วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร

THERMAL INSULATION MATERIALS FOR BUILDINGS

วิเชียร สุวรรณรัตน์

WICHIAN SUWANARAT

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

CHAOKUN-TAHARN LADKRABANG CAMPUS

b10107204

i1013335 5

RCH

TH

1715

2562 ก.1

เลขหมู่ 006238 ก.1

เลขทะเบียน 6239 ข.2

วัน, เดือน, ปี -6 มิ.ย. 2528

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุน ด้วยเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปี 2525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำขอบคุณ

รายงานการวิจัยเรื่อง วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคาร ที่ประสบความสำเร็จนี้ ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจากบุคคลหลายวงการ อาทิเช่น คุณประดิษฐ์ ธรรมารักษ์ แห่งบริษัทวีระกิจก่อสร้างจำกัด ได้อำนวยความสะดวกให้เข้าไปเก็บข้อมูลในการวัดอุณหภูมิจากฝ้าเพดานของอาคารประเภทต่างๆ ในที่ก่อสร้าง และให้ข้อมูลราคาวัสดุก่อสร้าง ค่าแรงงานก่อสร้าง เป็นต้น คุณประมวล ศรประทุม แห่งบริษัทจตุนิกจำกัด ได้ให้ยืมวัสดุแผ่นที่ใช้ทำฝ้าเพดาน และผนังอาคารบางประเภท เพื่อนำมาใช้ทดลองหาผลการต้านทานความร้อน รองศาสตราจารย์ทวี เวชพฤติ แห่งภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้คำแนะนำในการทดลองและการวัดอุณหภูมิ ผู้วิจัยได้รับความสนับสนุนและความร่วมมือจากอาจารย์และข้าราชการในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมลักษณ์ อัศวเหม คณบดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประลอง พีรานนท์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ หัวหน้าภาควิชาสถาปัตยกรรม เลขานุการคณะ หัวหน้าแผนกเอกสารการพิมพ์ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่แผนกเอกสารการพิมพ์ คนงานในโรงปฏิบัติงานของภาควิชาสถาปัตยกรรมที่ช่วยติดตั้งวัสดุต่างๆเพื่อทำการทดลอง จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

วิเชียร สุวรรณรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

วัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้ก่อสร้างอาคาร ในปัจจุบันมีหลายชนิด บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้น้อย

การวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งทดลองในเชิงเปรียบเทียบคุณลักษณะของวัสดุชนิดแผ่น (SHEET BOARD MATERIALS) ที่มีคุณสมบัติช่วยลดอุณหภูมิเมื่ออาคารได้รับความร้อนจากแสงแดด รวมทั้งเปรียบเทียบในเรื่องของราคาของวัสดุ และค่าแรงงานในการติดตั้ง เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้นำวัสดุเหล่านี้ไปใช้ในการก่อสร้างอาคาร เช่น ทำผนังด้านนอก และฝ้าเพดาน

ข้อมูลต่างๆเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่อำนวยประโยชน์แก่ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้าง และบุคคลทั่วไป เพื่อเลือกใช้วัสดุมาเป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารได้ถูกต้อง ประหยัดราคาค่าก่อสร้าง และเป็นการประหยัดพลังงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The present days numerous types of building materials are introduced for the purpose of applicability in construction. Some types are more suitable properties of thermal insulation materials for buildings but some others are less.

The research is meant to give experimental aims in comparative study on properties of sheet board materials which possess insulative properties on reducing heat from the direct sun light to the buildings. The compartive studies on material cost and labor and material payment bond are also included. These specific materials will be benificially guided in use for its purpose of construction as external wall panel and ceilling.

Datas, facts and informations can be used by laymen, architects, engineers and contractors. They can select these proper materials in order to suit requirement of low heat conductivity. The whole performance of construction will be rinimized to a low cost with saving time and energy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	หน้า 1
บทที่ 2	การนำเข้าสู่การวิเคราะห์	หน้า 5
บทที่ 3	การวิเคราะห์	หน้า 10
บทที่ 4	การสรุปผลงานวิจัย	หน้า 22
	เอกสารอ้างอิง	หน้า 27
ภาคผนวก		
	ตารางสถิติ	หน้า 28
	ภาพถ่าย	หน้า 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

งานก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน ได้นำวิธีการก่อสร้างแผนใหม่และเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ในงานก่อสร้าง อีกทั้งได้นำวัสดุก่อสร้างที่เป็นผลผลิตของระบบอุตสาหกรรมชนิดต่างๆมาเป็นวัสดุก่อสร้างอาคารด้วย วัสดุที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือวัสดุชนิดแผ่น (SHEET BOARD MATERIALS) เพราะเป็นวัสดุที่ใช้ได้สะดวก ติดตั้งง่าย ทำการก่อสร้างได้รวดเร็ว วัสดุดังกล่าวมีลวดลายและสีสันสวยงาม จูงใจให้ผู้ใช้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แม้แต่ในชนบทวัสดุเหล่านี้ก็เข้าไปแทนที่วัสดุของท้องถิ่น เช่น ไม้ ซึ่งนับวันจะหมดลงไปอย่างรวดเร็ว

การใช้วัสดุชนิดแผ่นในงานก่อสร้างอาคาร หรือวัสดุก่อสร้างอาคารชนิดอื่นใดก็ตาม ผู้ใช้วัสดุจำนวนมากยังมิได้คำนึงถึงคุณประโยชน์ของวัสดุที่จะให้ช่วยลดความร้อน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากยังไม่มีผู้แนะนำในเรื่องนี้ หรือยังไม่มีตัวเลขที่บอกได้อย่างชัดเจนว่าวัสดุชนิดใดบ้างที่สามารถลดความร้อนได้ การใช้วัสดุจึงมองประโยชน์แต่เพียงด้านเดียว เป็นเพียงวัสดุปิดกั้นให้มิดชิดและเกิดความสวยงาม ผ้าเพดานใช้เพียงเพื่อปิดไม่ให้มองเห็นโครงหลังคา แต่ถ้าพิจารณาให้ถ่องแท้แล้ว เราควรเลือกวัสดุชนิดแผ่นให้เกิดประโยชน์ในการลดอุณหภูมิของความร้อนจากแสงแดดได้ด้วย เนื่องจากการจำหน่ายวัสดุก่อสร้างในท้องตลาด ได้มีการกล่าวอ้างถึงคุณสมบัติในการลดความร้อนได้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ควรมีการวิจัยหาแนวทางในการเลือกใช้วัสดุกันความร้อนสำหรับอาคารที่มีคุณสมบัติดี เหมาะสมกับอาคารแต่ละประเภท มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบราคาของวัสดุ ค่าแรงติดตั้ง เวลาในการก่อสร้าง ซึ่งการวิจัยนี้ยึดหลักวิชาการและการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสรุปผล

ในต่างประเทศได้มีการค้นคว้า รวบรวมถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุก่อสร้างชนิดแผ่นที่สามารถต้านความร้อน ลดอุณหภูมิจากแสงแดดไว้แล้ว แต่ผู้วิจัยเห็นว่าวัสดุที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย แตกต่างไปจากวัสดุของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างประเทศ ลักษณะอาคาร สภาพความเป็นอยู่ของผู้ใช้สอยอาคาร วิธีการก่อสร้างและราคาวัสดุก่อสร้าง ค่าแรงงานแตกต่างกัน จึงควรจะค้นคว้าวิจัยเรื่องนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบสำหรับงานก่อสร้างในประเทศเราต่อไป

1.2 ขอบเขตในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าหาแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรม เพื่อให้อาคารได้รับความร้อนจากแสงแดดน้อย และได้รับลมจากธรรมชาติ รวมทั้งการระบายอากาศที่ดีแล้ว จะต้องพิจารณาถึงการวางตัวอาคารลงในที่ก่อสร้างให้ถูกต้องตามทิศทางของแสงแดดและทิศทางของกระแสลม (ORIENTATION) รวมทั้งคำนึงถึงการออกแบบรูปทรงของอาคาร การเจาะช่องประตู หน้าต่าง ช่องระบายอากาศ และการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสม เพราะวัสดุก่อสร้างจะมีผลต่อภาวะอุณหภูมิภายในอาคาร วัสดุก่อสร้างที่นำมาใช้เป็นผนัง ฝ้า เพดาน หรือส่วนอื่นๆ มีผลต่อการลดอุณหภูมิ ตัดความร้อน สะท้อนความร้อนและแสงแดด หรือมิให้สูญเสียความเย็นภายในอาคาร ในกรณีที่อาคารนั้นใช้เครื่องปรับอากาศ ฉะนั้นหากเลือกใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่ถูกต้อง เหมาะสมแล้ว จะช่วยประหยัดพลังงาน และทำให้เกิด " ภาวะที่น่าสบาย " (COMFORT ZONE) อีกด้วย

จากการสำรวจผู้คนที่อาศัยอยู่ในอาคารบริเวณเขตเส้นศูนย์สูตรเช่นในประเทศไทย อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารที่มี " ภาวะที่น่าสบาย " อยู่ในระหว่างอุณหภูมิ 22.5° ซ - 25° ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบอกอุณหภูมิที่อยู่ในภาวะที่น่าสบาย ของคนในประเทศต่างๆ (1)

(COMFORT ZONE EFFECTIVE TEMPERATURE)

ประเทศ	อุณหภูมิที่น่าสบาย		หมายเหตุ
	°C	°F	
มาเลเซีย	23-25	74-79	
อิรัค	22-24	73-77	
อินเดีย	20-24	68-77	
ออสเตรเลีย	22-24	72-76	
อเมริกา	19-24	66-75	ฤดูร้อน
	17-21	63-71	ฤดูหนาว
เยอรมัน	18-23	65-73	ฤดูร้อน
	16-20	62-69	ฤดูหนาว
อังกฤษ	18-21	65-71	ฤดูร้อน
	13-20	57-68	ฤดูหนาว

(1) CHALKLEY & CATER, THERMAL ENVIRONMENT FOR THE STUDENT OF ARCHITECTURE, LONDON: THE ARCHITECTURAL PRESS. P.108.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของการศึกษาวิจัยวัสดุก่อสร้างอาคาร เพื่อเลือกใช้วัสดุที่มีค่าหน่วงความร้อนและสัมประสิทธิของการถ่ายเทความร้อนของวัสดุที่ทำหลังคา ฝ้าเพดาน และผนังอาคาร โดยพิจารณาจากหลัก 3 ประการ คือ

1.2.1 เพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติในการช่วยลดอุณหภูมิและมีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ มีความหนาแน่นน้อย ทำหน้าที่เป็นฉนวนและเป็นตัวดักความร้อนก่อนที่จะแผ่เข้าไปยังตัวอาคาร เพราะความร้อนจะผ่านโดยการนำได้ช้าลง

1.2.2 วัสดุที่มีความสวยงามเหมาะสมเป็นวัสดุก่อสร้างสำหรับอาคาร มีสภาพคงทนต่อดินฟ้าอากาศ ทนต่อการผุกร่อน ความชื้น

1.2.3 เป็นวัสดุที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง ติดตั้งสะดวก ราคาค่าติดตั้งถูก สามารถใช้ได้กับอาคารราคาถูก (LOW COST BUILDINGS) หรือเจ้าของอาคารสามารถซื้อไปติดตั้งเองได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การนำเข้าสู่การวิเคราะห์

2.1 ความร้อนจากแสงแดดกับอาคาร

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน (TROPICAL ZONE) ลักษณะอากาศโดยทั่วไปร้อนอบอ้าว และเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในระหว่างเส้นละติจูดที่ 5 องศาเหนือถึงเส้นละติจูดที่ 21 องศาเหนือ จึงมีแสงแดดแรงกล้าเกือบตลอดปี ก่อให้เกิดปัญหาเกิดปัญหาเกี่ยวกับแสงแดดต่ออาคารเป็นอย่างมาก สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบอาคารคือหาวิธีลดอุณหภูมิจากวิธีถ่ายเทความร้อน (MODE OF HEAT TRANSFER) การถ่ายเทความร้อนดังกล่าวกับตัวอาคารนั้นเกิดขึ้นได้ 3 วิธี ดังต่อไปนี้คือ

2.1.1. การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (HEAT TRANSFER BY CONDUCTION) คือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง หรือกำแพง ความร้อนจะไหลจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ

2.1.2. การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (HEAT TRANSFER BY CONVECTION) คือการถ่ายเทความร้อนโดยความร้อนนั้นถูกพาไปโดยตัวกลาง เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ จากนั้นผิวผนังด้านในจะร้อนขึ้น จะทำให้อากาศรอบๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น จะลอยตัวสูงขึ้น หมุนเวียนกับอากาศตรงกลางห้อง ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า จะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาและอากาศภายในห้องก็จะร้อนในที่สุด

2.1.3. การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (HEAT TRANSFER BY RADIATION) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆทั้งสิ้น เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์มายังโลกโดยผ่านสูญญากาศ ความร้อนที่ได้รับมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผลของความร้อนที่มีต่อวัสดุ

วัสดุที่อยู่ด้านนอกของอาคาร เช่น วัสดุที่เป็นผนังอาคารหรือวัสดุที่เป็นหลังคาของอาคาร เมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะมีอัตราแพร่ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆดังนี้

-ความสามารถในการนำความร้อน การแผ่ หรือคายความร้อน

-ความต้านทานในการถ่ายเทความร้อน

-ลักษณะผิววัสดุที่โดนรังสีความร้อน และการสะท้อน

การพิจารณาที่จะนำวัสดุก่อสร้างมาใช้เป็นวัสดุป้องกันความร้อนกับอาคารนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวว่ามีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้มากน้อยเพียงใด ในการออกแบบอาคาร นอกจากจะพิจารณาเลือกใช้วัสดุกันความร้อนให้เหมาะสมแล้ว ยังสามารถทำให้การถ่ายเทความร้อนลดน้อยลง หรือทำให้ความร้อนผ่านได้ช้าลงด้วยวิธีการออกแบบ คือ

2.2.1. ใช้ช่องว่างของอากาศ (AIR SPACE) เป็นฉนวนกันความร้อน เช่น ให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นหลังคากับฝ้าเพดานให้มากเพียงพอ หรือทำผนังสองชั้นมีช่องว่างระหว่างกลางให้อากาศช่วยตัดความร้อน หรือให้มีการระบายอากาศในระหว่างช่องว่างดังกล่าว วิธีนี้จะช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารลงได้มาก เพราะอากาศร้อนจะดูดระบายออกไปภายนอก

2.2.3. เลือกใช้วัสดุที่มีสีอ่อน และสะท้อนความร้อน วัสดุที่มีผิวมันเรียบ หรือสีอ่อน เช่น สีขาว สีครีม มีคุณสมบัติสะท้อนความร้อนได้ดีและดูดความร้อนไว้ได้น้อย จากการทดลองกับแผ่นอลูมิเนียม เมื่อนำไปให้ถูกความร้อนจากแสงแดด เปรียบเทียบให้เห็นว่าอุณหภูมินั้นลดลงหลังจากทาสีขาวทับลงไปบนแผ่นอลูมิเนียม อุณหภูมิลดลง 15 °F และจากการทดลองกับวัสดุอื่นๆสีขาวช่วยให้อุณหภูมิลดลง 13 °F ถึง 26 °F สีของวัสดุที่อ่อนหรือเข้ม จะให้ค่าสัมประสิทธิของการถ่ายเทความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(THERMAL TRANSMITTANCE) หรือค่า U แตกต่างกันดังนี้

(2)

สีของวัสดุ	ความร้อนจากแสงอาทิตย์
สีดำหรือสีเข้มมาก	0.9
สีเข้มปานกลาง	0.8
สีอ่อน	0.5
สีขาว	0.3-0.5
ทองแดงขัดมัน อลูมิเนียม เหล็กขาว	0.4-0.6
อลูมิเนียมขัดมัน	0.2

การหาค่าสัมประสิทธิของการถ่ายเทความร้อน (ค่า U)

การหาค่าสัมประสิทธิของการถ่ายเทความร้อนของวัสดุต่างๆที่กั้นระหว่างภายในและภายนอกอาคารนั้น ก็เพื่อคำนวนหาการถ่ายเทความร้อนสำหรับการเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศได้ถูกต้อง สัมประสิทธิดังกล่าวนี้ใช้คำย่อเป็น U(3)

---

(2) DEPAREMENT OF THE ENVIRONMENT, THERMAL INSULATION FOR BUILDINGS, LONDON: HER MAJESTY'S STATIONARY OFFICE, 1971 . P.8

(3) ทวี เวชพฤติ รศ. เทคโนโลยีการใช้วัสดุก่อสร้างอย่างใหม่ ไฮแอท_ออร์คิด เชียงใหม่, เอกสารการสัมมนา 2526.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร $U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3 + \cdots\cdots\cdots\cdots}$

ในที่นี้ U = OVERALL COEFICIENT OF HEAT TRANSFER
หน่วยเป็น $Btu/hr\text{-}ft^2\text{-}^\circ F$

k = THERMAL CONDUCTIVITY ของวัสดุ
หน่วยเป็น $Btu\text{-}in/hr\text{-}ft^2\text{-}^\circ F$

C = THERMAL CONDUCTANCE ของวัสดุ
หน่วยเป็น $Btu/hr\text{-}ft^2\text{-}^\circ F$

R = THERMAL RESISTANCE (ค่าต้านทานการนำความร้อน)
หน่วยเป็น $hr\text{-}ft^2\text{-}^\circ F/Btu$

$= \frac{X}{k}$ (X = ความหนาของวัสดุ หน่วยเป็นนิ้ว)

$= \frac{1}{C}$

R_o = ค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศภายนอก มีลมพัดผ่าน
(OUTSIDE AIR FILM RESISTANCE) มีค่าเท่ากับ 0.17

R_i = ค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศภายใน
(INSIDE AIR FILM RESISTANCE) มีค่าเท่ากับ 0.63

R_T = ค่าความต้านทานรวมของวัสดุต่างๆที่ความร้อนไหลผ่าน
(TOTAL RESISTANCE)

$R_1, R_2, R_3, \ldots$ = RESISTANCE OF EACH MATERIAL AND AIR FILM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการเพิ่มขนาดหรือความหนาของวัสดุ ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่ภายในอาคารช้าลงแล้ว รูปทรงของหลังคา มุมลาดชัน ความโค้ง ลอนกระเบื้องหลังคา หรือหลังคาพับจีบ จะช่วยลดปริมาณความร้อนลงได้

2.3 วัสดุกันความร้อน และฉนวนกันความร้อน

ความมุ่งหมายในการใช้วัสดุกันความร้อนที่เป็นฉนวนกันความร้อน เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนและป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือการรักษาอุณหภูมิ ช่วยลดการใช้พลังงานในการรักษาอุณหภูมิ

วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนมีหลายประเภท แต่ละประเภทเหมาะกับงานที่อุณหภูมิต่างๆกัน เช่น ไม้คอร์ค ใช้กับอุณหภูมิต่ำ พวกแอสเบสตอส ยิบซั่ม ใยแก้ว เหมาะที่จะใช้กับอุณหภูมิสูง ผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุที่เป็นฉนวน

2.3.1. มีความแข็งแรงทนต่อสภาพการใช้งาน ไม่เสื่อมสภาพหรือเสียรูป

2.3.2. สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด ตามลักษณะงานที่จะนำไปใช้

2.3.3. ติดตั้ง ดูแลรักษาและซ่อมแซมง่าย

2.3.4. ไม่เป็นเชื้อเพลิงติดไฟง่าย หรือเกิดควันซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิต

2.3.5. กันความชื้นได้ ไม่ซับน้ำ และทนต่อแมลงและสัตว์ต่างๆ เช่น ปลวก มอด มด หนู เป็นต้น

ฉนวนอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ป้องกันความร้อนกับอาคาร คือ ฉนวนที่สะท้อนความร้อน (REFLECTIVE INSULATION) ได้แก่อลูมินั่มฟลอยล์ที่ใช้บุกันความร้อนใต้หลังคา มีคุณสมบัติลดความร้อนจากการแผ่รังสี การใช้งานจะต้องเว้นช่องว่างให้มีอากาศถ่ายเท มิฉนั้นจะไม่เกิดผลในการลดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การวิเคราะห์

วัสดุก่อสร้างอาคารที่เป็นวัสดุประเภท " วัสดุชนิดแผ่น " ถึงแม้ว่าบางชนิดมิได้ผลิตเพื่อนำมาใช้เป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนก็ตาม แต่มีวัสดุหลายชนิดเมื่อนำมาทำผนังหรือฝ้าเพดาน ก็ช่วยลดอุณหภูมิจากแสงแดดได้มาก ในการวิจัยจึงได้นำวัสดุชนิดแผ่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มาทดสอบหาประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิ โดยนำมาทำการทดลองภายในโรงปฏิบัติงานของภาควิชาสถาปัตยกรรม เพื่อทดลองหาคุณสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อน ในเชิงเปรียบเทียบด้วยการบันทึกอุณหภูมิ และผลต่างค่าของการลดอุณหภูมิเมื่อใช้แผ่นวัสดุเป็นตัวกั้นความร้อน พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับค่าที่ลดลงของอุณหภูมิเมื่อใช้วัสดุเป็นตัวกั้นความร้อนจากแสงแดด (DIRECT SUN) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป พื้นที่ของแผ่นวัสดุที่ได้รับความร้อนเช่นพื้นที่ของหลังคา หรือพื้นที่ของผนังอาคาร ในทางทฤษฎีถือว่าเป็นพื้นที่นำความร้อน (SURFACE OF CONDUCTANCE) เข้าสู่อาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นด้วย อุณหภูมิภายในอาคารจะสูงขึ้นมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุของพื้นที่นำความร้อน ซึ่งได้แก่วัสดุที่นำมาทำหลังคา ฝ้าเพดาน และผนังของอาคาร ทำให้ทราบว่าวัสดุชนิดแผ่นที่เราใช้ในงานก่อสร้างในปัจจุบันนี้ มีชนิดใดบ้างที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้มากน้อยเพียงใด

3.1 ขอบเขตของการทดลองวิเคราะห์

กำหนดวิธีการทดลองเพื่อหาสถิติ ข้อมูลต่างๆ เช่น คุณสมบัติของวัสดุ คุณสมบัติในความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ วิธีการใช้วัสดุและการติดตั้ง ราคาของวัสดุ ค่าแรงงานในการติดตั้ง จึงจำกัดขอบเขตของการวิจัยเพื่อหาผลของการลดอุณหภูมิจากความร้อน ซึ่งควบคู่ไปกับการออกแบบในงานสถาปัตยกรรม ด้วยการพิจารณาถึงรูปลักษณะของอาคาร ความสูงของอาคารจากพื้นถึงฝ้าเพดาน บริมาตรของห้อง การเจาะช่องประตู หน้าต่าง การเจาะช่องระบายอากาศภายในฝ้าเพดาน และรูปทรงของหลังคาของอาคารพักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1. สภาพของแสงแดดที่ส่องมายังหลังคาและผนังของอาคาร ฝ้าเพดานมีส่วนช่วยลดอุณหภูมิลงได้ หากวัสดุที่นำมาใช้เป็นฝ้าเพดานมีคุณสมบัติเป็นฉนวน ก็จะลดความร้อนลงได้มากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแผ่นวัสดุนั้นๆจะเป็นตัวนำความร้อนได้ดีเพียงใด

ฉะนั้นจึงใช้วิธีเก็บข้อมูล โดยการสุ่มตัวอย่างจากสถานที่ก่อสร้าง เป็นการวิจัยเก็บข้อมูลจากสนาม (FIELD RESEARCH) ด้วยการออกสำรวจ และเก็บตัวอย่างพร้อมข้อมูลการวัดอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคาร และหาค่าลดลงของอุณหภูมิที่ได้รับความร้อนจากแสงแดด ด้วยการบันทึกและถ่ายภาพไว้ ควบคู่กับการค้นคว้าจากเอกสาร เพื่อให้เกิดความถูกต้องแน่นอนเท่าที่สามารถกระทำได้

3.2.2. การวัดอุณหภูมิในที่ก่อสร้างอาจจะคลาดเคลื่อน ไม่แน่นอน เนื่องจากสภาพอากาศของแต่ละวัน หรือในวันเดียวกันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจาก กระแสลม ความชื้น กลุ่มเมฆ ฯ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นตัวแปร ทำให้ค่าในการวัดอุณหภูมิของวัสดุชนิดเดียวกันเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่ จึงได้จัดสร้างอุปกรณ์เพื่อการทดสอบขึ้นเพื่อใช้ทดสอบภายในโรงปฏิบัติงานของภาควิชาสถาปัตยกรรม เป็นอุปกรณ์ที่ทำด้วยวัสดุแผ่นประเภทต่างๆที่ต้องการทดลอง นำมาจัดสร้างเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมจัตรัส ขนาดกว้างยาว 1.00× 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร แล้วทดสอบด้วยความร้อนจากโคมไฟฟ้าสปอร์ตไลท์ ให้วัสดุรูปทรงสี่เหลี่ยมดังกล่าวได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ การทดลองนี้จัดทำภายในโรงงาน ไม่มีกระแสลม อากาศนิ่ง (STILL AIR) จึงทำให้ข้อมูลในการวัดอุณหภูมิแน่นอน การวัดอุณหภูมินั้นวัดความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องวัสดุ ทุกๆระยะเวลา 30 นาที แล้วนำผลมาประเมินหาค่าเฉลี่ย

จากวิธีการดังกล่าว ได้เก็บสถิติตัวเลขค่าของผลต่างของอุณหภูมิเมื่อความร้อนผ่านแผ่นวัสดุชนิดต่างๆ ซึ่งได้มาจากผลการทดลองภายในห้องทดลองและจากงานก่อสร้างในสนาม มาเปรียบเทียบดูผลเพื่อแยกประเภทวัสดุ ชนิด ตลอดจนความเหมาะสมกับการใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคาร

3.2.3. เก็บสถิติจากงานก่อสร้าง เนื่องจากในปัจจุบันการก่อสร้างอาคารพักอาศัยตามหมู่บ้านจัดสรรต่างๆ ได้นำวัสดุชนิดแผ่นมาใช้กับอาคารประเภทนี้มาก โดยใช้เป็นวัสดุทำฝ้า เพดาน และผนังอาคารบางส่วน ลักษณะอาคาร รูปทรงหลังคา ได้ก่อสร้างไว้หลายแบบ จึงได้รวบรวมสถิติจากการวัดอุณหภูมิของอาคารประเภทพักอาศัยชั้นเดียว ขณะที่เริ่มติดตั้งวัสดุและที่ก่อสร้างเสร็จแล้วจากหมู่บ้านศิวาพร ธนบุรี และหมู่บ้านเสรีอ่อนนุช ซึ่งดำเนินการก่อสร้างโดยบริษัทวีระกิจจำกัด ด้วยการบันทึกข้อมูลความแตกต่างของอุณหภูมิ เนื่องจากการใช้วัสดุชนิดต่างๆมาทำฝ้าเพดาน และผนังอาคาร การวัดอุณหภูมิระหว่างเวลา 12.00 น. - 13.00 น. เดือนเมษายน 2526.

3.2.4 เก็บสถิติจากลักษณะหลังคาที่ได้มีการก่อสร้างไว้แล้ว คือ อาคารโรงงานทำสมุด พื้นที่อาคาร 196 ตารางเมตร สูง 3.70 เมตร อยู่ภายในบริเวณโรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว ลักษณะหลังคาเป็น SLAB ค.ส.ล. ไม่มีฝ้าเพดาน เปรียบเทียบเมื่อใส่ฝ้าเพดาน แต่ไม่มีการระบายอากาศภายในฝ้าเพดาน และเปรียบเทียบเมื่อใส่ฝ้าเพดานและให้มีการระบายอากาศภายในฝ้าเพดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะอาคารแบบที่ 1

- ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานโดยเฉลี่ย 2.65 เมตร
- มีช่องประตูหน้าต่าง ขณะวัดอุณหภูมิเปิดช่องประตูหน้าต่าง
- พื้นที่ประตูหน้าต่าง (OPENNING) 45 เปอร์เซ็นต์ของผนัง
- การวัดอุณหภูมิภายใน (INTERIOR TEMPERATURE) วัดที่เพดานภายในห้อง
- การวัดอุณหภูมิภายนอก (EXTERIOR TEMPERATURE) วัดที่หลังคา
- มุมเอียงลาดของหลังคา 12 องศา
- ระยะห่างระหว่างฝ้าเพดานถึงกระเบื้องมุมหลังคา 20 ซม.

ลักษณะอาคารแบบที่ 2

- ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 2.40 เมตร เพดานเรียบขนานกับพื้นห้อง
- มีช่องประตูหน้าต่าง ขณะวัดอุณหภูมิมีการเปิดประตูหน้าต่าง
- พื้นที่ของประตูหน้าต่าง (OPENING) เท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์ของผนัง
- การวัดอุณหภูมิภายใน (INTERIOR TEMPERATURE) วัดที่เพดานภายในห้อง
- การวัดอุณหภูมิภายนอก (EXTERIOR TEMPERATURE) วัดที่หลังคา
- มุมเอียงลาดของหลังคา 12 องศา
- ระยะห่างระหว่างฝ้าเพดาน ถึงกระเบื้องหลังคา เฉลี่ย 85 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะอาคารแบบที่ 3

- ความสูงจากพื้นถึงหลังคา ค.ส.ล. 3.50 เมตร
- เมื่อใส่ฝ้าเพดาน ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 2.70 เมตร
- มีช่องประตูหน้าต่าง ขณะวัดอุณหภูมิมีการเปิดประตูหน้าต่าง
- พื้นที่ของประตู หน้าต่าง เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ของผนัง
- การวัดอุณหภูมิภายใน (INTERIOR TEMPERATURE)
  วัดที่เพดานภายในห้อง
- การวัดอุณหภูมิภายนอก (EXTERIOR TEMPERATURE)
  วัดที่หลังคา
- มุมเอียงลาดของหลังคา 0 องศา (หลังคาแบน)
- ระยะห่างจากฝ้าเพดานถึงหลังคา 80 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารแบบที่ 1

อาคารชั้นเดียว ผ้าเพดานตีใต้จันทัน เอียงตามมุมของหลังคา

วัสดุผ้าเพดาน	พื้นที่อาคาร เมตร^2	พื้นที่หลังคา เมตร^2	วัสดุหลังคา	อุณหภูมิ °ซ	
				ภายนอก	ภายใน
ยิบซั่มบอร์ด มีอลูมินั่มฟอยล์	48	90	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	38
ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	49	40
แอคคูสติคบอร์ด	48	90	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	48	36
ไม้อัดยาง4มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	44
เซโลกรีต	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	40
กระเบื้องแผ่นเรียบ4มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารแบบที่ 2

อาคารชั้นเดียว ฝ้าเพดานขนานกับพื้น มีช่องว่างระหว่างหลังคากับฝ้าเพดาน

วัสดุฝ้าเพดาน	พื้นที่อาคาร $ม^2$	พื้นที่หลังคา $ม^2$	วัสดุหลังคา	อุณหภูมิ °ซ	
				ภายนอก	ภายใน
ยิบซั่มบอร์ด มีอลูมินั่มฟอยล์	48	90	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	33
ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	49	36
แอคคูสติคบอร์ด	48	90	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	48	31
ไม้อัดยาง 4มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	40
เซโลกรีต	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	36
กระเบื้องแผ่นเรียบ 4 มม.	36	72	กระเบื้องลอนคู่สีขาว	50	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาคารแบบที่ 3

อาคารโรงงานทำสมุด ของโรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว หลังคา SLAB ค.ส.ล. เดิมไม่มีฝ้าเพดาน ความร้อนจากหลังคาแผ่เข้ามาภายในอาคาร จึงตีฝ้าเพดานภายในห้องต่างๆ ดังนี้

บริเวณโรงงานทำสมุด ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด
ห้องทำงานหัวหน้าหน่วย ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ดมีอลูมินั่มฟอยล์
ห้องเก็บของ ฝ้าเพดานเซโลกรีต
ห้องน้ำ ฝ้าเพดานกระเบื้องแผ่นเรียบ 4 มม.

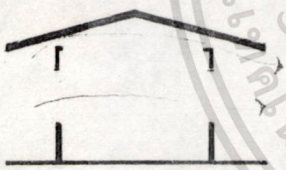
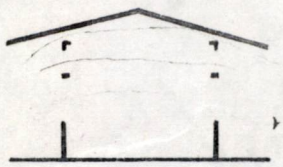
วัสดุฝ้าเพดาน	พื้นที่หลังคาที่ทดลองตีฝ้าเพดาน	อุณหภูมิ° ซ	
		ภายนอก	ภายใน
ยิบซั่มบอร์ด	96 ตารางเมตร	50	35
ยิบซั่มบอร์ดมีอลูมินั่มฟอยล์	15 ตารางเมตร	50	32
เซโลกรีต	9 ตารางเมตร	50	37
กระเบื้องแผ่นเรียบ4มม.	12 ตารางเมตร	50	43

หมายเหตุ ก่อนตีฝ้าเพดาน อุณหภูมิภายนอก 50° ซ อุณหภูมิภายใน 47° ซ
(วัดอุณหภูมิภายในห้องห่างจากผืนหลังคา ค.ส.ล. 5 ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
006238

การวิเคราะห์เปรียบเทียบหลังคาอาคาร แบบที่ 1

การตีฝ้าเพดานเอียงตามมุมของหลังคา ตีใต้จันทัน ฝ้าเพดานห่างจากกระเบื้องหลังคาประมาณ 25 เซ็นติเมตร

รูปตัดอาคาร	ลักษณะอาคาร	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิภายใน
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด 9 มม. ไม่ระบายอากาศในฝ้า ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	40° ซ
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด 9 มม. ระบายอากาศในฝ้า ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	37° ซ
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด 9 มม. ระบายอากาศในฝ้าเพดาน ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	35° ซ

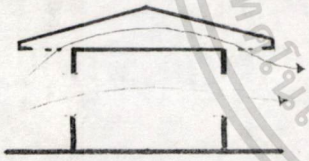
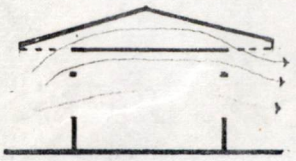
หมายเหตุ เก็บสถิติจากบ้านชั้นเดียว หมู่บ้านเสรีอ่อนนุช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบหลังคาอาคารแบบที่ 2

การตีฝ้าเพดานขนานกับพื้นห้อง มีช่องอากาศ (AIR SPACE)

ระยะห่างระหว่างฝ้าเพดาน ถึงกระเบื้องหลังคา เฉลี่ย 85 ซม.

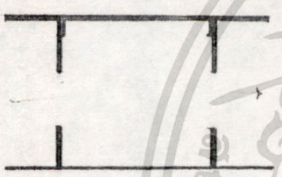
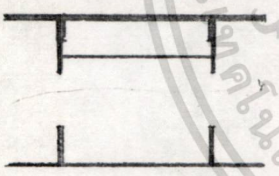
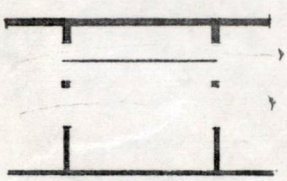
รูปตัดอาคาร	ลักษณะอาคาร	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิภายใน
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด ไม่ระบายอากาศในฝ้า ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	36° ซ
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด ระบายอากาศในฝ้าเพดาน ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	34° ซ
	หลังคากระเบื้องลอนคู่สีขาว ยื่นชายคาข้างละ 1.50 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด ระบายอากาศในฝ้าเพดาน ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	49° ซ	30° ซ

หมายเหตุ เก็บสถิติจากบ้านชั้นเดียว หมู่บ้านเสรีอ่อนนุช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบหลังคาอาคารแบบที่ 3

อาคารเดิมไม่มีฝ้าเพดาน หาวิธีลดอุณหภูมิโดยการตีฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด ชนิดมีอลูมินั่มฟอยล์ ห่างจากใต้หลังคาประมาณ 65 เซ็นติเมตร

รูปตัดอาคาร	ลักษณะอาคาร	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิภายใน
	หลังคา SLAB ค.ส.ล.หนา 12ซม. ยื่นชายคาข้างละ 2.00 เมตร ไม่มีฝ้าเพดาน ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	50° ซ	47° ซ
	หลังคา SLAB ค.ส.ล.หนา 12ซม. ยื่นชายคาข้างละ 2.00 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด 9 มม. ไม่ระบายอากาศในฝ้า ไม่ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	50° ซ	39° ซ
	หลังคา SLAB ค.ส.ล.หนา 12ซม. ยื่นชายคาข้างละ 2.00 เมตร ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด 9 มม. ระบายอากาศในฝ้า ระบายอากาศเหนือหน้าต่าง	50° ซ	33° ซ

หมายเหตุ เก็บสถิติจากอาคารโรงงานทำสมุด โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว ขณะปรับปรุงใส่ฝ้าเพดาน เพื่อลดความร้อนภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การระบายอากาศระหว่างแผ่นวัสดุ

จากผลของการวิเคราะห์ การนำแผ่นวัสดุมาทำฝ้าเพดานและผนังด้านนอก ทำให้อุณหภูมิลดลงได้ และหากให้มีการระบายอากาศระหว่างฝ้าเพดานกับหลังคา ผนังด้านในกับผนังด้านนอกด้วยแล้ว จะทำให้อุณหภูมิลดน้อยลงอีก ฉะนั้นการระบายอากาศระหว่างแผ่นวัสดุจะเป็นการเพิ่มเกณฑ์ประสิทธิภาพในคุณสมบัติของการเป็นฉนวนกันความร้อนของแผ่นวัสดุได้ยิ่งขึ้น

3.3.1 การใช้วัสดุมุงหลังคาชนิดต่างๆ เมื่อใส่ฝ้าเพดานแล้วอุณหภูมิจะลดลง เช่น

หลังคากระเบื้องลอนคู่	ค่า U =	1.10
เมื่อใส่ฝ้าเพดานกระเบื้องแผ่นเรียบ	ค่า U =	0.70
	ลดลง =	0.40
หลังคา SLAB ค.ส.ล.หนา10ซม.	ค่า U =	0.90
เมื่อใส่ฝ้าเพดานแอคคูสติคบอร์ด	ค่า U =	0.20
	ลดลง =	0.70

3.3.2 การติดตั้งฝ้าเพดานหรือผนัง ถึงแม้ว่าเลือกใช้แผ่นวัสดุที่มีประสิทธิภาพในคุณสมบัติของการเป็นฉนวนกันความร้อน สามารถลดอุณหภูมิได้ดี หากให้มีการระบายอากาศภายในฝ้าเพดาน หรือผนังอาคาร ในกรณีที่ใช้ผนังสองชั้น จะลดอุณหภูมิได้ดีขึ้น เช่น

ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด ไม่มีการระบายอากาศในฝ้า ลดได้ 27 %

ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด มีการระบายอากาศในฝ้า ลดได้ 32 %

เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การสรุปผลงานวิจัย

จากผลการวิเคราะห์การใช้แผ่นวัสดุชนิดต่างๆมาใช้เป็นวัสดุฝ้าเพดาน และผนังด้านนอกของอาคาร เพื่อหาค่าลดลงของอุณหภูมิของวัสดุ (RESISTANCE MEAN TEMPERATURE) ผลที่ได้รับเพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบอาคาร และเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้ถูกต้องต่อไป

4.1 ฝ้าเพดาน

ผลสรุปเปรียบเทียบวัสดุทำฝ้าเพดาน เรียงตามลำดับขีดความสามารถในการช่วยลดอุณหภูมิ ราคาของวัสดุ และค่าแรงงาน

วัสดุทำฝ้าเพดาน	ราคาต่อตารางเมตร		อุณหภูมิลดลง
	วัสดุ	ค่าแรง	เปอร์เซ็นต์
กระเบื้องแผ่นเรียบ4มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	215	15-20	37.00
แผ่นไมโครไฟเบอร์ หนา 1 นิ้ว	152	5	35.00
แอคคูสติคโทน 3/4 นิ้ว	562	รวมค่าแรง	27.50
กระดาษชานอ้อย 12 มม.	49	10-15	25.00
ซิบบอร์ด หนา 12 มม.	108	15-20	25.00
ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.	48	15	22.50
เฟโนบอร์ด 15 มม.	115	15	21.25
แผ่นโฟม หนา 1 นิ้ว	28	10	20.50
เซมบอร์ด 8 มม.	180	20	18.75

หมายเหตุ ราคาของวัสดุไม่รวมเคร่าฝ้าเพดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากคุณสมบัติในการลดอุณหภูมิของวัสดุต่างที่ได้นำมาทดลองเรียงลำดับถึงความสามารถต้านความร้อนจากมากไปหาน้อย ก็จะเห็นความเหมาะสมว่าควรเลือกวัสดุชนิดใดไปใช้กับอาคารประเภทใดบ้าง

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า หากพิจารณาถึงความประหยัดค่าก่อสร้างแล้ว จะพบว่าวัสดุบางชนิดมีราคาแพงแต่คุณสมบัติในการช่วยลดอุณหภูมิลดได้น้อย จากตารางในการทดสอบปรากฏว่า แผ่นโฟมหนา 1 นิ้ว ราคาต่อตารางเมตรเพียง 28 บาท แต่มีคุณสมบัติลดอุณหภูมิได้ดีและมีคุณภาพคงทนต่อความเปียกชื้น คงทนต่อแมลงต่างๆ เช่น ปลวก มอด มด เป็นต้น แต่เมื่อเทียบราคากับวัสดุอื่นๆนับว่ามีราคาถูกมาก ได้ทดลองนำมาทำฝ้าเพดานของสำนักงานสนามซึ่งเป็นอาคารชั่วคราว หลังคาเป็นหลังคาสังกะสี เมื่อนำฝ้าที่เป็นแผ่นโฟมมาติดตั้งแล้ว อุณหภูมิภายใต้หลังคาลดลงได้มาก เดิมอุณหภูมิใต้หลังคา 48° ซ เมื่อใช้แผ่นโฟมมาทำฝ้าเพดานอุณหภูมิลดลง 13° ซ

อาคารพักอาศัยราคาถูกหากใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุฉนวนช่วยกันความร้อนร่วมกับวัสดุทำฝ้าเพดานอื่นๆ เช่น ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบก็จะประหยัดค่าก่อสร้างได้มาก (ฝ้ากระเบื้องแผ่นเรียบตารางเมตรละ 38 บาท) โดยการติดโฟมกับเคร่าเพดานด้านในแล้วจึงตีทับด้วยกระเบื้องแผ่นเรียบ จะได้ฝ้าเพดานที่เรียบร้อยช่วยลดอุณหภูมิจากหลังคาได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผนัง

สรุปผลเปรียบเทียบวัสดุทำผนังอาคารด้านนอก เรียงตามลำดับขีดความสามารถในการช่วยลดอุณหภูมิ ราคาของวัสดุ และค่าแรงงาน

วัสดุทำผนัง	ราคาต่อตารางเมตร		อุณหภูมิลดลง เปอร์เซ็นต์
	วัสดุ	ค่าแรง	
กระจกสะท้อนแสง 6 มม. (REFLECTIVE GLASS)	1250	50	47.00
กระจกตัดแสง 6 มม.	430	50	35.00
เซมบอร์ด 16 มม.	217	20	22.50
เซโลกรีต 12.7 มม.	60	15	22.50
กระเบื้องแผ่นเรียบ 6 มม.	56	20	22.50

หมายเหตุ ราคาของวัสดุไม่รวมเคร่าผนัง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบ กระจกสะท้อนแสง ความหนา 6 มม. ลดอุณหภูมิได้ถึง 47 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาถึงราคาวัสดุจะเห็นว่ามีราคาสูงมาก เพราะเป็นวัสดุที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ อาคารขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องปรับอากาศเหมาะที่จะใช้กระจกสะท้อนแสงเป็นผนังด้านนอก " ผนังม่านกระจก " (CURTAIN WALL) ทำให้อาคารหรูหราสวยงาม แต่มีข้อเสียที่สะท้อนความร้อนไปยังอาคารหลังอื่น ซึ่งเป็นปัญหาอยู่ในขณะนี้ จึงยังไม่เหมาะสมนักสำหรับอาคารเมืองร้อนเช่นประเทศเรา และมีปัญหาในการทำความสะอาดกระจกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วัสดุอื่นๆที่เป็นฉนวนกั้นความร้อน

สรุปผลเปรียบเทียบ เรียงตามลำดับในการลดอุณหภูมิ ราคาวัสดุและค่าแรงงาน

วัสดุ	ราคาต่อตารางเมตร		อุณหภูมิลดลง
	วัสดุ	ค่าแรง	เปอร์เซ็นต์
แผ่นไม้คอร์ค หนา 3/4 นิ้ว	300	15	47.00
ไมโครไฟเบอร์ชนิดม้วน 2 นิ้ว	80	5	42.00
กระเบื้องแผ่นเรียบ พ่นเทอร์โมบอนด์	215	15-20	37.50
ไม้อัด 4 มม. พ่นเทอร์โมบอนด์	240	15	37.50
แผ่นเหล็ก 1.5 มม. พ่นเทอร์โมบอนด์	270	25-30	30.00

ข้อเสนอแนะ

วัสดุที่ได้นำมาทดสอบทั้งหมดนี้ เป็นวัสดุที่เหมาะสำหรับอาคารทางอุตสาหกรรม ไม้คอร์คเป็นวัสดุปิดกั้นความร้อนและความเย็นได้ดี แต่เหมาะสมสำหรับอุณหภูมิต่ำ จึงเหมาะที่จะใช้กับอาคารที่เป็นห้องเย็น หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับเครื่องเย็นต่างๆ ไม้คอร์คยังมีคุณสมบัติเก็บเสียงได้ดี ผู้วิจัยได้ทำการวัดทดสอบการรักษาอุณภูมิของห้องเย็นที่ใช้ไม้คอร์คหนา 1 1/2 นิ้วเป็นฉนวน ห้องเย็นดังกล่าวเป็นห้องเย็นเก็บปลา ผนังห้องค.ส.ล. หนา 15 ซม. บุไม้คอร์คติดกับผนังด้านใน อุณหภูมิภายในห้องวัดได้ 25° ฟ อุณหภูมิด้านนอกวัดได้ 31° ฟ ซึ่งมีความแตกต่างกัน 6° ฟ เท่านั้น การใช้แผ่นไม้คอร์คต้องระวังเพราะดูดน้ำและความชื้นง่าย

ไมโครไฟเบอร์ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและความเย็นได้ดี พับหรือม้วนห่อหุ้มวัสดุได้สะดวก ปัจจุบันนิยมใช้หุ้มท่อความร้อนหรือท่อส่งความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เทอรโมบอนด์ราคาค่อนข้างแพง แต่เหมาะที่จะใช้ควบคู่กับวัสดุทนไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ข้อพิจารณาในการออกแบบอาคารเพื่อป้องกันความร้อน

นอกจากการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่มีคุณสมบัติช่วยลดอุณหภูมิความร้อนจากแสงแดด การออกแบบอาคารและการวางรูปอาคาร มีผลต่อการลดความร้อนให้กับตัวอาคารอีกด้วย

4.4.1 พื้นฐานข้อแรกในการออกแบบอาคาร และเป็นผลให้อาคารนั้นร้อนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการวางอาคารบนพื้นที่ก่อสร้างให้ถูกทิศทางลมและแสงแดด (ORIENTATION)

4.4.2 มีช่องเปิดที่เหมาะสมให้กระแสลมพัดผ่านได้โดยตรง (CROSS VENTILATION) ช่องประตู หน้าต่างควรเจาะให้อยู่ในระดับที่สามารถระบายอากาศได้ดี

4.4.3 รูปทรงของหลังคาและวัสดุมุงหลังคา เป็นเรื่องที่ควรพิจารณามากเพราะหลังคาเป็นส่วนที่ถูกความร้อนจากแสงแดดมากที่สุด และเป็นส่วนที่ทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคาร(HEAT GAINS) จึงควรหาวิธีระบายความร้อนจากใต้หลังคาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วัสดุมุงหลังคาหากสีอ่อน ผิวมันเรียบจะช่วยสะท้อนความร้อนได้ดี

4.4.4 มุมเอียงของหลังคายิ่งชันมาก ก็ยิ่งเกิดช่องว่างระหว่างผืนหลังคากับฝ้าเพดานมากขึ้น และควรมีช่องว่างระบายอากาศเพื่อให้อากาศเป็นตัวพาความร้อนออกไป

4.4.5 การยื่นชายคามีผลต่อการลดความร้อนที่ผนังอาคาร ชายคานอกจากจะช่วยป้องกันแสงแดดแล้ว ยังช่วยป้องกันฝน ป้องกันความเปียกชื้นของผนังด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1/1 ผลการทดลองจากห้องทดลอง หาค่าของการลดอุณหภูมิ ราคา และค่าติดตั้งของวัสดุต่างๆ

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงไฟฟ้า		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/หน่วย	ค่าติดตั้ง/ม^2	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
		บาท		ลดลง	คิดเป็น%	
1	แผ่นเซโลกรีต1.00 x 2.00ม. หนา12.7มม.	60/ม^2	15	9 °ซ	22.5	
2	ฮาร์ดบอร์ด1220x 2440มม. หนา3มม.	26/ม^2	15	8 °ซ	20.0	
3	ยิบซั่มบอร์ด4ฟุตx 8ฟุตหนา12มม.	55/ม^2	15	9 °ซ	22.5	
4	ยิบซั่มบอร์ด4ฟุตx 8ฟุตหนา9มม.	48/ม^2	15	9 °ซ	22.5	
5	ยิบซั่มบอร์ดมีอลูมินั่มฟอยด์ 4ฟุต x 8ฟุตหนา9มม.	65/ม^2	15	9 °ซ	22.5	
6	ซิบบอร์ด125 x 200มม. หนา12มม.	108/ม^2	15-20	10 °ซ	25.0	
7	กระดาษชานอ้อย4ฟุต x 8ฟุตหนา12มม.	49/ม^2	10-15	10 °ซ	25.0	
8	กระเบื้องแผ่นเรียบ1.20x 2.40ม. หนา4มม.	38/ม^2	15	7 °ซ	17.5	
9	กระเบื้องแผ่นเรียบ1.20 x2.40ม. หนา6มม.	56/ม^2	20	9 °ซ	22.5	
10	ไม้อัดยาง4ฟุตx 8ฟุตหนา4มม.	52/ม^2	10-15	8 °ซ	20.0	
11	แผ่นโฟม4ฟุต x 8ฟุตหนา1/2นิ้ว	14/ม^2	10	8 °ซ	20.0	

อุณหภูมิภายนอกโดยเฉลี่ย (Exterior Temperature) 40 °ซ

ตารางที่ 1/2 ผลการทดลองจากห้องทดลอง หาค่าของการลดอุณหภูมิ ราคาและค่าติดตั้งของวัสดุต่างๆ

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงไฟฟ้า		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/หน่วย บาท	ค่าติดตั้ง/$ม^2$	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
				ลดลง	คิดเป็น%	
12	แผ่นโฟม4ฟุต x 8ฟุตหนา1นิ้ว	28/$ม^2$	10	12 °ซ	20.5	
13	แอคคูสติคโทน1ฟุต× 1ฟุตหนา3/4นิ้ว	562/$ม^2$	-	11 °ซ	27.5	รวมค่าแรงและเคร่า
14	แอคคูสติคบอร์ดอูราโทน2ฟุต× 4ฟุตหนา5/8นิ้ว	282/$ม^2$	-	10 °ซ	25.0	รวมค่าแรงและเคร่า
15	เซมบอร์ด1220× 2650มม. หนา8มม.	185/$ม^2$	20	7.5 °ซ	18.75	วัสดุทำฝ้าเพดาน-ผนัง
16	เซมบอร์ด1220× 2650มม. หนา16มม.	217/$ม^2$	20	9 °ซ	22.5	วัสดุทำผนังอาคาร
17	แผ่นONDULINE 900× 2000มม. หนา3มม.	215/$ม^2$	15	6 °ซ	15.0	วัสดุมุงหลังคา
18	สตาร์มิตบอร์ด4ฟุต× 8ฟุตหนา50มม.	87/$ม^2$	15	12 °ซ	30.0	
19	อคูสติก(ศรีมหาราชา)60 x120ซม. 10มม.	98/$ม^2$	15	8 °ซ	20.0	
20	เฟโนบอร์ด4ฟุต× 8ฟุตหนา6มม.	45/$ม^2$	15	7.5 °ซ	18.75	
21	เฟโนบอร์ด4ฟุต× 8ฟุตหนา10มม.	75/$ม^2$	15	8 °ซ	20.0	
22	เฟโนบอร์ด4ฟุต× 8ฟุตหนา15มม.	115/$ม^2$	15	8.5 °ซ	21.25	

ตารางที่ 1/3 ผลการทดลองจากห้องทดลอง หาค่าการลดอุณหภูมิ ราคาและค่าติดตั้งของวัสดุต่างๆ

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงไฟฟ้า		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/หน่วย บาท	ค่าติดตั้ง	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
				ลดลง °ซ	คิดเป็น%	
23	กระจกตัดแสง ASAHIBLUE หนา6มม.	43/ฟ^2	5/ฟ^2	14	35.0	ค่าติดตั้งไม่รวมพุตตี้
24	กระจกสะท้อนแสง REFLECTIVE หนา6มม.	80-125/ฟ^2	5/ฟ^2	19	47.0	ค่าติดตั้งไม่รวมพุตตี้
25	กระจกฉาบปรอท ASAHIBRONZE หนา6มม.	75/ฟ^2	5/ฟ^2	16	32.0	ค่าติดตั้งไม่รวมพุตตี้
26	แผ่นไมโครไฟเบอร์ 1นิ้ว 60 x 60 ซม.	152/ม^2	5/ม^2	14	35.0	ชนิด SNOWLINE
27	ไมโครไฟเบอร์ชนิดม้วน หนา 2นิ้ว	80/ม^2	5/ม^2	17	42.5	ชนิด BUILDING GRADE
28	กระเบื้องแผ่นเรียบ .004 พ่นเทอร์โมบอนด์	215/ม^2	15-20/ม^2	15	37.5	
29	ไม้อัด .004 พ่นเทอร์โมบอนด์	240/ม^2	15/ม^2	15	37.5	
30	แผ่นเหล็ก .5มม. พ่นเทอร์โมบอนด์	270/ม^2	25-30/ม^2	12	30.0	
31	อลูมินั่มฟอยล์ (SISALATION NO. 902)	15/ม^2	15/ม^2	10	25.0	
32	แผ่นไม้คอร์ก หนา 3/4 นิ้ว	300/ม^2	15/ม^2	19	47.0	
33	PARTICLE BOARD ขนาด 1' x1'	105/ม^2	15-20/ม^2	7	17.5	

หมายเหตุ ค่าแรงติดตั้งเฉพาะติดตั้งแผ่นวัสดุเท่านั้น ไม่รวมค่าวัสดุและค่าแรงติดตั้งเคร่า

ตารางที่ 2/1 การวัดค่าอุณหภูมิที่ลดลงจากความร้อนของแสงแดด จากสถานที่ก่อสร้าง

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงแดด		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/หน่วย บาท	ค่าติดตั้ง/ม^2 บาท	ความแตกต่างของอุณหภูมิ ลดลง	คิดเป็น%	
1	แผ่นเซโลกรีต1.00x 2.00ม.หนา12.7มม.	60/ม^2	15	13 °ซ	26.0	
2	ฮาร์ดบอร์ด1220x 2440มม.หนา3มม.	26/ม^2	15	11 °ซ	22.0	
3	ยิบซั่มบอร์ด4ฟุต x 8ฟุตหนา12มม.	55/ม^2	15	12 °ซ	24.0	
4	ยิบซั่มบอร์ด4ฟุต x 8ฟุตหนา9มม.	48/ม^2	15	12 °ซ	24.0	
5	ยิบซั่มบอร์ดมีอลูมินั่มฟอยด์4ฟุต x 8ฟุตหนา9มม.	65/ม^2	15	13 °ซ	26.0	
6	ชิบบอร์ด125 x 200มม.หนา12มม.	108/ม^2	15-20	11 °ซ	22.0	
7	กระดาษชานอ้อย4ฟุตx 8ฟุตหนา12มม.	49/ม^2	10-15	15 °ซ	30.0	
8	กระเบื้องแผ่นเรียบ1.20 x2.40ม.หนา4มม.	38/ม^2	15	11 °ซ	22.0	
9	กระเบื้องแผ่นเรียบ1.20 x2.40หนา6มม.	56/ม^2	20	9 °ซ	18.0	
10	ไม้อัดยาง4ฟุต x 8ฟุตหนา4มม.	52/ม^2	10-15	11 °ซ	22.0	
11	แผ่นโฟม4ฟุต x 8ฟุตหนา1/2นิ้ว	14/ม^2	10	15 °ซ	30.0	

อุณหภูมิภายนอกโดยเฉลี่ย (EXTERIOR TEMPERTURE) 50 °ซ

ตารางที่ 2/2 การวัดค่าอุณหภูมิที่ลดลงจากความร้อนของแสงแดด จากสถานที่ก่อสร้าง

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงแดด		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/แผ่น	ค่าติดตั้ง/ม^2	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
		บาท	บาท	ลดลง	คิดเป็น%	
12	แผ่นโฟม 4ฟุตx 8ฟุต หนา 1 นิ้ว	28/ม^2	10	18 °ซ	36%	
13	แอคคูสติคโทน 1ฟุต x1ฟุต หนา 3/4 นิ้ว	562/ม^2	-	17 °ซ	34%	รวมค่าแรงและเครา
14	แอคคูสติคบอร์ด อูราโทน 2ฟุตx 4ฟุต หนา5/8นิ้ว	282/ม^2	-	16 °ซ	32%	รวมค่าแรงและเครา
15	เซมบอร์ด 1220x 2650มม.หนา8มม.	185/ม^2	20	11 °ซ	22%	วัสดุทำฝ้าเพดาน-ผนัง
16	เซมบอร์ด 1220x 2650มม.หนา16มม.	217/ม^2	20	13 °ซ	26%	วัสดุทำผนังอาคาร
17	แผ่น ONDULINE 900 x 2000มม.หนา3มม.	215/ม^2	15	8 °ซ	16%	วัสดุมุงหลังคา
18	สตาร์มิตบอร์ด 4ฟุต x8ฟุต หนา50มม.	87/ม^2	15	18 °ซ	36%	
19	อคูสติค(ศรีมหาราชา)60 x 120ซม.หนา10มม.	98/ม^2	15	12 °ซ	24%	
20	เฟโนบอร์ด 4ฟุตx 8ฟุตหนา6มม	45/ม^2	15	12 °ซ	24%	
21	เฟโนบอร์ด4ฟุตx 8ฟุต หนา10มม.	115/ม^2	15	14 °ซ	24%	
22	เฟโนบอร์ด4ฟุตx 8ฟุต หนา15มม.	115/ม^2	15	14 °ซ	28%	

ตารางที่ 2/3 การวัดค่าอุณหภูมิลดลงจากความร้อนของแสงแดด จากสถานที่ก่อสร้าง

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงแดด		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/แผ่น	ค่าติดตั้ง/ม.^{2}	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
		บาท	บาท	ลดลง	คิดเป็น%	
23	กระจกตัดแสง ASAHIBLUE หนา 6 มม.	43/ฟ.^{2}	5/ฟ.^{2}	13°ซ	26%	
24	กระจกสะท้อนแสง REFLECTIVE 6มม.	80-125ฟ.^{2}	5/ฟ.^{2}	17°ซ	34%	
25	กระจกฉาบปรอท ASAHIBRONZE 6มม.	75/ฟ.^{2}	5/ฟ.^{2}	15°ซ	30%	
26	แผ่นไมโครไฟเบอร์ หนา 1 นิ้ว	152/ม.^{2}	5/ม.^{2}	16°ซ	32%	
27	แผ่นไมโครไฟเบอร์ หนา 2 นิ้ว	80/ม.^{2}	5/ม.^{2}	19°ซ	38%	
28	กระเบื้องแผ่นเรียบ.004มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	215/ม.^{2}	15-20 ม.^{2}	15°ซ	30%	
29	ไม้อัด .004มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	240/ม.^{2}	15ม.^{2}	15°ซ	30%	
30	แผ่นเหล็ก 1.5มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	270/ม.^{2}	25-30ม.^{2}	13°ซ	26%	
31	อลูมินั่มฟอยด์	15/ม.^{2}	15/ม.^{2}	11°ซ	22%	
32	แผ่นไม้คอร์ค	300/ม.^{2}	15/ม.^{2}	18/ม	36%	
33	พาติเคิลบอร์ด(PARTICLE BOARD) 1 x 1นิ้ว	105/ม.^{2}	15-20ม.^{2}	6°ซ	12%	

หมายเหตุ ค่าแรงติดตั้งแผ่นวัสดุเท่านั้น ไม่รวมค่าวัสดุและค่าติดตั้งเครา

ตารางที่ 2/3 การวัดค่าอุณหภูมิที่ลดลงจากความร้อนของแสงแดด จากสถานที่ก่อสร้าง

หมายเลข	แผ่นวัสดุที่ใช้ทำการทดลอง			ความร้อนจากแสงแดด		หมายเหตุ
	วัสดุและขนาด	ราคา/แผ่น	ค่าติดตั้ง/ม^2	ความแตกต่างของอุณหภูมิ		
		บาท	บาท	ลดลง	คิดเป็น%	
23	กระจกตัดแสง ASAHIBLUE หนา 6 มม.	43/ฟ^2	5/ฟ^2	13 °ซ	26%	
24	กระจกสะท้อนแสง REFLECTIVE 6มม.	80-125ฟ^2	5/ฟ^2	17 °ซ	34%	
25	กระจกฉาบปรอท ASAHIBRONZE 6มม.	75/ฟ^2	5/ฟ^2	15 °ซ	30%	
26	แผ่นไมโครไฟเบอร์ หนา 1 นิ้ว	152/ม^2	5/ม^2	16 °ซ	32%	
27	แผ่นไมโครไฟเบอร์ หนา 2 นิ้ว	80/ม^2	5/ม^2	19 °ซ	38%	
28	กระเบื้องแผ่นเรียบ.004มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	215/ม^2	15-20 ม^2	15 °ซ	30%	
29	ไม้อัด .004มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	240/ม^2	15ม^2	15 °ซ	30%	
30	แผ่นเหล็ก 1.5มม.พ่นเทอร์โมบอนด์	270/ม^2	25-30ม^2	13 °ซ	26%	
31	อลูมินั่มฟอยด์	15/ม^2	15/ม^2	11 °ซ	22%	
32	แผ่นไม้คอร์ค	300/ม^2	15/ม^2	18/ม	36%	
33	พาติเคิลบอร์ด(PARTICLE BOARD) 1 x 1นิ้ว	105/ม^2	15-20ม^2	6 °ซ	12%	

หมายเหตุ ค่าแรงติดตั้งแผ่นวัสดุเท่านั้น ไม่รวมค่าวัสดุและค่าติดตั้งเครา

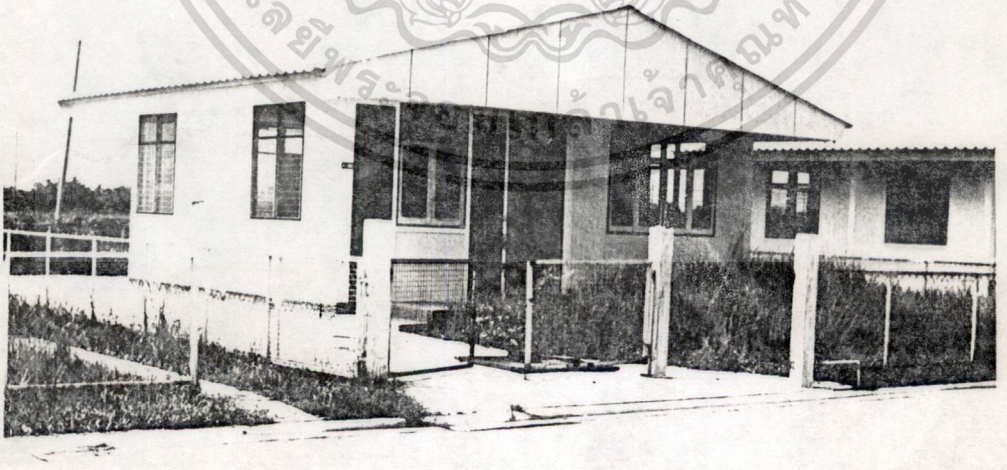
ตารางที่ 3/1 ผลการทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์ การนำความร้อนของวัสดุต่างๆ

หมายเลข	วัสดุและขนาด	ความหนาแน่น $\frac{lb}{ft^3}$	ค่า k (c)	อุณหภูมิเฉลี่ยของวัสดุ	หมายเหตุ
1	ชิบบอร์ด 125x 200 มม.หนา 12 มม.	44.12	1.024	125.5	
2	ชิบบอร์ด 125x 200 มม. หนา 14.5 มม.	41.19	1.092	132.14	
3	กระดาษชานอ้อย 4ฟุตx 8ฟุต หนา 12 มม.	46.0	1.126	133.98	
4	ไมโครไฟเบอร์ หนา 1 นิ้ว	2.13	0.46	169.0	
	ไมโครไฟเบอร์ชนิดม้วน หนา 2 นิ้ว	3.78	0.31	177.2	
6	กระเบื้องแผ่นเรียบ 1.20x 2.40 ม. หนา 4 มม.	-	2.795	109.7	
7	กระเบื้องแผ่นเรียบ 1.20x 2.40 ม. หนา 6 มม.	98.1	1.352	103.9	
8	ไม้อัดยาง 4 ฟุต x8ฟุต หนา 4 มม.	26.54	4.28	109.51	
9	ไม้อัดสัก 4ฟุตx 8ฟุต หนา 15มม.	43.22	1.48	131.73	
10	ไม้อัดยาง 4 ฟุตx 8 ฟุต หนา 15 มม.	38.01	1.41	129.02	
11	ฮาร์ดบอร์ด 1220x 2440 มม. หนา 6มม.	67.47	0.803	121.0	

ตารางที่ 3/2 ผลการทดลองวัดค่าสัมประสิทธิ์ การนำความร้อนของวัสดุต่างๆ

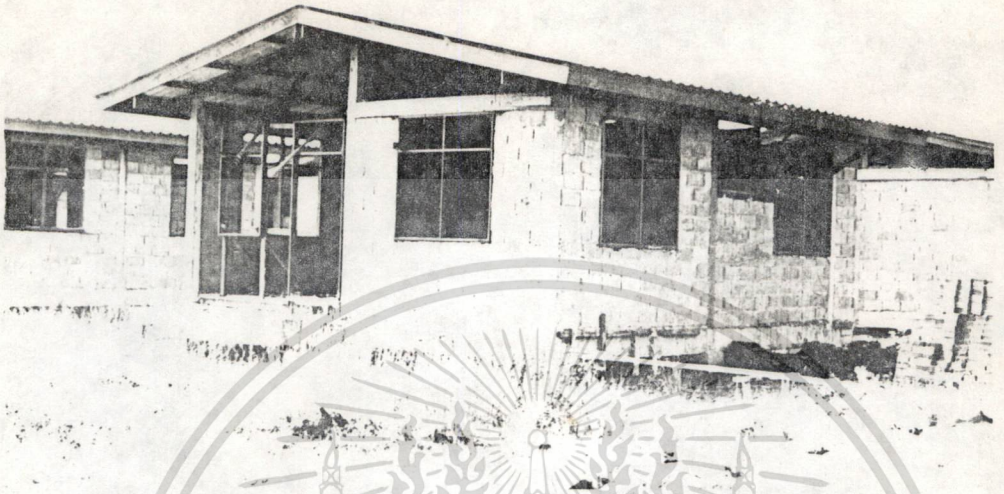
หมายเลข	วัสดุและขนาด	ความหนาแน่น $\frac{lb}{ft^3}$	ค่า k (c)	อุณหภูมิเฉลี่ยของวัสดุ	หมายเหตุ
12	แผ่นโฟม 4ฟุตx 8ฟุต หนา 1/2นิ้ว	0.73	0.278	129.92	
13	แผ่นโฟม 4ฟุต x8ฟุต หนา 1นิ้ว	0.97	0.236	146.84	
14	แผ่นโฟม (EAPANDED STYROPOR)หนา2นิ้ว	1.45	0.197	117.06	
15	ยิบซั่มบอร์ด 4ฟุตx 8ฟุต หนา 9มม.	41.32	1.109	118.73	
16	แอคคูสติคโทน 1ฟุตx 1ฟุต หนา 3/4นิ้ว	1.86	0.457	129.0	
17	แอคคูสติคบอร์ด 2ฟุตx 4ฟุต หนา 5/8นิ้ว	1.79	0.479	137.0	
18	กระจกสีชา หนา 6 มม.	152.27	1.92	103.46	
19	กระจกใส หนา 6มม.	155.35	2.065	100.5	

อาคารแบบที่ 1



อาคารแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารแบบที่ 1 ยังไม่ได้ตีฝ้าเพดาน

อาคารแบบที่ 1 อยู่ในระหว่างทำการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้