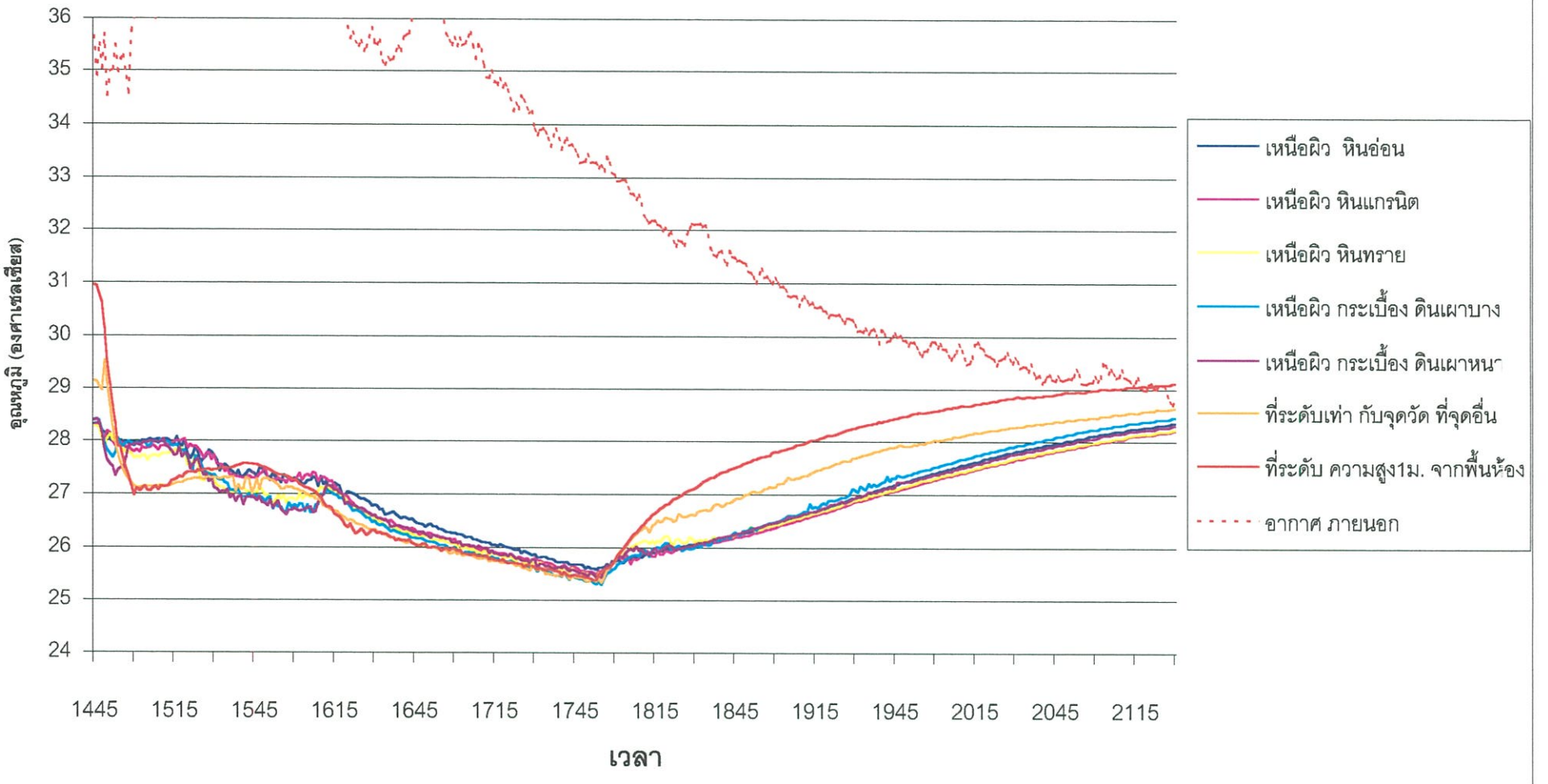
6.3.1 การทดลองการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุแต่ละชนิด โดยการนำหน้าของผิววัสดุที่จะวัด อุณหภูมิมาวางนอนตั้งฉากกับระบบแผ่นเรียบเย็น โดยวัสดุที่ทำการวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นวางอยู่บนพื้นอาคารห้องทดลองและห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร วัดอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม. และมีจุดวัดอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองจุดที่1อยู่กลางห้องทดลองวัดที่ความสูงระดับเดียวกันกับจุดวัดอุณหภูมิอากาศที่เหนือผิววัสดุ จุดวัดอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองจุดที่2อยู่กลางห้องและสูงจากพื้น 80ซ.ม.

ภาพที่ 6.4 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง

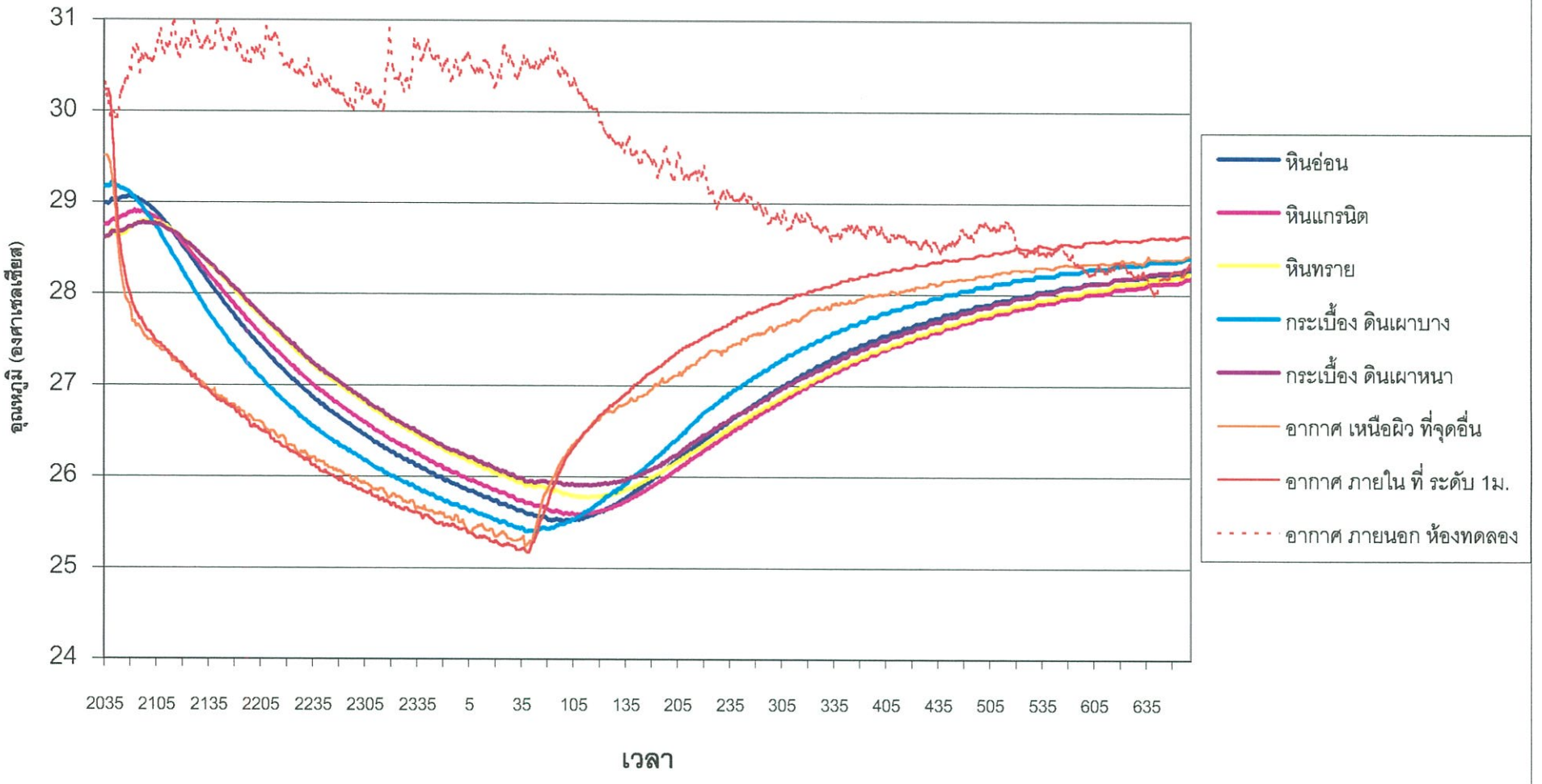
แผนภูมิที่ 6.13 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่เวลา 14:45 น. เป็นเวลา 3 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 17:45 น.



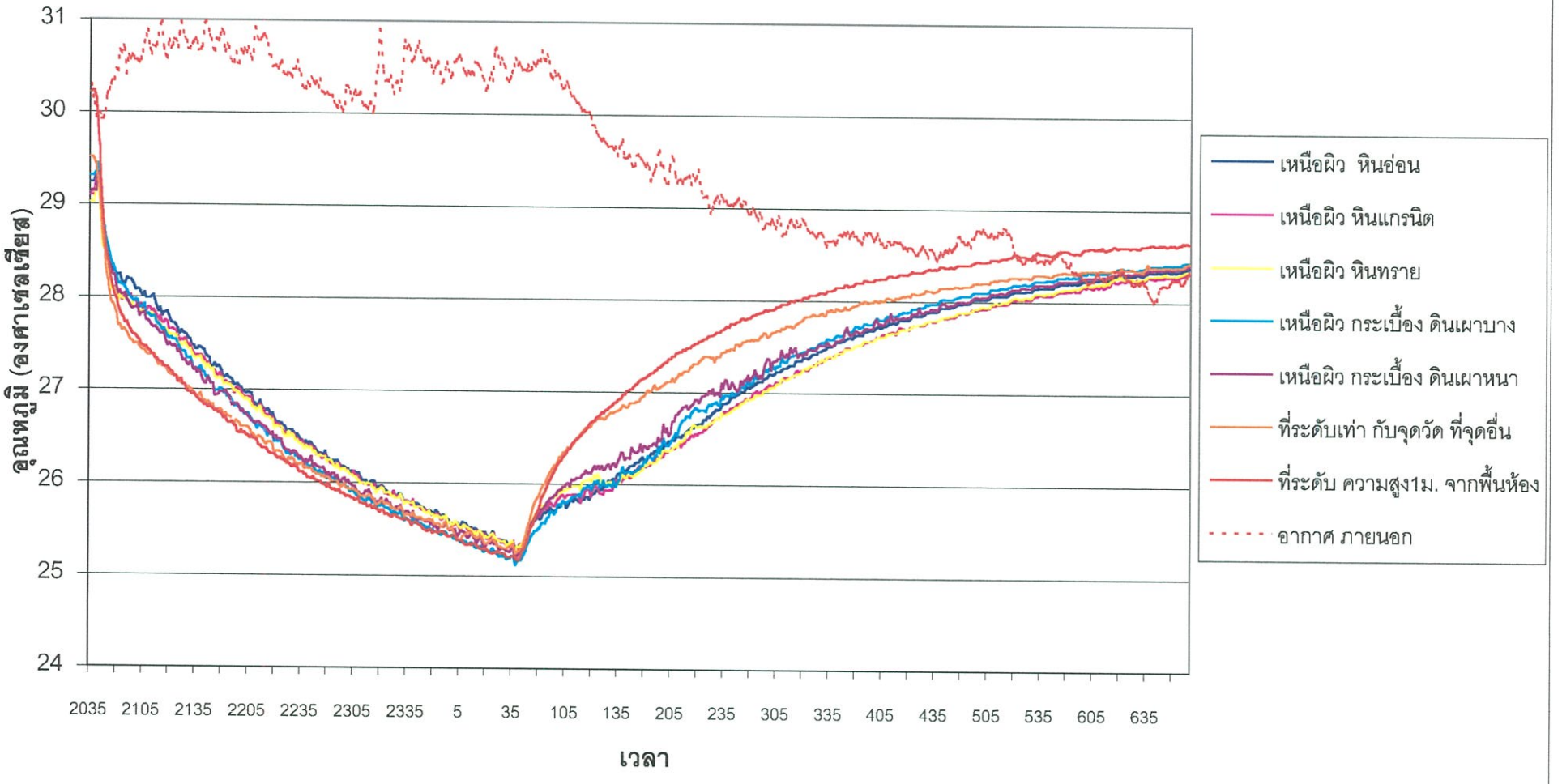
แผนภูมิที่ 6.14 แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม.ขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่เวลา 14:45 น. เป็นเวลา 3 ซ.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 17:45 น.



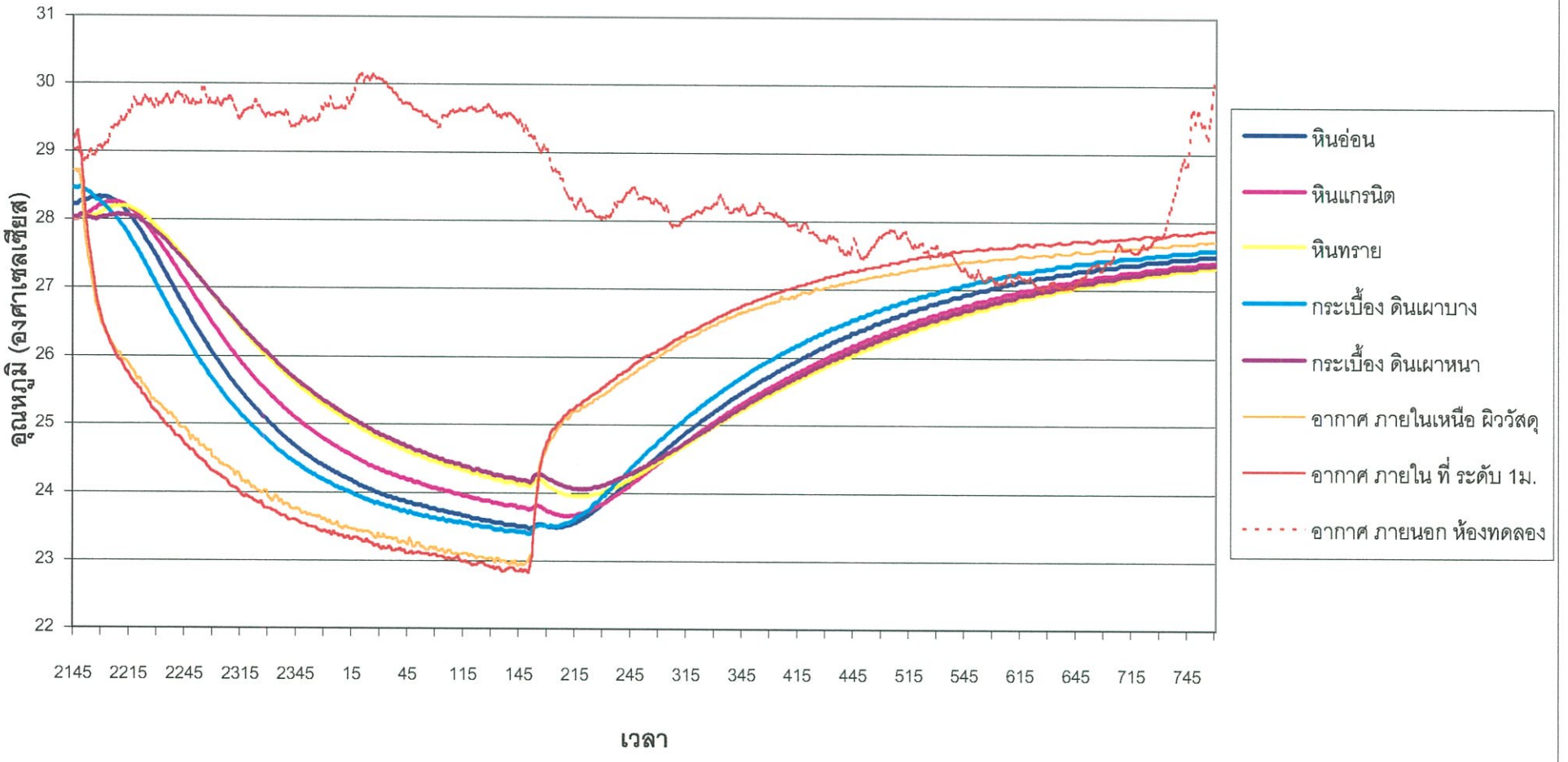
แผนภูมิที่ 6.15 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่เวลา 20:35 น. เป็นเวลา 4 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 0:35 น.



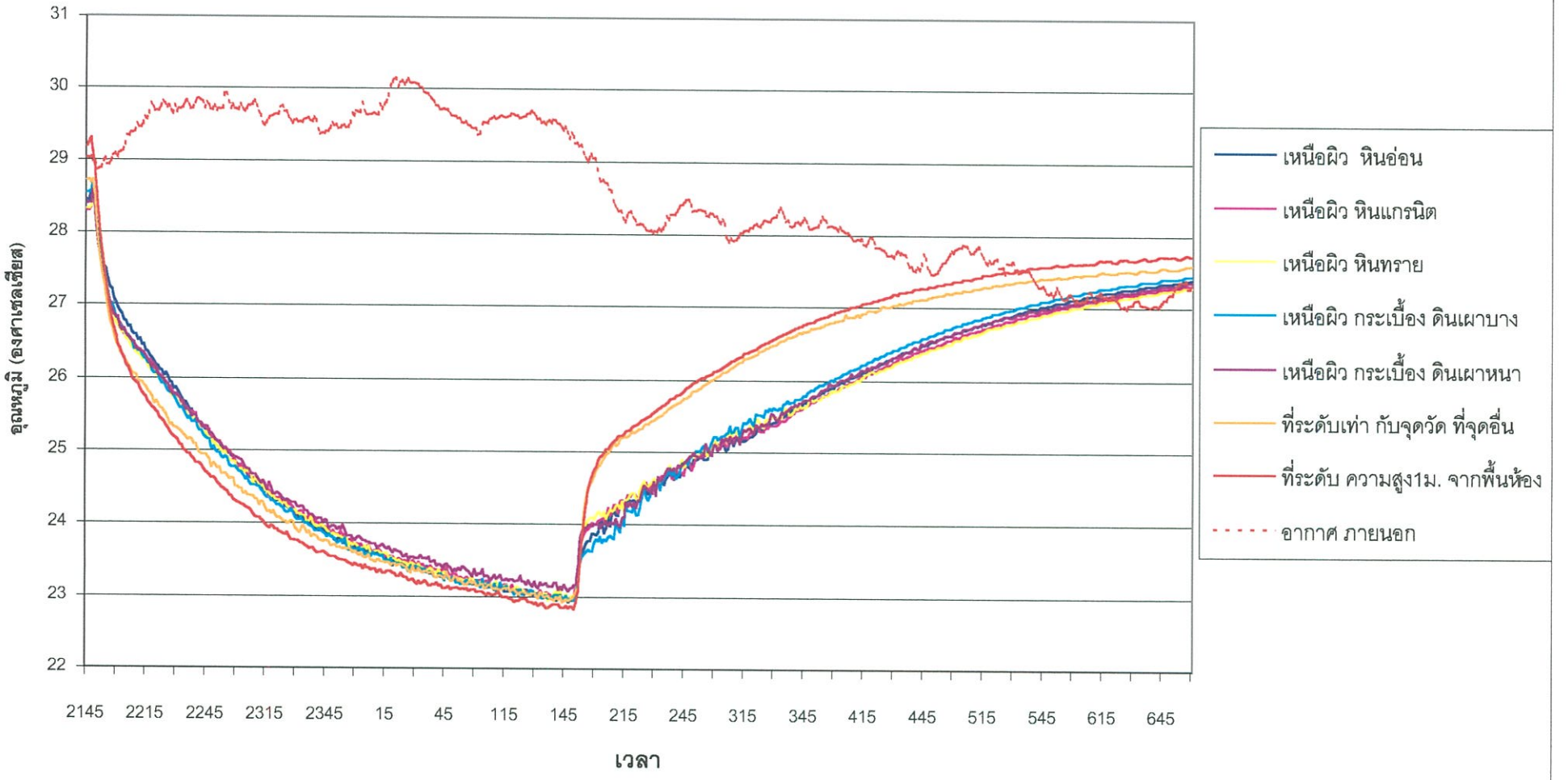
แผนภูมิที่ 6.16 แสดงอุณหภูมิอากาศที่เหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม. ขณะเปิดระบบแผ่รังสีที่เวลา 20:35 น. เป็นเวลา 4 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 24:35 น.



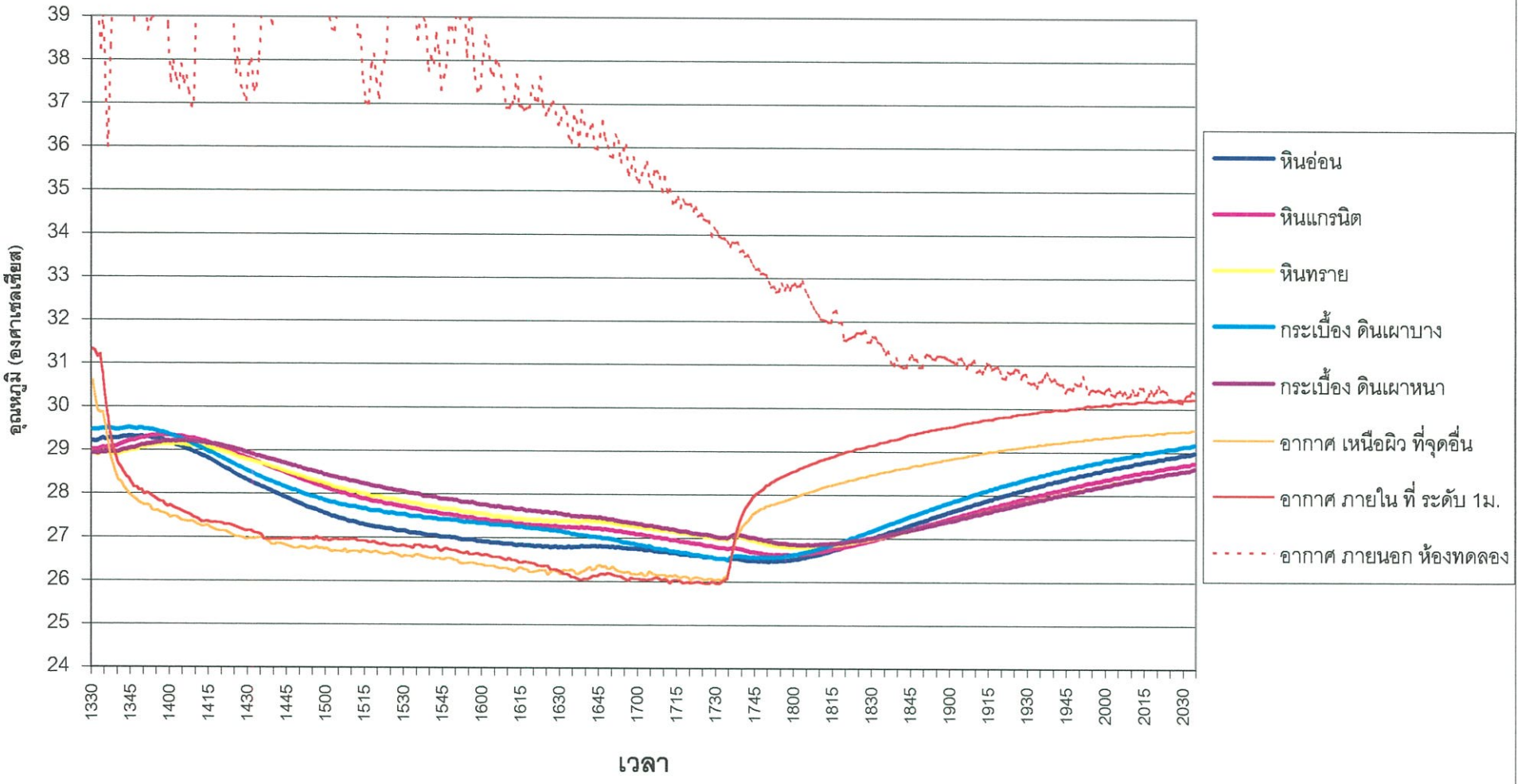
แผนภูมิที่ 6.17 แสดงอุณหภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบปรับอากาศแบบธรรมดาที่เวลา 21:45 น. เป็นเวลา 4 ช.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 1:45 น.



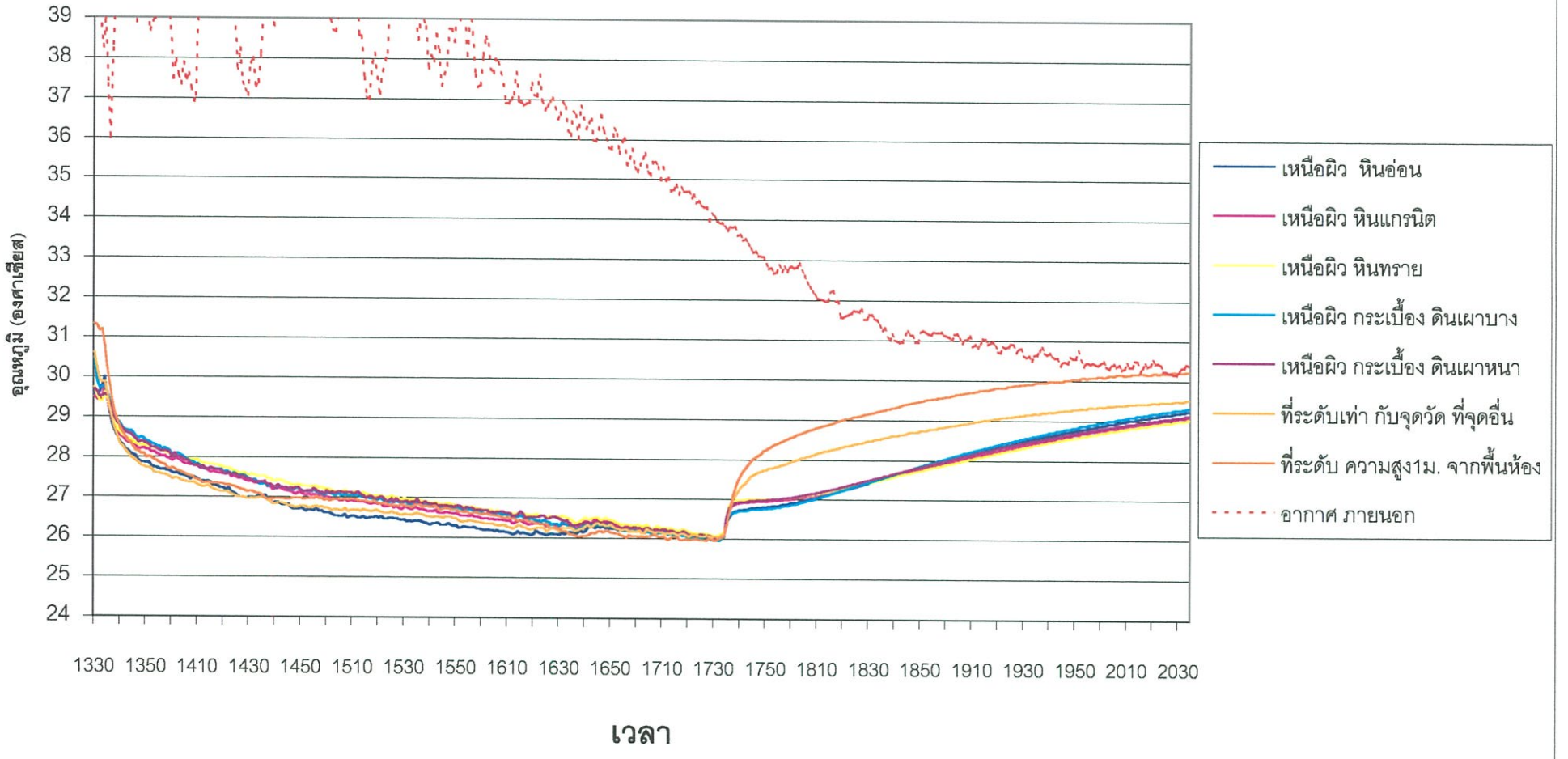
แผนภูมิที่ 6.18 แสดงอุณหภูมิอากาศที่เหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม.ขณะเปิดระบบปรับอากาศที่เวลา 21:45 น.เป็นเวลา 4 ซ.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 1:45 น.



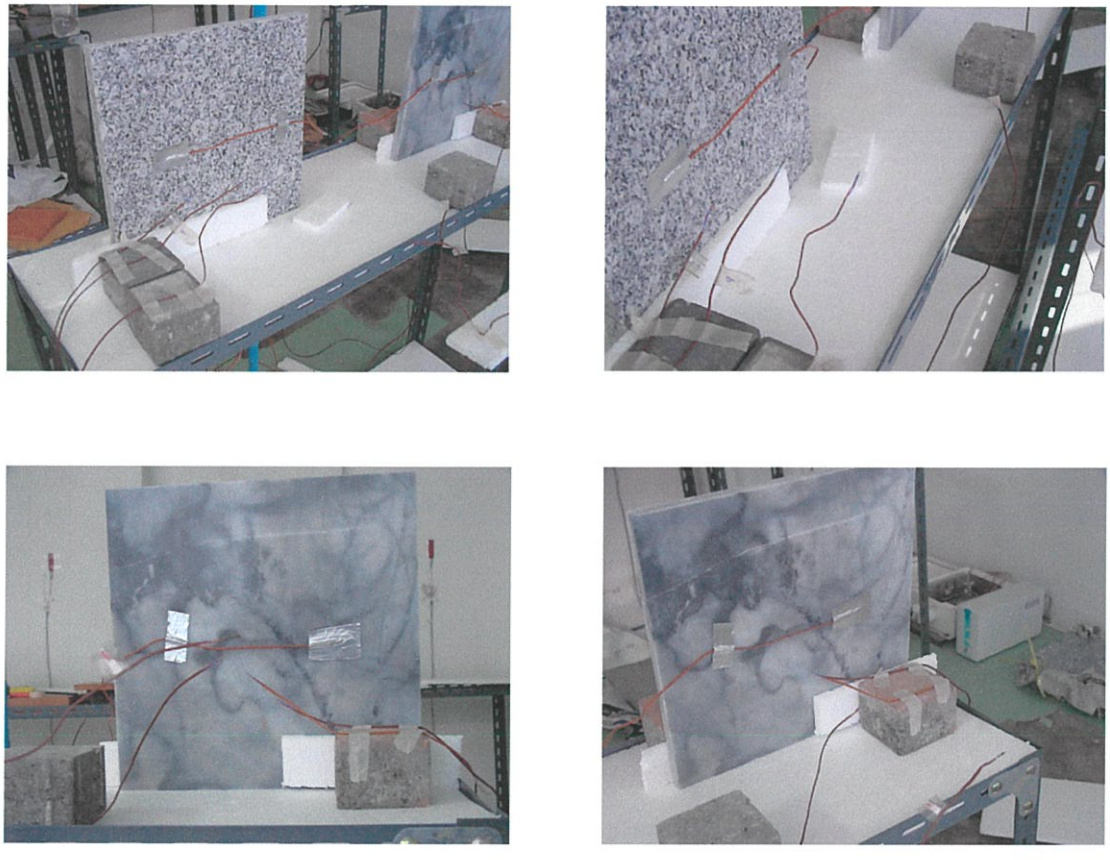
แผนภูมิที่ 6.19 แสดงอุณภูมิที่ผิววัสดุขณะเปิดระบบปรับอากาศ ที่เวลา 13:45 น.เป็นเวลา 4 ซ.ม.แล้วปิดระบบ ที่เวลา 17:30 น.



แผนภูมิที่ 6.20 แสดงอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม.ขณะเปิดระบบปรับอากาศที่เวลา 14:30 น. เป็นเวลา 4 ซ.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 17:30 น.

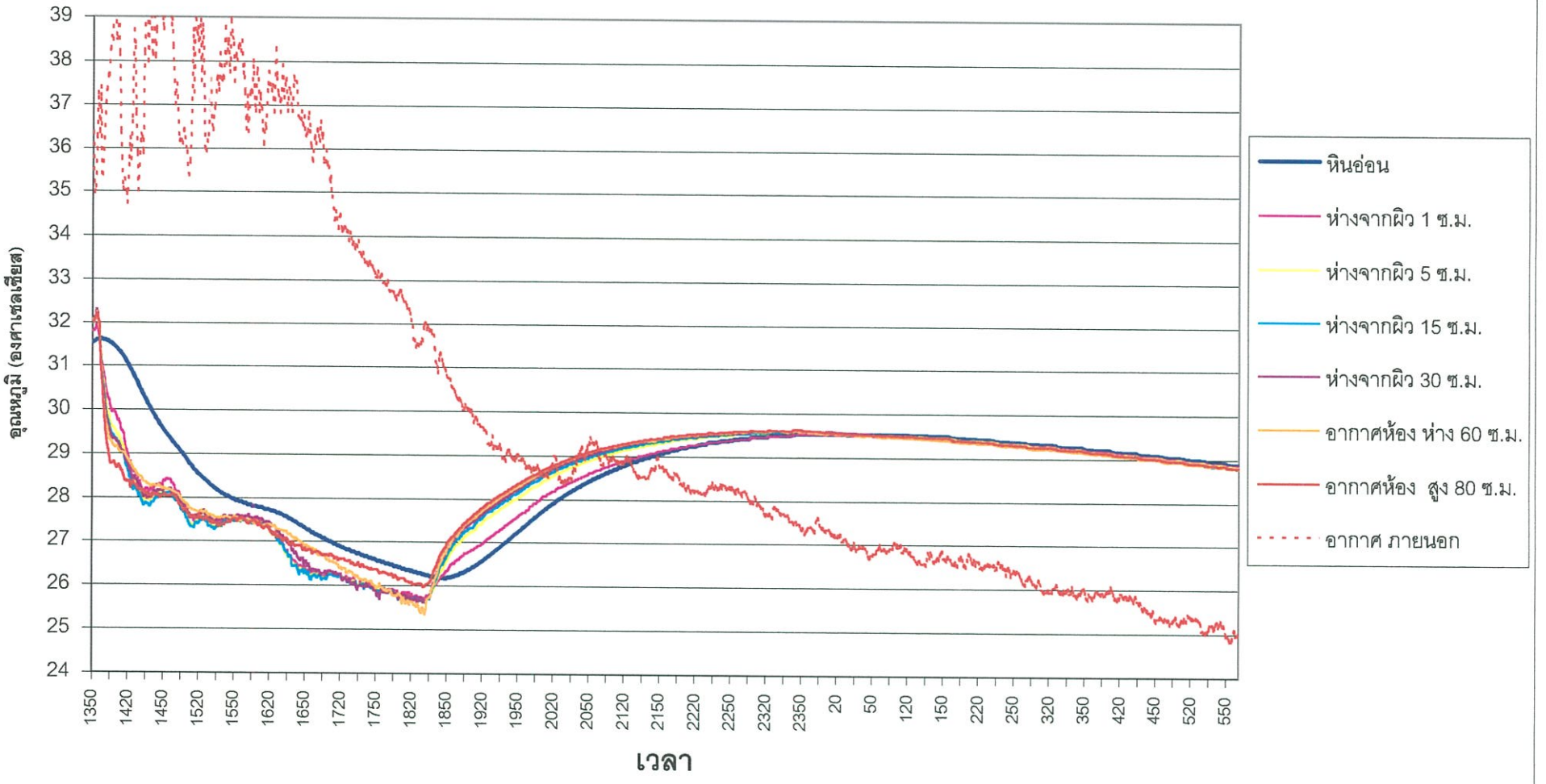


6.3.2 การทดลองการแผ่รังสีความเย็นคืนให้กับอากาศในห้องทดลอง โดยการหันหน้าผิวของวัสดุที่จะวัดอุณหภูมิเข้าหาระบบแผ่นเรียบเย็นจากผนังโดยตรง วางวัสดุที่ทำการทดลองอยู่สูงจากพื้นห้องทดลอง 80 ซ.ม. และห่างจากแผ่นเรียบเย็นที่ผนัง 2 เมตร วัดอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากวัสดุที่ 1 ซ.ม. 5 ซ.ม. 15 ซ.ม. 30 ซ.ม. และ60ซ.ม. และมีจุดวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลอง อยู่กลางห้องและสูงจากพื้น 80 ซ.ม.

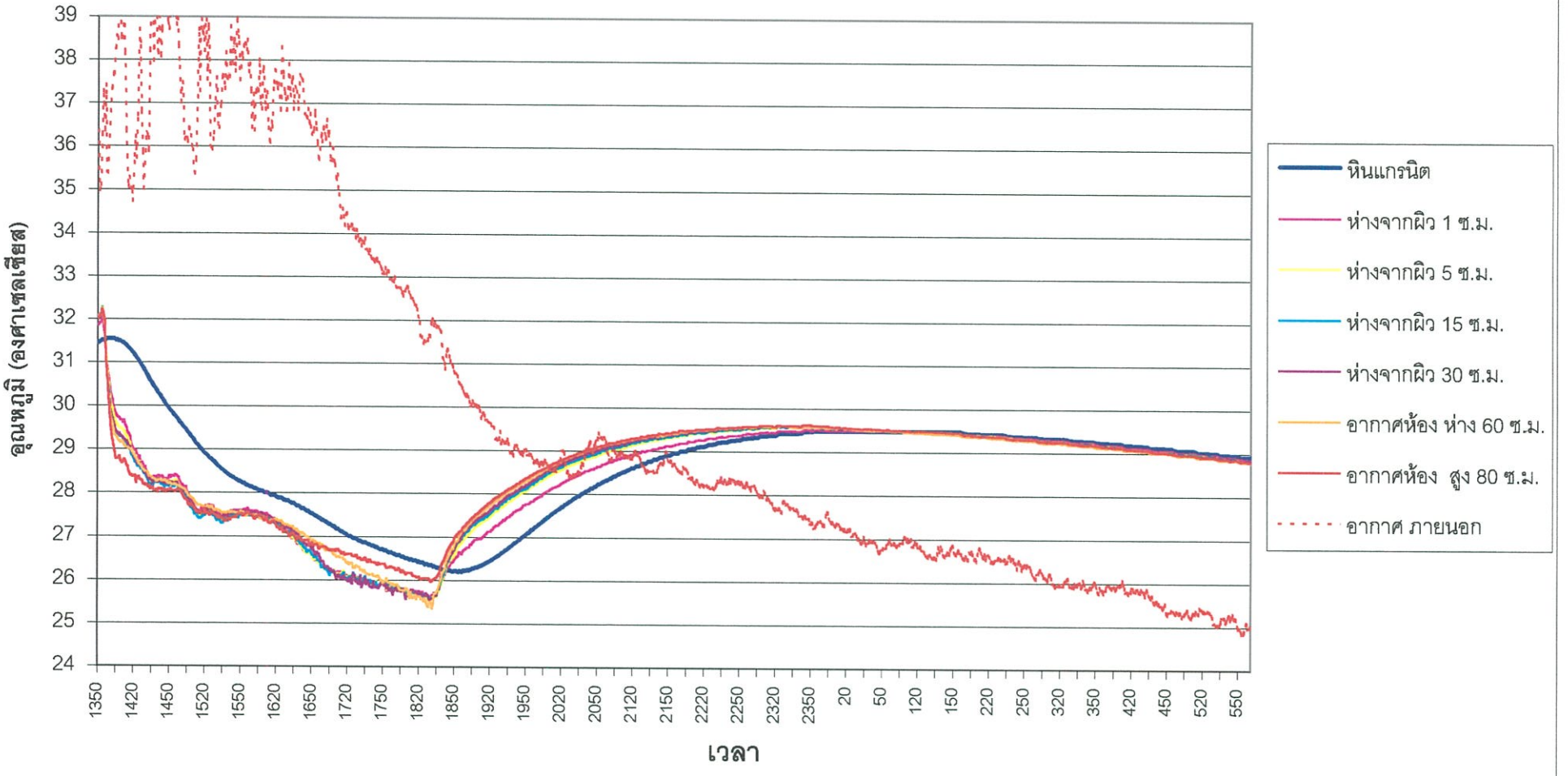


ภาพที่ 6.5 แสดงลักษณะการวางของวัสดุที่ทำการทดลอง

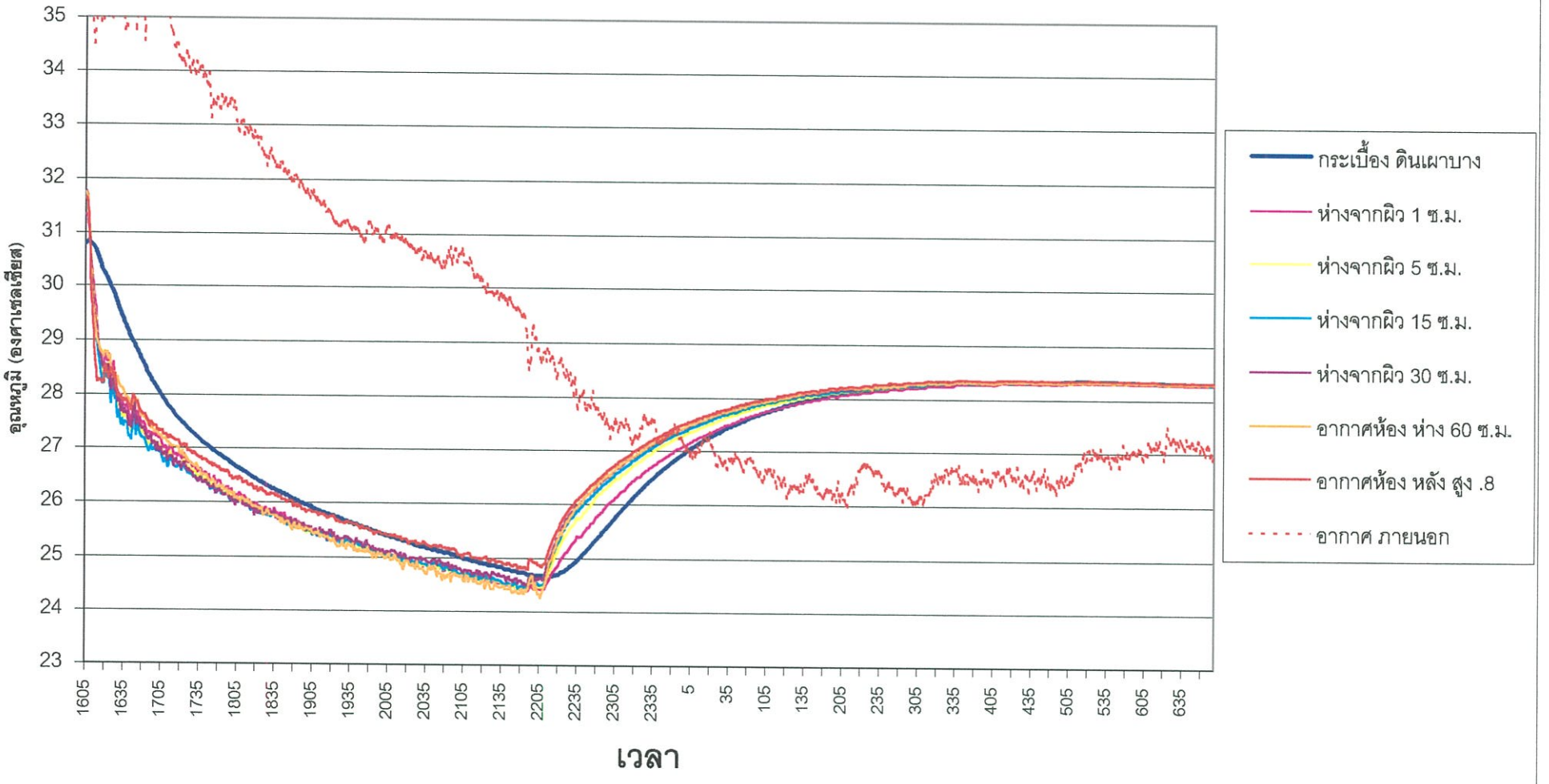
แผนภูมิที่ 6.21 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากผิวหินอ่อนขณะเปิดระบบแผ่รังสีความเย็นที่เวลา 14:00 น. เป็นเวลา 4 ช.ม. 30 นาที แล้วปิดระบบที่เวลา 18:30 น.



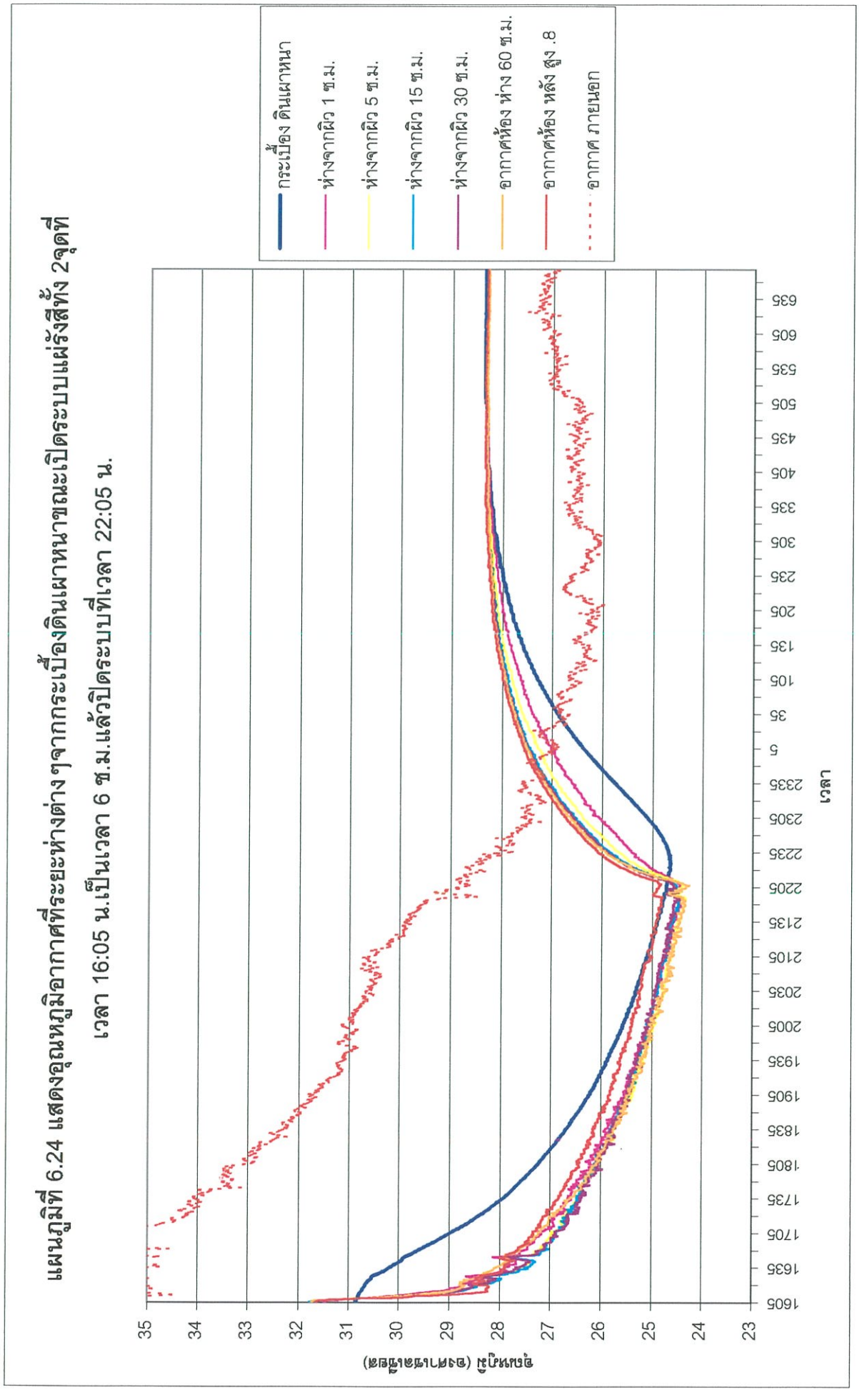
แผนภูมิที่ 6.22 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่าง ๆจากผิวหินแกรนิตหลังจากปิดระบบแผ่รังสีความเย็นที่เวลา 14:00 น. เป็นเวลา 4 ช.ม 30 นาที แล้วปิดระบบที่.เวลา 18:30 น.



แผนภูมิที่ 6.23 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะต่าง ๆจากกระเบื้องดินเผาบางขณะเปิดระบบแผ่รังสีทั้ง2จุดที่ เวลา 16:05 น. เป็นเวลา 6 ช.ม. แล้วปิดระบบที่เวลา 22:05 น.



แผนภูมิที่ 6.24 แสดงอุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างต่าง ๆ จากกระเบื้องดินเผาหน้าขณะเปิดระบบแผ่รังสีทั้ง 2จุดที่
เวลา 16:05 น.เป็นเวลา 6 ซ.ม.แล้วปิดระบบที่เวลา 22:05 น.



6.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองในขั้นที่ 2 ในด้านการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุคืนสู่อากาศในห้อง

จากแผนภูมิผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองทั้งหมดได้ดังนี้

6.4.1 การแผ่รังสีความเย็นจากตัววัสดุ

จากทดลอง โดยการวางวัสดุที่ทำการทดลองไว้บนพื้นห้องทดลองแล้ววัดอุณหภูมิของอากาศที่เหนือผิววัสดุ 1 ซ.ม. จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของอากาศในห้องทดลองเหนือวัสดุที่ระยะห่างจากผิววัสดุ 1 ซ.ม.ภายหลังจากปิดระบบแหล่งทำความเย็นทั้ง 2 แบบ มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศในตำแหน่งความสูงเดียวกันภายในห้องทดลองจริง ซึ่งต่ำกว่าประมาณ 0.5-1 ^{o}C

ยกตัวอย่างจากแผนภูมิที่ 6.14 แสดงอุณหภูมิผิวหินแกรนิตที่เวลา19.50น. หลังจากปิดแหล่งความเย็นเป็นเวลา2ซ.ม.

- อุณหภูมิผิวหินแกรนิต 26.75^{o}C
- อุณหภูมิอากาศเหนือผิวหินแกรนิต 1ซ.ม. 27.14^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่จุดวัดความสูงเดียวกันกับอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 27.91^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่ความสูง 1 ม. 28.50^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายนอก 29.83^{o}C

เปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวกระเบื้องดินเผาบาง (หนา1.8ซ.ม.) ที่เวลา19.50น. หลังจากปิดแหล่งความเย็นเป็นเวลา2ซ.ม.

- อุณหภูมิผิวกระเบื้องดินเผาบาง 27.27^{o}C
- อุณหภูมิอากาศเหนือผิวกระเบื้องดินเผาบาง1ซ.ม. 27.37^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่จุดวัดความสูงเดียวกันกับอุณหภูมิอากาศเหนือผิววัสดุ 27.91^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดลองที่ความสูง 1 ม. 28.50^{o}C
- อุณหภูมิอากาศภายนอก 29.83^{o}C

ส่วนจะเป็นระยะเวลานานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ทำการทดลองดังที่สรุปไว้ในผลการทดลองขั้นที่1 จากการทดลองขั้นที่2 แสดงให้เห็นว่าวัสดุมีการแผ่รังสีความเย็นคืนให้กับอากาศในห้องทดลองจริง แต่มีการวัดอุณหภูมิของอากาศ เหนือผิววัสดุเพียง 1ซ.ม.เท่านั้น อุณหภูมิที่วัดได้แตกต่างจากอุณหภูมิของอากาศที่ตำแหน่งความสูงเดียวกันไม่เกิน 1^{o}C ซึ่งอุณหภูมิเพียง 1^{o}C นั้นมนุษย์ส่วนใหญ่อาจรับรู้ถึงความแตกต่างของอุณหภูมิได้น้อยมาก

6.4.2 ระยะห่างของการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุที่มีผลกับอากาศในห้องทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วัสดุที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 ชนิดคือ หินอ่อน หินแกรนิต และกระเบื้องดินเผาทั้ง 2 ชนิด (ตัดการทดลองกับหินทรายออกไปเพราะหินทรายมีผิวไม่สม่ำเสมอทำให้การแผ่รังสีความเย็นมีทิศทางไม่แน่นอน และภายหลังจากทดลองวัสดุทั้ง 4 ชนิด ได้ผลการทดลองที่แทบจะไม่แตกต่างกัน จึงไม่มีความจำเป็นต้องนำหินทรายมาทดลองต่อ) มีการแผ่รังสีความเย็นคืนให้กับอากาศให้ห้องทดลองจริงซึ่งมีผลดังนี้

6.4.2.1 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากวัสดุ 1ซ.ม.

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระยะของอุณหภูมิอากาศที่มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเจนคือ ระยะห่างจากผิววัสดุ 1ซ.ม. เท่านั้น โดยวัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในตำแหน่งความสูงเดียวกัน ในห้องทดลองประมาณ 1 ^{o}C ในช่วง 2 ชั่วโมงแรก และภายหลังจาก 2 ชั่วโมงขึ้นไป จะต่ำกว่าประมาณ 0.5^{o}C และค่อยๆมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่ากับวัสดุที่ทำการทดลองก่อนในเวลา 4ชั่วโมงภายหลังจากปิดระบบทำความเย็นและค่อยๆมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนไปเท่ากับอากาศในห้องทดลอง ในช่วงเวลา 5 ชั่วโมงภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และแทบไม่มีผลต่อการรับรู้ความแตกต่างของอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์

6.4.2.2 อุณหภูมิอากาศที่ระยะห่างจากวัสดุ 5 ซม.

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในห้องทดลอง แต่เห็นผลได้ไม่ชัดเจน คือต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองไม่เกิน 0.5 ^{o}C หลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น และวัสดุค่อยๆมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนไปเท่ากับอุณหภูมิของวัสดุที่ทำการทดลองก่อนในเวลาไม่ถึง4ชั่วโมงภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น

6.4.2.3 อุณหภูมิอากาศในที่ระยะห่างจากวัสดุ 15,30 และ60 ซ.ม.

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีความแตกต่างของอุณหภูมิเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จนไม่เห็นความแตกต่างกับอุณหภูมิของอากาศในห้องทดลอง

ตารางที่ 6.3 แสดงอุณหภูมิผิววัสดุที่ระยะห่างต่างๆหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น

ขณะปิดแหล่งความเย็นที่ เวลา 22.05น.

เวลา	อุณหภูมิกระเบื้องดินเผาหนา (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 1 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 5 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 15 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 30 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 60 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห้องทดลอง (°C)	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)
22:05	24.72	24.46	24.41	24.51	24.58	24.34	24.87	28.72

หลังปิดแหล่งความเย็น 1 ซ.ม.

เวลา	อุณหภูมิกระเบื้องดินเผาหนา (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 1 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 5 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 15 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 30 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 60 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห้องทดลอง (°C)	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)
23:05	25.11	26.06	26.38	26.54	26.57	26.63	26.72	27.6

หลังปิดแหล่งความเย็น 2 ซ.ม.

เวลา	อุณหภูมิกระเบื้องดินเผาหนา (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 1 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 5 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 15 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 30 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 60 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห้องทดลอง (°C)	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)
0:05	26.38	27.02	27.29	27.43	27.47	27.49	27.55	26.99

หลังปิดแหล่งความเย็น 4 ซ.ม.

เวลา	อุณหภูมิกระเบื้องดินเผาหนา (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 1 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 5 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 15 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 30 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 60 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห้องทดลอง (°C)	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)
2:05	27.84	27.99	28.11	28.16	28.17	28.19	28.21	26.24

หลังปิดแหล่งความเย็น 6 ซ.ม.

เวลา	อุณหภูมิกระเบื้องดินเผาหนา (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 1 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 5 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 15 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 30 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห่างจากผิว 60 ซ.ม. (°C)	อุณหภูมิอากาศห้องทดลอง (°C)	อุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)
4:05	28.27	28.26	28.28	28.29	28.3	28.28	28.33	26.64

ยกตัวอย่างจากแผนภูมิที่ 6.24 อุณหภูมิของกระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม. จากตารางที่ 6.3 พบว่าความแตกต่างของอุณภูมิของอากาศที่ระยะห่างต่างๆจากวัสดุหลังจากปิดระบบทำความเย็น จะเห็นชัดที่ระยะห่าง1ซ.ม.จากวัสดุเท่านั้น ที่ระยะนี้อุณหภูมิของอากาศจะต่ำกว่าอากาศในห้องทดลองที่ตำแหน่งความสูงเดียวกันไม่เกิน $1^{\circ}C$ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีผลต่อการที่ทำให้ร่างกายมนุษย์ส่วนใหญ่รับรู้ถึงผลของความแตกต่างของอุณหภูมิเพียง $1^{\circ}C$ ที่ระยะห่างจากวัสดุเพียง1ซ.ม.

6.5 สรุปผลการทดลอง

6.5.1 อุณหภูมิของวัสดุ

จากการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า ผลการวิจัยในด้านของอุณหภูมิที่ผิววัสดุนั้นจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

6.5.1.1 วัสดุที่สามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็วและต่ำที่สุด

จากการพิจารณาผลการทดลองในหลายๆครั้ง วัสดุที่ให้ผลดีที่สุดในกลุ่มนี้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม.) ที่มีการลดอุณหภูมิได้รวดเร็วและต่ำที่สุด โดยมีกระเบื้องเซรามิก พื้นและผนัง รองลงมา เป็นที่น่าแปลกใจว่า วัสดุประเภทโลหะทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ในการทดลองมีการลดอุณหภูมิไม่เร็วและไม่ต่ำ มีเพียงไม่กี่ครั้งในการทดลองในระบบปรับอากาศเท่านั้นที่วัสดุประเภทโลหะเย็นเร็วกว่าทั้งนี้เพราะโลหะทั้ง 2 ชนิดนั้นอยู่ใกล้ ช่องพัดลมของระบบปรับอากาศนั่นเอง

วัสดุที่ให้ผลดีที่สุดในกลุ่มนี้มีความเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนพื้นและผนังที่มีแหล่งความเย็นอยู่ตลอดเวลา อาจเป็นแหล่งความเย็นจากธรรมชาติ เช่น จากการออกแบบอาคารให้มีผิวสัมผัสจากดิน แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้กับแหล่งความเย็นจากระบบปรับอากาศ เพราะภายหลังจากปิดระบบแล้ววัสดุกลุ่มนี้มีระยะเวลาเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นน้อยมาก ซึ่งถ้าใช้วัสดุกลุ่มนี้เป็นส่วนประกอบภายในห้องจะทำให้สภาพแวดล้อมในห้องมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศอย่างรวดเร็วหลังจากปิดแหล่งความเย็น ซึ่งถือว่าไม่ได้ผลเท่าที่ควรสำหรับจุดมุ่งหมายในงานวิจัย

6.5.1.2 วัสดุที่สามารถรักษาอุณหภูมิความเย็นภายหลังปิดระบบแหล่งความเย็นได้เป็นระยะเวลานานที่สุด

จากการพิจารณาผลการทดลองในหลายๆครั้ง วัสดุที่ให้ผลดีที่สุดค่อนข้างใกล้เคียงกันมาก มี 3 ชนิดคือ กระเบื้องดินเผาหนา 4.2ซ.ม. หินแกรนิต และหินทราย แต่กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม.ให้ผลดีที่สุด ส่วนหินแกรนิตและหินทรายให้ผลใกล้เคียงกันจนแทบไม่เห็นถึงความแตกต่าง

ถ้าพิจารณาด้านคุณสมบัติความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ภายในอาคารนั้น หินแกรนิต และกระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม.มีความเหมาะสมมากกว่าหินทราย เพราะหินทรายมีน้ำหนัก

มากและความหนาไม่สม่ำเสมอกัน เมื่อนำไปใช้ปูผิวพื้นและผนังภายภายในอาคารค่อนข้างลำบาก ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการตกแต่งอาคารเพียงบางส่วนเท่านั้น จากการทดลองวัสดุในกลุ่มนี้ถือว่าได้ผลระดับหนึ่งแต่ยังไม่ถือว่าน่าพอใจ เพราะมีการเก็บรักษาอุณหภูมิจากแหล่งความเย็นและสามารถรักษาอุณหภูมิที่ตัวเองหลังจากปิดแหล่งความเย็นได้นาน 4-6 ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเปิดระบบแหล่งความเย็นด้วย ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเจนเมื่อเปิดแหล่งความเย็นในช่วงเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง และขึ้นอยู่กับสภาพของห้องด้วยว่ามีแหล่งความร้อนจากภายในหรือภายนอกห้องที่ทำให้มีการสูญเสียอุณหภูมิจากตัววัสดุหรือไม่ แต่จากผลการทดลองอุณหภูมิที่ตัววัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องทดลองไม่เกิน 2°C เท่านั้นภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น และการวางวัสดุไว้ที่พื้นอาคารทดลองจะมีความเย็นมากกว่าวางที่ระดับความสูง 80 ซ.ม.จากพื้นห้องทดลองเพราะอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจะตกลงมา ถือได้ว่าน้อยเกินไปสำหรับเป้าหมายในการวิจัย แต่ก็ได้ผลในการทำให้สภาวะแวดล้อมในห้องที่ใช้วัสดุเหล่านี้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องอยู่ระหว่าง 1 – 1.5 °C ประมาณ 4 ชั่วโมงภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น และในวัสดุแต่ละชนิดมีอุณหภูมิแตกต่างกันไม่เกิน 1.5°C ซึ่งจะได้ผลในการทำให้สภาวะแวดล้อมเย็นกว่าอากาศภายในห้อง ในการทดลองครั้งนี้ใช้วัสดุเพียงหน่วยเดียวมาทำการทดลอง ซึ่งในการนำมาประยุกต์เพื่อใช้งานจริงย่อมต้องใช้วัสดุจำนวนมากในการปูผิวที่พื้นและผนังภายในอาคารซึ่งจะมีมวลและพื้นที่ของผิววัสดุเป็นจำนวนมากจึงจะได้สภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ และถ้าพิจารณาถึงพื้นฐานในการทดลองครั้งนี้การใช้วัสดุปูผิวอาคารทั้งหมดก็อาจจะได้ประสิทธิภาพในแง่ของการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นของวัสดุดีกว่าที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนถ้ามีแหล่งความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่านี้ก็อาจให้ผลในการทดลองที่แตกต่างไปด้วย

ดังนั้นวัสดุกลุ่มนี้อาจเหมาะสมในการนำมาใช้กับส่วนประกอบในอาคารพักอาศัยในส่วนปูผิวพื้นและผนังเพื่อปรับสภาพแวดล้อมในห้องให้มีอุณหภูมิต่ำจากแหล่งความเย็น แต่ทั้งนี้ต้องระวังและคำนึงถึงแหล่งความร้อนภายนอกอาคารไม่มีเข้าไปถึงตัววัสดุด้วยเพราะถ้าวัสดุกลุ่มนี้มีการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีก็จะสามารถเก็บอุณหภูมิความร้อนได้ดีเช่นกัน

6.5.2 การแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุคืนสู่อากาศในห้องหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็น

จากผลการทดลองด้านการแผ่รังสีความเย็นของวัสดุคืนสู่อากาศในห้องหลังจากปิดระบบทำความความเย็นนั้น ไม่เห็นผลมากนักคือเห็นความชัดเจนของอุณหภูมิเหนือจากผิววัสดุเพียง 1 ซ.ม.ว่ามีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในห้องทดลองและต่ำกว่าไม่เกิน 1°C ดังนั้นในแง่ของการแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุให้กับอากาศในห้องมีการแผ่คืนจากวัสดุจริง แต่ไม่ได้ผลเป็นที่ชัดเจนเพราะร่างกายมนุษย์ส่วนใหญ่อาจไม่รู้สึกถึงความแตกต่างของอุณหภูมิเพียง 1°C ในระยะห่างจากวัสดุเพียง 1 ซ.ม. แต่จะส่งผลในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) กับตัวมนุษย์ภายในห้อง

6.5.3 สรุปความสามารถในการลดและรักษาอุณหภูมิของวัสดุในแต่ละชนิด

กระจกเงา

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าเร็วเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิ จัดว่าอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิได้เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ กระจกมีข้อดีในด้านการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีข้อดีที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวผนังภายในอาคารอย่างเดียวเท่านั้น เพราะมีขนาดและความหนาที่เหมาะสมและมีรูปแบบหลากหลายในการนำมาใช้ตกแต่งภายในอาคาร

หินอ่อน

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่มีระดับปานกลางเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆทั้งหมด ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิก็อยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน แต่หินอ่อนค่อนข้างมีความสมดุลในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิมากที่สุด คือมีข้อดี ในด้านคุณสมบัติความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคาร เพราะมีขนาดและความหนาที่เหมาะสมและมีรูปแบบสีสันลวดลาย และระดับราคาหลากหลายให้เลือกตามท้องตลาด

หินแกรนิต

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าช้ามากเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิหินแกรนิตสามารถรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน หินแกรนิตมีข้อดีในด้านการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นและมีความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเพราะมีขนาดและความหนาที่เหมาะสมมีรูปแบบสีสันลวดลาย และระดับราคาหลากหลายให้เลือกตามท้องตลาด

หินทราย

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าช้ามากเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในด้านส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิสามารถรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน หินทรายมีข้อดีในด้านการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นแต่มีข้อเสียด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเพราะมีขนาดที่ไม่แน่นอนมีความหนามากเกินไป และมีรูปแบบสีสันลวดลายให้เลือกตามท้องตลาดน้อยมาก

กระเบื้องดินเผา (หนา 1.8 ซ.ม.)

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ แต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิสามารถรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลาไม่นาน กระเบื้องดินเผาบางมีข้อดีในด้านการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีข้อดีด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารแต่มีข้อเสียที่มีขนาดและรูปแบบสีสันลวดลายให้เลือกตามท้องตลาดไม่มากนัก

กระเบื้องดินเผา (หนา 4.2 ซ.ม.)

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าช้ามากเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิก็สามารถรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานานที่สุด เมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ กระเบื้องดินเผาหนามีข้อดีในด้านการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นแต่ก็มีข้อเสียด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคาร เพราะมีความหนามากเกินไปและมีรูปแบบสีสันลวดลายให้เลือกตามท้องตลาดน้อยมาก

กระเบื้องเซรามิก(สำหรับปูพื้น)

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าเร็วมากเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิ กระเบื้องเซรามิกจัดว่าอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิได้เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ กระเบื้องเซรามิกมีข้อดี ในด้านการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีข้อดีด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเพราะมีขนาดและความหนาที่เหมาะสมและมีรูปแบบสีสันลวดลายและระดับราคาหลากหลายให้เลือกตามท้องตลาดมากมาย

กระเบื้องเซรามิก(สำหรับปูผนัง)

ใช้เวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าเร็วมากเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ แต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิ กระเบื้องเซรามิกจัดว่าอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิได้เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ กระเบื้องเซรามิกมีข้อดี ในด้านการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีข้อดีด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเพราะมีขนาดและความหนาที่เหมาะสมและมีรูปแบบสีสันลวดลายและระดับราคาหลากหลายให้เลือกตามท้องตลาดมากมาย

อลูมิเนียมและสแตนเลส

โลหะทั้ง2ชนิดใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิอยู่ในกลุ่มที่จัดว่าเร็วเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆแต่ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาอุณหภูมิ จัดว่าอยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิได้เมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ โลหะทั้ง 2 ชนิดมีข้อดีด้านการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว ส่วนในด้านความเหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารส่วนใหญ่จะนำมาใช้เพื่อจะสื่อให้เห็นถึง

ความทันสมัยภายในอาคาร ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ออกแบบในการนำไปเลือกใช้ให้เหมาะสม แต่ข้อเสียคือมีราคาที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ

สรุป ผลการทดลองครั้งนี้ถือว่าได้ผลไม่มากเท่าที่ควรตามสมมุติฐานในการวิจัย เพราะวัสดุมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องไม่เกิน 2°C ภายหลังจากปิดแหล่งความเย็น และอุณหภูมิของวัสดุแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไม่มากคือไม่เกิน 1.5°C แต่ก็ได้ผลในระดับหนึ่งคือทำให้ทราบถึงเรื่องของการลดอุณหภูมิของวัสดุและการเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุแต่ละชนิด **เมื่อใช้วัสดุที่ได้สรุปไว้เป็นส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัยในส่วนการปูผิวพื้นและผนังเมื่อมีการเปิดและปิดแหล่งความเย็นจะสามารถทำให้สภาพแวดล้อมในห้องเย็นกว่าอากาศภายในห้องอย่างน้อย** 1°C **เป็นระยะเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ซึ่งจะมีผลในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม** (MRT Effect) **กับตัวมนุษย์ภายในห้อง ทำให้วัสดุที่นำมาใช้ในส่วนของการปูผิวพื้นและผนังไม่เป็นภาระต่อค่า** MRT **ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดการภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงได้** และในทั้งนี้ในการทดลองครั้งนี้นำวัสดุมาทดลองแค่หน่วยเดียว ดังนั้นในการใช้งานจริงเมื่อนำวัสดุมาประยุกต์ใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังจะได้ผลในการปรับให้สภาพแวดล้อมในห้องให้มีอุณหภูมิต่ำลง

ส่วนในด้านการแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุคืนสู่อากาศในห้องภายหลังจากปิดระบบแหล่งความเย็นนั้น ไม่ได้ผลชัดเจนคือ เห็นผลชัดเจนเพียงในระยะห่าง1ซ.ม.จากวัสดุเท่านั้นซึ่งมีอุณหภูมิเย็นกว่าอากาศในห้องไม่เกิน 1°C ระยะดังกล่าวถือว่าเกือบไม่ได้ประโยชน์สำหรับการช่วยลดอุณหภูมิของอากาศในห้องและอุณหภูมิเพียง 1°C มนุษย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างของอุณหภูมิเพียง 1°C ที่ระยะห่างจากวัสดุที่นำมาใช้ปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารเพียง 1 ซ.ม.

บทที่ 7
การนำผลการวิจัยมาประยุกต์ใช้กับอาคาร

จากสรุปผลการทดลองทั้งหมดในด้านลดและเก็บรักษาอุณหภูมิของวัสดุ สามารถแบ่งกลุ่มวัสดุที่ได้ออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 การใช้แหล่งความเย็นกับวัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุด

รูปแบบที่ 2 การใช้แหล่งความเย็นกับวัสดุที่มีการรักษาอุณหภูมิภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น

รูปแบบที่ 3 การประยุกต์ใช้เทคนิคทั้ง 2 รูปแบบร่วมกัน

7.1 รูปแบบที่ 1วัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุด(โดยใช้แหล่งความเย็นจากดิน)

วัสดุที่จะนำมาใช้ในรูปแบบนี้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.)และกระเบื้องเซรามิกพื้นและผนัง จากผลการทดลองวัสดุกลุ่มนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารในส่วนการปูผิวพื้นและผนังที่มีแหล่งความเย็นอยู่ตลอดเวลา อาจเป็นแหล่งความเย็นจากธรรมชาติที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ง่ายและเหมาะสมกับอาคารเช่นแหล่งความเย็นจากดิน ในดินที่มีความลึกและมีการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะมีอุณหภูมิคงที่อยู่ตลอดเวลา การนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารในรูปแบบนี้โดยเป็นการออกแบบอาคารให้ส่วนพื้นและผนังอาคารมีผิวสัมผัสกับดินและดึงเอาความเย็นจากดินมาใช้ แต่จะมีข้อจำกัดที่สามารถใช้ได้เฉพาะในบริเวณบางส่วนของอาคารเช่นชั้นล่างหรือชั้นใต้ดินของอาคารที่มีส่วนสัมผัสกับผิวดินเท่านั้น

ดังนั้นก่อนการนำเสนอครั้งนี้ขอมุ่งนำเสนอข้อมูลของดินและองค์ประกอบในการออกแบบอาคารจากการนำบางของส่วนอาคารในส่วนพื้นและผนังให้มีผิวสัมผัสกับดิน โดยใช้วัสดุกลุ่มนี้เป็นวัสดุปูผิวพื้นและผนัง โดยนำสมมุติฐานจากข้อมูลต่างๆ เช่นข้อมูลของดิน การนำความเย็นจากดินมาใช้ การป้องกันปัญหาด้านความชื้นและจากความร้อนภายนอก และรูปแบบของการนำวัสดุแต่ละชนิดมาใช้กับส่วนประกอบภายในอาคารบ้านพักอาศัย ดังนี้

คุณสมบัติเบื้องต้นของพื้นดิน

พื้นดินที่เย็น[1]

อิทธิพลของความเย็นจากพื้นดินจะเห็นได้ชัดหากเรามีโอกาสเดินเข้าไปในถ้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากถ้ำนั้นลึกต่ำลงไปใต้ดินเราจะรู้สึกเย็นสบายขึ้นมาทันที ดินเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงเนื่องจากมีมวลสารมาก คุณสมบัติพิเศษของดินจะเห็นได้ชัดอีกอย่างหนึ่งก็คือเมื่อมีการปลูกต้นไม้และหญ้าปกคลุมแล้วใต้ผืนดินนั้นในระดับความลึก1 เมตรดินจะมีอุณหภูมิคงที่ประมาณ 26-27 องศา

---

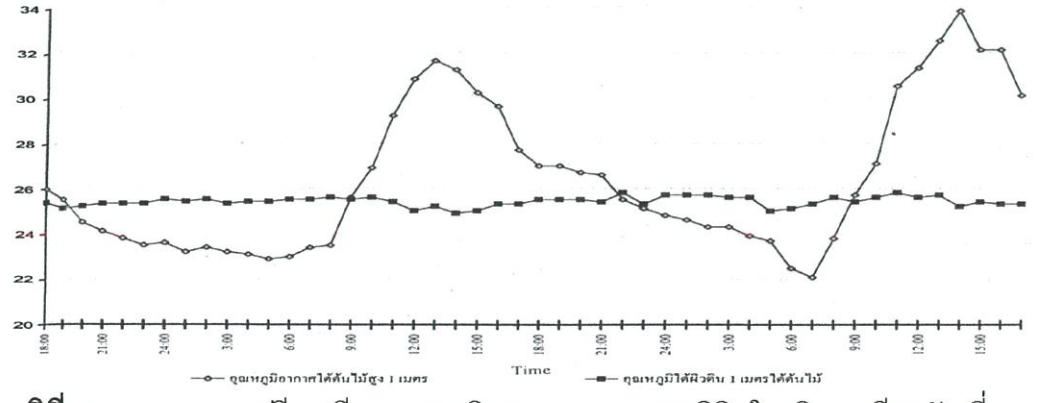
[1]ที่มา : อาษา สิงหาคม 2539.หน้า 73

เซลเซียส ขึ้นอยู่กับฤดูกาลไม่ว่าสภาวะอากาศเหนือผิวดินจะเปลี่ยนแปรไป (ดูแผนภูมิที่ ประกอบ) อย่างไรก็ตามพบว่าหากนำคุณสมบัติข้อนี้มาใช้โดยก่อเป็นเนินดินชิดติดผนังอาคาร หรือทำเป็นลักษณะชั้นใต้ดิน ก็เท่ากับมีการปรับสภาพแวดล้อมบริเวณรอบอาคารส่วนนั้นให้มีอุณหภูมิที่เย็นคงที่ตลอดปี แต่ทั้งนี้ต้องเลือกวัสดุสำหรับผนังและพื้นที่สามารถนำความเย็นจากดินเข้าสู่อาคารได้ดีแต่ไม่นำความชื้นจากดินเข้าสู่อาคาร ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ต้องใช้พลังงานเพิ่มเติมเพื่อขจัดความชื้นที่เกิดขึ้น สำหรับวัสดุที่ใช้ทำผนังและพื้นอาคาร อาจเลือกใช้เป็นผนังหรือพื้นคอนกรีตที่มีระบบกันความชื้นหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมก็ได้

โดยปกติการที่คนเรารู้สึกร้อนก็เพราะบรรยากาศรอบตัวมีอุณหภูมิสูง แต่หากเราอยู่ภายในห้องที่มีการปรับสภาพ แวดล้อมภายนอกเช่นนี้เรากลับรู้สึกเย็นสบาย เพราะร่างกายได้สูญเสียความร้อนให้แกผนังและพื้น ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวกายประมาณ 5 องศาเซลเซียส

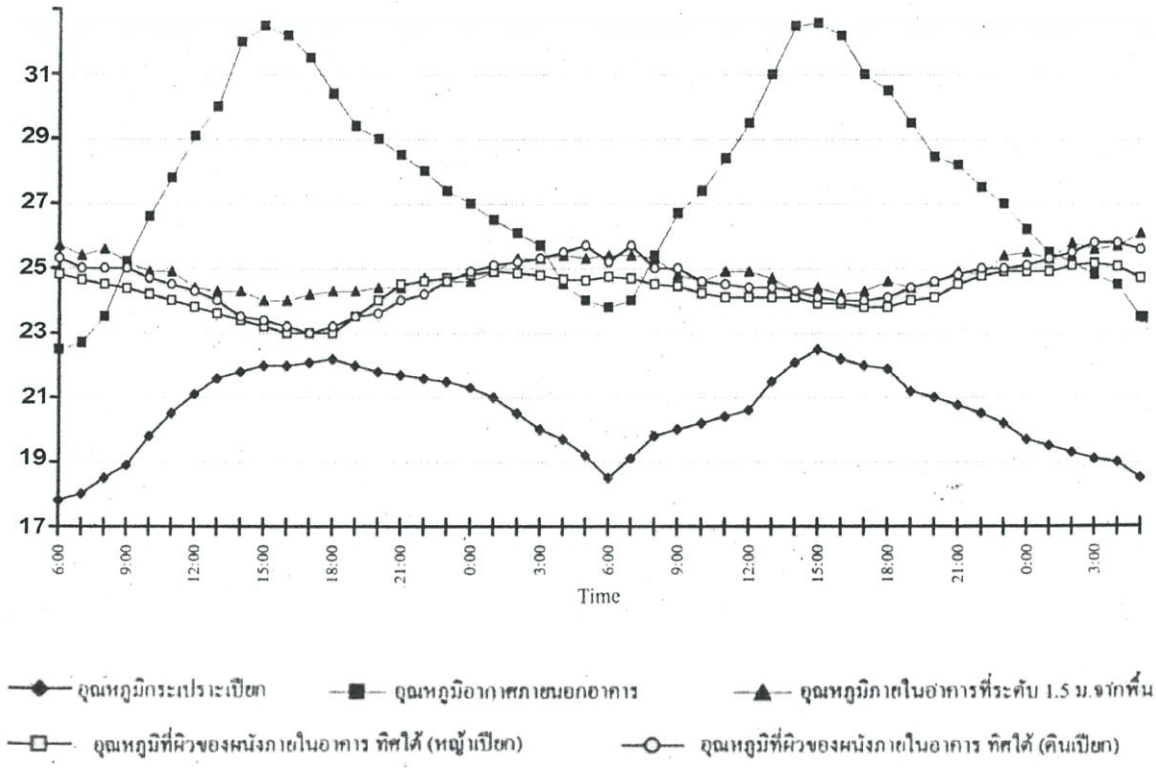
จากการวิจัยเกี่ยวกับการทำความเย็นให้กับพื้นดินพบว่าการใช้หญ้าเปียกและดินเปียกสามารถทำความเย็นให้กับผิวดินได้ดี โดยเฉพาะเมื่อมีกระแสลมพัดผ่านจะทำให้น้ำที่ผิวดินระเหยส่วนหญ้าที่คลุมดินจะทำหน้าที่ปกป้องดินจากอิทธิพลของแสงแดด ในกรณีที่มีกระแสลมแรงอุณหภูมิที่ผิวดินเปียกและหญ้าจะมีความใกล้เคียงกับอุณหภมิกระเปาะเปียกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในที่ร่มหรือมี่พุ่มไม้ขนาดเล็กช่วยคลุมหน้าดิน ภายใต้ร่มเงาอาคารพบว่า ความเย็นที่เกิดขึ้นที่ผิวดินอันเนื่องจากหญ้าเปียกและดินเปียกนี้ สามารถเหนี่ยวนำให้ดินที่อยู่ลึกลงไปกว่าพืนดินในระดับ 0.60 ม. มีความเย็นลงมากเพียงพอที่จะนำควาเย็นเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับอาคาร ดังแสดงในแผนภูมิที่ 7.2

จากแผนภูมิที่7.1 จะพบว่าอุณหภูมิของอากาศนอาคารทดลองมีค่าต่ำกว่าอากาศภายนอกเกือบตลอดวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิดินที่ระดับต่ำกว่าผิวดินประมาณ 0.6 ม.จะมีค่าต่ำสุดในช่วงบ่าย ซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยลด Cooling Load ให้กับอาคาร อุณหภูมิภายในอาคารส่วนที่ล้อมรอบด้วยดินจะคงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 27 องศาเซลเซียสเท่าๆกับอุณหภูมิของผนังและพื้นโดยรอบ การที่ไม่มีการสูญเสียความร้อนจากภายในห้องสู่นอกอาคาร ระบบปรับอากาศจึงทำหน้าที่เพียงขจัดความชื้นจากการหายใจ และจากไอน้ำที่ระเหยจากผิวกายเท่านั้น



แผนภูมิที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดินในบริเวณเดียวกัน ที่สนามกอล์ฟ ฐูปะเตมีย์ ในเดือนมกราคม ปีพ.ศ.2539

จากแผนภูมิที่ 7.1 จะพบว่าอุณหภูมิใต้ผิวดินลึกลงไป 1 เมตรบริเวณร่มเงาใต้ต้นไม้ใหญ่ จะมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ที่ประมาณ 26 องศาเซลเซียส (ซึ่งปกติจะอยู่ที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียสแต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงฤดูหนาวจึงต่ำกว่าจากปกติประมาณ1 องศา) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศบริเวณใต้ต้นไม้ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาในแต่ละช่วงเวลาของวัน

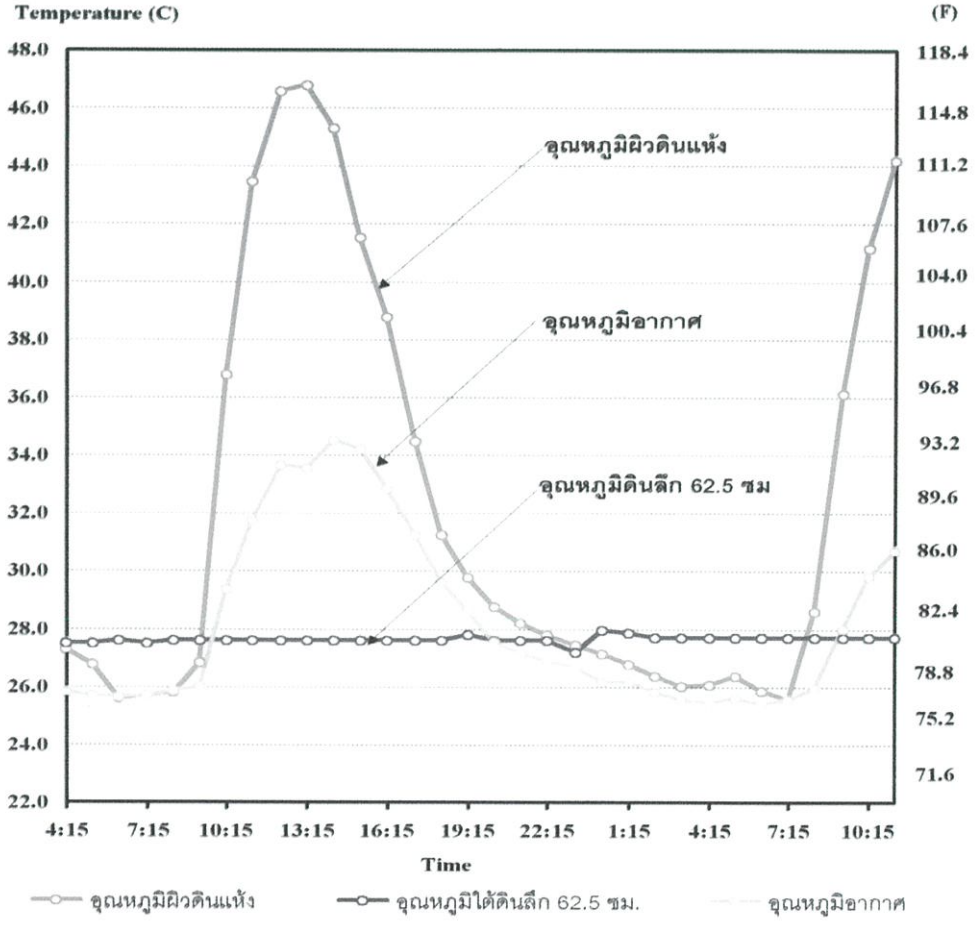


แผนภูมิที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิอากาศภายใน ภายนอกอาคาร และอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารที่ระดับความลึก 0.6 ม. จากผิวดินถมภายนอก ทางด้านทิศใต้ระหว่างผิวดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกและดินเปียก

จากแผนภูมิที่ 7.2 แสดงถึงอุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารที่ระดับความลึก 0.6 ม. จากผิวดินที่ถมภายนอกทางด้านทิศใต้ที่ผนังภายนอกมีผิวสัมผัสถมด้วยดินที่ปกคลุมด้วยหญ้าเปียกและดินเปียกจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในและมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกในบางช่วงเวลา

การประยุกต์แหล่งความเย็นจากดินมาใช้กับวัสดุ

จากการศึกษา [เอนก ธีระวิวัฒนชัย, 2539] พบว่าประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยของดินประมาณ 26 –27 องศาเซลเซียสที่ระดับความลึก 0 .60 เมตรจากผิวดิน การที่จะใช้ประโยชน์จากดินอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องมีการปรับปรุงสภาพของดินทั้งในส่วนผิวดินและใต้ดินให้เย็นที่สุด การปรับสภาพดินดังกล่าวขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของต้นไม้ที่ใช้ผสมผสานกับการทำให้ดินเปียกแฉะมีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ รวมถึงความสามารถของการกระจายความร้อนของผิวดินให้กับท้องฟ้าและใช้ต้นไม้ – พืชคลุมดินที่มีลมพัดผ่านใต้พุ่มใบเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น ถ้าสามารถทำการปรับปรุงสภาพของดินได้อย่างเหมาะสมโดยใช้วิธีการต่างๆข้างต้นแล้วจะเป็นผลทำให้อุณหภูมิของดินเย็นลงมากจนอาจทำให้อุณหภูมิผิวดินดังกล่าวมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก[2]



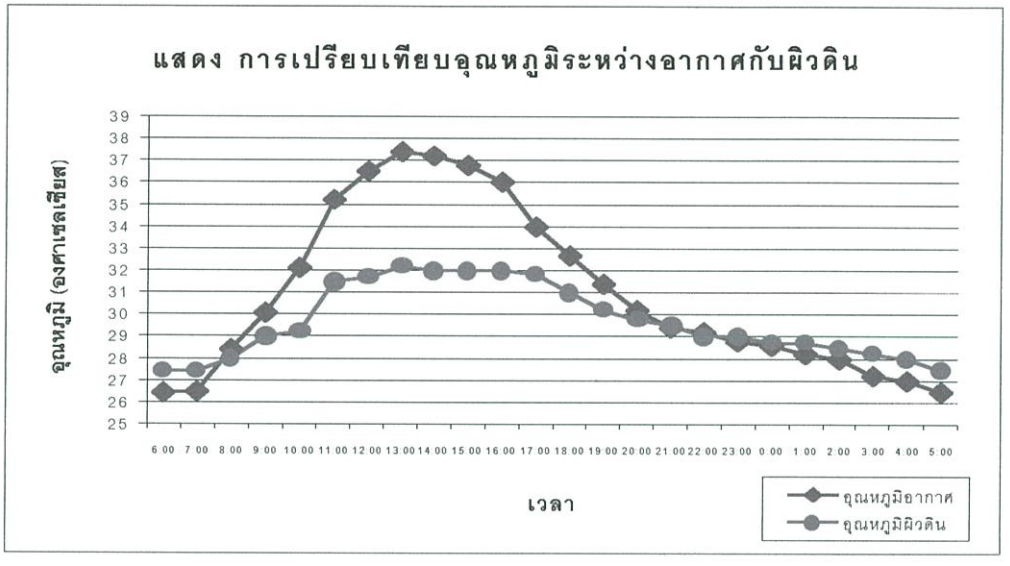
แผนภูมิที่ 7.3 แสดงอุณหภูมิผิวดินที่ความลึก 62.5 ซ.ม.

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า106,2542

---

[2] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า106,2542

นอกจากข้อมูลอุณหภูมิของดินที่ได้กล่าวมาในขั้นต้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองวัดและเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิที่ผิวดินกับอุณหภูมิของอากาศ โดยใช้กล่องซึ่งมีฉนวนป้องกันความร้อนครอบผิวดินซึ่งเป็นดินที่มีความชุ่มชื้น(ไม่ใช่ดินแห้ง)จากการปลูกต้นไม้บริเวณโดยรอบ(ไม่ใช่ดินแห้ง) และยังป้องกันตัวกล่องและบริเวณโดยรอบไม่ให้โดนแสงแดด จากนั้นจึงทำการวัดและเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ จากแนวทางการทดลองนี้สามารถเปรียบกล่องดังกล่าวสเหมือนอาคารที่สร้างครอบผิวดินเอาไว้ ซึ่งได้ผลการทดลองดังแผนภูมิที่ 7.4



แผนภูมิที่ 7.4 แสดงอุณหภูมิผิวดินเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลา 1วัน

จากแผนภูมิที่ 7.4 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของผิวดินที่วัดอุณหภูมิในช่วงระยะเวลา 1วันนั้น ผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางวันระหว่างเวลา 8:00 - 20:00น. และในช่วงที่อุณหภูมิสูงสุดของวันคือในเวลา13:00น. ผิวดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศถึง 5°C หลังจากนั้นผิวดินจะเริ่มมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาหัวค่ำระหว่างเวลา20:00-24:00น. และหลังจากนั้นผิวดินถึงจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกอาคาร ในช่วงเวลากลางคืนระหว่างเวลา 24:00 – 8:00 น. แต่ผิวดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเพียง 1°C เท่านั้น จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อออกแบบอาคารให้มีส่วนพื้นและผนังของอาคารสัมผัสกับดินจะสามารถดึงเอาความเย็นจากผิวดินเพื่อให้เข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลากลางวันที่อากาศภายนอกอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าผิวดินมากและได้เป็นระยะนานถึง12ช.ม. ก่อนที่ผิวดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกอาคารในช่วงเวลากลางคืนและสูงกว่าเพียง1°Cเท่านั้น และถ้าอาคารมีผิวสัมผัสกับดินที่มีความลึกเหมาะสมดังข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ก็น่าจะมีผลที่ดีกว่าการทดลองของผู้วิจัยที่ทดลองในส่วนบริเวณผิวดินที่มีพื้นที่น้อยเท่านั้น

การให้พื้นสัมผัสโดยตรงกับดิน (surface contact to ground)[3]

เทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้คือ การออกแบบให้พื้นอาคารมีผิวสัมผัสกับดินโดยตรง โดยคัดเลือกวัสดุที่ทดลองที่มีความเหมาะสม ในการดึงความเย็นจากดินมาได้ดี เช่นกระเบื้องดินเผา แต่ข้อควรระวังในการใช้เทคนิคนี้คือ ต้องมีการป้องกันความชื้นที่พื้นชั้นล่างเป็นอย่างดี ระบบปกกันความชื้นที่ควรใช้คือ

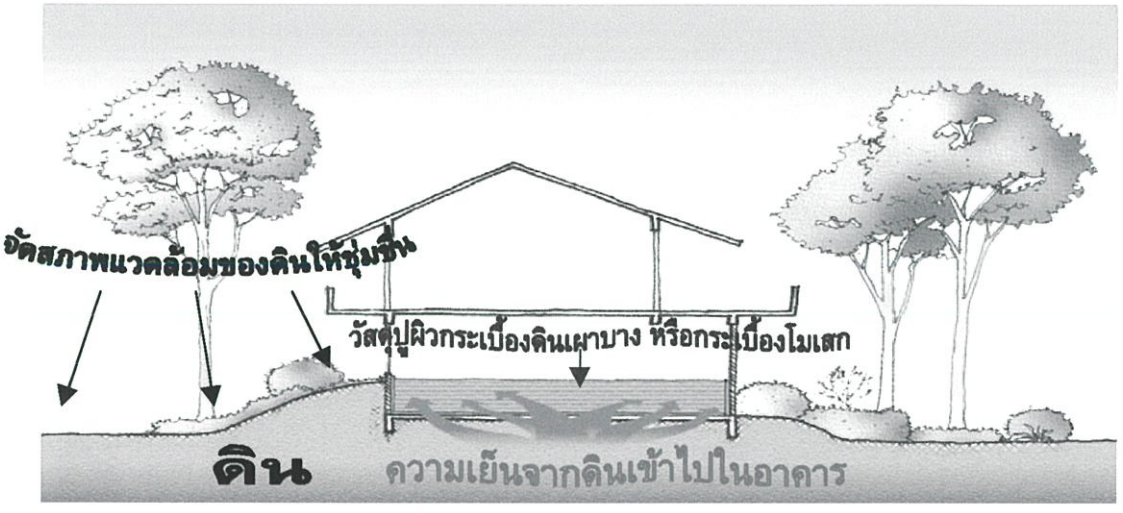
- การยกระดับอาคารชั้นล่างให้สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินประมาณ 1- 2 เมตร
- การใช้พลาสติกปูระหว่างลีนคอนกรีต และคอนกรีตเททับหน้า โดยไม่ให้แผ่นพลาสติกเกิดความเสียหายในขณะทำการก่อสร้าง
- มีการออกแบบโดยยื่นผนังหรือคานคอดินรอบอาคารลงไปในดินลึกประมาณ 0.6 เมตร และมีการป้องกันความชื้นที่อาจแทรกขึ้นมาตามผนังด้วยการเลือกใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้น นอกจากนั้นยังทาทับด้วยสารกันความชื้นหนาประมาณ 1 มิลลิเมตรอีกชั้นหนึ่ง

แนวทางการพิจารณา การออกแบบ

จากคุณสมบัติของดินที่ชุ่มชื้นที่มีการจัดสภาวะแวดล้อมที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ ดินจะมีอุณหภูมิต่ำมาก (เย็นมาก) ความเย็นจากดินจะค่อยๆถ่ายลงสู่ชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป ทำให้ความเย็นกระจายไปทั่วทั้งบริเวณ และสามารถเหนี่ยวนำความเย็นเข้าสู่ภายใต้อาคาร ทำให้พื้นอาคารที่ใช้วัสดุที่เหมาะสมอย่างถูกต้องมีความเย็นเท่าๆกับอุณหภูมิของดินคือประมาณ 26 - 28 องศาเซลเซียส หากมีการปรับสภาพแวดล้อมอย่างถูกต้องโดยให้ดินมีความร่มเย็นและชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา แต่มีข้อควรระวังในการป้องกันความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารจากพื้นชั้นล่างที่สัมผัสกับดิน ในนำการมาประยุกต์ใช้ขึ้นอยู่ว่าจะนำความเย็นของดินมาใช้ในส่วนไหน เช่นส่วนพื้นอาคารอย่างเดียว (ภาพที่ 7.2) หรือจากพื้นและผนังบางส่วน (ภาพที่ 7.3) เพราะข้อควรระวังของวัสดุที่เลือกนำมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังภายในอาคารคือเมื่อวัสดุเหล่านี้นำอุณหภูมิความเย็นได้ดีเท่าไรก็จะนำอุณหภูมิความร้อนได้ดีด้วย ดังนั้นการนำมาประยุกต์ใช้กับผนังควรนำมาใช้กับผนังในส่วนที่มีผิวสัมผัสกับดินเท่านั้น โดยอาจนำมาใช้ในส่วนของผนังด้านล่างของอาคาร (ภาพที่ 7.3) และส่วนที่เลยจากดินไปก็ใช้พื้นผิวปกติของผนัง หรือปูผิวผนังทั้งหมดในกรณีที่จะปูผิวทั้งผนังในเรื่องของความสวยงาม แต่ต้องระวังไม่ให้ผนังบริเวณด้านนั้นรับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ โดยการออกแบบอาคารให้มีชายคาป้องกัน การใช้ต้นไม้ หรือการใช้ผนังระบบฉนวนภายนอกอาคาร

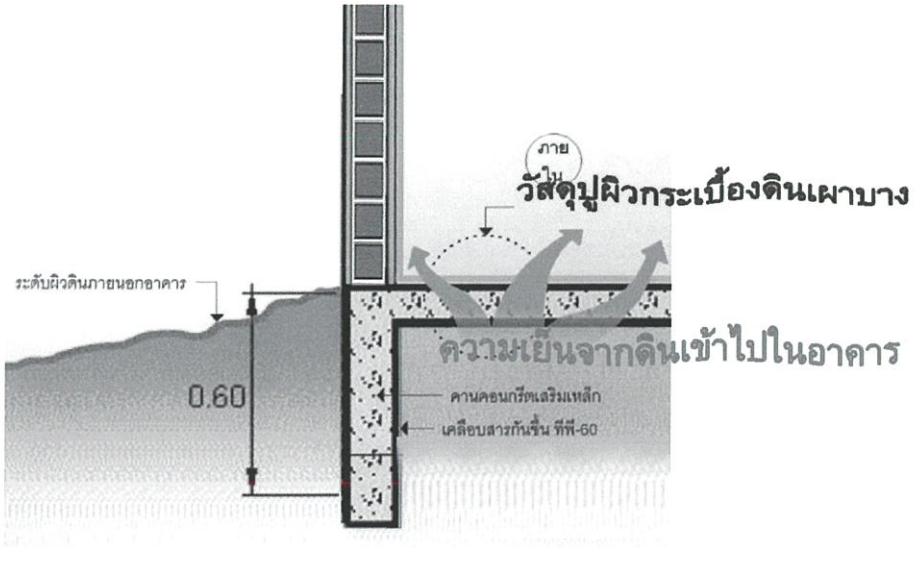
---

[3] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า108,2542



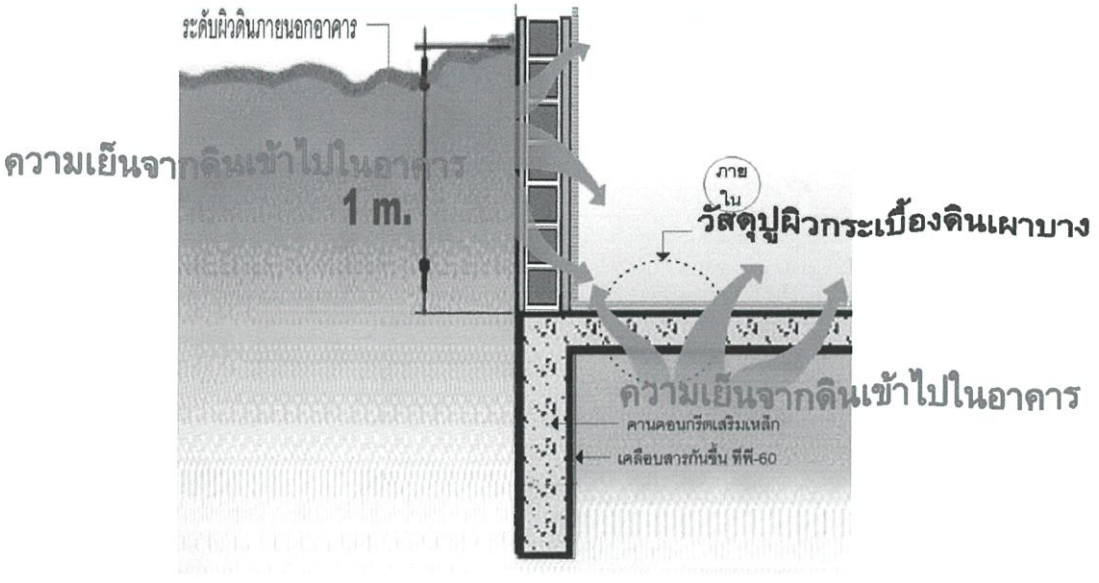
ภาพที่ 7.1 แสดงการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้กับการปูผิวพื้นและผนังบางส่วนภายในอาคารโดยที่มีผิวสัมผัสกับดิน (surface contact to ground)

จากภาพที่ 7.1 ออกแบบให้ในส่วนของพื้นและผนังบางส่วนของอาคารมีผิวสัมผัสกับดินแล้วใช้วัสดุกลุ่มนี้ คือกระเบื้องดินเผาบางหนา1.8 ซ.ม. หรือกระเบื้องเซรามิก มาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังอาคารบางส่วน ซึ่งอาจใช้ปูผิวผนังอาคารทั้งหมดซึ่งแล้วแต่ความสวยงามในการออกแบบ แต่ข้อควรระวังดังที่ได้กล่าวไว้ขั้นต้นคือในเรื่องของการป้องกันความชื้น และความร้อนที่จะเข้ามาสะสมในวัสดุหากนำมาปูผิวผนังภายในอาคารทั้งหมด



ภาพที 7.2 แสดงการนำวัสดุมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นอาคารเพื่อดึงความเย็นของดินมาใช้

จากภาพที่ 7.2 เป็นการดึงความเย็นของดินจากพื้นอาคารเป็นหลักโดยใช้วัสดุกลุ่มนี้ในการปูพื้น และใช้ปูผนังได้ด้วย แต่ในส่วนของผนังจะไม่สามารถดึงความเย็นของดินมาใช้ได้ แต่ต้องระวังความชื้นจากผิวดิน และข้อเสียคือการทรุดตัวของดินที่จะทำให้พื้นของอาคารไม่ได้สัมผัสกับดินในอนาคต ดังนั้นก่อนจะสร้างอาคารต้องมีการบดอัดพื้นดินใต้อาคารให้แน่นและใช้เข็มอาคารที่มีขนาดไม่ยาว เพื่อให้อาคารมีการทรุดตัวสัมผัสกับดิน หรือออกแบบอาคารให้เป็นแบบถ่ายน้ำหนักลงสู่ดิน



ภาพที่ 7.3 แสดงการทำให้ผนังบางส่วนของอาคารสัมผัสกับดิน

จากภาพที่ 7.3 เป็นการดึงความเย็นของดินจากพื้นอาคารและผนังบางส่วน โดยใช้ดินถมที่ผนังให้มีความสูงไม่ต่ำกว่า 60 ซ.ม.หรืออาจมากกว่า แล้วแต่ความเหมาะสมในการออกแบบอาคาร และใช้วัสดุกลุ่มนี้ในการปูพื้น และใช้ปูผนังบางส่วนในการดึงความเย็นของดินมาใช้ได้ อาจนำวัสดุมาใช้ปูผนังทั้งหมดได้ด้วยแต่ในส่วนของผนังที่ไม่ได้สัมผัสกับดินนั้นจะไม่สามารถดึงความเย็นของดินมาใช้ และจะนำความร้อนเข้ามาแทนถ้าผนังด้านนั้นโดนแสงแดด แต่ต้องระวังเรื่องความชื้นจากผิวดิน และเมื่อดินบริเวณผนังอาคารมีการทรุดตัวก็สามารถปรับเพิ่มความสูงของผิวดินได้

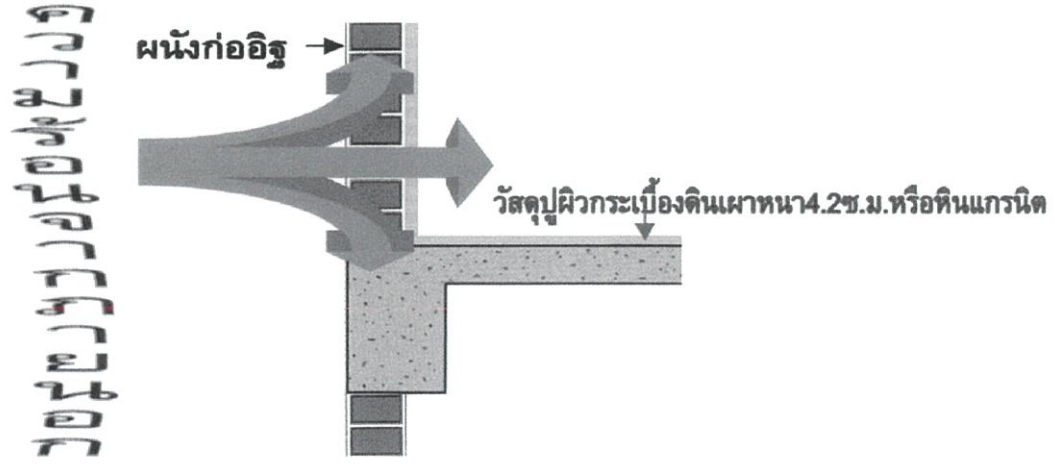
7.2 รูปแบบที่2 วัสดุที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานานภายหลังจากปิดระบบทำความความเย็น(โดยใช้แหล่งความเย็นจากระบบปรับอากาศ)

วัสดุที่จะนำมาใช้ในรูปแบบนี้คือ กระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม. และหินแกรนิต จากผลการทดลอง วัสดุกลุ่มนี้แสดงให้เห็นว่ามีการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นจากแหล่งความเย็นและสามารถรักษาอุณหภูมิภายหลังจากปิดแหล่งความเย็นได้เป็นระยะเวลานาน 4-6 ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับระยะ

เวลาในการเปิดระบบแหล่งความเย็นและขึ้นอยู่กับสภาพของห้องด้วยว่ามีแหล่งความร้อนจากภายในหรือภายนอกที่ทำให้มีการสูญเสียอุณหภูมิจากวัสดุ ดังนั้นในการนำวัสดุกลุ่มนี้ไปประยุกต์ใช้กับส่วนประกอบของภายในอาคารในการปูผิวพื้นและผนัง วัสดุกลุ่มนี้เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้ในห้องที่ไม่มีแหล่งความเย็นจากธรรมชาติเหมือนในรูปแบบที่1 ซึ่งใช้สำหรับภายในอาคารที่ไม่มีพื้นสัมผัสกับดิน เช่นในชั้น 2 ของอาคาร ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องใช้แหล่งความเย็นจากระบบเครื่องกล เช่นแหล่งความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ เพื่อช่วยปรับสภาพแวดล้อมภายในห้องให้มีอุณหภูมิต่ำเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้น้อยลง และเมื่อปิดแหล่งความเย็นก็จะรักษาสภาวะแวดล้อมของห้องให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในห้อง จะส่งผลในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) และวัสดุในกลุ่มเช่นหินแกรนิตยังสามารถนำไปใช้กับภายในอาคารรูปแบบที่1 ในการนำแหล่งความเย็นจากดินมาใช้ได้อีกด้วย ซึ่งจากผลการทดลองจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าวัสดุในรูปแบบที่1แต่ก็ไม่ได้แตกต่างมากนัก นอกจากนี้วัสดุกลุ่มนี้ยังมีความสวยงามในรูปแบบของตัววัสดุเอง เมื่อมาประยุกต์ใช้ก็จะได้ความสวยงามในอีกรูปแบบหนึ่งด้วย

แนวทางการพิจารณา การออกแบบ

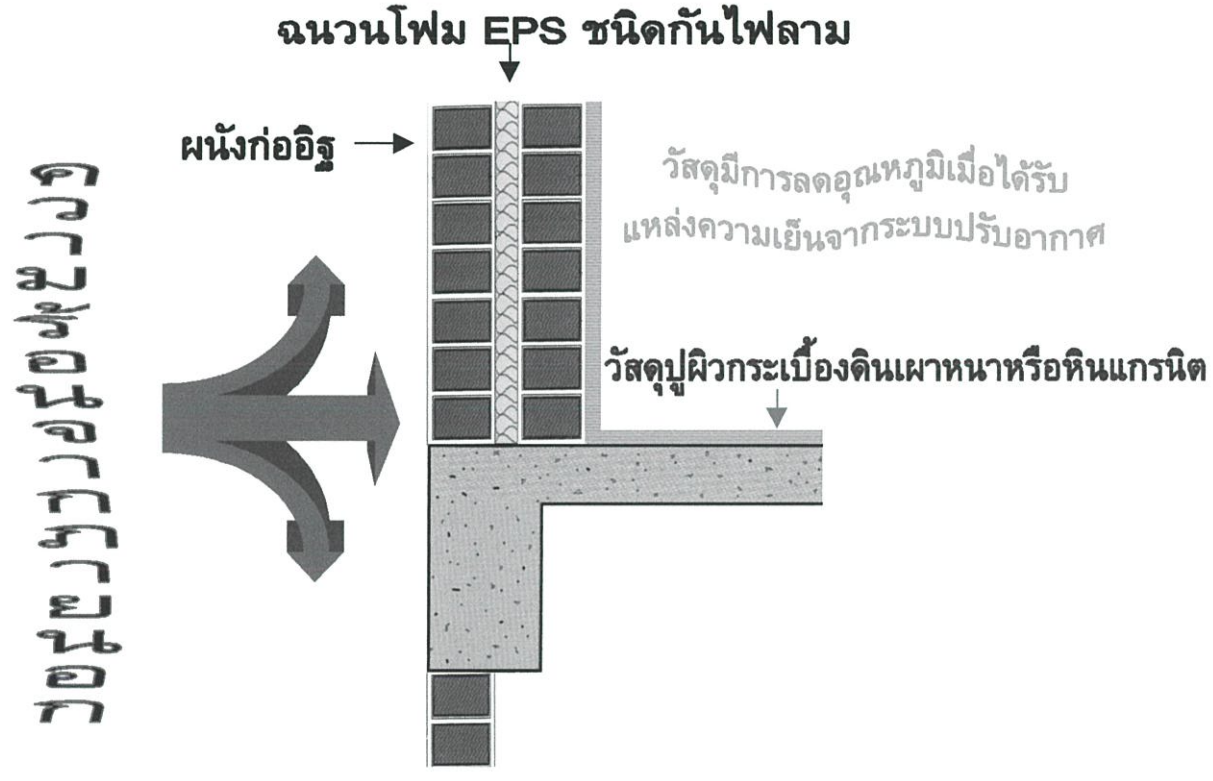
หลักสำคัญในการใช้วัสดุกลุ่มนี้คือต้องระวังในเรื่องอุณหภูมิความร้อนจากภายนอกอาคารไม่ให้เข้าถ่ายเทเข้ามาที่วัสดุ และต้องป้องกันอุณหภูมิความเย็นที่วัสดุไม่ให้มีการถ่ายเทออกไปภายนอกอาคาร ซึ่งในจุดนี้เมื่อสามารถแก้ปัญหาในเรื่องของป้องกันอุณหภูมิความเย็นของวัสดุไม่ให้มีการถ่ายเทออกไปภายนอกอาคารก็จะสามารถแก้ปัญหาในเรื่องอุณหภูมิความร้อนจากภายนอกอาคารเข้ามาสะสมที่ตัววัสดุได้ด้วย ถ้าวัสดุสามารถสะสมและรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีก็จะสะสมและรักษาอุณหภูมิความร้อนได้เช่นกัน ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาจะเกิดบริเวณที่นำมาใช้กับผนังอาคารมากที่สุด ในส่วนของพื้นอาคารจะได้รับผลกระทบบ้างเล็กน้อยซึ่งจะนำเสนอแนวทางในการนำมาใช้กับอาคารดังนี้



ภาพที่ 7.4 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม..หรือหินแกรนิตปูผิวพื้นและผนังทั่วไปในอาคาร

การป้องกันในส่วนผนังอาคารให้ผนังด้านนั้นไม่ให้โดนแสงอาทิตย์

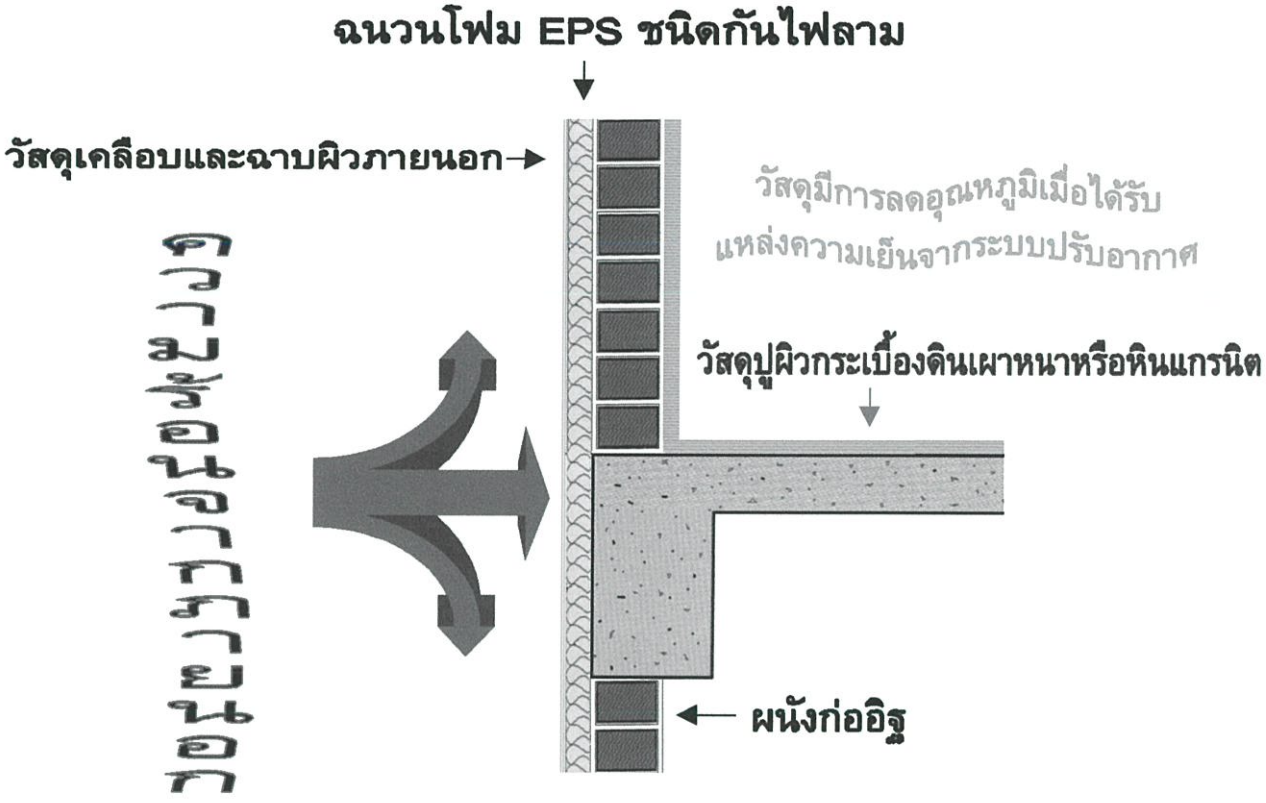
ในกรณีที่ใช้กับในส่วนของพื้นและผนังธรรมดาในอาคารบ้านพักอาศัยทั่วๆไป จากภาพที่ 7.4 ข้อควรระวังอย่างยิ่งคือการป้องกันไม่ให้ผนังด้านนั้นได้รับความร้อนภายนอกจากดวงอาทิตย์ ดังที่ได้กล่าวไว้ในขั้นต้น ถ้าไม่สามารถป้องกันความร้อนได้ก็จะไม่เกิดประโยชน์ในการใช้วัสดุเพื่อรักษาอุณหภูมิความเย็น นอกจากใช้ในช่วงเวลากลางคืนที่ความร้อนได้คลายออกไปจากผนังอาคารหมดแล้วถึงจะมีผลกับภายในอาคาร



ภาพที่ 7.5 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนาหรือหินแกรนิต ปูผิวพื้นและผนังโดยใช้ผนังสองชั้นแล้วแทรก ด้วยฉนวน

การใช้ผนังสองชั้นแล้วแทรกด้วยฉนวนและใช้วัสดุปูผิว

จากภาพที่ 7.5 ใช้ผนัง 2 ชั้นแล้วใช้ฉนวนป้องกันความร้อน ซึ่งจะมีข้อดีคือจะสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกและรักษาอุณหภูมิความเย็นจากภายในอาคารได้ และทำให้วัสดุที่นำมาปูผิวในส่วนผนังไม่มีการสูญเสียอุณหภูมิออกไปภายนอก แต่จะมีข้อเสียที่ความร้อนจะสามารถเข้ามาได้จากคานของอาคารที่ได้รับแสงแดดและจะถ่ายเทความร้อนที่เชื่อมต่อไปยังพื้นของอาคารในแง่ของสะพานความร้อน และเป็นการสิ้นเปลืองวัสดุในการทำผนัง 2ชั้น แต่ในส่วนพื้นอาคารถ้ามีผิวสัมผัสกับดินหรือไม่โดนแดด ก็จะช่วยรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ในระดับหนึ่ง



ภาพที่ 7.6 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาหนาหรือหินแกรนิตปูผิวพื้นและผนังโดยใช้ผนังระบบฉนวนภายนอกอาคาร (EIFS)

การใช้ผนังระบบฉนวนภายนอกอาคาร(EIFS)

จากภาพที่ 7.6 การใช้ระบบฉนวนภายนอกค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะจะเป็นการป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารในส่วนผนังได้ทั้งหมดและรักษาอุณหภูมิความเย็นจากภายในอาคาร ทำให้วัสดุที่นำมาปูผิวในส่วนผนังไม่มีการสูญเสียอุณหภูมิออกไปภายนอก แต่ข้อเสียคือผนังรูปแบบนี้ยังมีราคาสูงและยังไม่นิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไป

สรุปวัสดุในรูปแบบนี้ถ้านำมาประยุกต์ใช้กับในส่วนการปูผิวพื้นและผนังเพื่อต้องการรักษาอุณหภูมิความเย็นของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร จะต้องระวังในเรื่องความร้อนจากภายนอกที่จะถ่ายเทเข้ามายังวัสดุ ดังนั้นวัสดุในกลุ่มนี้อาจไม่เหมาะในการนำมาใช้กับผนังในอาคารทั่วๆไปที่ไม่มีฉนวนสำหรับป้องกันความร้อน เพราะวัสดุจะมีการถ่ายเทอุณหภูมิไปยังภายนอกหรือส่วนอื่นของอาคารได้ จะทำให้การรักษาอุณหภูมิของตัววัสดุไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ดังนั้นการเลือกวัสดุเพื่อนำมาใช้ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยในหัวข้อนี้ ต้องมีการป้องกันความร้อนที่ผนังอาคารในระดับหนึ่งตามที่

ได้นำเสนอในหัวข้อขั้นต้น ถึงจะได้ประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ผิววัสดุเพื่อรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร

7.3 รูปแบบที่ 3 การประยุกต์ใช้วัสดุทั้ง 2 รูปแบบร่วมกัน (โดยการใช้แหล่งความเย็นจากดินและแหล่งความเย็นจากเครื่องปรับอากาศร่วมกัน)

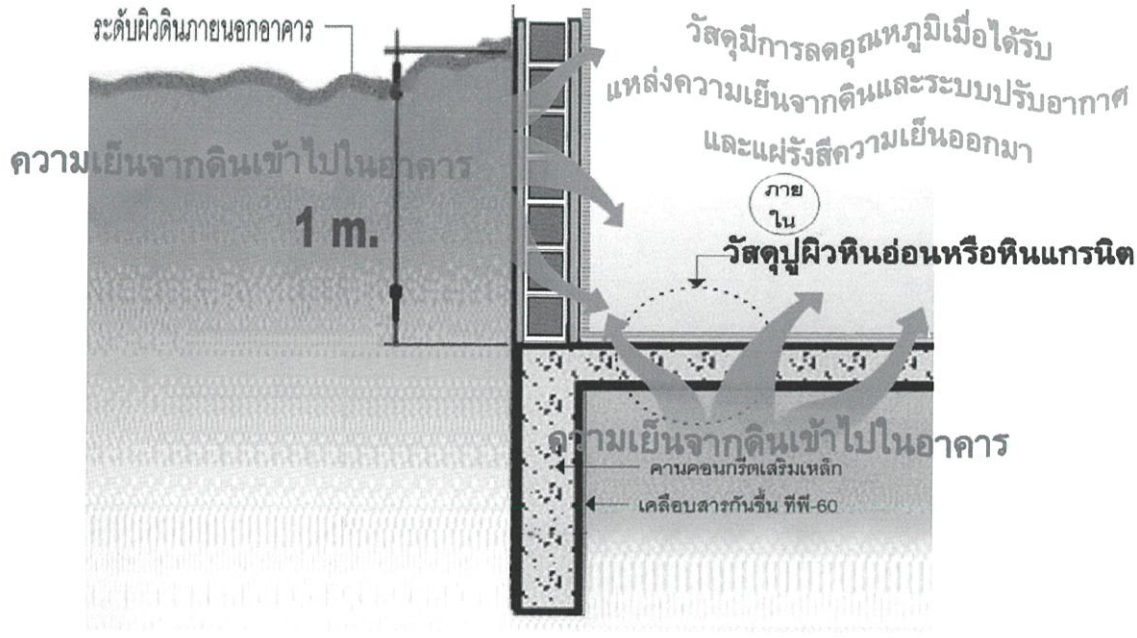
ลักษณะของรูปแบบนี้คือการใช้การดึงความเย็นจากดินมาใช้และการรักษาความเย็นของวัสดุจากแหล่งความเย็นเช่นระบบปรับอากาศมาใช้ร่วมกัน เมื่อมีความเย็นจากดินเข้ามาสู่ภายในอาคารการทำงานจากแหล่งความเย็นอื่นๆเช่นระบบปรับอากาศก็จะทำงานน้อยลง เป็นการใช้ประโยชน์จากรูปแบบทั้ง 2ชนิดร่วมกัน แต่จะมีข้อจำกัดที่สามารถใช้ได้เฉพาะบริเวณบางส่วนของอาคาร เช่นในบริเวณชั้นล่างหรือชั้นใต้ดินของอาคารที่มีส่วนสัมผัสกับผิวดินเท่านั้น ดังนั้นวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบนี้ จะต้องเป็นวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำและเร็ว อีกทั้งต้องมีระยะเวลาที่สามารถรักษาอุณหภูมิไว้ที่วัสดุเองด้วย จากผลการทดลองวัสดุที่มีความสมดุลและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในรูปแบบนี้ คือ หินอ่อน หินแกรนิต และกระเบื้องดินเผาบาง 1.8 ซ.ม. แต่กระเบื้องดินเผาบางจะสามารถรักษาอุณหภูมิได้เป็นเวลาน้อยกว่าวัสดุทั้งสองชนิด

จากผลการทดลอง หินอ่อนมีการลดอุณหภูมิได้ต่ำและเร็วกว่าหินแกรนิตคือ ต่ำกว่า 0.3^{o}C ณ เวลาเดียวกันและเร็วกว่าหินแกรนิต 45 นาที ขณะที่มีอุณหภูมิเดียวกัน แต่ด้านการเก็บรักษาความเย็นนั้น หินแกรนิตจะรักษาอุณหภูมิความเย็นได้นานกว่าหินอ่อนคือ ภายหลังจากปิดระบบทำความเย็นอุณหภูมิของหินอ่อนและหินแกรนิตจะเท่ากันในแวลา 1 ซ.ม. และภายหลังจากปิดระบบทำความเย็นประมาณ 2ซ.ม. หินแกรนิตจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0.2^{o}C และ รักษาความเย็นได้นานกว่า 40 นาที ขณะที่มีอุณหภูมิเดียวกัน ในส่วนกระเบื้องดินเผาหนา4.2ซ.ม.นั้นแตกต่างจากหินแกรนิตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ในด้านความเหมาะสมในการใช้งานของอาคารยังไม่เหมาะสมเท่ากับหินอ่อนและหินแกรนิต เพราะเนื่องจากความหนาของวัสดุที่มากเกินไปตลอดจนตัวเลือกของรูปแบบสีในท้องตลาดไม่มีให้เลือกหลากหลายเท่าหินอ่อนและหินแกรนิต

สรุป ทั้งหินอ่อนและหินแกรนิตวัสดุที่เหมาะสมกับการนำมาใช้สำหรับรูปแบบนี้ ซึ่งคุณสมบัติค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 2 ชนิด หินออ่นจะได้เปรียบในด้านอุณหภูมิทีลงเร็วและต่ำกว่าแต่หินแกรนิตก็จะในเรื่องการรักษาเย็นได้เป็นระยะเวลาที่นานกว่า ซึ่งตรงนี้ก็เป็นความชอบในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคารที่จะพิจารณานำวัสดุมาใช้ในด้านความสวยงามให้เหมาะสมกับอาคาร

แนวทางการพิจารณา การออกแบบ

การนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารนั้น ใกล้เคียงในแบบแรกคือต้องคำนึงถึงการดึงความเย็นจากผิวดินมาใช้ เมื่อส่วนของพื้นและผนังของอาคารบางส่วนมีการสัมผัสดึงความเย็นจากดินมาใช้ ทำให้ไม่ต้องกังวลถึงความร้อนจากแสงแดดที่จะเข้ามาจากในส่วนผนังอาคาร แต่ต้องป้องกันผนังอาคารในส่วนที่ไม่ได้สัมผัสจากดินไม่ให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด จึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ฉนวนกันความร้อนเหมือนในรูปแบบที่ 2 ทั้งนี้วัสดุที่นำมาใช้นอกจากจะนำความเย็นจากดินได้ดีแล้ว ต้องสามารถรักษาความเย็นจากแหล่งความเย็นอื่นเช่นเครื่องปรับอากาศได้ดีอีกด้วย เมื่อภายในอาคารได้รับความเย็นจากดินเครื่องปรับอากาศก็จะทำงานในส่วนการลดอุณหภูมิน้อยลง คงเหลือแต่การทำงานในส่วนการรีดความชื้นออกจากอากาศภายในอาคารเท่านั้น ดังนั้นถ้าสามารถป้องกันความชื้นจากผิวดินไม่ให้เข้ามาสู่ภายในอาคารได้ ก็จะสามารถลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



ภาพที่ 7.7 แสดงการใช้แหล่งความเย็นจากดินและการสะสมรักษาความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ

จากภาพที่ 7.7 เมื่อมีพื้นและผนังบางส่วนของอาคารสัมผัสกับดิน โดยใช้ดินถมที่ผนังให้มีความสูงอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 60 ซ.ม.หรืออาจมากกว่านั้นแล้วแต่ความเหมาะสมในการออกแบบอาคาร และมีการจัดสภาพแวดล้อมของดินให้ร่มรื่นชุ่มชื่นเสมอ วัสดุที่นำมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังของอาคารก็จะนำความเย็นจากดินและแผ่รังสีความเย็นเข้ามาภายในอาคาร จะทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิความเย็นในระดับหนึ่ง โดยที่ผิววัสดุที่นำมาปูผิวพื้นและผนังอาคารจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับ

อุณหภูมิดินคือประมาณ 26 – 28°C ซึ่งทำให้สภาวะภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำในระดับหนึ่งเมื่อไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศ และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงในส่วนการลดอุณหภูมิภายในอาคาร คงเหลือแต่ทำงานในการลดความชื้นของภายในอาคารเท่านั้น และวัสดุที่ใช้ปูผิวพื้นและผนังของอาคารก็จะมีอุณหภูมิต่ำซึ่งจะทำให้สภาวะแวดล้อมในอาคารเย็นขึ้น ซึ่งจะช่วยส่งผลในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) แต่ถ้าตั้งอุณหภูมิที่เครื่องปรับอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวดิน จะมีอุณหภูมิความเย็นจากภายในอาคารถ่ายเทไปในดิน แต่ถือได้ว่าไม่มากถ้าเทียบกับการถ่ายเทไปยังอากาศภายนอกอาคารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิดิน เมื่อปิดระบบทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศวัสดุที่ใช้ปูผิวพื้นและผนังของอาคารก็ยังจะรักษาความเย็นที่ตัววัสดุในระยะเวลาหนึ่งจนไปถึงระดับความเย็นที่ใกล้เคียงกับผิวดินประมาณ 26 – 28 °C เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่าระดับนี้วัสดุนี้ก็จะนำความเย็นจากดินเข้าสู่อาคาร ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารมีอุณหภูมิที่ไม่สูงจนเกินไป

สรุปวัสดุในรูปแบบนี้เหมาะสมหรับภายในอาคารในส่วนชั้นล่างที่มีผิวสัมผัสกับดินและต้องการติดตั้งระบบปรับอากาศด้วย ซึ่งวัสดุที่เหมาะสมที่สุดที่นำมาเสนอเป็นแนวทางในการเลือกใช้นั้น คือหินอ่อนและหินแกรนิต วัสดุพวกนี้ล้วนมีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้งาน เพราะมีตัวเลือกทางด้านความสวยงามและระดับราคาหลากหลายมากมายในท้องตลาด

บทที่ 8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 ผลสรุปคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของวัสดุจากผลการทดลอง

จากผลการวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดมีการลดอุณหภูมิและการนำความร้อนที่แตกต่างกันจริง วัสดุบางประเภทมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(K)ต่ำเช่น กระเบื้องดินเผาบาง (ค่า k =0.8365) แต่จากผลการทดลองกลับมีอุณหภูมิต่ำเร็วและต่ำกว่า หินแกรนิต (ค่า k = 2.927) และวัสดุก็มีการเก็บรักษาอุณหภูมิที่วัสดุจริง คือวัสดุจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องไม่เกิน $2^{\circ}C$ ภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น และอุณหภูมิของวัสดุในแต่ล่ะชนิดจะแตกต่างกันไม่เกิน $1.5^{\circ}C$ ซึ่งวัสดุจะรักษาอุณหภูมิเป็นระยะเวลานานเท่าไรนั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุแต่ล่ะชนิดและความหนาของวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปด้วย ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะมีส่วนทำให้สภาพแวดล้อมของภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง แต่การแผ่รังสีความเย็นกลับคืนจากวัสดุกลับคืนสู่อากาศภายในห้องภายหลังจากปิดระบบทำความเย็นจะไม่มีผลในการทำให้อุณหภูมิของอากาศในห้องมีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งในจุดนี้ถือว่าไม่ได้ผลตามสมมุติฐานของการวิจัย แต่จะมีผลในแง่ของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) คือทำให้มนุษย์ภายในอาคารจะรู้สึกว่าอุณหภูมิเย็นกว่าอุณหภูมิจริง การที่สิ่งแวดล้อมในอาคารมีอุณหภูมิที่ต่ำลงขณะเปิดระบบทำความเย็นและความรู้สึกในด้านของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อม จะทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิจริงจะมีผลในการลดการทำงานของระบบปรับอากาศลงได้ แต่จากผลการวิจัยนี้การนำวัสดุมาใช้ให้ได้มีประสิทธิภาพ สามารถสรุปทั้งหมดได้ดังนี้

วัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุด (เรียงตามลำดับ)

1.กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) 2.กระเบื้องเซรามิกทั้งสำหรับปูพื้นและผนัง

วัสดุที่มีการเก็บรักษาอุณหภูมิที่ตัววัสดุได้เป็นระยะเวลานานที่สุด (เรียงตามลำดับ)

1.กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม. 2. หินแกรนิต 3.หินทราย 4.หินอ่อน

การแผ่รังสีความเย็นจากวัสดุคืนสู่อากาศภายในห้องทดลองภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น

ระยะชัดเจนที่สุด คือที่ระยะห่างจากวัสดุ 1ซ.ม. และเย็นกว่าอากาศในห้องไม่เกิน $1^{\circ}C$ เป็นระยะเวลาไม่เกิน 6 ซ.ม. ก่อนที่จะมีอุณหภูมิจะเท่าอากาศในห้องทดลอง

สรุปได้ว่าในวัสดุแต่ละชนิดมีการรักษาอุณหภูมิที่แตกต่างกันไม่มากคือไม่เกิน 1.5°C และมีการแผ่รังสีความเย็นออกมาเพื่อคืนความเย็นให้แก่อากาศภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ที่เห็นผลชัดเจนมากที่สุดคือระยะห่างจากวัสดุ 1ซ.ม. และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศในห้องไม่เกิน 1°C ทั้งนี้ถือได้ว่าได้ผลน้อยกว่าตามสมมุติฐานการวิจัย เพราะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยไม่มีผลที่จะช่วยลดอุณหภูมิภายในห้อง และมนุษย์ส่วนใหญ่จะรับรู้ถึงความแตกต่างของอุณหภูมิเพียง 1°C ได้น้อยมาก

8.2 แนวทางเสนอแนะการใช้วัสดุภายในอาคารที่เหมาะสมกับแหล่งความเย็น

เป็นแนวทางการเสนอแนะในการใช้วัสดุกับแหล่งความเย็นที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากผลการวิจัยและคุณสมบัติความเหมาะสมอื่นๆในการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้กับการปูผิวพื้นปละผนังภายในอาคาร

8.2.1. จากแหล่งความเย็นที่มีจากธรรมชาติเช่นแหล่งความเย็นจากดิน

การใช้แหล่งความเย็นจากดินเป็นข้อเสอแนะที่น่าจะเหมาะสมและได้ผลต่อการวิจัยครั้งนี้มากที่สุด จากการศึกษา [เอนก ธีระวิวัฒนชัย, 2539] พบว่า ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ย ของดินประมาณ 26 – 27 องศาเซลเซียส ที่ระดับความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน[1] ดังนั้นการใช้วัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดก็จะเหมาะสมในการดึงความเย็นจากดินมาใช้เพื่อทำให้ภายในอาคารที่อุณหภูมิที่ต่ำลง ซึ่งเหมาะกับภายในอาคารในส่วนที่มีผิวสัมผัสกับผิวดินและไม่ต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ แต่ข้อควรระวังคือต้องป้องกันความชื้นที่จะเข้ามาภายในอาคาร และการนำวัสดุที่ได้มาปูผนังเพื่อให้ได้มีประสิทธิภาพสูงสุดจากจุดประสงค์ในการวิจัยนั้น ต้องมีการออกแบบอาคารให้มีส่วนพื้นและผนังให้สัมผัสกับดินเพื่อดึงความเย็นจากดินมาใช้

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูผนังมากที่สุดจากแหล่งความเย็นจากดิน

- **กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม.)**

เป็นวัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุดจากผลการทดลอง ในด้านความสวยงามนั้นกระเบื้องดินเผาจะให้ความรู้สึกอ่อนนุ่มและดูเป็นธรรมชาติ และบางผลิตภัณฑ์มีการเคลือบเงาและพิมพ์ลายนูน (ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในการทดลอง) แต่การใช้งานจริงผู้อยู่อาศัยภายในอาคารอาจไม่ชอบลักษณะความสวยงามของกระเบื้องดินเผา ซึ่งในจุดนี้เป็นความชอบและความพึงพอใจในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคาร

---

[1] ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ ,เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ,หน้า106,2542

- กระเบื้องเซรามิก สำหรับปูผนัง

เป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งของวัสดุที่มีรูปแบบความสวยงามซึ่งมีความแตกต่างจากกระเบื้องดินเผาบาง มีขนาดและรูปแบบหลากหลายให้เลือกอย่างมากมาย ส่วนในแง่ประสิทธิภาพในด้านการลดอุณหภูมินั้นเป็นรองจากกระเบื้องดินเผาบาง แต่ก็ไม่ถือได้ว่าแตกต่างกันมากเกินไปจึงเป็นวัสดุอีกตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้ออกแบบและอยู่อาศัยในอาคารที่ต้องการรูปแบบและตัวเลือกที่มากกว่า

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูพื้นมากที่สุดจากแหล่งความเย็นจากดิน

- กระเบื้องดินเผาบาง(หนา 1.8 ซ.ม.)

เหมือนเช่นกับในส่วนการปูผนังเพราะมีการลดอุณหภูมิได้ต่ำที่สุดจากผลการทดลอง ในแง่ความสวยงามกระเบื้องดินเผาจะให้ความรู้สึกอ่อนนุ่มและดูเป็นธรรมชาติ และบางผลิตภัณฑ์มีการเคลือบเงาและพิมพ์ลายนูน (ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในการทดลอง) แต่การใช้งานจริงผู้อยู่อาศัยภายในอาคารอาจไม่ชอบลักษณะความสวยงามของกระเบื้องดินเผา ซึ่งในจุดนี้เป็นความชอบและความพึงพอใจในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคาร

- กระเบื้องเซรามิก สำหรับปูพื้น

เหมือนเช่นกับในส่วนการปูผนัง กระเบื้องเซรามิกเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งของวัสดุที่มีรูปแบบความสวยงามซึ่งมีความแตกต่างจากกระเบื้องดินเผาบาง มีขนาดและรูปแบบหลากหลายให้เลือกอย่างมากมาย ส่วนในแง่ประสิทธิภาพในด้านการลดอุณหภูมินั้นเป็นรองจากกระเบื้องดินเผาบาง แต่ก็ไม่ถือได้ว่าแตกต่างกันมากเกินไปจึงเป็นวัสดุอีกตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้ออกแบบและอยู่อาศัยในอาคารที่ต้องการรูปแบบและตัวเลือกที่มากกว่า

นอกจากนี้วัสดุในกลุ่มอื่นเช่น หินแกรนิต หินอ่อน และกระเบื้องดินเผาหนา ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดึงความเย็นจากดินมาใช้ภายในอาคารได้ แต่จากการพิจารณาจากผลการทดลองเมื่อนำมาใช้งานจะมีประสิทธิภาพไม่ดีท่ากับวัสดุที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น แต่ก็ถือได้ว่าแตกต่างกันไม่มาก ซึ่งจุดนี้ก็เป็นความพึงพอใจและความชอบในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคารที่จะพิจารณาวัสดุที่มีความสวยงามมาใช้ให้เหมาะสมกับอาคารในส่วนพื้นและผนังคารให้มีความสวยงามตามที่ต้องการ

8.2.2. จากแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นและระบบปรับอากาศ

ในการวิจัยจากแหล่งความเย็นระบบนี้เน้นถึงวัสดุในด้านของการรักษาอุณหภูมิที่วัสดุ ภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้ก็ควรเป็นในกลุ่มที่มีการรักษาอุณหภูมิความเย็นได้เป็นระยะเวลานาน และแหล่งความเย็นระบบแผ่รังสีความเย็นเป็นแหล่งความเย็นอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจมีข้อดีหลักคือในการใช้พลังงานที่น้อยกว่าเครื่องปรับอากาศ แต่ก็มีข้อเสียคือบุคคลทั่วไปยังรู้จักระบบนี้

น้อยและไม่นิยมใช้ในอาคารทั่วๆไป ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้งให้เหมาะสมและสวยงาม ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับความชื้นที่ต้องมีการควบคุมโดยไม่ให้เกิดหยดน้ำที่ระบบและความชื้นที่มากเกินไปในอาคาร ในส่วนของระบบปรับอากาศมีข้อดีคือเป็นระบบที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั่วไปในอาคาร แต่ข้อเสียคือมีการใช้พลังงานที่สูง และสูงกว่าระบบแผ่รังสีความเย็น

ในการใช้แหล่งความเย็นกลุ่มนี้ประยุกต์ใช้กับวัสดุเพื่อการเก็บรักษาความเย็นต้องมีการป้องกันความร้อนที่ผนังอาคารด้วย

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูผนังมากที่สุดจากระบบแผ่รังสีความเย็นและระบบปรับอากาศ

- **หินแกรนิต**

มีความเหมาะสมในการนำมาใช้กับอาคารในด้านขนาดและความหนาที่ไม่มากเกินไป รวมถึงประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิก็มีประสิทธิภาพที่สูง และหินแกรนิตมีความเหมาะสมในด้านการใช้งานมากที่สุด และขนาดลวดลายและระดับราคาก็มีให้เลือกหลากหลายมากมาย

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูพื้นมากที่สุดจากระบบแผ่รังสีความเย็นและระบบปรับอากาศ

- **กระเบื้องดินเผาหนา 4.2 ซ.ม.**

มีความเหมาะสมและประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในด้านการเก็บรักษาอุณหภูมิ แต่มีข้อจำกัดในด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่มีไม่มากและความหนาที่มากเกินไปเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ

- **หินแกรนิต**

มีความเหมาะสมในการใช้งานทางด้านขนาดและความหนาที่ไม่มากเกินไป รวมถึงมีประสิทธิภาพสูงในการเก็บรักษาอุณหภูมิ มีเพียงกระเบื้องดินเผาหนาที่ดีกว่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่หินแกรนิตมีความเหมาะสมในด้านการใช้งานมากกว่า ขนาดลวดลายและระดับราคาก็มีให้เลือกหลากหลายมากมาย

นอกจากนั้นยังมีวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะอีกหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น หินอ่อนและหินทราย แต่ในเรื่องประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานยังไม่ดีเท่ากับวัสดุที่นำมาสรุปไว้ในขั้นต้น แต่ในด้านการใช้งานก็ถือได้ว่าไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งตรงนี้ก็ขึ้นอยู่ความพึงพอใจและชอบในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคารที่จะพิจารณานำวัสดุมาใช้ในด้านความสวยงามให้เหมาะสมกับการใช้งานในอาคาร

8.2.3 **จากแหล่งความเย็นที่มีจากธรรมชาติเช่นแหล่งความเย็นจากดินใช้งานร่วมกับจากแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นหรือจากระบบปรับอากาศ**

เป็นการประยุกต์ใช้ทั้งแหล่งความเย็นจากธรรมชาติและแหล่งความเย็นจากระบบกลเช่นเครื่องปรับอากาศมาใช้งานร่วมกัน วัสดุที่นำมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังของอาคารจะนำความเย็นจากดินและแผ่รังสีความเย็นเข้ามาในอาคาร และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงในส่วนการลดอุณหภูมิภายในอาคาร คงเหลือแต่จะทำงานในการลดความชื้นของภายในอาคารเท่านั้น ถ้าตั้งอุณหภูมิที่เครื่องปรับอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวดิน จะมีอุณหภูมิความเย็นจากภายในอาคารถ่ายเทไปในยังดินบ้าง แต่ถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการถ่ายเทอุณหภูมิไปยังอากาศภายนอกอาคารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าดิน และเมื่อปิดระบบทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ วัสดุที่ใช้ปูผิวพื้นและผนังของอาคารก็ยังจะรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ตัววัสดุในระยะเวลาหนึ่งจนไปมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของดินคือประมาณ 26 – 27°C และเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่าวัสดุเหล่านี้จะนำความเย็นจากดินเข้าสู่ภายในอาคารซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ภายในอาคารมีอูณหภูมิต่ำลง

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูผนังมากที่สุดจากแหล่งความเย็นจากดินประยุกต์ใช้ร่วมกับแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นหรือระบบปรับอากาศ

- **หินอ่อน**

มีความเหมาะสมมากที่สุดเพราะมีความสมดุลย์กันคือมีอุณหภูมิต่ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิจากแหล่งความเย็น ดังนั้นหินอ่อนจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุดในด้านการเก็บรักษาอุณหภูมิ แต่จะเก็บในส่วนที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดินภายนอกอาคารเท่านั้น เมื่ออุณหภูมิที่วัสดุจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิดิน หินอ่อนก็จะนำความเย็นจากดินเข้ามาสู่ภายในอาคารได้อย่างรวดเร็ว แต่ในส่วนการใช้งานหินอ่อนค่อนข้างบอบบางกว่าหินแกรนิตแต่ถ้านำมาปูผนังก็จะไม่มีผลกระทบเท่าไรนัก

- **หินแกรนิต**

มีคุณสมบัติดีกว่าหินอ่อนในด้านประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิ แต่มีการลดอุณหภูมิช้ากว่าหินอ่อน แต่ในส่วนการเก็บรักษาอุณหภูมิจะเก็บในส่วนอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดินภายนอกอาคารเช่นกัน คือจะอยู่ในระยะระหว่าง 26 -27°C ขึ้นกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารจากแหล่งความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นระยะเวลาที่มีการเก็บรักษาอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่มากนัก เพราะเมื่ออุณหภูมิที่ตัววัสดุมีอุณหภูมิเท่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิดิน หินแกรนิตก็จะนำความเย็นจากดินเข้ามาภายในอาคารซึ่งจะช้ากว่าหินอ่อน

- **กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม.)**

เป็นวัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุดจากผลการทดลอง แต่ในการใช้ร่วมกันทั้งแหล่งความเย็นจากดินและระบบปรับอากาศ กระเบื้องดินเผาบางก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยกระเบื้องดินเผาจะนำความเย็นจากดินที่อุณหภูมิประมาณ 27°C เมื่อเปิดระบบปรับอากาศที่ทำให้ภายในห้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 27°C กระเบื้องดินเผาบางก็จะมีการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อปิดระบบทำความเย็น กระเบื้องดินเผาบางจะรักษาอุณหภูมิความเย็นได้เป็นระยะเวลาน้อยกว่าวัสดุทั้ง2ชนิดตามที่ได้กว่าไว้ข้างต้นทำให้มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพวะแวดล้อมภายในอาคารได้น้อยกว่า แต่เมื่อกระเบื้องดินเผาบางมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิดิน คือประมาณ 27°C กระเบื้องดินเผาบางก็จะนำความเย็นจากผิวดินเข้ามาสู่ภายในอาคาร ในด้านความสวยงามนั้น กระเบื้องดินเผาจะให้ความรู้สึกอ่อนนุ่มและดูเป็นธรรมชาติ และบางผลิตภัณฑ์มีการเคลือบเงาและพิมพ์ลายนูน (ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในการทดลอง) แต่การใช้งานจริงผู้อยู่อาศัยภายในอาคารอาจไม่ชอบลักษณะความสวยงามของกระเบื้องดินเผา ซึ่งในจุดนี้เป็นความชอบและความพึงพอใจในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคาร

วัสดุที่เหมาะสมกับในการปูพื้นมากที่สุดจากแหล่งความเย็นจากดินประยุกต์ใช้ร่วมกับแหล่งความเย็นจากระบบแผ่รังสีความเย็นหรือระบบปรับอากาศ

- **หินแกรนิต**

มีคุณสมบัติดีกว่าหินอ่อนในด้านความแข็งแกร่งในตัววัสดุที่เหมาะสมในการใช้งานในส่วนพื้นอาคารมากกว่าหินอ่อน และมีคุณสมบัติในด้านประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานานกว่าหินอ่อน แต่ในส่วนการเก็บรักษาอุณหภูมิจะเก็บในส่วนอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดินภายนอกอาคาร คือจะรักษาอุณหภูมิในช่วงต่ำกว่า 27°C ขึ้นกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารจากแหล่งความเย็นจากเครื่องปรับอากาศ ดังนั้นระยะอุณหภูมิที่มีการเก็บรักษาอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ไม่มากเพราะเมื่ออุณหภูมิที่วัสดุมีอุณหภูมิเท่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิดิน หินแกรนิตก็จะนำความเย็นจากดินเข้ามาสู่ภายในอาคารซึ่งจะนำอุณหภูมิความเย็นได้ช้ากว่าหินอ่อน แต่ในด้านประสิทธิภาพในการใช้งานจะไม่ส่งผลแตกต่างกันเท่าไรนัก

- **หินอ่อน**

ในเรื่องความเหมาะสมการใช้งานในส่วนพื้นอาคารนั้นหินอ่อนเป็นวัสดุที่เปราะบางกว่าหินแกรนิต ในส่วนคุณสมบัติอื่นๆเหมือนกับการปูผิวผนังคือมีความเหมาะสมเพราะมีการลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิจากแหล่งความเย็น แต่ในส่วนการเก็บรักษาอุณหภูมิจะเก็บในส่วนอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดินภายนอกอาคาร คือจะรักษาอุณหภูมิในช่วงต่ำกว่า 27°C เมื่ออุณหภูมิที่วัสดุจะมีอุณหภูมิเท่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิดิน หินอ่อนก็จะนำความเย็นจากดินเข้ามาภายในอาคารได้อย่างรวดเร็ว

- **กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม.)**

เป็นวัสดุที่มีการลดอุณหภูมิเร็วและต่ำที่สุดจากผลการทดลอง แต่ในการใช้ร่วมกันทั้งแหล่งความเย็นจากดินและระบบปรับอากาศเหมือนเช่นการนำมาใช้ในการปูผนัง กระเบื้องดินเผาบางก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยกระเบื้องดินเผาจะนำความเย็นจากดินที่อุณหภูมิประมาณ 27°C เมื่อเปิดระบบปรับอากาศที่ทำให้ภายในห้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 27°C กระเบื้องดินเผาบางก็จะมีการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อปิดระบบทำความเย็น กระเบื้องดินเผาบางจะรักษาอุณหภูมิความเย็นได้เป็นระยะเวลาน้อยกว่าวัสดุทั้ง2ชนิดตามที่ได้กว่าไว้ข้างต้นทำให้มีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพวะแวดล้อมภายในอาคารได้น้อยกว่า แต่เมื่อกระเบื้องดินเผาบางมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิดิน คือประมาณ 27°C กระเบื้องดินเผาบางก็จะนำความเย็นจากผิวดินเข้ามาสู่ภายในอาคาร ในด้านความสวยงามนั้นกระเบื้องดินเผาจะให้ความรู้สึกอ่อนนุ่มและดูเป็นธรรมชาติ และบางผลิตภัณฑ์มีการเคลือบเงาและพิมพ์ลายนูน (ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในการทดลอง) แต่การใช้งานจริงผู้อยู่อาศัยภายในอาคารอาจไม่ชอบลักษณะความสวยงามของกระเบื้องดินเผา ซึ่งในจุดนี้เป็นความชอบและความพึงพอใจในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคาร

สรุปในรูปแบบสุดท้าย วัสดุที่ได้กล่าวมาทั้งหมดมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนักเพราะการรักษาอุณหภูมิความเย็นจากเครื่องปรับอากาศจะเก็บรักษาอยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิดินคือประมาณต่ำกว่า 27°C เท่านั้น แต่หินอ่อนจะมีคุณสมบัติเหมาะสมกว่าในการปูผิวผนังอาคาร และหินแกรนิตมีคุณสมบัติเหมาะสมกว่าในส่วนการปูผิวพื้นอาคาร โดยเป็นสรุปถึงคุณสมบัติในด้านการนำมาใช้งานกับอาคารด้วย ซึ่งการที่จะเลือกวัสดุชนิดใดใช้กับส่วนไหนของอาคารนั้นอาจต้องขึ้นกับความพึงพอใจในส่วนบุคคลของผู้ออกแบบและผู้ใช้อาคารในด้านรูปแบบและความสวยงามที่จะพิจารณานำวัสดุมาใช้ในด้านความสวยงามให้เหมาะสมกับภายในอาคาร

8.3 แนวทางเสนอแนะการนำวัสดุที่เหมาะสมมาใช้กับห้องต่าง ๆภายในอาคารบ้านพักอาศัย

การนำวัสดุที่ได้จากวิจัยมาประยุกต์ใช้กับในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของภายในอาคารบ้านพักอาศัย วัสดุในแต่ละชนิดเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านความสวยงามที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมจากการวิจัยครั้งนี้นอกจากที่ต้องคำนึงถึงทั้งในด้านของการรักษาอุณหภูมิตลอดจนความสวยงามของวัสดุในแต่ละชนิดนั้น ต้องคำนึงถึงความสวยงามโดยรวมของลักษณะการใช้งานของห้องต่างๆภายในบ้านพักอาศัยอีกด้วย ซึ่งในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะมีห้องตามลักษณะการใช้งานหลักๆดังนี้

- ห้องรับแขก-โถงทางเข้า
- ห้องพักผ่อน-นั่งเล่น
- ห้องรับประทานอาหาร
- ห้องนอน
- ห้องครัว
- ห้องน้ำ

นอกจากลักษณะการใช้งานของห้องตามที่ได้กล่าวมานี้ ในบ้านพักอาศัยหลังอื่นๆ ก็อาจมีห้องอื่นๆที่มีประโยชน์ใช้สอยนอกเหนือออกไป แต่ในหัวข้อนี้จะสรุปถึงลักษณะใช้งานของห้องตามที่ได้กล่าวมาเท่านั้น เพราะถือว่าเป็นห้องที่มีลักษณะการใช้งานที่สำคัญและมีในบ้านพักอาศัยทั่วไป

8.3.1 การนำวัสดุมาใช้กับห้องต่าง ๆภายในบ้านพักอาศัยให้เหมาะสมตามแนวทางการวิจัย

วัสดุที่จะมาประยุกต์ใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังก็จะมีส่วนที่จะทำให้ลักษณะความสวยงามของการใช้วัสดุในแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งในการนำเสนอวัสดุที่เหมาะสมจากผลการวิจัยนี้จะนำเสนอถึงวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในเรื่องการรักษาอุณหภูมิเพื่อทำให้สภาวะแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นการนำวัสดุมาใช้ก็จะคำนึงถึงคุณสมบัติดังที่กล่าวมาและจะนำเสนอถึงลักษณะความสวยงามเมื่อนำวัสดุชนิดนี้มาประยุกต์ใช้อีกด้วย ซึ่งวัสดุที่จะนำมาใช้กับห้องนั้นจะแบ่งตามลักษณะของห้องเมื่อห้องนั้นมีคุณลักษณะดังนี้

- มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่เน้นการใช้การใช้ระบบปรับอากาศ
- ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ
- ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก
- มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศ

8.3.2 ลักษณะการใช้งานและการใช้วัสดุปูผิวพื้นและผนังกับห้องต่าง ๆภายในอาคารบ้านพักอาศัย

8.3.2.1 ห้องรับแขก-โถงทางเข้า

ห้องรับแขกและโถงทางเข้าเปรียบเสมือนหน้าตาของเจ้าของบ้านเพื่อสำหรับต้อนรับบุคคลภายนอก และสำหรับบ้านพักอาศัยบางหลังที่มีเนื้อที่ไม่มากก็จะใช้ห้องนี้เป็นห้องนั่งเล่นอีกด้วย การใช้งานของห้องรับแขกโดยส่วนใหญ่จะงานในช่วงเวลากลางวันเป็นหลักถือเป็นส่วนพื้นที่มีการใช้งานอย่างหนัก ดังนั้นวัสดุที่ใช้ปูพื้นควรเป็นวัสดุที่ทนทานทำความสะอาดง่ายทนต่อแรงกระแทกและขีดข่วนได้ดี

ห้องรับแขกโดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ชั้นล่างของบ้านพักอาศัย ดังนั้นห้องรับแขกจึงเป็นห้องที่เหมาะสมในการออกแบบให้มีพื้นและผนังที่ผิวสัมผัสกับดินและนำความเย็นจากดินมาใช้

- มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่เน้นการใช้การใช้ระบบปรับอากาศ

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง 2ชนิดมีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

ภาพที่ 8.1 แสดงการนำกระเบื้องดินเผามาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก

จากภาพที่ 8.1 ใช้กระเบื้องดินเผาสีครีมอ่อนมาใช้ในการปูพื้น ที่ให้ความรู้สึกเรียบง่ายเป็นธรรมชาติ และจากภาพที่ 8.2 กระเบื้องดินเซรามิกที่นำมาใช้ในการปูพื้นห้องรับแขก ให้ความรู้สึกที่เรียบง่าย ซึ่งก็สามารถใช้นำกระเบื้องดินเผาหรือกระเบื้องเซรามิกสีเดียวกันมาปูในส่วนผิวผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป

ภาพที่ 8.2 แสดงการใช้กระเบื้องเซรามิกมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก

- **ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาหนาในส่วนปูพื้นอย่างเดียว และหินแกรนิตที่สามารถใช้ในส่วนของพื้นและผนังอาคาร เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิด มีการรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ซึ่งจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ

จากภาพที่ 8.3 การนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก ซึ่งหินแกรนิตจะให้ความรู้สึกที่หรูหราและแกร่งกว่าหินอ่อน ซึ่งจากรูปแบบและสีสันที่หลากหลายของหินแกรนิตเมื่อนำมาใช้ในการปูผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไปและยังได้ความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.3 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก

จากภาพที่ 8.4 การนำหินแกรนิตโทนสีเข้มมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก ซึ่งหินแกรนิตยังให้ความรู้สึกที่หรูหราสวยงามในลักษณะเคร่งขรึม ซึ่งจากรูปแบบและสีสันที่หลากหลายของหินแกรนิตเมื่อนำมาใช้ในการปูผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป และยังได้ความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ

ภาพที่ 8.4 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับแขก

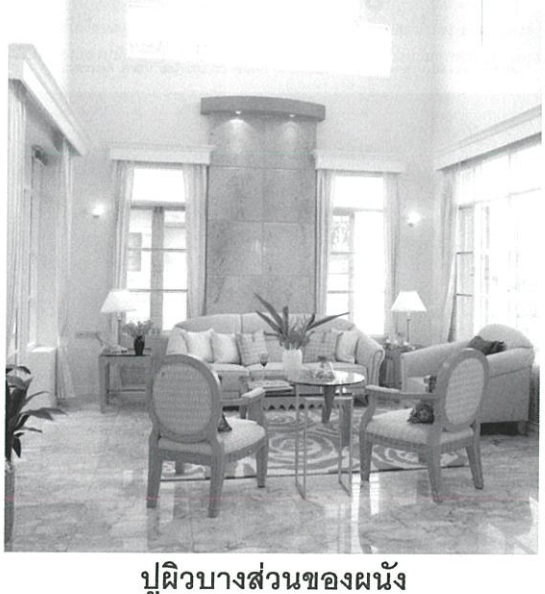
- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ หินอ่อนที่มีความสมดุลในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิ หินแกรนิตที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน ตลอดจนกระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม).ก็สามาถนำมาใช้ได้อีกด้วย

จากภาพที่ 8.5 การใช้หินอ่อนมาปูผิวพื้นห้องโถงของพระตำหนักหงส์ ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลและเย็นสบายตา ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ความรู้สึกทางด้านจิตวิทยาที่จะทำให้มีความรู้สึกว่าภายห้องโถงเย็นกว่าอุณหภูมิปกติ

จากภาพที่ 8.6 เปรียบเทียบบรรยากาศการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังบางส่วนของห้องรับแขกกับการใช้หินอ่อนปูพื้นและเต็มพื้นที่ผนังของห้องรับแขก ซึ่งไม่ทำให้บรรยากาศแตกต่างออกไป แต่ยังได้ความสวยงามจากลวดลายของวัสดุและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.5 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นของโถงทางเข้าพระตำหนักหงส์



ปูผิวบางส่วนของผนัง

ปูผิวเต็มผนัง

ภาพที่ 8.6 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังบางส่วนของห้องรับแขกกับการใช้หินอ่อนปูพื้นและเต็มพื้นที่ผนังของห้องรับแขก

8.3.2.2 **ห้องพักผ่อนหรือห้องนั่งเล่น**

ห้องพักผ่อนหรือห้องนั่งเล่น เป็นห้องที่มีลักษณะการใช้งานเพื่อการพักผ่อนและผ่อนคลายตลอดจนเป็นห้องที่ใช้ในการทำกิจกรรมร่วมกันของผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร ห้องพักผ่อนหรือห้องนั่งเล่นก็จะมีลักษณะการงานที่เป็นส่วนตัวของผู้อาศัยในอาคารมากกว่าห้องรับแขก ถ้าในวันหยุดที่ไม่การทำงานห้องพักผ่อนและนั่งเล่นก็จะมีการใช้งานของผู้อยู่อาศัยในอาคารในช่วงเวลากลางวันมากที่สุด ดังนั้นวัสดุที่ใช้ปูพื้นควรเป็นวัสดุที่ทนทานทำความสะอาดง่ายทนต่อแรงกระแทกและขีดข่วนได้ดีเช่นกัน และที่สำคัญห้องพักผ่อนและนั่งเล่นจึงเป็นห้องหนึ่งที่ต้องจัดสภาวะแวดล้อมที่ดีให้มีอุณหภูมิต่ำเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยภายในอาคารรู้สึกสบายมากในช่วงเวลาตอนกลางวันมากที่สุด

ห้องพักผ่อนหรือห้องนั่งเล่นส่วนใหญ่จะอยู่ที่ชั้นล่างของบ้านพักอาศัยหรืออาจมีบางส่วนที่อยู่ชั้นบนอาคารบ้างแต่ก็ไม่มาก ดังนั้นห้องพักผ่อนหรือห้องนั่งเล่นจึงอีกเป็นห้องที่เหมาะสมในการออกแบบให้มีพื้นและผนังที่ผิวสัมผัสกับดินและนำความเย็นจากดินมาใช้เช่นกัน

- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่เน้นการใช้การใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง 2ชนิดมีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

จากภาพที่ 8.7 แสดงการใช้กระเบื้องเซรามิกในการปูผิวพื้นของห้องพักผ่อนและนั่งเล่น ให้ความรู้สึกดูเรียบง่ายทันสมัย ซึ่งก็สามารถใช้นำกระเบื้องเซรามิกสีเดียวกันหรือสีอื่นมาปูผิวในส่วนผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป

ภาพที่ 8.7 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน – นั่งเล่น

ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาหนาในส่วนปูพื้นอย่างเดียว และหินแกรนิตที่สามารถใช้ในส่วนของพื้นและผนังอาคาร เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิด มีการรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ซึ่งจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ

จากภาพที่ 8.8 แสดงการใช้หินแกรนิตโทนสีดำในการปูผิวพื้นของห้องพักผ่อนและนั่งเล่น ให้ความรู้สึกหรูหราและทันสมัย ส่วนในด้านผิวผนังก็สามารถนำหินแกรนิตโทนสีที่ใกล้เคียงกับสีผนังที่ต้องการ มาใช้ในการปูผิวผนังได้เพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.8 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน – นั่งเล่น

- มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศ

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ หินอ่อนที่มีความสมดุลในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิที่ดีที่สุด หินแกรนิตที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน ตลอดจนกระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม).ก็สามารถนำมาใช้ได้ด้วย

จากภาพที่ 8.9 แสดงการใช้หินอ่อนสีโทนออกนุ่มนวลมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องพักผ่อนและนั่งเล่น ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลเย็นสบาย ส่วนในด้านผิวผนังก็สามารถนำหินอ่อนโทนสีที่ใกล้เคียงกับสีผนังที่ต้องการมาใช้ในการปูผิวผนังได้เพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ

ภาพที่ 8.9 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นของพักผ่อน - นั่งเล่น

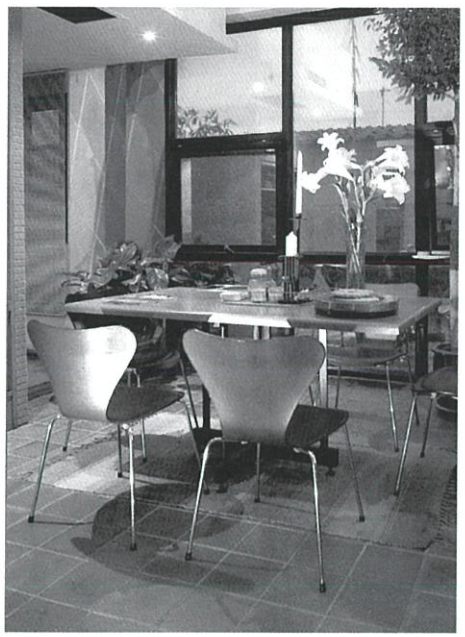
8.3.2.3 **ห้องรับประทานอาหาร**

ห้องรับประทานอาหาร เป็นห้องที่ใช้ในการรับประทานอาหารร่วมกันของครอบครัวและอาจมีแขกที่มาเยี่ยมเยียนใช้งานร่วมด้วย ห้องนี้ไม่ค่อยได้ใช้งานเท่าใดนักจะใช้งานในช่วงเวลาเฉพาะตอนรับประทานอาหารเท่านั้น ในบ้านพักอาศัยในส่วนห้องรับประทานอาหารอาจอยู่ต่อเนื่องกับการใช้งานของห้องอื่นๆเช่นห้องครัว ห้องรับแขกเป็นต้น

- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่เน้นการใช้การใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง 2ชนิดมีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

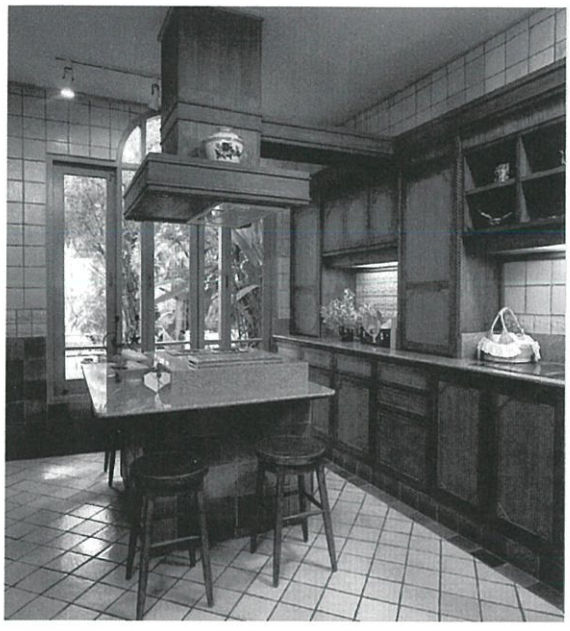
ผนังปกติ



นำกระเบื้องดินเผามาปูผิวผนัง

ภาพที่ 8.10 แสดงการเปรียบเทียบบรรยากาศการนำกระเบื้องดินเผามาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับประทานอาหารกับการใช้กระเบื้องดินเผามาปูพื้นและผนังของห้องรับประทานอาหาร

จากภาพที่ 8.10 เปรียบเทียบการใช้กระเบื้องดินเผามาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องรับประทานอาหารกับการใช้กระเบื้องดินเผามาปูพื้นและผนังของห้องรับประทานอาหาร ซึ่งกระเบื้องดินเผาจะให้ความรู้สึกที่ดูเป็นธรรมชาติและเข้ากับต้นไม้ที่ให้บรรยากาศที่ร่มรื่น ซึ่งในการนำมาปูผิวผนังก็สามารถใช้กระเบื้องดินเผาสีอื่นเพื่อให้ได้โทนสีของผนังให้มีบรรยากาศตามที่ต้องการ



จากภาพที่ 8.11 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาสีอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องเตรียมอาหาร ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลดูเป็นธรรมชาติ จากภาพส่วนในผิวผนังด้านล่างใช้กระเบื้องดินเผาสีโทนเข้มมาตัดกับกระเบื้องดินเผาสีโทนอ่อนที่ผนังด้านบน ซึ่งสามารถใช้กระเบื้องดินเผาตามโทนสีของผนังตามความต้องการเพื่อมาใช้ในการปูผิวผนังได้เพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8 .11 แสดงการใช้กระเบื้องดินเผาสีอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องเตรียมอาหาร

- **ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาหนาเฉพาะในส่วนปูพื้นอย่างเดียวและหินแกรนิตที่สามารถใช้ในส่วนของพื้นและผนังอาคาร เพราะวัสดุทั้ง 2 ชนิดมีการรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ซึ่งจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ

จากภาพที่ 8.12 แสดงการใช้หินแกรนิตโทนสีอ่อนในการปูผิวพื้นของห้องรับประทานอาหาร ให้ความรู้สึกหรูหราและทันสมัยซึ่งต้องมีความต่อเนื่องจากห้องอื่นๆด้วย ส่วนในด้านผิวผนังก็สามารถนำหินแกรนิตโทนสีที่ใกล้เคียงกับสีผนังที่ต้องการ มาใช้ในการปูผิวผนังได้เพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8 .12 แสดงการนำหินแกรนิตมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องประทานอาหาร

- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ หินอ่อนที่มีความสมดุลในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิที่ดีที่สุด หินแกรนิตที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน ตลอดจนกระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม).ก็สามารถนำมาใช้ได้ด้วย

จากภาพที่ 8.13 แสดงการใช้หินอ่อนในการปูผิวพื้นของห้องรับประทานอาหาร ให้ความรู้สึกดูอ่อนโยนและเย็นสบายตา ซึ่งต้องมีความต่อเนื่องจากห้องอื่นๆด้วย ส่วนในด้านผิวผนังก็สามารถนำหินอ่อนโทนสีที่ใกล้เคียงกับสีผนังที่ต้องการ มาใช้ในการปูผิวผนังได้เพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ

ภาพที่ 8.13 แสดงการนำอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องประทานอาหาร

8.3.2.4 **ห้องนอน**

ห้องนอนเป็นห้องที่มีความเป็นส่วนตัวและมีการใช้งานมากที่สุดของผู้อยู่อาศัยในอาคารบ้านพักอาศัย ช่วงเวลาการใช้งานห้องนอนจะใช้งานในช่วงเวลากลางคืนเพื่อการพักผ่อนทุกวัน ดังนั้นห้องนอนจึงเป็นห้องหนึ่งที่ต้องจัดสภาวะแวดล้อมให้มีอุณหภูมิต่ำเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยภายในอาคารรู้สึกสบายเมื่อพักผ่อนในช่วงเวลากลางคืนมากที่สุด

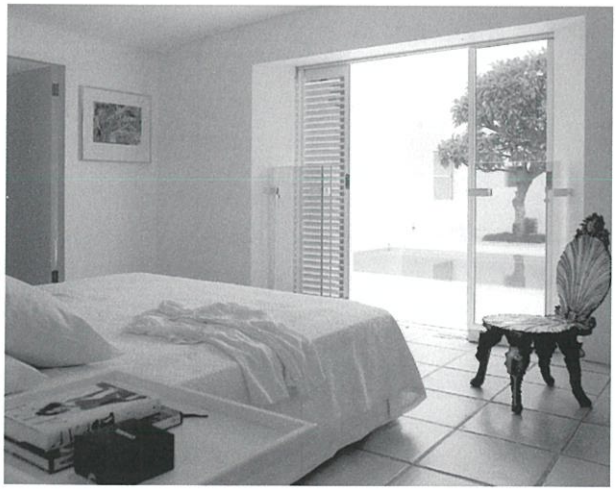
โดยปกติห้องนอนจะอยู่ที่ชั้น2ของอาคารบ้านพักอาศัย ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการใช้ระบบปรับอากาศแล้วใช้วัสดุที่เหมาะสมในการรักษาอุณหภูมิมาใช้เพื่อปรับสภาวะแวดล้อมภายในห้องโดยสามารถลดเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศคือถ้าตื่นนอนเวลา 6:00 น. ก็ตั้งเวลาปิดระบบปรับอากาศที่เวลา4:00 น.หรือมากกว่านั้น เพราะจากผลการวิจัยหินแกรนิต จะสามารถรักษาอุณหภูมิความเย็น โดยเย็นกว่าอากาศ 1-2 ^{o}C หลังจากปิดระบบทำความเย็นเป็นระยะเวลา2ช.ม. แต่ถ้าเป็นห้องนอนในบ้านพักอาศัยชั้นเดียวก็จะสามารถนำความเย็นจากดินมาใช้ได้

- มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่เน้นการใช้การใช้ระบบปรับอากาศ

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง 2ชนิดมีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

จากภาพที่ 8.14 แสดงการใช้กระเบื้องเซรามิกในการปูผิวพื้นของห้องนอน ให้ความรู้สึกดูเรียบง่ายทันสมัย ซึ่งก็สามารถใช้นำกระเบื้องเซรามิกสีเดียวกันหรือสีอื่นมาปูผิวในส่วนผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป ทั้งยังสามารถรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.14 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน

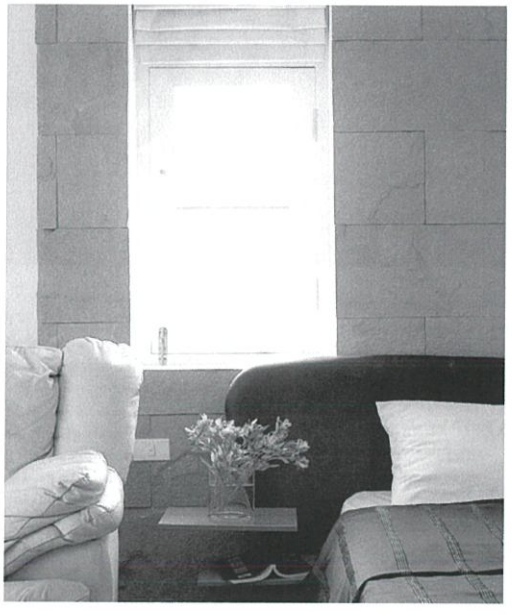


จากภาพที่ 8.15 แสดงการใช้กระเบื้องเซรามิกผิวด้านในการปูผิวพื้นของห้องนอน ให้ความรู้สึกดูเรียบง่ายแตกต่างไปจากกระเบื้องเซรามิกผิวมัน ซึ่งก็สามารถใช้นำกระเบื้องเซรามิกสีเดียวกันหรือสีอื่นมาปูผิวในส่วนผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป ทั้งยังสามารถรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.15 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน

- **ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศเป็นหลัก**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาหนาในส่วนปูพื้นอย่างเดียว หรือหินแกรนิตที่สามารถใช้ในส่วนของพื้นและผนังอาคาร และแม้กระทั้งหินทราย เพราะวัสดุทั้ง 3 ชนิด มีการรักษาอุณหภูมิความเย็นได้ดีภายหลังจากปิดระบบทำความเย็น ซึ่งจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำ



จากภาพที่ 8.16 แสดงการนำหินทรายมาใช้ในการปูผิวผนังของห้องนอน แต่การนำหินทรายมาใช้จะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากเพราะหินทรายมีน้ำหนักมากและมีขนาดความหนาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่จะเลือกนำหินทรายมาใช้ แต่ในด้านการรักษาอุณหภูมิหินทรายมีการรักษาอุณหภูมิความเย็นที่ตัววัสดุได้ดีไม่แตกต่างกับหินแกรนิต ในการใช้งานสามารถนำหินทรายหรือหินแกรนิตที่มีโทนสีตามความต้องการมาปูผิวในส่วนพื้นและผนังเพื่อความสวยงามและรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.16 แสดงการนำหินทรายมาใช้ในส่วนการปูผิวผนังของห้องนอน

- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดินและใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ หินอ่อนที่มีความสมดุลในด้านการลดและรักษาอุณหภูมิ หินแกรนิตที่มีการรักษาอุณหภูมิได้เป็นระยะเวลานาน ตลอดจนกระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8ซ.ม)ก็สามารถนำมาใช้ได้

จากภาพที่ 8.17 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นของห้องนอน ให้ความรู้สึกนิ่มนวลและเย็นสบายตา ซึ่งก็สามารถใช้หินอ่อนสีเดียวกันหรือสีอื่นมาปูผิวในส่วนผนังก็จะไม่ทำให้บรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องแตกต่างออกไป ทั้งยังสามารถรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำ

ภาพที่ 8.17 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นของห้องนอน

8.3.2.5 **ห้องครัว**

ห้องครัวเป็นห้องที่ใช้สำหรับประกอบอาหารของผู้อยู่อาศัยในอาคารและใช้เฉพาะในช่วงเวลาทำอาหารเท่านั้น ห้องนี้ถือว่าเป็นห้องที่ทำงานหนักเพราะต้องรับกับรอยเปรอะเปื้อนจากรอยน้ำมันในการทำอาหาร ดังนั้นพื้นและผนังที่ใช้ภายในห้องนี้ควรจะแข็งแรงและทนทานที่สำคัญต้องทำความสะอาดง่าย พื้นและผนังภายในห้องนี้ไม่ควรใช้กระเบื้องดินเผา เพราะกระเบื้องดินเผาค่อนข้างจะอมน้ำมันและความสกปรก วัสดุที่ควรใช้ในการปูพื้นและผนังคือกระเบื้องเซรามิกหรือเพื่อความสวยงามหินอ่อนและหินแกรนิตก็สามารถนำมาใช้ได้ ดังนั้นห้องครัวจึงจำเป็นที่ต้องมีการระบายอากาศที่ดี และห้องครัวเกือบทั้งหมดในอาคารบ้านพักอาศัยไม่มีความจำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศ

- **มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่ใช้ระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องเซรามิก วัสดุชนิดนี้มีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

จากภาพที่ 8.18 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ปูผิวพื้นและผนังห้องครัว ให้ความรู้สึกที่เรียบง่ายดูทันสมัย ตลอดจนกระเบื้องเซรามิกสามารถทำความสะอาดจากคราบน้ำมันและเขม่าไฟได้ง่าย ซึ่งก็สามารถใช้กระเบื้องเซรามิกสีหรือรูปแบบอื่นมาใช้ปูผิวพื้นและผนังของห้องครัวเพื่อสร้างบรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องให้แตกต่างออกไป ทั้งยังสามารถรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้มีอุณหภูมิต่ำอีกด้วย

ภาพที่ 8.18 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องครัว

- **ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ**

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ วัสดุปูพื้นทั่วไปที่ขึ้นกับตามความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร เช่น กระเบื้องเซรามิก หินอ่อนและหินแกรนิต ตลอดจนไม้เพื่อใช้ปูผิวพื้นและผนัง เนื่องจากไม่มีแหล่งความเย็น ดังนั้นการจัดสภาวะภายในห้องเพื่อให้อยู่ในภาวะความสบายต้องขึ้นอยู่กับการระบายอากาศเท่านั้น ห้องที่จะไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศเลยคือ ห้องครัวและห้องน้ำ

จากภาพที่ 8.19 การนำหินอ่อนมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังของห้องครัว ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลเย็นสบายตา ซึ่งขึ้นกับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเพื่อให้มีวัสดุปูพื้นและผนังสวยตามความต้องการ

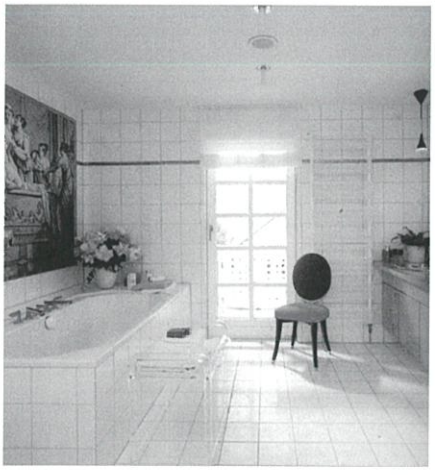
ภาพที่ 8.19 แสดงการนำหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องครัว

8.3.2.6 **ห้องน้ำ**

ห้องน้ำ เป็นห้องที่ใช้งานเมื่อผู้อยู่อาศัยภายในอาคารใช้อาบน้ำชำระสิ่งสกปรกของร่างกายและมีการขับถ่ายของเสียของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารเท่านั้น ดังนั้นห้องน้ำจึงเป็นห้องที่พบกับความเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา มีความชื้นสูงและต้องการระบายอากาศที่ดี ห้องน้ำเกือบทั้งหมดในอาคารบ้านพักอาศัยจึงไม่มีความจำเป็นต้องติดตั้งระบบปรับอากาศ และในการเลือกวัสดุมาใช้ต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยและทำความสะอาดได้ง่ายด้วย ดังนั้นวัสดุปูพื้นควรเลือกวัสดุที่มีความฝืด คือ กระเบื้องเซรามิก หรือเพื่อเน้นความสวยงามสามารถใช้กระเบื้องดินเผา หรือแม้กระทั่งหินอ่อนและหินแกรนิตก็สามารถนำมาใช้ได้ แต่ควรใช้เทคนิคพิเศษที่ทำให้มีความฝืดด้วยเช่น การพ่นไฟเพื่อให้เกิดลวดลายและผิวบางส่วนให้มีผิวที่ขรุขระเป็นต้น

มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่ใช้ระบบปรับอากาศ

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ กระเบื้องดินเผาบาง(หนา1.8 ซ.ม.) กระเบื้องเซรามิก วัสดุทั้ง 2 ชนิดมีการลดอุณหภูมิรวดเร็ว จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในส่วนประกอบของการปูผิวพื้นและผนังอาคารที่มีผิวสัมผัสกับดิน

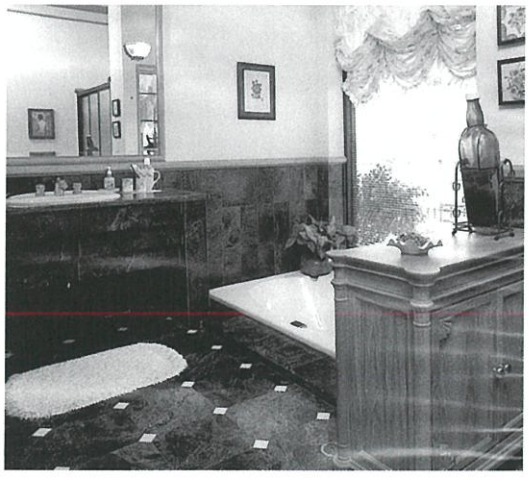


จากภาพที่ 8.20 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ ให้ความรู้สึกที่เรียบง่ายดูทันสมัย และกระเบื้องโมกที่นำความใช้ควรต้องมีความฝืดและยังต้องสามารถดูและรักษาและทำความสะอาดได้ดีอีกด้วย

ภาพที่ 8.20 แสดงการนำกระเบื้องเซรามิกมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ

- ไม่มีผิวสัมผัสกับพื้นดิน และไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ

วัสดุที่ควรนำมาใช้คือ วัสดุปูพื้นทั่วไปที่ขึ้นกับตามความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร เช่น กระเบื้องดินเผา กระเบื้องเซรามิก หินอ่อนและหินแกรนิต เพื่อใช้ปูผิวพื้นและผนัง เนื่องจากไม่มีแหล่งความเย็น ดังนั้นการจัดสภาวะภายในห้องเพื่อให้อยู่ในภาวะความสบายต้องมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อลดความชื้น ห้องน้ำเป็นห้องที่ไม่จำเป็นที่ต้องมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และใช้เฉพาะในช่วงเวลาที่ไม่นานซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจส่วนบุคคล ในการเลือกวัสดุมาใช้เพื่อความสวยงาม

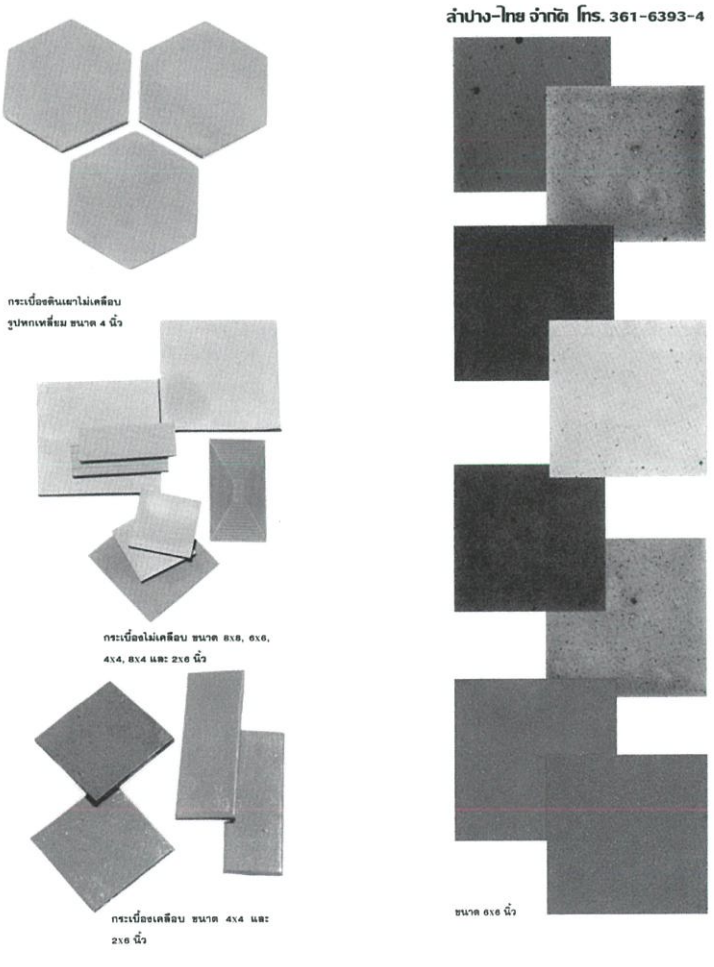


ภาพที่ 8.21 แสดงการนำหินแกรนิตและหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ

จากภาพที่ 8.21 แสดงการนำหินแกรนิตและหินอ่อนมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังของห้องน้ำ ให้ความรู้สึกที่สวยงามและดูหรูหรา ซึ่งก็สามารถใช้หินแกรนิตและหินอ่อนที่มีสีหรือรูปแบบอื่นมาใช้ปูผิวพื้นและผนังของน้ำเพื่อสร้างบรรยากาศและความรู้สึกของโทนสีภายในห้องให้แตกต่างออกไปตามความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร แต่ทั้งนี้ควรทำผิวพื้นของวัสดุให้มีความฝืดและต้องระวังในด้านการรักษาความสะอาดอีกด้วย

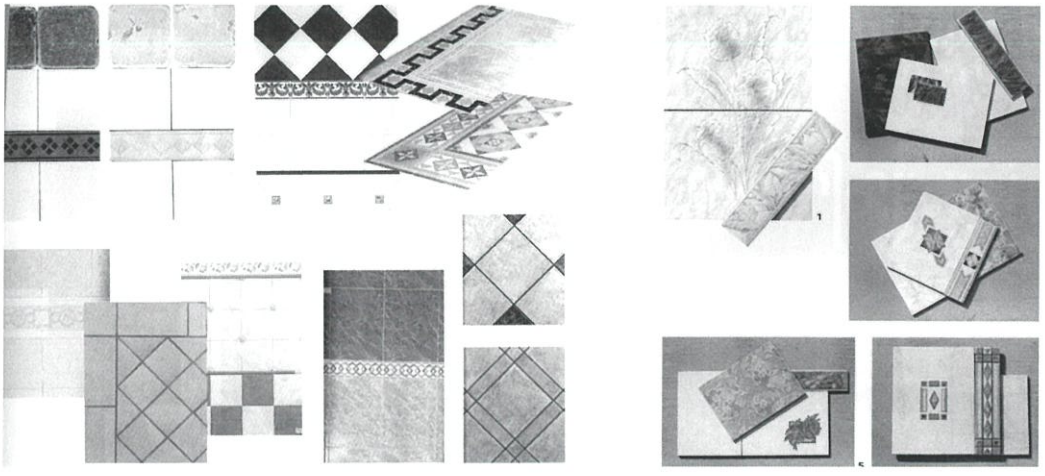
8.3.3 ลักษณะด้านความสวยงามของวัสดุชนิดต่างๆ

- **กระเบื้องดินเผา(ทั้ง 2ชนิด)** ให้ความรู้สึกที่ดูเป็นธรรมชาติเข้ากับห้องที่มีการจัดวางต้นไม้ได้เป็นอย่างดีมีสีสันให้เลือกพอควรแต่รูปแบบไม่มากนัก เมื่อนำมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคาร ซึ่งเหมาะกับรูปแบบอาคารที่มีความร่มรื่นเน้นความเป็นธรรมชาติ



ภาพที่ 8.22 แสดงลักษณะของกระเบื้องดินเผารูปแบบต่างๆ

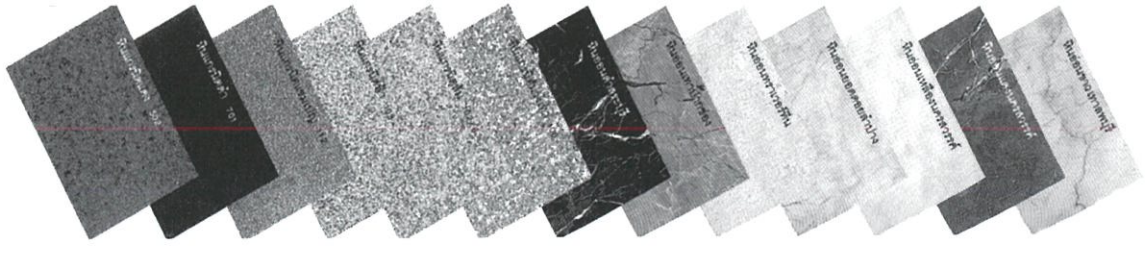
- **กระเบื้องเซรามิก** ให้ความรู้สึกที่ดูเรียบง่ายทันสมัยเหมาะกับรูปแบบภายในอาคารของบ้านพักอาศัยที่ดูสมัยใหม่ ตลอดจนขนาดรูปแบบและลวดลายที่มีหลากหลายซึ่งสามารถสร้างความแตกต่างของรูปแบบความสวยงามได้มากมาย



ภาพที่ 8.23 แสดงลักษณะของกระเบื้องเซรามิกรูปแบบต่างๆ

- **หินอ่อน** ให้ความรู้สึกที่ดูนุ่มนวลอ่อนโยนและเย็นสบายตา หินอ่อนเหมาะสมกับรูปแบบของภายในอาคารที่ต้องการให้ดูเรียบง่ายแต่มีคุณค่า เมื่อนำมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคารจะสร้างความรู้สึกอ่อนโยนและเย็น ตลอดจนรูปแบบลวดลายและระดับราคาที่มีให้เลือกหลากหลายในท้องตลาดทั่วไป

- **หินแกรนิต** ให้ความรู้สึกที่ดูหรูหราและมีผิวที่แกร่งกว่าหินอ่อนแต่ยังให้ความรู้สึกที่เย็นสบายตา หินแกรนิตเหมาะสมกับรูปแบบภายในอาคารที่ต้องการให้มีความหรูหรา เมื่อนำมาใช้ในส่วนการปูผิวพื้นและผนังอาคารจะสร้างความรู้สึกหรูหราและสง่างาม ตลอดจนรูปแบบลวดลายและระดับราคาที่มีให้เลือกหลากหลายในท้องตลาดทั่วไป



ภาพที่ 8.24 แสดงลักษณะของหินแกรนิตและหินอ่อนรูปแบบต่างๆ

การนำวัสดุชนิดต่างมาใช้งานในการปูผิวพื้นและผนัง เมื่อนำวัสดุแต่ละชนิดมาใช้งานจะให้ความรู้สึกตามลักษณะความสวยงามของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันตามที่ได้กล่าวไว้ในขั้นต้น แต่การนำวัสดุมาใช้งานในด้านความสวยงามนั้น ผู้ทำการวิจัยไม่สามารถระบุชี้ชัดลงไปแต่สามารถเสนอแนะความลักษณะและรูปแบบสวยงามของการวัสดุชนิดนั้นๆเมื่อนำไปใช้จะให้ความรู้สึกแก่ห้องภายในอาคารในลักษณะใด ทั้งนี้เพราะต้องขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ออกแบบและใช้อาคารทางด้านความสวยงามของวัสดุในการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้ให้มีความสวยงามภายในอาคารตามที่ต้องการอีกด้วย

ทั้งนี้ผลสรุปทั้งหมดในการนำวัสดุมาประยุกต์ใช้กับอาคารจากงานวิจัยครั้งนี้นั้น เป็นแนวทางความคิดและการนำเสนอของผู้วิจัยจากข้อมูลของการวิจัยและผลการทดลองที่ได้ทดลองจากวัสดุหลาย ๆชนิดและนำมาเป็นแนวทางเพื่อจะนำวัสดุที่เหมาะสมมาใช้กับภายอาคารบ้านพักอาศัยเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

บรรณานุกรม

1. วิเชษฎ ธวัชนันทชัย. 2544. **แนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศสำหรับอาคารพักอาศัยประเภท** Double Loaded Corridor **เพื่อการประหยัดพลังงาน**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. นิสรา อารุณี. 2537. **การศึกษาอุณหภูมิที่ผิววัสดุปูพื้นภายนอกอาคารในเชิงความสัมพันธ์กับมวลสาร สี และพื้นผิววัสดุ**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. วันเอก กิจสมใจ. 2531. **ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของอาคาร**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล. 2536. **ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. **การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
6. ไพศาล จันแตยูร. 2531. **Climate Design in Tropical Housing& Building.** เชียงใหม่.: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
7. สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9. **" ข้อมูลภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา**
10. Rattanachai Ratsamewesarat. 1998. A STUDY ON RADIANT COOLING AND THERMAL COMFORT IN A TROPICAL CLMATE. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for degree of Master of Engineering, Asian Institute of Technology
11. Baruch Givoni. 1994. **PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING OF BUILDING.** USA. : Ven Nostrend Reinhold.
12. J. W. Weller abd A. Youle. 1981.**Thermal Energy Conservation Building and Services Design.** Great Britain : Galliard (Printers) Ltd.

13. Thai Gypsum Products Public Company Limited. 1995. **Energy Efficient Design of Building in Thailand**

14. Vaughn Bradshaw. 1993. **BULDING CONTROL SYSTEMS**. USA : John Wiley & Sons.

ประวัติผู้เขียน

นายเอกลักษณ์ วงศ์พานิช เกิดเมื่อวันที่วันที่ 14 เดือน กันยายน พ.ศ. 2517 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

2523-2528 ระดับประถมที่โรงเรียนมณีวิทยา

2529-2531 ระดับมัธยมต้นที่โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

2532-2534 ระดับมัธยมปลายที่โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

2535-2539 ระดับปริญญาตรีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต (สถ.บ.)

2541–2545 ระดับปริญญาโทสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

ประวัติการทำงาน

2538 ฝึกงาน บริษัท โปรเซต อาคิเทค จำกัด

2544 ทำงาน ออกแบบบ้านพักอาศัยทั่วๆไป

2545 ทำงาน ออกแบบอาคาร ศูนย์ตั้งศูนย์ถ่วงล้อ และจัดจำหน่ายยาง ของ คุณประเสริฐ เทียนประเสริฐกิจ

2545 ทำงาน ออกแบบและจัดภูมิสถาปัตย์ บริษัท เทเลคอมเอเชีย คอปเปอร์เรชั่น จำกัด (มหาชน)

2545 ทำงาน ออกแบบและจัดภูมิสถาปัตย์ บ้านพักอาศัยทั่วๆไป

2546 ปัจจุบันรับออกแบบงานทางด้านสถาปัตยกรรม และทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม