การศึกษาเรือนไม้อีสาน เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ
กรณีศึกษา เรือนไม้อีสาน อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

A STUDY OF ISAN WOODEN HOUSE FOR THERMAL COMFORT
CASE STUDY: THE ISAN WOODEN HOUSE IN NANG RONG DISTRICT, BURIRAM PROVINCE

ณุวีร์ เกตุแก้ว

NUVEE KETKAEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-002-036

การศึกษาเรือนไม้อีสาน เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ
กรณีศึกษา เรือนไม้อีสาน อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

A STUDY OF ISAN WOODEN HOUSE FOR THERMAL COMFORT
CASE STUDY: THE ISAN WOODEN HOUSE IN NANG RONG DISTRICT, BURIRAM PROVINCE

ณุวีร์ เกตุแก้ว
NUVEE KETKAEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559
KMITL-2016-AR-M-002-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF ISAN WOODEN HOUSE FOR THERMAL COMFORT
CASE STUDY: THE ISAN WOODEN HOUSE IN NANG RONG DISTRICT, BURIRAM PROVINCE

NUVEE KETKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILIMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE DESIGN

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2016

KMITL-2016-AR-M-002-036

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเรือนไม้อีสาน เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ กรณีศึกษา เรือนไม้อีสาน อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
A STUDY OF ISAN WOODEN HOUSE DESING FOR THERMAL COMFORT CASE STUDY : THE ISAN WOODEN HOUSE IN NANGRONG DISTRICT, BURIRAM PROVINCE

นักศึกษา นางสาวณุวีร์ เกตุแก้ว
รหัสประจำตัว 54620505
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สุพัฒน์	บุณยฤทธิกิจ	
รองศาสตราจารย์ศุทธา	ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์ชนินทร์	ทิพโยภาส	
อาจารย์ ดร.รวิช	ควรประเสริฐ	
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา	รังสิรักษ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 21 มิถุนายน 2559 เวลา 09.30 น.
สถานที่สอบ กลุ่มวิชาสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเรือนไม้อีสาน เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ กรณีศึกษา เรือนไม้อีสาน อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
นักศึกษา	นางสาวณุวีร์ เกตุแก้ว
รหัสประจำตัว	54620505
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนไม้อีสาน เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้อยู่อาศัยภายในเรือน ในพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลและตรวจวัดสภาพภูมิอากาศภายในเรือน เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน

จากผลการทดลองสภาพอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไม้อีสาน ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน อุณหภูมิภายในเรือนชั้นบนมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในส่วนระเบียง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.88 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16.00 น. โดยอุณหภูมิภายในเรือนชั้นล่างมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนประมาณ 5 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34.01 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน โดยภายในเรือนชั้นล่างมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 4.31 % ส่วนภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 6.25 % เมื่อทำการจำลองสภาพภูมิอากาศภายในเรือนด้วยแบบจำลองในโปรแกรม Doe เพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้ที่อยู่อาศัยภายในเรือน โดยเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนที่ใต้หลังคา สามารถลดปริมาณความร้อนในช่วงกลางวันลงได้เพียงเล็กน้อยและส่งผลให้ในช่วงเวลากลางคืนมีปริมาณความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น

โดยแนวทางการแก้ปัญหาสามารถเลือกใช้พัดลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศ จากสมการ $dt = 6*Ve-1.6*Ve^2$ โดยการเคลื่อนไหวของอากาศ (dT) สามารถประมาณเป็นที่ความเร็วลมที่มีประสิทธิภาพ คือ V = V - 0.2 และ V คือความเร็วลม (m / s) ที่ผิวของร่างกายและการแสดงออกที่ถูกต้องได้ถึง 2 เมตร / วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Study Of Isan Wooden House For Thermal Comfort Case Study: The Isan Wooden House In Nangrong District, Buriram Province
Student	MS. Nuvee Ketkaew
Student ID.	54620505
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2016
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Suphat Bunyarittikit

ABSTRACT

The temperature of the ambient environment of Isan Wooden House. The temperature for thermal comfort to the occupants inside the house. Local community WatRongManThet Nangrong District Buriram Province. By collecting data and monitoring the climate inside the house. To consider the change of climate and ambient environment temperature inside the house.

As a result, the air temperature inside the wooden house east. During the summer months of April The temperature inside the house upstairs with the air temperature close to the temperature of the air in the balcony. The maximum temperature was 37.88 degrees Celsius during 16.00. The temperature inside the house, the ground floor is lower than the air temperature inside the greenhouse on the top floor of about 5 degrees Celsius, with a maximum temperature of 34.01 degrees Celsius and the air temperature. inside the house, the outside air temperature throughout the day. Inside the house, the ground floor has a number of hours in comfort zone 4.31% of the house upstairs with the number of hours in the comfort zone of 6.25% when simulate the climate within the house, with models in Doe to offer guidance. the temperature resolution thermal comfort to those living inside the house. The use of insulation to the attic. Can reduce the amount of heat during the day and down a little during the night, resulting in an increased amount of heat.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The solution can use a fan to help ventilate the equation dT = 6 * Ve-1.6 * Ve2 by the movement of air (dT) can be estimated as the wind velocity effective is V = V - 0.2. and V is the velocity (m / s) at the surface of the body and the expression is valid up to 2 m / sec.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ตั้งใจให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ให้การสนับสนุนการวิจัยทุกขั้นตอน จึงทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำสั่งสอนและช่วยแนะนำข้อบกพร่องและปรับปรุงจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.สุภาวดี รัตนมาศ, รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ, รศ.ชนินทร์ ทิพโยภาส, รศ.ดร.รวิช ควรประเสริฐและรศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ ผู้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาและปรับปรุงจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจที่ดีเสมอมาตลอดจนขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ นักศึกษาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์จึงทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ณุวีร์ เกตุแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 แผนการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม 5

2.1 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือนไม้อีสาน 5

2.2 ลักษณะของเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ 7

2.3 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ 10

2.3.1 สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) 10

2.3.2 ขอบเขตสภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) 11

2.4 สภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 15

2.5 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน 22

2.5.1 คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนที่มีผลต่อมวลสารของวัสดุ 23

2.5.2 การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร 29

2.5.3 การใช้วัสดุ “ฉนวน” ในอาคาร 29

2.7 แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน 30

2.7.1 กรอบแนวคิดสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การสร้างเครื่องมือ ข้อมูลและวิธีการวิจัย....32
3.1 เรือนไม้อีสานสมัยใหม่ หลังเดียวในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์....32
3.1.1 เรือนไม้อีสาน จากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์....32
3.1.2 ลักษณะเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ กรณีศึกษา....37
3.2 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิและอุณหภูมิอากาศภายในเรือน....44
3.2.1 การหาเครื่องมือเพื่อทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ....44
3.2.2 การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ....46
3.2.3 วิธีการวิจัย....49
บทที่ 4 การทดลองและการผล....58
4.1 การทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ....58
4.2 แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน....60
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....63
5.1 สรุปผลการทดลอง....63
5.2 ข้อเสนอแนะ....64
บรรณานุกรม....65
ประวัติผู้เขียน....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายชั่วโมงของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2545 - 2554.....17

2.2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผิวของผนัง 25

2.3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในผนัง..25

2.4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังคาและฝ้าเพดาน.....25

2.5 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในหลังคาอาคาร.....26

2.6 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาและเพดาน.....26

2.7 แสดงค่าการนำความร้อน (*k*) ความหนาแน่น (*p*) ความร้อนจำเพาะ (*Cp*) ของวัสดุ 27

2.8 แสดงค่าการคำความร้อน (*k*) ความหนาแน่น (*p*) ความร้อนจำเพาะ (*Cp*) ของวัสดุ (ต่อ)....28

2.9 ข้อมูลสภาพอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบาย อำเภอนางรอง
จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ. 2545 - 2554 31

3.1 แสดงช่วงเวลาการใช้งานภายในเรือน.....39

3.2 การประมวลผลของโปรแกรม DOE-2 version 2.1.....46

3.4 แสดงรายละเอียดการตั้งค่าการเก็บข้อมูล 46

3.4 ข้อมูลสภาพอากาศภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบาย อำเภอนางรอง
จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ. 2552 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสานในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เจ้าของเรือนคุณตาเชื่อม เพียวพงศ์ บ้านเลขที่ 33 ถนนสังขกฤษณ์บูรณะ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 1

1.2 แสดงสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเฉลี่ย 10 ปี ในปี พ.ศ. 2545 - 2554 2

2.1 แสดงลักษณะเรือนพื้นถิ่นอีสานที่ทำการปรับปรุงช่องเปิดใต้หลังคา.....6

2.2 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ในช่วงที่อุณหภูมิสูงเป็นขอบเขตความสบายและอุปกรณ์บังแดดของเรือนพื้นถิ่นอีสาน.....6

2.3 แสดงลักษณะเรือนแฝดมีเรือนโข่ง 7

2.4 แสดงลักษณะเรือนครอบครัวเดี่ยว 8

2.5 แสดงลักษณะเรือนชั่วคราว.....8

2.6 การเปรียบเทียบเกณฑ์วัดระดับความสบาย 12

2.7 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกลางภายในอาคารและอุณหภูมิภายนอกอาคารเฉลี่ยรายเดือน (de Dear, Brager&Cooper, 1997).....13

2.8 อุณหภูมิกลางที่คาดหมายเปรียบเทียบกับผลจากการสำรวจในพื้นที่ศึกษา (Auliciems and Szokolay, 1997).....14

2.9 แผนภูมิแสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 – 2554 18

2.10 แผนภูมิแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 - 2554 18

2.11 แผนภูมิแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 - 2554.....18

2.12 แผนภูมิแสดงจำนวนเมฆในท้องฟ้าเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 - 2554.....19

2.13 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2545 – 2554 (เดือนมกราคม – มิถุนายน) 20

2.14 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2545 – 2554 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม) 20

2.15 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 10 ปีของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2545 - 2554 21

3.1 แผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีวานของประเทศไทย.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 แผนที่อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 33

3.3 พื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ ในเขตเทศบาลเมืองนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 34

3.4 แสดงการวางผังของเรือนไม้อีสานกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 35

3.5 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสาน กลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์....36

3.6 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสานในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เจ้าของเรือนคุณตาเชื่อม เพียวพงศ์ บ้านเลขที่ 33 ถนนสังขกฤษณ์บูรณะ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ 37

3.7 แสดงลักษณะของเรือนไม้อีสานและโครงสร้างหลังคา 38

3.8 แสดงลักษณะของฝ้าเพดานและช่องเปิดภายในเรือน 38

3.9 แสดงแปลนพื้นชั้นล่าง....40

3.10 แสดงแปลนพื้นชั้นบน....41

3.11 แสดงแปลนหลังคา 42

3.12 แสดงรูปด้านของเรือนไม้อีสาน กรณีศึกษา....43

3.13 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ – ความชื้นอัตโนมัติ (เครื่อง Temp/RH Data loggers (HOBO)) 44

3.14 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ 49

3.15 (a) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติส่วนระเบียงชั้นบน
(b) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติภายในเรือนชั้นบน 50

3.16 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติภายในเรือนชั้นล่าง....50

3.17 แสดงผลแบบจำลองและกำหนดการแสดงผล....51

3.18 แสดงแนวเส้นสภาวะสบายตลอดทั้งปีของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2552 โดยพิจารณาขอบเขตอุณหภูมิในเขตสภาวะสบาย 57

4.1 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2556 (แบบเปิดหน้าต่าง) จากการตรวจวัดภายในเรือน ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556 58

4.2 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2556 (แบบเปิดหน้าต่าง) จากโปรแกรม DOE ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2556 (แบบติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ใต้หลังคาหนา 3 นิ้ว) ผลการทดลองจากโปรแกรม DOE ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556 60

4.4 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2556 (แบบติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ใต้หลังคาหนา 6 นิ้ว) ผลการทดลองจากโปรแกรม DOE ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลักษณะของเรือนไม้อีสาน เป็นเรือนยกพื้นสูง ใต้ถุนโล่ง เพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศและเก็บเครื่องมือในการประกอบอาชีพ เลี้ยงสัตว์ หรือนั่งเล่นพักผ่อนและรับแขกในช่วงกลางวันได้ ซึ่งสภาพแวดล้อมโดยรอบของเรือนจะส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน เนื่องจากเรือนไม้อีสานใช้ไม้เป็นโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของเรือน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีค่าการสะสมความร้อนน้อย จึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเรือนเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศภายนอกเรือนได้โดยง่าย[1] จากการสำรวจเรือนไม้อีสานในกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ มีลักษณะของเรือนไม้อีสานสมัยใหม่กระจายอยู่โดยทั่วไป จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ เพื่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือน โดยเลือกเรือนที่มีการปรับปรุงรูปแบบของเรือนเพื่อใช้ในการอยู่อาศัยในปัจจุบันและได้รับผลกระทบจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในเรือนในส่วนพื้นที่ใช้งานในเวลากลางวัน ดังรูปที่ 1.1

รูปที่1.1 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสานในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เจ้าของเรือนคุณตาเชื่อม เพียวพงศ์ บ้านเลขที่ 33 ถนนสังขกฤษณ์บูรณะ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

[1] สุนทร บุญญาธิการ. 2542. "**เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**." สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสัมภาษณ์เจ้าของเรือนไม้อีสาน นายเชื่อม เพียวพงษ์ ได้ปรับปรุงรูปแบบของเรือนและโครงสร้างให้มีความแข็งแรงเพื่อใช้ในการอยู่อาศัย โดยพื้นที่บริเวณชั้นล่างของเรือนได้ทำการปรับปรุงด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูนและติดหน้าต่างสำเร็จรูปรอบตัวเรือน เรือนชั้นบนใช้ไม้จริงเป็นโครงเคร่าตีเกล็ดไม้แนวตั้งและแนวนอนตลอดความสูงของผนัง ที่ฝาผนังด้านบนมีลักษณะเป็นบานเกล็ดไม้แนวนอนเพื่อการระบายอากาศ ส่วนวัสดุหลังคาใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหินลอนคู่และหลังคาสังกะสี โดยติดที่บังแดดด้านทิศตะวันตก เพื่อป้องกันแสงแดดตลอดทั้งวัน

จากการทดลองของ Auliciems (1981, 1982) สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิมีค่าแปรผันโดยตรงกับค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ซึ่งประเทศไทยอยู่ในแถบภูมิภาคเขตร้อนชื้น สามารถพิจารณาสภาวะน่าสบายได้จากสมการ $T_n = 17.6 + (0.31 \times T_{av})$ โดยสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 35.1 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศร้อนที่สุดโดยเฉลี่ยในรอบปี 10 ปี ดังรูปที่ 1.2

climatic data for NANG RONG BR latitude: 14.58

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
T.max	30.6	33.2	34.3	35.1	33.2	33.1	32.5	32.0	31.1	30.3	30.3	29.7	degC
SD.max	1.0	1.2	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.4	0.7	0.5	0.6	0.5	K
T.min	17.9	20.8	23.0	25.0	25.4	25.5	25.2	25.0	24.8	23.8	21.3	18.7	degC
SD.min	0.8	1.4	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	1.0	0.8	K
RH.am	78	76	75	78	83	82	83	84	87	86	80	79	%
RH.pm	61	58	59	64	74	74	75	77	81	79	70	65	%
Rain	00	00	00	00	01	01	01	01	01	01	00	00	mm
Irrad	4889	5028	5361	5583	5361	5167	4806	4167	3972	4417	4833	4750	Wh/m2

รูปที่1.2 แสดงสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเฉลี่ย 10 ปี ในปี พ.ศ. 2545-2554

จากปัญหาด้านสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อนเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดตลอดปี จึงมีแนวคิดที่จะสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้อยู่อาศัยภายในเรือนไม้อีสานสมัยใหม่และนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน

จึงเป็นที่มาของการศึกษาเรือนไม้อีสาน เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนไม้อีสาน

1.2.2 เพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ ในพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยเลือกเรือนไม้อีสานของ คุณตาเซื่อม เพียวพงษ์

1.3.2 ทำการศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว

1.3.3 ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556 เนื่องจากเป็นเวลาที่ผู้วิจัยสามารถเข้าพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศภายในเรือนไม้อีสานได้ในช่วงเวลานี้เท่านั้น

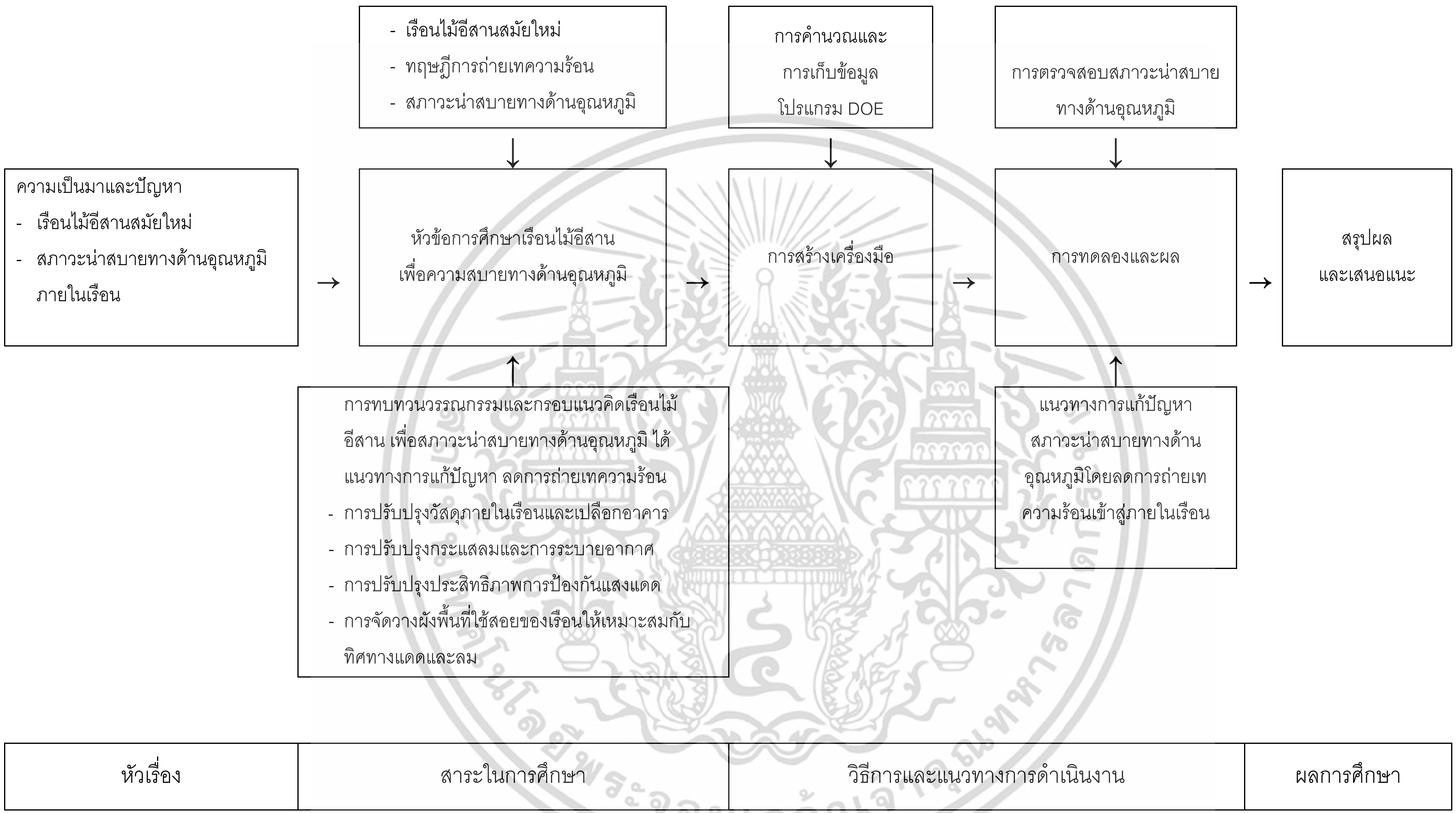
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนไม้อีสานได้

1.4.2 สามารถนำเสนอแนวทางการเพิ่มสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินการ



บทที่ 2
ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรม

2.1 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือนไม้อีสาน

จากการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงานภายในเรือนอีสาน (ประเภทถาวร) กรณีศึกษา จังหวัด ขอนแก่น (นายสุรกานต์ รวยสูงเนิน. 2546.)[1] จากการศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยในเรือนเกย พบว่า อุณหภูมิภายในเรือนสูงเกินขอบเขตสภาวะน่าสบาย สามารถแก้ปัญหาอุณหภูมิภายในเรือน โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีธรรมชาติเป็นหลัก ด้วยการวางผังพื้นที่ใช้สอยของเรือนอีสานให้เหมาะสมกับทิศทางแดดและลม ด้านทิศตะวันออกเหมาะสำหรับตำแหน่งของห้องนอน ส่วนด้านทิศตะวันตกจะเป็นส่วนที่ได้รับแสงแดดช่วงบ่ายจึงเหมาะสำหรับตำแหน่งของห้องน้ำ ห้องครัวและชานแดด ด้านทิศใต้จะได้รับแสงแดดในช่วงบ่ายจึงเหมาะจะเป็นพื้นที่นั่งเล่นและห้องนอน ส่วนด้านทิศเหนือจะได้ร่มเงาเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเหมาะกับส่วนที่ต้องมีการใช้งานในเวลากลางวัน เช่นส่วนรับแขกและส่วนพักผ่อน

การพัฒนาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ กรณีศึกษา เรือนพื้นถิ่นอำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น (สุรกิจ พันธ์เพชร. 2552)[2] จากผลการตรวจสอบสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนพื้นถิ่นอีสาน พบว่า อุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าขอบเขตสภาวะน่าสบายและอุณหภูมิมีค่าสูงเกินขอบเขตสภาวะน่าสบายตลอดปีอยู่ที่ 40.25% สามารถแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนพื้นถิ่นอีสาน ได้ดังนี้

1. การปรับปรุงวัสดุภายในเรือนและเปลือกอาคาร

โดยเลือกใช้ผนังไม้ฝาสมาร์ทวูดตราช้าง ซึ่งมีค่าการส่งผ่านความร้อนน้อย 0.1 W/m^2C และเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ไม่ส่งผลเสียต่อรูปแบบผนังของเรือน ส่วนหลังคาเลือกใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหินลอนเล็ก ที่ช่องว่างอากาศใต้หลังคามีอลูมินั่มฟอยด์ และติดฉนวนใย

[1] นายสุรกานต์ รวยสูงเนิน. 2546. การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงานภายในเรือนอีสาน (ประเภทถาวร) กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่นสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

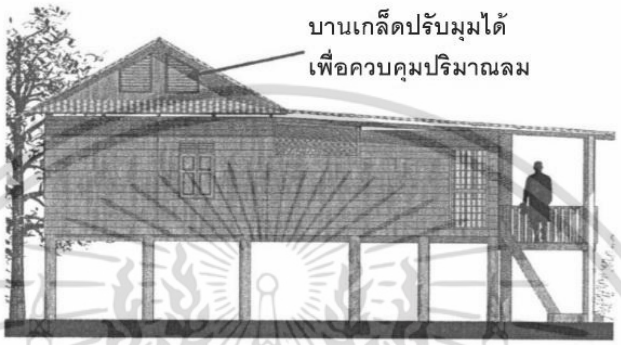
[2] สุรกิจ พันธ์เพชร. 2552. การพัฒนาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ : กรณีศึกษาเรือนพื้นถิ่น อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้วที่ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด โดยมีค่าการส่งผ่านความร้อน 0.388 W/m^{2}C และออกแบบให้มีบานเกล็ดปรับมุมบริเวณหน้าจั่วเพื่อควบคุมปริมาณอากาศบริเวณใต้หลังคาได้

2. การปรับปรุงช่องเปิดและการระบายอากาศ

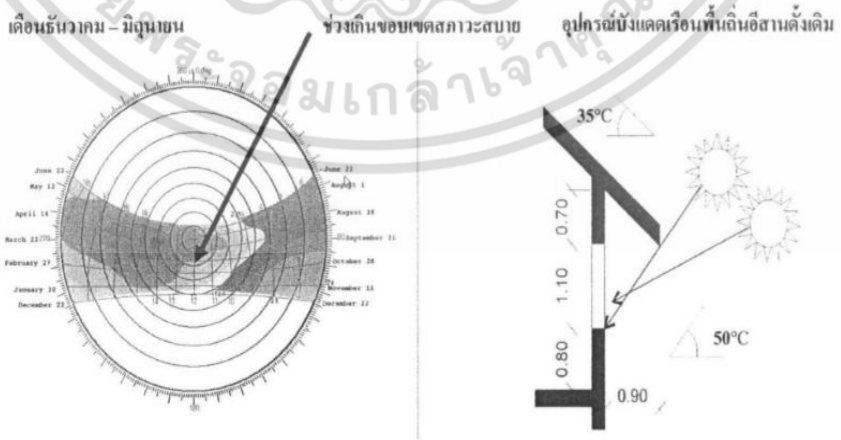
โดยการเพิ่มขยายช่องเปิดให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมปริมาณอากาศเข้าออกได้ด้วยการใช้บานเกล็ดปรับมุมหรือบานกระทุ้ง และเพิ่มการระบายอากาศใต้หลังคา ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของเรือนพื้นถิ่นอีสานที่ทำการปรับปรุงช่องเปิดใต้หลังคา
ที่มา : (สุรกิจ พันธ์เพชร. 2552 : น.178)

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด

โดยเพิ่มระยะของชายคาให้สามารถป้องกันแสงแดดในในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงเกินขอบเขตสภาวะน่าสบาย ตั้งแต่เวลา 09.00-17.00 น. โดยยื่นชายคายาว 1.35 เมตร ถึง 1.65 เมตร ตั้งแต่มุม 35 องศาขึ้นไปจะสามารถป้องกันแสงแดดได้ตลอดปี ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ในช่วงที่อุณหภูมิสูงเกินขอบเขตความสบายและ อุปกรณ์บังแดดของเรือนพื้นถิ่นอีสาน
ที่มา : (สุรกิจ พันธ์เพชร. 2552 : น.160)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

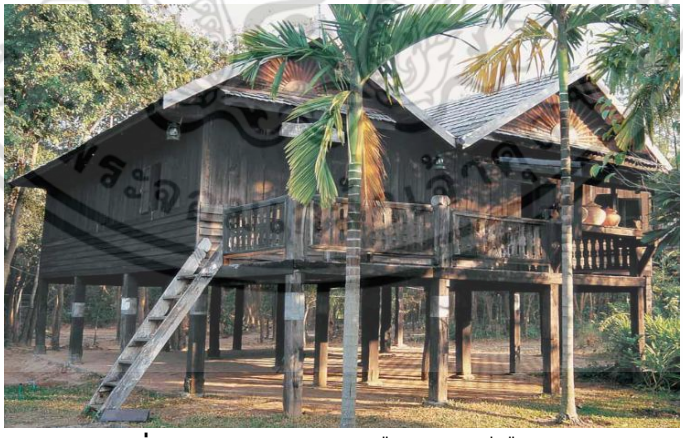
จากการศึกษาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ มีอุณหภูมิต่ำกว่าขอบเขตความสบายและอุณหภูมิสูงเกินขอบเขตความสบาย สามารถสรุปแนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนพื้นถิ่นอีสานได้ โดยการปรับปรุงวัสดุภายในเรือนและเปลือกอาคาร การปรับปรุงช่องเปิดและการระบายอากาศ การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน

2.2 ลักษณะของเรือนไม้อีสานสมัยใหม่

1. ลักษณะของเรือนพื้นถิ่นอีสาน แบ่งตามลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะดังนี้[3]

1.1 เรือนแฝดมีเรือนโข่ง

เป็นเรือนปลูกสร้างคู่กันสองหลังระหว่างเรือนใหญ่หรือเรือนนอน และเรือนโข่ง (เรือนระเบียง) โดยให้หลังคาเรือนสองหลังจรดกันนั้นมีฮางริน (รางน้ำ) เชื่อมต่อระหว่างเรือนทั้งสอง เรือนโข่งจะมีโครงสร้างของตนเองสามารถรื้อไปปลูกที่อื่นได้ เรือนโข่งภายในจะเปิดโล่งไม่กั้นห้อง จึงทำให้เกิดที่ว่างบริเวณฮางรินกับเรือนโข่ง ที่สนองประโยชน์หลายอย่าง ทั้งยังเป็นศูนย์กลางภายในที่เชื่อมต่อกับส่วนอื่นๆของเรือน เช่น เรือนใหญ่ ครัว ชาน ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง จึงนับว่าเป็นเรือนที่นิยมปลูกสร้างแบบหนึ่งของเรือนพื้นถิ่นอีสาน และนอกจากนี้ยังมีเรือนที่สร้างในลักษณะที่คล้ายกัน แต่ต่างกันที่เป็นเรือนแฝด สร้างในลักษณะที่มีโครงสร้างเสา พื้น และจั่วยึดเกาะติดกันกับเรือนใหญ่ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะเรือนแฝดมีเรือนโข่ง

ที่มา : http://202.28.117.35/UserFiles/chapter3%2816%29.pdf

[3] สุวิทย์ จิระมณี. (2543 : 222). สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสาน (สายวัฒนธรรมไทย-ลาว). ความหลากหลายของเรือนพื้นถิ่นไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ วันที่ 22-13 มิถุนายน พ.ศ.2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เรือนเดี่ยวไม่มีเรือนโข่ง

เป็นเรือนขนาดเล็กกว่าเรือนแฝด ส่วนประกอบของเรือนมีเรือนใหญ่หรือเรือนนอนเพียงหลังเดียว หน้าเรือนเป็นเฉลี่ยงมีโครงสร้างหลังคาต่อจากเรือนใหญ่ ด้านหน้าเฉลี่ยงเป็นซาน (ชาน) และฮ้านแอ่งน้ำ (ร้านโอ่งน้ำ) เรือนเดี่ยวมีบันไดขึ้นลงทางเดียว เรือนลักษณะนี้นิยมปลูกสร้างเช่นเดียวกับเรือนแฝดที่มีเรือนโข่ง ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะเรือนครอบครัวเดี่ยว

ที่มา : http://2tamta.blogspot.com/p/blog-page_9.html

1.3 เรือนชั่วคราว

เป็นเรือนที่ปลูกสร้างขึ้นชั่วคราวของผู้ที่ออกเรือนใหม่ที่มีฐานะไม่มั่นคงพอ ก็จะสร้างเป็นเรือนชั่วคราวอยู่ระยะหนึ่ง ใกล้กับเรือนพ่อแม่ เรือนชั่วคราวมี 2 ลักษณะ กล่าวคือ ทำโครงสร้างลักษณะเกย (เพิง) ต่ออาคาร เช่นเกยต่อเล้าข้าว (เพิงต่อยุ้งข้าว) และชนิดเป็นตูบหรือกระต๊อบเล็กๆ ปลูกสร้างจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เช่นไม้ไผ่ หญ้า ใบไม้และวัสดุอื่นๆ เรือนชั่วคราวเป็นเรือนขนาดเล็กจึงไม่แบ่งกั้นห้อง ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะเรือนชั่วคราว

ที่มา : http://2tamta.blogspot.com/p/blog-page_9.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะของเรือนไม้อีสานสมัยใหม่

จากการรับอิทธิพลของชาวเมืองและเศรษฐกิจในเชิงพาณิชย์ จึงทำให้เกิดเรือนในลักษณะใหม่ ซึ่งแบ่งได้ 4 ลักษณะ[4] ดังนี้

2.1 เรือนปั้นหยา

ส่วนใหญ่อยู่ในหมู่บ้านใกล้กับตัวเมือง เจ้าของมักจะเป็นข้าราชการ หรือผู้มีฐานะ โดยตัวเรือนที่มีอายุในช่วง 50-60 ปี ลักษณะเป็นเรือนยกเสาสูง หลังคาเป็นทรงปั้นหยามุงสังกะสี ตัวเรือนเป็นไม้จากโรงเลื่อย แผนผังไม่มีแบบตายตัว ชาวบ้านอาจมีการสร้างหลังคาปั้นหยากับหลังคาจั่วในหลังเดียวกัน เช่น ตัวเรือนนอนเป็นหลังคาปั้นหยา แต่มีหลังคาคลุมชานเป็นจั่ว อาจจะเป็นจั่วเดียวหรือจั่วแฝดสองหรือสาม บางหลังอาจทำเป็นมุมเหลี่ยมอย่างบ้านฝรั่ง ขนาดตัวเรือนใหญ่กว่าแบบดั้งเดิม

2.2 เรือนร้านค้า

ในช่วง 40 กว่าปีก่อน (พ.ศ. 2490 – 2505) ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ริมทางสัญจรหลักในหมู่บ้าน มีลักษณะเป็นเรือนไม้สองชั้นหลังคาจั่ว ชั้นบนใช้อยู่อาศัย ชั้นล่างใช้ค้าขาย ปิดประตูร้านบานเฟี้ยมไม้ตลอดแนวด้านล่างระหว่างช่วงเสา ชั้นบนจะพบว่ามีระเบียงชั้นบนอยู่ตลอดด้านหน้าของอาคารที่มักมีหลังคาทรงจั่ว อนึ่ง บางหลังที่เป็นเรือนชั้นเดียวก็มีพบบ้าง

2.3 เรือนประยุกต์

บ้านที่สร้างในช่วง 40 – 50 กว่าปีก่อน (พ.ศ. 2480 – 2500) ที่มิได้เป็นเรือนปั้นหยาและเป็นเรือนร้านค้า จะขอจัดว่าเป็นแบบประยุกต์ เนื่องจากเป็นเรือนที่ไม่มีแบบแผนตายตัว เจ้าของปลูกจากความคิดสร้างสรรค์ของตน เช่น มีหลังคาหลายจั่ว, หลังคาจั่วลดชั้น, หลังคาปั้นหยาหน้าจั่ว เป็นต้น

2.4 เรือนสมัยใหม่

นับจากราว พ.ศ. 2505 เป็นต้นมา เป็นเรือนที่ออกแบบโดยสถาปนิกเมืองหลวงได้เข้ามามีอิทธิพลกับแบบบ้านในชนบทอีสาน แม้จะมีสถาปนิกโดยตรงแต่จะเป็นการเลียนแบบจากรูปแบบบ้านที่เห็นจากสื่อสิ่งพิมพ์หรือแบบบ้านที่ขอได้จากเทศบาล โดยในช่วงต้น(ประมาณ พ.ศ. 2505 – 2525) เรือนมีลักษณะแบบสองชั้นปิดทึบทั้งชั้นล่างและชั้นบน หลังคาจั่วลาดชันน้อย วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุเชิงอุตสาหกรรม หากไม่ใช้เสาไม้หรือไม้พื้นที่รื้อจากเรือนดั้งเดิมที่เคยมีอยู่ในดิน ก็จะใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปหรือหล่อกับที่ ฝาผนังชั้นบนนิยมตีไม้ซ้อนเกร็ดตามนอน ชั้นล่างอาจเป็นฝาไม้เช่นเดียวกันชั้นบนหรือก่ออิฐฉาบปูนและทั้งหลังติดหน้าต่างสำเร็จรูป

---

[4] ดร.ธาดา สุทธิธรรม (2543 : 230). บ้านพักอาศัยในชนบทอีสาน แถบลุ่มน้ำชี. ความหลากหลายของเรือนพื้นถิ่นไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ระหว่างวันที่ 22-13 มิถุนายน พ.ศ.2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในช่วง พ.ศ. 2525 -2535 เรือนยังนิยมเป็นสองชั้นปิดทึบ ชั้นล่างของเรือนบางส่วนอาจก่ออิฐโชว์แนว ส่วนหลังคาเป็นจั่วทรงสูง มีลักษณะของบานประตูหน้าต่างสำเร็จรูปเป็นวงโค้งด้านบนอยู่ในความนิยมบ้านแบบนี้มักเรียกกันว่า “บ้านทรงซาอุ” สืบเนื่องช่างในหมู่บ้านช่วงนี้ไปทำงานที่ต่างประเทศซาอุดิอาระเบียและกลับมาสร้างบ้านใหม่ของตนกันมาก และคนในหมู่บ้านก็นิยมบ้านตามอย่างกัน สำหรับบ้านหลัง พ.ศ. 2535 จะนิยมบ้านตามอย่างบ้านจัดสรรในเมือง

จากการศึกษาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน ด้วยการปรับปรุงวัสดุภายในเรือนและเปลือกอาคาร การปรับปรุงช่องเปิดและการระบายอากาศ การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดและการจัดวางผังพื้นที่ใช้สอยของเรือนให้เหมาะสมกับทิศทางแดดและลม เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน จากการศึกษาลักษณะของเรือนไม้อีสานและจากขอบเขตของงานวิจัย จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาลักษณะของเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ เพื่อสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือน

2.3 **สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ** (Thermal Comfort)

2.3.1 **สภาวะน่าสบาย** (Comfort Zone)

ร่างกายมนุษย์ มีความต้องการสภาวะที่เหมาะสมในระดับหนึ่ง เพื่อการใช้ชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยเรียกสภาวะดังกล่าวว่า “สภาวะสบาย (Comfort)” สภาพอากาศเป็นปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบการออกแบบอาคารที่อยู่อาศัย อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น ความเร็วลม และความร้อนจากดวงอาทิตย์ ล้วนมีผลกระทบต่อความสบายของมนุษย์ทั้งสิ้น การออกแบบอาคารที่อยู่อาศัยจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความร้อนของร่างกายมนุษย์ ด้านการผลิตและสูญเสียความร้อน เพื่อจะนำมาพิจารณาเขตความสบาย

มนุษย์ที่มีร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง จะมีสภาวะสบาย เมื่ออุณหภูมิรวมของผิวกายภายนอก มีค่าระหว่าง 31 - 34 ºC อุณหภูมิภายในร่างกายมีค่า 37 ± 0.5 ºC และความสมดุลพลังงานของร่างกาย คือ ความร้อนที่สูญเสียจะต้องเท่ากับความร้อนที่ผลิตจากร่างกาย ซึ่งตัวแปรที่สำคัญที่สุดต่อสภาวะสบายของมนุษย์สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. ตัวแปรของสภาวะสบายภายนอกร่างกาย
2. ตัวแปรสภาวะสบายภายในร่างกาย
3. ตัวแปรอัตวิสัย (Subjective Variables)

อุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการพาความร้อนถ่ายเทออกจากผิวหนัง การเคลื่อนที่ของอากาศช่วยเร่งกระบวนการดังกล่าว และยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลต่อการระเหยของความชื้นที่ผิวหนัง จึงเพิ่มการสูญเสียความร้อนโดยวิธีการระเหยกลายเป็นไอ ความชื้นในอากาศมีผลต่อการทำความเย็นโดยการระเหยกลายเป็นไอด้วยเช่นกัน หากความชื้นสัมบูรณ์ (ความชื้นในอากาศ) อยู่ระหว่าง 5 ถึง 10 กรัมต่อกิโลกรัม จะมีผลเพียงเล็กน้อยต่อความรู้สึก ในการรับรู้ความร้อนขณะที่ความชื้น (ประมาณ 12 กรัมต่อกิโลกรัมหรือมากกว่า) จะจำกัดการสูญเสียความร้อนโดยวิธีการระเหยกลายเป็นไอการแผ่รังสีความร้อนเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างวัตถุที่อุณหภูมิต่างกัน ขึ้นอยู่กับ MRT หรือ อุณหภูมิเฉลี่ยจากการแผ่รังสีของพื้นผิวโดยรอบมาสู่ร่างกายค่านี้ได้จากการถ่วงน้ำหนักค่ามุมการแผ่รังสีที่กระทำต่อแต่ละพื้นผิว

การเผาผลาญอาหารเป็นกระบวนการทางชีววิทยาในการเปลี่ยนแปลงอาหารมาใช้เป็นพลังงานสำหรับการทำงานของร่างกาย อัตราการเผาผลาญอาหารขึ้นอยู่กับระดับของกิจกรรมดังที่อธิบายในตอนต้น ณ ระดับกิจกรรมหนึ่งอัตราการเผาผลาญอาหารขึ้นอยู่กับ อายุ เพศ และเป็นสัดส่วนกับน้ำหนัก และขนาดของร่างการ Givoni (1976) ชี้ให้เห็นว่าเสื้อผ้ามีอิทธิพลสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกาย และสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งกั้นความร้อนตากการพาและการแผ่รังสีจะออกไปสู่สภาพแวดล้อม อีกทั้งยังขัดขวางในกระบวนการระเหยของเหงื่อ ค่า clo เป็นหน่วยที่ใช้กำหนดระดับความเป็นฉนวนกันความร้อนรวมของเสื้อผ้าที่ห่อหุ้มร่างกายทั้งหมดโดยมีค่าการส่งผ่านความร้อนเฉลี่ย (U-value) ที่ 6.45 วัตต์ต่อตารางเมตรเคลวิน

ตัวแปรเสริมได้แก่ อาหารและเครื่องดื่ม การปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศ รูปร่าง ไขมันใต้ผิวหนัง อายุและเพศ อาหารและเครื่องดื่มมีผลโดยตรงต่ออัตราการเผาผลาญอาหาร การปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศสามารถเป็นได้ทั้งการปรับตัวในระยะสั้น (20-30 นาที) และระยะยาว (6 เดือนขึ้นไป) (Auliciems and Szokolay, 1997) ร่างกายมนุษย์ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเปิดเผยร่างกายสู่ภายนอก เขตสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจเจกบุคคล รูปร่างและไขมันใต้ผิวหนังก็มีความสำคัญ เพราะการกระจายความร้อนขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของพื้นผิวสัมผัสจองร่างกายต่อปริมาตร ดังนั้น คนผอมจึงสูญเสียความร้อนจากร่างกายให้สภาพแวดล้อมได้ดีกว่าคนอ้วน ไขมันใต้ผิวหนังเป็นฉนวนความร้อนอย่างดีจึงเป็นสาเหตุให้คนอ้วนต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า

2.3.2 **ขอบเขตสภาวะสบาย** (Comfort Zone)

ขอบเขตสภาวะสบาย คือ ขอบเขตของสภาพอากาศในช่วงระยะเวลาที่ทำให้ร่างกายมนุษย์อยู่ในสภาวะที่สบาย ซึ่งสภาวะที่สบายนี้หมายถึง สภาวะที่อากาศมีอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นในอากาศที่พอเหมาะกับการที่ทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกไม่ร้อน ไม่หนาว โดยคำจำกัดความของเขตสภาวะน่าสบายของ ASHRAE ได้กำหนดให้สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะทางจิตใจที่บ่งบอกถึงความรู้สึกพึงพอใจกับสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ ซึ่งเกิดจากดารประเมินตามความรู้สึกส่วนตัว (ASHRAE, 1992)

จากตัวแปรทางสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศ ความชื้น และการแผ่รังสีความร้อน ที่มีผลต่อสภาวะอากาศให้อยู่ในหนึ่งมาตรฐานเพื่อกำหนดเขตสภาวะน่าสบายด้วยแผนภูมิ “ไซโครเมตริก” และแผนภูมิ “ไบโอไคลเมตริก” โดยได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแสดงถึงสภาวะอากาศที่แสดงด้วยภาพ ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Carrier ในปี 1911 (Carrier, 1911) ถือว่ามีความเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถรวมตัวแปรทางสภาพแวดล้อมมากมายไว้ได้ในแผนภูมิเดียว อุณหภูมิกระเปาะแห้งแสดงอยู่บนแกนแนวนอน (X-axis) ส่วนแกนตั้ง (Y-axis) แสดงความชื้นสัมบูรณ์ หรือความดันไอน้ำในอากาศ ต่อมา ASHRAE ได้กำหนดเขตน่าสบายลงบนแผนภูมินี้

แผนภูมิต่อมาได้รับการพัฒนาโดย Olgyay แสดงความชื้นสัมพัทธ์ บนแกน X และอุณหภูมิกระเปาะแห้งบนแกน Y จากนั้นเขตสภาวะน่าสบายได้ถูกวางลงบนแผนภูมิเพื่อแสดงช่วงของสภาวะน่าสบาย

2.3.2.1 ดัชนีวัดความสบายทางอุณหภูมิ

ดัชนีวัดความสบายทางอุณหภูมิมีสองวิธีที่มีอยู่เพื่อใช้หาสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิของมนุษย์ ได้แก่ การใช้แบบสอบถามพร้อมกับการตรวจวัดสภาวะอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันมากในการลงพื้นที่ศึกษาจริงและอีกวิธีคือการตรวจวัดการตอบสนองของร่างกาย เช่น การมีเหงื่อความชื้นที่ผิวหนังหรืออุณหภูมิที่ผิว ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ในห้องปฏิบัติการ

นักวิจัยส่วนมากใช้เกณฑ์การให้คะแนน 7 ระดับ ไม่ว่าจะเป็นของ Bedford (Bedford, 1936) หรือ ASHRAE เพื่อบ่งชี้ระดับความสบายเกณฑ์ของ Bedford แสดงระดับที่ผลรวมทางอุณหภูมิกระทบต่อความสบาย ในขณะที่เกณฑ์ของ ASHRAE สื่อถึงการตัดสินความรู้สึกรับรู้ในเชิงของความพอใจ ดังรูปที่ 2.6

	ASHRAE	Bedford
3	hot	much too warm
2	warm	too warm
1	slightly warm	comfortably warm
0	neutral	comfortable
-1	slightly cool	comfortably cool
-2	cool	too cool
-3	cold	much too cool

รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบเกณฑ์วัดระดับความสบาย

ที่มา : Auliciems, A., Szokolay, S V. 1997. Thermal Comfort, PLEA Note3. Brisbane: University of Queensland.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ได้กล่าวแล้วก่อนหน้านี้ ประสบการณ์ในอดีต ปัจจัยทางสังคม-วัฒนธรรม อาจมีอิทธิพลต่อระดับความพอใจทางอุณหภูมิของคนและสมดุลความร้อนมิได้หมายถึงความสบาย ในปี ค.ศ. 1981 Auliciems ได้เสนอแบบจำลองของความสบายทางอุณหภูมิโดยคิดจากปัจจัยทางร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นที่มาของสมมุติฐานเรื่องการปรับตัวทาง อุณหภูมิ

2.3.2.2 แบบจำลองแบบปรับได้เพื่อหาสภาวะน่าสบาย

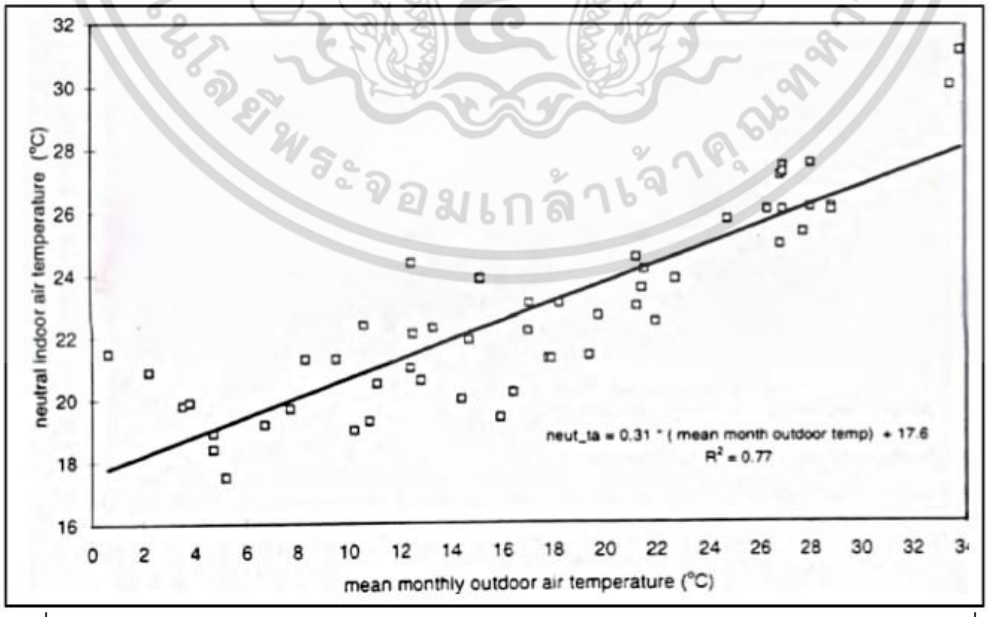
พัฒนาการในช่วงหลังได้นำเสนอ “แบบจำลองแบบปรับได้” (Adaptive Model) เป็นที่มาของมาตรฐานสำหรับอุณหภูมิที่แปรผันภายในอาคาร ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัวของผู้ที่อยู่ในอาคาร งานของ Humphreys ในปี 1975 เป็นก้าวแรกของแบบจำลองปรับได้ ต่อมา Auliciems (1981, 1982) พบความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกันมากกับงานของ Humphreys โดยใช้ทั้งกับอาคารไม่ปรับอากาศและอาคารปรับอากาศ แบบจำลองนี้ได้พัฒนาความพึงพอใจทางอุณหภูมิอันเป็นผลมาจากการตอบสนองโดยทันทีของร่างกายต่อตัวแปรทางสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

$$T_n = 17.6 + 0.31 = T_{av}$$

โดยที่ T_{av} คือ อุณหภูมิภายนอกอาคารเฉลี่ยรายเดือน

T_n คือ อุณหภูมิกลาง

และให้ค่า T_n อยู่ระหว่าง 18.5 และ 28.5°C โดยเขตสภาวะน่าสบาย หาได้จาก 2.5°C สูงหรือต่ำกว่า T_n

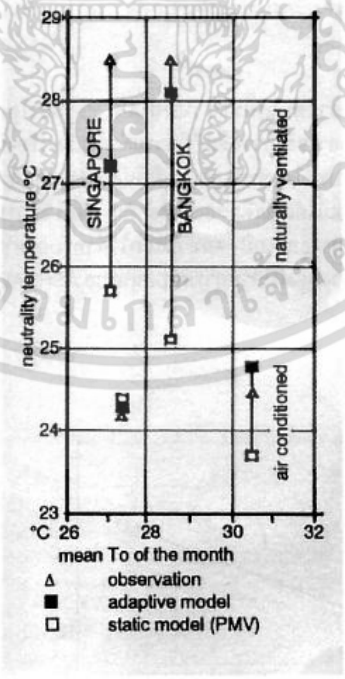


รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกลางภายในอาคารและอุณหภูมิภายนอกอาคารเฉลี่ยรายเดือน (de Dear, Brager&Cooper, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกลางจากการคาดหมายและผลจากการศึกษาในพื้นที่จริงในทำเลที่ตั้งต่างๆ ในรูปแสดงให้เห็นว่าคนในพื้นที่เดียวกันมีความพอใจทางด้านอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยเฉพาะในอาคารที่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ผลจากการสังเกตมีค่าสูงกว่าผลที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองแบบตายตัวมากและแม้แต่เทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองแบบปรับได้ (Adaptive Model) ผลจากการสังเกตยังคงสูงกว่าเล็กน้อย

แบบจำลองแบบปรับได้ ได้รับการปรับปรุงต่อมาโดย de Dear ในปี ค.ศ. 1997 พบว่าอุณหภูมิกลางมีความสัมพันธ์ที่ปรับเปลี่ยนได้กับอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารและอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกอาคาร ความสัมพันธ์นี้จะแสดงเห็นได้ว่าอาคารที่อาศัยการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติชัดเจนกว่าในอาคารปรับอากาศสอดคล้องกันกับข้อสังเกตที่ว่าอุดมคติในเรื่องอุณหภูมิของผู้ใช้อาคารได้รับอิทธิพลจากการประสบกับความร้อนทั้งภายในและภายนอกอาคาร ความรู้สึกทางอุณหภูมิของมนุษย์ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ กระบวนการทางพฤติกรรม ร่างกาย และจิตใจ ผลจากการสังเกตในอาคารปรับอากาศสอดคล้องกับการทำนายอุณหภูมิภายในที่เป็นที่น่าพอใจโดยใช้แบบจำลอง PMV โดยพบว่าการปรับตัวทางอุณหภูมิในอาคารดังกล่าวเป็นไปในเชิงพฤติกรรม ซึ่งได้รับอิทธิพลหลักมาจากการปรับการแต่งกายและความเร็วลมภายในอาคาร ตรงกันข้ามกับกรณีอาคารที่พึ่งพาการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติอุณหภูมิภายในที่น่าพอใจที่สุด มีช่วงกว้างกว่าถึงสองเท่าของที่คาดโดยใช้แบบจำลอง PMV



รูปที่ 2.8 อุณหภูมิกลางที่คาดหมายเปรียบเทียบกับผลจากการสำรวจในพื้นที่ศึกษา

(Auliciems and Szokolay, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 เขตสภาวะน่าสบาย

คำจำกัดความของเขตสภาวะน่าสบายของ ASHRAE เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา ตราบเท่าที่มีการวิจัยใหม่ๆเกิดขึ้น เนื่องจากมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐานทางอุณหภูมิผลกระทบที่ไม่ใช่ทางอุณหภูมิจะไม่ถูกนำมารวมไว้ รูปแบบของขีดจำกัดบนของความชื้นเปลี่ยนแปลงมาโดยตลอดประวัติศาสตร์ของการสร้างมาตรฐาน ASHRAE 55-1974 และ ASHRAE 55-1981 (ซึ่งเป็นแบบที่ปรับมาจากมาตรฐานแรกเพื่อความแตกต่างระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว) เสนอเขตสภาวะน่าสบายโดยมีขีดจำกัดของความชื้นที่ประมาณ 4 และ 12 กรัมต่อกิโลดกรับ (ความดันไอน้ำในอากาศ 0.6 ถึง 1.9 กิโลปาสคาล) ได้มาจากการพิจารณาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคาร ขณะที่ความดันไดน้ำในอากาศที่ผิวหนังยากที่จะเปลี่ยนแปลงความดันไอน้ำในบรรยากาศจะเป็นสิ่งเดียวที่ควบคุมการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อ มาตรฐานถัดมา คือ ASHRAE 55-1992 ซึ่งกำหนดขีดจำกัดบนเขตของสภาวะน่าสบายด้วยความชื้นสัมพัทธ์ และ ASHRAE 55-1995a ซึ่งยึดตามอุณหภูมิกระเปาะเปียกถูกพิจารณาว่าไม่สมเหตุสมผล (Auliciems และ Szokolay, 1997)

2.4 **สภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์**

1. สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

1.1 ฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ มีมรสุมทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (มาจากประเทศจีน) ในระหว่างช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็น และแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์อากาศน้อยกว่าฤดูอื่น

1.2 ฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน มีกระแสลมพัดมาจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยทางด้านทิศใต้ อากาศโดยทั่วไปร้อน และแห้งแล้ง จะร้อนสุดในเดือนเมษายน โดยเฉพาะภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3 ฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคมมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทยทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยทั่วไปปริมาณน้ำฝนจะตกมากที่สุดในเดือนกันยายน

ในช่วงเดือนตุลาคม จะเป็นช่วงเปลี่ยนมรสุม จากมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะนี้เป็นระยะที่ลมเปลี่ยนจากตะวันตกเฉียงใต้ เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ ฝนจะเริ่มน้อยตอนปลายเดือนโดยจะเริ่มจากภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) มีลักษณะภูมิอากาศ ดังนี้

2.1 อุณหภูมิ (Temperature ºC)

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 23.6 - 29.4 องศาเซลเซียส โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ย ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนน้อย ในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนจะมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม

2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity %)

ในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด โดยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 67-69% ในเดือนเมษายนอุณหภูมิอากาศยังอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงยังไม่สูงมากจนกระทั้งเข้าสู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคมจึงมีความชื้นสัมพัทธ์ ในอากาศสูงขึ้น โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ 78-80% ขึ้นไป

2.3 ปริมาณน้ำฝน (Rainfall mm.)

โดยเฉลี่ยอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์จะมีฝนตกเล็กน้อยจนถึงปานกลาง โดยจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 1.2 มิลลิเมตร ในช่วงเดือนกันยายน และในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมนั้นอยู่ในช่วงของจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยเป็นจำนวนมาก

2.4 จำนวนเมฆในท้องฟ้า (Cloudiness)

ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม มีเมฆเป็นส่วนมาก อยู่ระหว่าง 5.5-7.7 ของพื้นที่ ส่วนท้องฟ้าในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน จะมีปริมาณเมฆลดลงในบางส่วน และมีท้องฟ้าโปร่งในบางพื้นที่

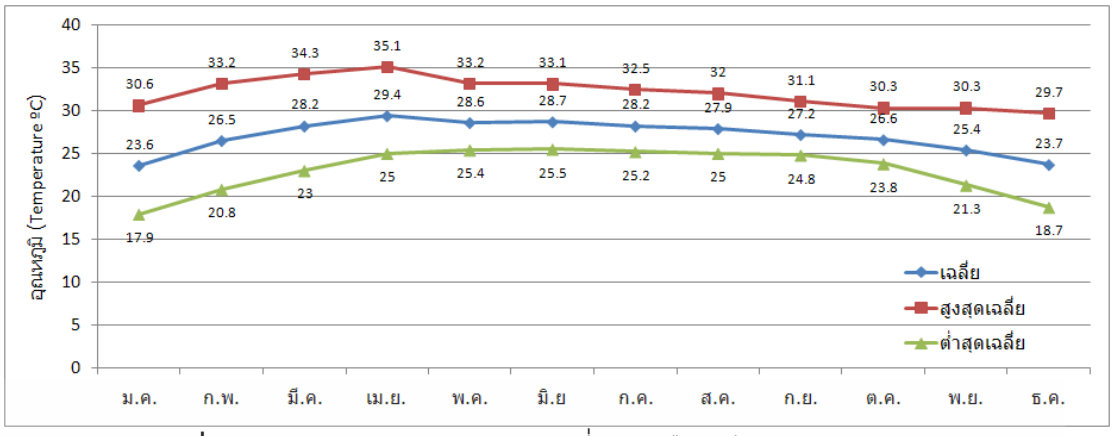
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายชั่วโมงของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

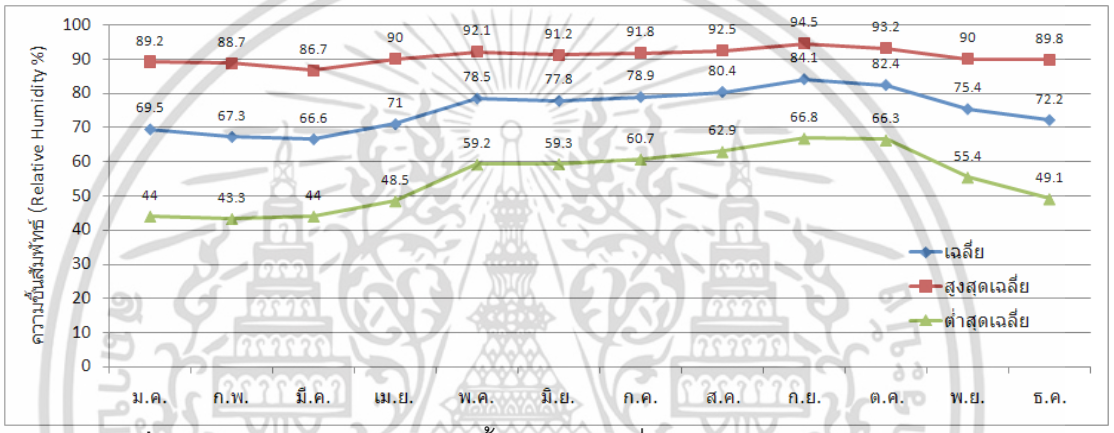
พ.ศ. 2545 – 2554

Station	NANG RONG, BURIRAM												
Latitude	14.58° N		Longitude		102.8° E								
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
Air Temperature (Celsius)													
Extreme maximum	32.3	35.3	36.7	36.5	34.2	34.4	33.6	32.7	32.6	31.1	31.5	30.7	33.4
Mean maximum	30.6	33.2	34.3	35.1	33.2	33.1	32.5	32.0	31.1	30.3	30.3	29.7	32.1
Mean	23.6	26.5	28.2	29.4	28.6	28.7	28.2	27.9	27.2	26.6	25.4	23.7	27.0
Mean minimum	17.9	20.8	23.0	25.0	25.4	25.5	25.2	25.0	24.8	23.8	21.3	18.7	23.0
Extreme minimum	16.5	18.6	21.7	24.0	25.1	25.1	24.6	24.6	24.1	22.0	19.4	17.5	21.9
Relative Humidity (%)													
Extreme maximum	93.1	92.0	92.6	93.4	94.2	93.8	94.5	95.0	95.7	96.2	93.2	92.9	93.9
Mean maximum	89.2	88.7	86.7	90.0	92.1	91.2	91.8	92.5	94.5	93.2	90.0	89.8	90.8
Mean	69.5	67.3	66.6	71.0	78.5	77.8	78.9	80.4	84.1	82.4	75.4	72.2	75.3
Mean minimum	44.0	43.3	44.0	48.5	59.2	59.3	60.7	62.9	66.8	66.3	55.4	49.1	55.0
Extreme minimum	40.5	37.6	37.3	41.0	54.3	52.7	56.3	58.8	60.7	60.1	49.4	43.9	49.4
Rainfall (mm.)													
Total	0.0	0.1	0.2	0.4	0.8	0.6	0.6	0.7	1.2	0.6	0.1	0.0	0.4
Number of rainy day	0.9	2.6	5.2	8.9	15.4	14.1	18.5	17.2	19.7	11.6	3.0	1.1	9.9
Cloudiness													
Mean 1-10	2.4	3.2	4.2	4.9	6.3	6.7	7.3	7.7	7.5	5.5	3.6	3.0	5.2
Wind													
Prevailing direction	N	N	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	N	N	N	
Mean speed (m/s)	1.7	1.3	1.5	1.2	1.2	1.4	1.5	1.4	1.2	2.0	2.7	2.4	1.6
Hourly Global Radiation, MJ/m^2													
Mean	17.6	18.1	19.3	20.1	19.3	18.6	17.3	15.0	14.3	15.9	17.4	17.1	

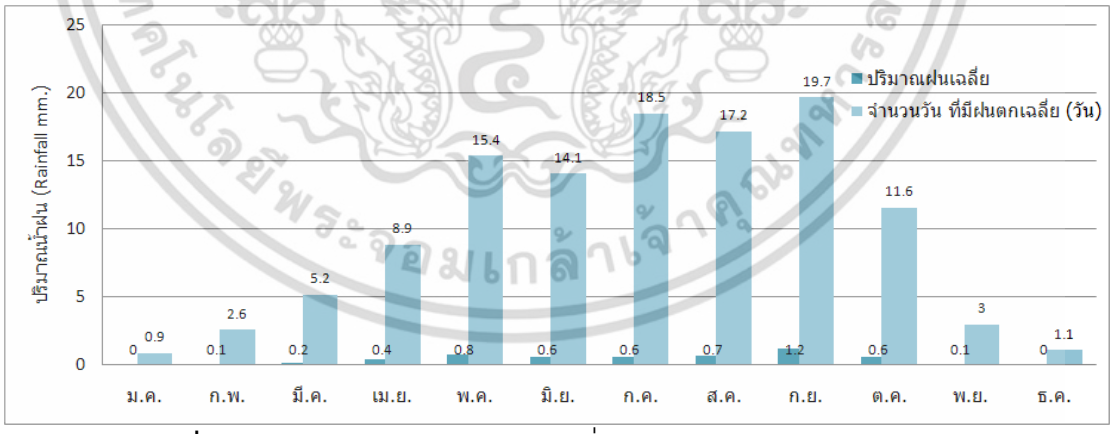
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แผนภูมิแสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 – 2554

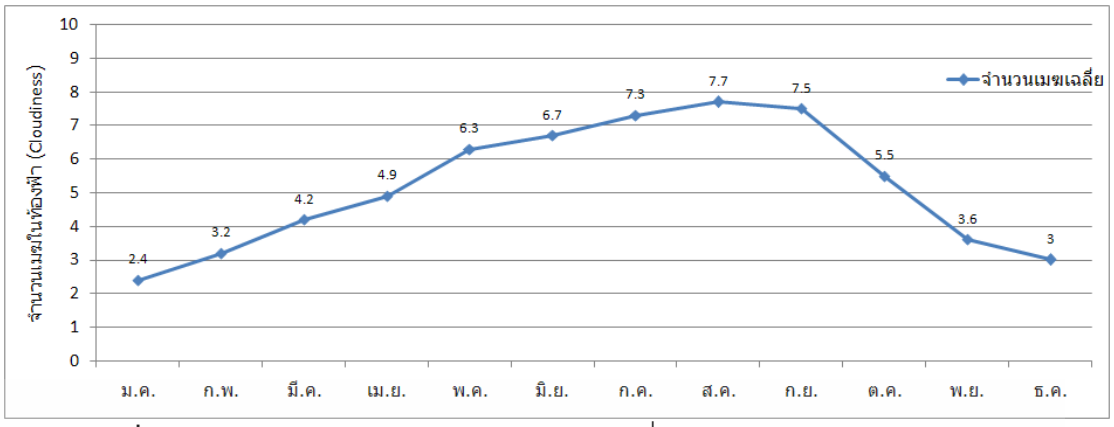


รูปที่ 2.10 แผนภูมิแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 – 2554



รูปที่ 2.11 แผนภูมิแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 – 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แผนภูมิแสดงจำนวนเมฆในท้องฟ้าเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2545 – 2554

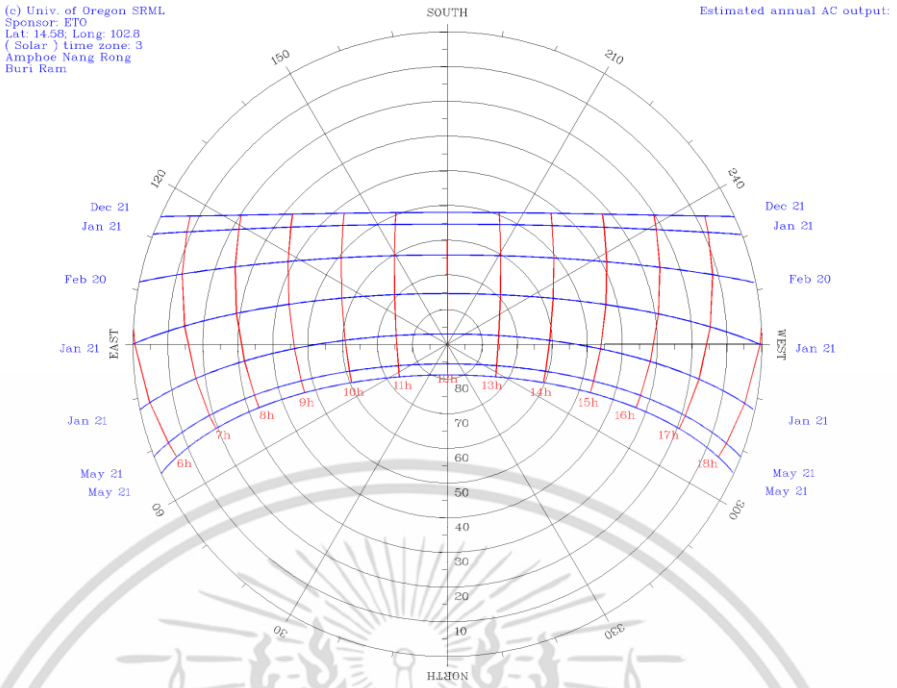
2.5 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์

ลักษณะการโคจรรอบดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นวงรี ในขณะที่โคจรไปก็จะหมุนรอบตัวเองไปพร้อมกัน แกนของโลกที่เอียง 23.5° กับแนวโคจรรอบดวงอาทิตย์ ในวันที่ 21 มิถุนายน บริเวณเส้นรุ้ง 23.5° เหนือ จะเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบกับจุดอื่น ๆ บนโลกในเขตของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนเข้าสู่ฤดูฝน จะสังเกตพบว่าเมื่อเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ตรงศีรษะแต่เอียงไปทางทิศเหนือเป็นมุม 23.5° สำหรับอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 14° 58’ นั้นทำมุมกับทิศเหนือ (23.5° - 14.5°) = 9°

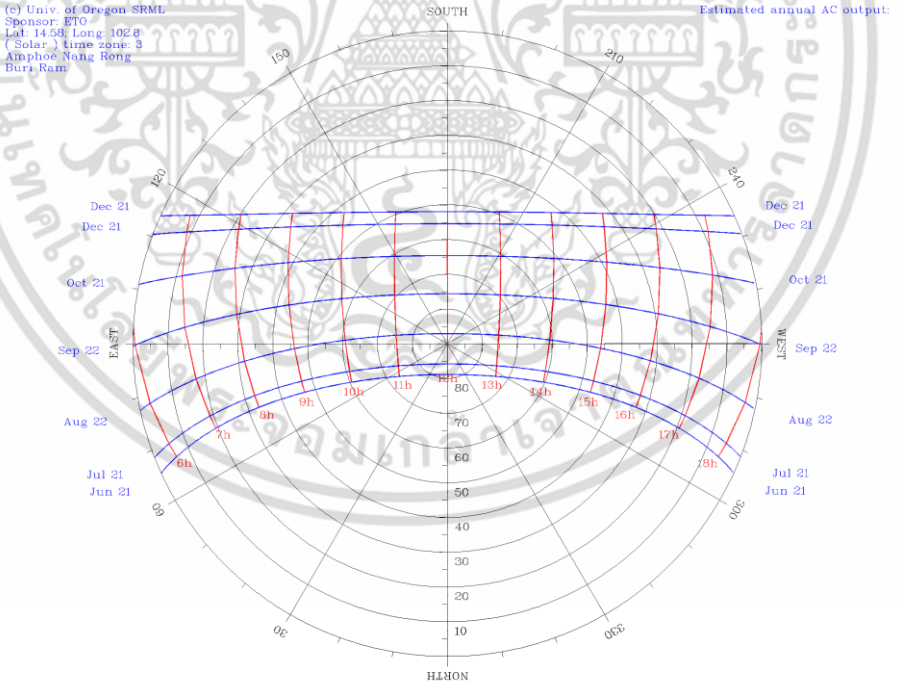
ในวันที่ 21 ธันวาคม บริเวณเส้นรุ้งที่ 23.5° ใต้ จะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบกับจุดอื่น ๆ บนโลก ในเขตอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จะเป็นช่วงฤดูหนาว ซึ่งจะเห็นดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่เอียงไปทางทิศใต้เป็นมุม 23.5° สำหรับอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ นั้นเอียงทำมุมกับทิศใต้ (14.5° - (23.5°)) = 38° ดวงอาทิตย์จะอ้อมใต้

ในวันที่ 21 มีนาคม และวันที่ 21 กันยายน บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดเทียบกับจุดอื่น ๆ บนโลกของทุกปี จะสังเกตเห็นว่าเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะพอดี ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2545 – 2554 (เดือนมกราคม – มิถุนายน)



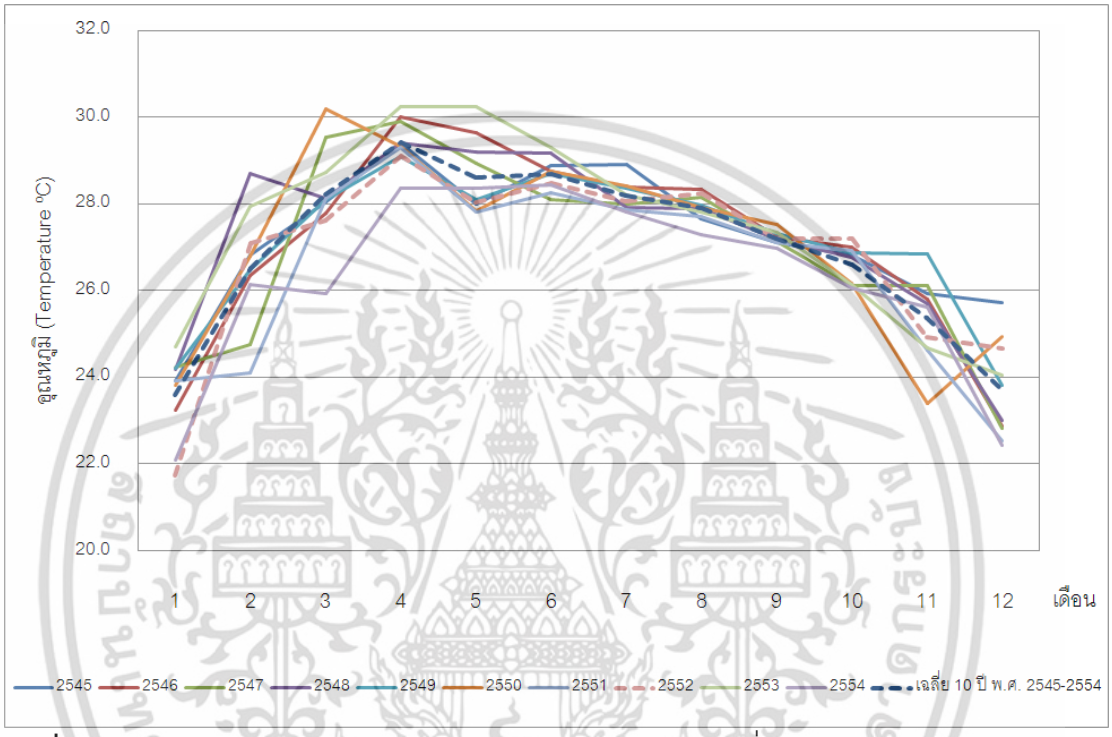
รูปที่ 2.14 แสดงแผนภูมิดวงอาทิตย์ของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2545 – 2554 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม)

ที่มา : http://solardat.uoregon.edu/cgi-bin/PolarSunChart.cgi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเลือกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

นำข้อมูลอุณหภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 10 ปีของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2545 – 2554 โดยคัดเลือกอุณหภูมิอากาศของปี พ.ศ. 2552 เนื่องจากเป็นข้อมูลปีที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 10 ปีมากที่สุด และเลือกใช้ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนเมษายน เป็นข้อมูลใช้หาช่วงขอบเขตความสบาย



รูปที่ 2.15 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 10 ปีของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2545 – 2554

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ.2552 สามารถคำนวณขอบเขตความสบายได้จากการทดลองของ Auliciems และ SV.Szokolqy, 1981 จากสูตร T_n = 17.6 + (0.31 x T_{av})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

1. **การนำความร้อน** เป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยผ่านโมเลกุลของวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุที่มีสสารชนิดเดียวกัน หรือวัตถุที่มีสสารต่างชนิดที่มีโมเลกุลสัมผัสกัน การนำความร้อนจะเกิดขึ้น โดยการสั่นสะเทือนของโมเลกุลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเกิดการถ่ายเทพลังงานไปยังโมเลกุลที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าในส่วนของตัวกลางจะไม่มีปฏิกิริยาใด ๆ วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีก็เป็นตัวนำความร้อนที่ดีได้ด้วย เช่น ทองแดง เหล็ก โลหะต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนของวัสดุก็มีความสัมพันธ์ขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุด้วย

2. **การพาความร้อน** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยตัวกลางที่เป็นของไหล ได้แก่ ก๊าซ และของเหลว การเคลื่อนที่ของความร้อนในลักษณะการพานี้ตัวกลางจะเป็นตัวจัดการทั้งหมดเมื่อมีปริมาณความร้อนเข้าไปในของเหลวของไหลที่บรรจุความร้อนจะเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ตัวกลางที่มีความร้อนจะเคลื่อนที่ไหลเวียนไปโมเลกุลที่อุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นส่วนโมเลกุลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะตกลงมาเบื้องล่างทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศขึ้น อัตราการส่งผ่านความร้อนในระบบการพาส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใหญ่ คือ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างตัวกลางกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า อีกทั้งอัตราการเคลื่อนไหวของตัวกลาง ค่าการนำความร้อนของตัวกลางเอง สามารถใช้คุณสมบัติเหล่านี้ในเรื่อง HEAT LOSS หรือการระบายอากาศให้เย็นลง

3. **การแผ่รังสีความร้อน** เป็นการเดินทางผ่านที่ว่างโดยตรงของพลังงาน ดังนั้นการถ่ายเทรังสีความร้อนจึงไม่มีตัวกลาง พลังงานรังสีจะเดินทางในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่ด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และถูกดูดซึมเข้าไป ในกรณีที่วัตถุมีความร้อนไม่เท่ากันหันหน้าเข้าหากัน ด้านที่ร้อนกว่าจะแผ่รังสีไปด้านที่เย็นกว่า ด้านที่เย็นกว่าจึงได้รับพลังงานความร้อน ในการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุนั้น วัตถุต้องดูดความร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอกเสียก่อนจึงจะมีการแผ่รังสีความร้อนออกมาได้ในลักษณะ “การเปล่งรังสีความร้อน” ออกไปจากตัววัสดุ การดูดความร้อนของวัสดุแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งจะเป็นการสะท้อนความร้อนออกไป และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการดูดซับเอาไว้ วัสดุส่วนใหญ่จะมีการดูดซับและสะท้อนรังสีในระดับต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ความร้อนยังสามารถถูกถ่ายเทออกไปด้วยกระบวนการระเหย โดยความร้อนแฝงที่มีอยู่ในอากาศถูกดูดซับโดยละอองความชื้นที่อยู่ในอากาศและถูกปลดปล่อยออกไปสู่ที่อื่น

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดที่ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านเนื้อวัสดุแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน โดยมีคุณสมบัติ 3 ทั้งประการ คือ สภาพการนำความร้อน (Thermal Conductivity), ความร้อนเฉพาะ (Specific Heat) และความหนาแน่น (Density)

2.5.1 คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนที่มีผลต่อมวลสารของวัสดุ

1 ค่าการนำความร้อน (k) Thermal Conductivity หมายถึง ความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุ หรือตัวกลางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้โดยการนำนั้น เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ซึ่งอัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะช้า หรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อของวัสดุ และเป็นคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุแต่ละชนิด ว่าเป็นตัวนำความร้อนที่ดี หรือไม่ ดังนั้น Conductivity หรือค่า k นี้คือ การเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนหนึ่งหน่วยเวลา ผ่านพื้นที่ และความหนาแน่นของวัสดุนั้น ๆ ซึ่งแต่ละข้างของวัสดุนั้นจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน หน่วยจะเป็น $W \times m/m^2$ °C เมื่อปรับใหม่แล้วจะเป็น W/m°C ค่าของ Conductivity อยู่ระหว่าง 0.03 – 400 W/m°C วัสดุประเภทที่เป็นฉนวนจะมีค่า Conductivity ต่ำ ส่วนวัสดุที่นำความร้อนได้ดีมักจะเป็นโลหะ และมีค่า Conductivity สูง

2 **อัตราการถ่ายเทความร้อน (C) Thermal Conductance** ในขณะที่ Conductivity และ Resistance เป็นคุณสมบัติของวัสดุ เมื่อคิดความหนาของวัสดุเข้าไปจะเรียกว่า Conductance (C) และตัวที่ตรงข้ามคือ Resistance (R) $\therefore$ C = 1 / R ดังนั้น Conductance คือ อัตราไหลผ่านของความร้อนที่ผ่านหน่วยพื้นที่ของวัสดุที่มีความหนา เมื่ออุณหภูมิแต่ละหน้าแต่ต่างกัน 1 องศา °C หน่วยวัดเป็น W/m^2 °C

3 **ค่าความจุความร้อน (Heat Capacity)** ค่าความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยปริมาตรหรือพื้นที่ผิว 1 หน่วยพื้นที่ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา มีหน่วยเป็น $Kcal/m^3$ หรือ $Kcal/m^2$ วัสดุที่มีค่าความเก็บความร้อนสูงจะกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก ทำให้ความร้อนที่ไหลผ่านผนังนั้นช้าลง

4 **สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) Coefficient of Heat transmission / U – Value** ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแทนค่าด้วย U-Value มีหน่วยเป็น W/m^2 °C เช่นเดียวกับค่าการนำความร้อนผ่านวัสดุ (Thermal Conductance, C) ต่างกันที่ค่า U คือปริมาณความร้อนที่ผ่านทะลุต่อหน่วยพื้นที่ขององค์ประกอบอาคาร เช่น ผนัง หลังคา หรือพื้น เป็นต้น ภายใต้สภาวะปริมาณความร้อนคงที่ ในหนึ่งหน่วยเวลาต่อหน่วยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของอากาศในแต่ละด้านขององค์ประกอบอาคาร ซึ่งในการผ่านทะลุไปยังแต่ละด้านขององค์ประกอบอาคารนั้น มีชั้นอากาศบาง ๆ ที่เคลือบผิวหน้าของวัสดุแต่ละด้าน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนรวมขององค์ประกอบอาคารด้วย หรือกล่าวได้ว่า สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุเพื่อแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพความเป็นฉนวนของวัสดุนั้น ๆ กล่าวคือ ถ้าค่า U น้อย แสดงว่ามีความเป็นฉนวนที่ดี ค่า U จะเป็นส่วนกลับของ R, U = 1 / R (BTU/hr • m^2 °C)

5 ค่าการต้านทานความร้อน (R) Thermal Resistance / R – Value เป็นค่าตรงข้ามกับ Conductivity ทั้งหมด หรือเป็นหน่วยกลับ (1/k) มีหน่วยเป็น m องศา °C /W ถ้าค่า R มาก แสดงว่า มีความเป็นฉนวนที่ดี สามารถต้านทานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุได้มาก Resistance เป็นผลคูณระหว่างความหนากับ Resistance ของวัสดุ

6 ค่าความต้านทานความร้อนของผนังอาคารที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุหลายชนิด ผนังอาคารที่ประกอบขึ้นด้วยวัสดุแตกต่างกันหลายชนิด ค่าความต้านทานความร้อนของผนังอาคารจะเท่ากับผลรวมของค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด ความร้อนภายนอกอาคารจะถูกส่งผ่านมายังผนังอาคาร โดยผ่านฟิล์มอากาศที่พื้นผิวด้านนอกของผนังอาคาร เช่นเดียวกับที่พื้นผิวด้านในของผนังอาคาร ความร้อนที่ถ่ายเทจากผนังอาคารจะถูกส่งผ่านจากพื้นผิวด้านในของผนังอาคารไปยังภายในอาคาร โดยผ่านฟิล์มอากาศที่พื้นผิวด้านในของผนังอาคาร ดังนั้นฟิล์มอากาศที่พื้นผิวด้านนอกและด้านในของผนังอาคาร จึงถือว่ามีความต้านทานความร้อน

ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Total thermal Resistance) หรือค่า R_T

$$R_T = Ro + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + Ri$$

เมื่อ Ro คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอกอาคาร

Ri คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในอาคาร

Δx_n คือ ความหนาของวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร

k_n คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร

ผนังหรือหลังคาที่มีช่องว่างอากาศอยู่ภายใน

$$R_T = Ro + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \ldots + Ra + \ldots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + Ri$$

เมื่อ Ra คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างภายในผนัง

7 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ การต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศบนพื้นผิวชั้นนอกของผนังอาคาร ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของอากาศที่บริเวณโดยรอบพื้นผิวของผนังอาคาร ส่วนค่าการต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในช่องว่างอากาศภายในผนังของอาคารขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของพื้นผิวของผนังด้านที่อยู่ติดกับช่องว่างอากาศ ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารให้ใช้ค่าจากตารางที่ 2.8 และ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผิวของผนัง

รายการ	ภายในอาคาร (R_i)	ภายนอกอาคาร (R_o)
ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($m^2 °C/W$)	0.120	0.044

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในผนัง

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($m^2 °C/W$)		
	ความหนาของช่องว่างอากาศ		
	5 mm	20 mm	100 mm
ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.11	0.148	0.160
ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.25	0.578	0.606

การต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังคาอาคาร ในกรณีที่หลังคาอาคารประกอบด้วยวัสดุหลายชั้นและมีช่องว่างอากาศระหว่างชั้นวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศระหว่างชั้นวัสดุภายในหลังคาของอาคารขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของพื้นผิวของหลังคาด้านที่อยู่ติดกับช่องว่างอากาศ การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ให้ใช้ค่าจากตารางที่ 2.10, 2.11 และ 2.12

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังคาและฝ้าเพดาน

พื้นผิวภายใต้หลังคาหรือฝ้าเพดาน	พื้นผิวหลังคาภายใน (R_i) ที่มุมเอียงต่างๆ กัน จากแนวระนาบ				พื้นผิวหลังคาภายนอก (R_o) ที่มุมเอียงใดๆ
	0 องศา	22.5 องศา	45 องศา	60 องศา	
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.162	0.148	0.133	0.126	0.055
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.801	0.595	0.391	0.249	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในหลังคาอาคาร

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผิวหลังคาด้านนอก		ความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ ($m^2 \circ C/W$)		
		ความหนาของช่องว่างอากาศ		
		5 mm	20 mm	100 mm
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง				
ความลาดเอียงจากพื้นผิวแนวระนาบ	0 องศา	0.11	0.148	0.174
	22.5 องศา	0.11	0.148	0.165
	45 องศา	0.11	0.148	0.158
	60 องศา	0.11	0.148	0.150
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ				
ความลาดเอียงจากพื้นผิวแนวระนาบ	0 องศา	0.25	0.572	1.423
	22.5 องศา	0.25	0.571	1.095
	45 องศา	0.25	0.570	0.768
	60 องศา	0.25	0.570	0.547

ตารางที่ 2.6 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาและเพดาน

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเพดาน	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($m^2 \circ C/W$)
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356

ในกรณีทั่วไปให้ถือเป็นพื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำให้ใช้เฉพาะพื้นผิวของหลังคาด้านติดช่องว่างอากาศเป็นผิวสะท้อนรังสี อาทิเช่น หลังคาที่มีการติดแผ่นฟอยล์สะท้อนรังสี สำหรับกรณีความกว้างของช่องว่างอากาศในกรณีที่หลังคาห่างจากเพดานเกินกว่า 200 มิลลิเมตร และไม่มีชั้นวัสดุระหว่างกลาง ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาและเพดาน แสดงในตารางที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าการนำความร้อน (*k*) ความหนาแน่น (*p*) ความร้อนจำเพาะ (*Cp*) ของวัสดุ

วัสดุ	Conductivity (*k*) W/m ºC	Density (*P*) Kg/m^3	Specific Heat (*Cp*) KJ/kg ºC	Reference
1 วัสดุมุงหลังคา				
กระเบื้องหลังคาคอนกรีต	0.993	2400	0.79	*
กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนเล็ก	0.384	1700	1.00	*
กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนใหญ่	0.441	2000	1.00	*
กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนคู่	0.395	2000	1.00	*
กระเบื้องลูกฟูกโปร่งแสง	0.160	1340	1.88	*
กระเบื้องใยแก้วโปร่งแสงลอนใหญ่	0.181	1700	1.88	*
กระเบื้องใยแก้วลอนคู่สีขาวขุ่น	0.202	1500	1.88	*
2 วัสดุปูพื้น/ ผนัง				
กระเบื้องเซรามิค	0.338	2100	0.80	*
กระเบื้องยาง	0.573	1900	1.26	*
3 ผนังอิฐ/ คอนกรีต				
อิฐมอญไม่ฉาบ (ความหนาแน่น 1,600 kg/m^3)	0.473	1600	0.79	*
อิฐมอญฉาบปูนสองหน้า	1.102	1700	0.79	*
อิฐฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสกหรือกระเบื้องหน้าเดียว	0.807	1760	0.84	*
คอนกรีตบล็อกกลวง 80 มม. ไม่ฉาบ	0.546	2210	0.92	*
ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย)	0.72	1860	0.84	*
4 คอนกรีตมวลเบา				
คอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 kg/m^3)	0.476	1280	0.84	*
คอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 620 kg/m^3)	0.180	620	0.84	*
ปูนฉาบ (คอนกรีตมวลเบา)	0.326	1200	0.84	*
5 วัสดุทำฝ้าเพดาน/ ผนัง				
แผ่นยิปซัม	0.282	800	1.09	*
กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน แผ่นเรียบ	0.397	1700	1.00	*
ไม้อัด	0.213	900	1.21	*
พลาสเตอร์ฉาบยิปซัม	0.230	720	1.09	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าการนำความร้อน (*k*) ความหนาแน่น (*p*) ความร้อนจำเพาะ (*Cp*) ของวัสดุ **(ต่อ)**

วัสดุ	Conductivity (*k*) W/m ºC	Density (*P*) Kg/m^3	Specific Heat (*Cp*) KJ/kg ºC	Reference
6 ฉนวนใยแก้ว (ไฟเบอร์กลาส): แบบม้วน (blanket) แบบแผ่น (rigid board) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)				
ฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 24 kg/m^3)	0.035	24	0.96	*
ฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 32-48 kg/m^3)	0.033	32-48	0.96	*
ฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 56-96 kg/m^3)	0.031	56-96	0.96	*
7 ไม้				
ไม้เนื้อแข็ง	0.217	800	1.30	*
ไม้อัดชิพบอร์ด	0.144	800	1.30	*
8 แผ่นกระจก				
กระจกใส	0.960	2500	0.88	*
กระจกสีชา	0.913	2500	0.88	*
กระจกสะท้อนแสง	0.931	2500	0.88	*
9 โลหะ				
โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	211	2672	0.896	*

ที่มา : ข้อมูลจากหนังสือ **คู่มือมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง**. ภาคที่2-12 ถึง ภาคที่2-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การเลือกใช้วัสดุกรอบ

ปัญหาหลักอย่างหนึ่งในการออกแบบอาคาร คือ การลดปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร (Cooling Load) เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน – ชื้น ที่มีอิทธิพลจากแสงแดด ความชื้น และความร้อนจากภายนอกอาคาร พบว่า การที่จะนำเอาความเย็นในตอนกลางคืนมาใช้ในเวลากลางวัน โดยการอาศัยการหน่วงเวลา (Time Lag) ของวัสดุ ทำได้ยากมาก เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวัน และกลางคืนไม่มากพอ ดังนั้น การลดปริมาณความร้อนเท่าที่เทคโนโลยีในปัจจุบันจะเอื้ออำนวย จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้เข้ามาในอาคารได้น้อยที่สุดเป็นหลัก

2.5.3 การใช้วัสดุ “ฉนวน” ในอาคาร

ในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทางหนึ่ง คือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร หรือมีค่า R-Value สูง ซึ่งฉนวนเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน โดยมีค่าหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) น้อย ทำให้อิทธิพลภายนอกที่เข้ามาภายในเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีทางแก้ไขโดยการเพิ่มความหนาของฉนวนให้มากขึ้น การออกแบบโดยการใช้ฉนวนและมวลสารในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเหมือนภายนอก และถ้าสามารถหน่วงเหนี่ยวเวลาได้อย่างเหมาะสม คือ ทำให้ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคาร ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงมากที่สุด ก็จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน

จากการศึกษาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของเรือนพื้นถิ่นอีสาน สามารถเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนได้ ซึ่งสามารถพิจารณาแนวทางต่างๆ ดังนี้

1. การปรับปรุงวัสดุภายในเรือนและเปลือกอาคาร

ผนังที่นำมาทำการปรับปรุงเรือนพื้นถิ่นอีสาน เป็นผนังไม้ฝาสมาร์ทวูดตราช้าง มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนและมีค่าการส่งผ่านความร้อนน้อย 0.1 W/m^2C ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและไม่ส่งผลเสียต่อรูปแบบผนังของเรือน ส่วนหลังคาใช้หลังคากระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนเล็ก ที่ช่องว่างอากาศใต้หลังคามีอลูมินั่มฟอยด์ ติดฉนวนใยแก้วและฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด มีค่าการส่งผ่านความร้อน 0.388 W/m^2C และออกแบบให้มีบานเกล็ดปรับมุมบริเวณหน้าจั่ว เพื่อควบคุมปริมาณอากาศบริเวณใต้หลังคาได้

2. การปรับปรุงกระแสลมและการระบายอากาศ

การปรับปรุงช่องเปิดเพื่อเพิ่มการระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติ โดยการเพิ่มขยายช่องเปิดให้กว้างขึ้นและสามารถควบคุมให้มีปริมาณอากาศเข้าออกได้ โดยปรับเปลี่ยนจากช่องระแนงโปร่ง เป็นบานเกล็ดปรับมุมหรือบานกระทุ้ง และการเพิ่มการระบายอากาศใต้หลังคา

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด

การเพิ่มระยะของชายคาให้เพียงพอที่จะป้องกันแสงแดดในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงเกินขอบเขตความสบายและป้องกันแสงแดดในช่วงเวลาที่มีการใช้งานของพื้นที่ จากแผนภูมิดวงอาทิตย์ พบว่า ควรป้องกันแสงแดดตั้งแต่เวลา 09.00-17.00 น. โดยยื่นชายคายาว 1.35 เมตร โดยใช้มุม 40 องศา ด้านทิศเหนือ และยื่นชายคายาว 1.65 เมตร โดยใช้มุม 30 องศา ด้านทิศใต้ ส่วนด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ต้องยื่นชายคายาว 1.50-1.65 เมตร จึงจะสามารถป้องกันแสงแดดในมุม 28 องศา จนถึง 90 องศาได้

4. การจัดวางผังพื้นที่ใช้สอยของเรือนให้เหมาะสมกับทิศทางแดดและลม

ด้านทิศตะวันออกเหมาะสำหรับตำแหน่งของห้องนอน ส่วนด้านทิศตะวันตกจะเป็นส่วนที่ได้รับแสงแดดช่วงบ่ายจึงเหมาะสำหรับตำแหน่งของห้องน้ำ ห้องครัวและชานแดด ด้านทิศใต้จะได้รับแสงแดดในช่วงบ่ายจึงเหมาะจะเป็นพื้นที่นั่งเล่นและห้องนอน ส่วนด้านทิศเหนือจะได้ร่มเงาเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเหมาะกับส่วนที่ต้องมีการใช้งานในเวลากลางวัน เช่นส่วนรับแขกและส่วนพักผ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 กรอบแนวคิดสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของผู้อยู่อาศัยภายในเรือนไม้อีสานสมัยใหม่

วิธีที่ 1 จากการทดลองของ Auliciems (1981, 1982) สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิมีค่าแปรผันโดยตรงกับค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ซึ่งประเทศไทยอยู่ในแถบภูมิภาคเขตร้อนชื้น สามารถพิจารณาสภาวะน่าสบายได้จากสมการ $T_n = 17.6 + (0.31 \times T_{av})$ โดยสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อนเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดตลอดปี

โดยคัดเลือกอุณหภูมิอากาศของปี พ.ศ. 2552 เนื่องจากเป็นข้อมูลปีที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 10 ปีมากที่สุด

ตารางที่ 2.9 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบาย อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ. 2552

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	34.0	38.2	37.1	39.5	36.7	36.0	35.0	34.7	35.0	33.5	35.2	34.6
sd Max	3.2	2.5	2.7	2.4	1.4	1.2	1.6	0.9	1.9	1.1	2.9	2.0
Tmin	10.8	16.5	17.8	21.5	22.6	24.0	23.6	23.0	22.8	21.7	14.6	16.5
sdMin	2.4	2.8	1.7	1.2	0.8	0.5	0.8	0.7	0.6	0.9	3.5	1.9
RH am	75	77	83	81	85	82	83	85	88	88	82	82
RH pm	59	57	69	68	76	75	76	78	83	79	71	67
Rain	0.0	0.0	4.6	1.1	5.9	3.6	4.8	6.0	10.3	2.4	0.3	0.0
Irad	4690	4829	5282	6118	5272	5377	4833	5162	4683	4764	4614	4341

วิธีที่ 2 จากการทบทวนวรรณกรรม สามารถแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนได้ โดยการปรับปรุงวัสดุภายในเรือนและเปลือกอาคาร การปรับปรุงช่องเปิดและการระบายอากาศ การปรับปรุงประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด และการจัดวางผังพื้นที่ใช้สอยของเรือนให้เหมาะสมกับทิศทางแดดและลม เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน และเนื่องจากเรือนไม้อีสานใช้ไม้เป็นโครงสร้างและส่วนประกอบหลักของเรือน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีค่าการสะสมความร้อนน้อย จึงนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือนดังนี้

1. การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือนทางด้านผนังและหลังคา โดยใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนเพิ่มมากขึ้น

2. ติดตั้งฉนวนกันความร้อนในส่วนที่ได้รับการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ภายในเรือนมากที่สุด จึงจะสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ภายในเรือนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างเครื่องมือ ข้อมูลและวิธีการวิจัย

3.1 เรือนไม้อีสานสมัยใหม่ หลังเดียวในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

3.1.1 เรือนไม้อีสาน จากกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

3.1.1.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์โดยทั่วไปของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 10,322,885 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.11 ของพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสาน ที่มีอาณาเขตตั้งแต่บริเวณอีสานตอนใต้แถบลุ่มน้ำมูล ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี และพื้นที่ทางภาคอีสานตอนกลางบริเวณที่ราบลุ่มลำน้ำชีได้แก่ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ดและยโสธร ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดบุรีรัมย์เป็นที่ราบสูง มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดจากทิศใต้ลงไปทางทิศเหนือ โดยสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นลูกคลื่นและราบขั้นบันได โดนพื้นที่ทางตอนใต้ของจังหวัดมีเทือกเขาพนมดงรักที่มีความสูงมาก ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคอีสานของประเทศไทย

ที่มา : http://www.champion-tour.com/wp-content/uploads/2014/03/Northeast-map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

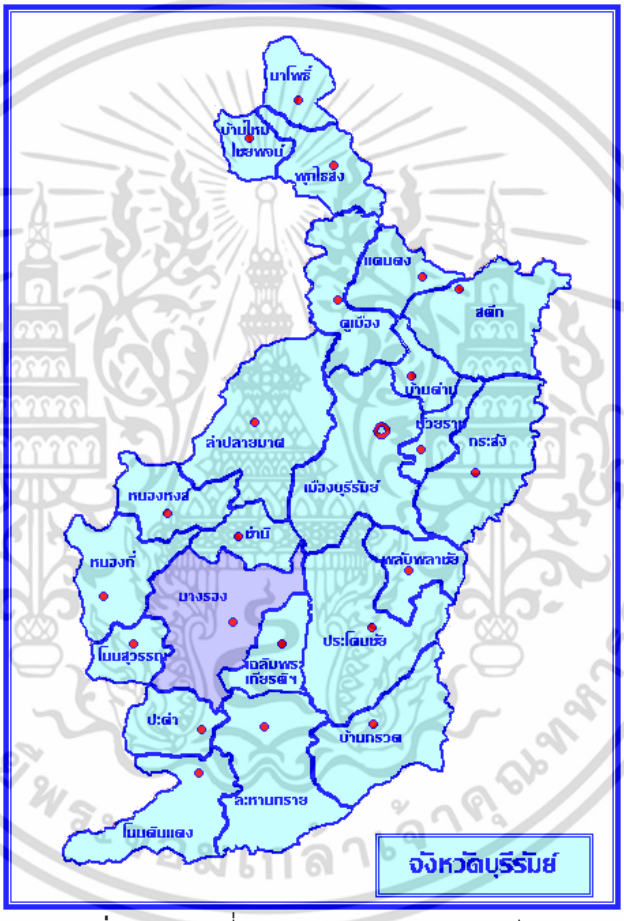
อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด โดยอยู่ในตำแหน่งละติจูดที่ 14.58° เหนือและลองจิจูด 102.8° ตะวันออก มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 769 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียงดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอชำนิและอำเภอเมืองบุรีรัมย์

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอประโคนชัยและอำเภอเฉลิมพระเกียรติ

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอละหานทรายและอำเภอปะคำ

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอโนนสุวรรณและอำเภอหนองกี่



รูปที่ 3.2 แผนที่อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

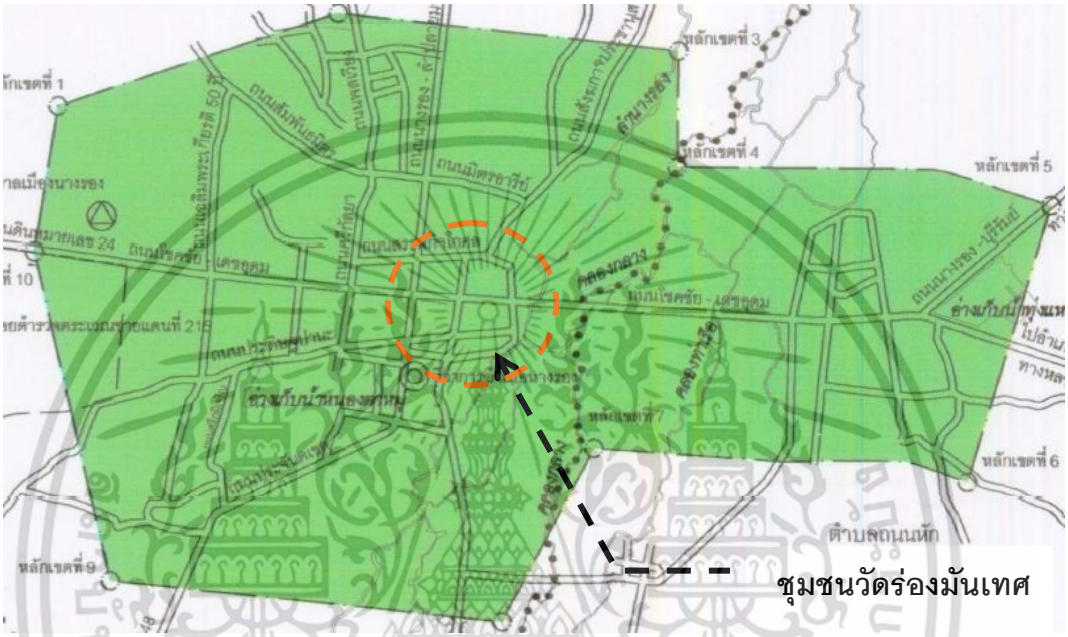
ที่มา : http://ridceo.rid.go.th/buriram/map_br_dist_blue.html

ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วยที่ราบลุ่ม ที่ราบเชิงเขา ที่ดอน พื้นที่ป่าไม้ และมีแหล่งน้ำอาทิ อ่างเก็บน้ำทุ่งแหลม อ่างเก็บน้ำหนองตาหมู่และลำนางรอง เป็นลำน้ำที่ไหลผ่านเขตเทศบาลประชาชนจะใช้เพื่อการเกษตรในช่วงฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งจะประสบปัญหาน้ำแห้ง ไม่สามารถใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 เรือนไม้อีสานสมัยใหม่ ในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลเรือนไม้อีสานในกลุ่มตัวอย่าง พื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เรือนไม้อีสานตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ชุมชนและมีวัดร่องมันเทศเป็นสถานที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆของชุมชน ดังรูปที่ 3.3



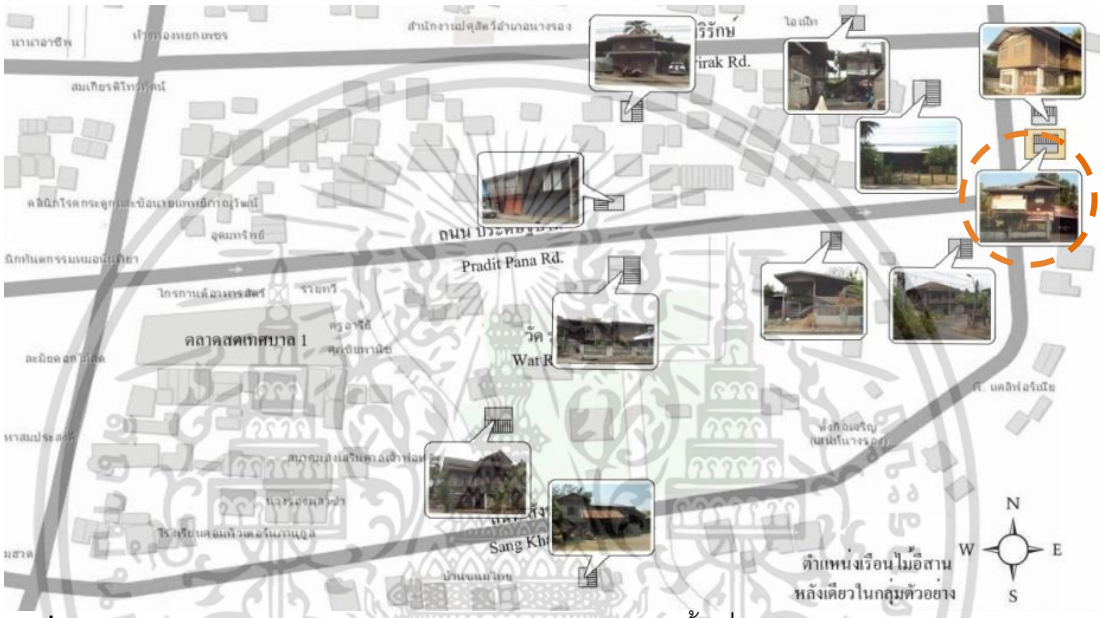
รูปที่ 3.3 พื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ ในเขตเทศบาลเมืองนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

ที่มา : http://download.asa.or.th/03media/04law/cpa/mb/mb53-brr.pdf

httpwww.arcgis.comhomewebmapviewer.htmlwebmap=bca0acfbc6c44845b73e9baa4b9a15db.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตการวางผังของเรือนไม้อีสาน มีการวางผังของเรือนตามรูปแบบการวางผังของชุมชน โดยเรือนส่วนใหญ่จะหันด้านหน้าเรือนไปทางทิศเหนือและทิศใต้ ซึ่งเหมาะสมกับทิศทางแดดและลม โดยวิธีการเลือกเรือนไม้อีสาน กรณีศึกษา เนื่องจากข้อจำกัดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลเรือนไม้อีสานสมัยใหม่ หลังเดียวในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยพิจารณาสภาพปัญหาของเรือนที่ได้รับผลกระทบจากแสงแดดในเวลากลางวัน ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการวางผังของเรือนไม้อีสานกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

ที่มา : จากการสำรวจและสัมภาษณ์โดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เรือนไม้อีสาน ในกลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสาน กลุ่มตัวอย่างพื้นที่ชุมชนวัดร่องมันเทศ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

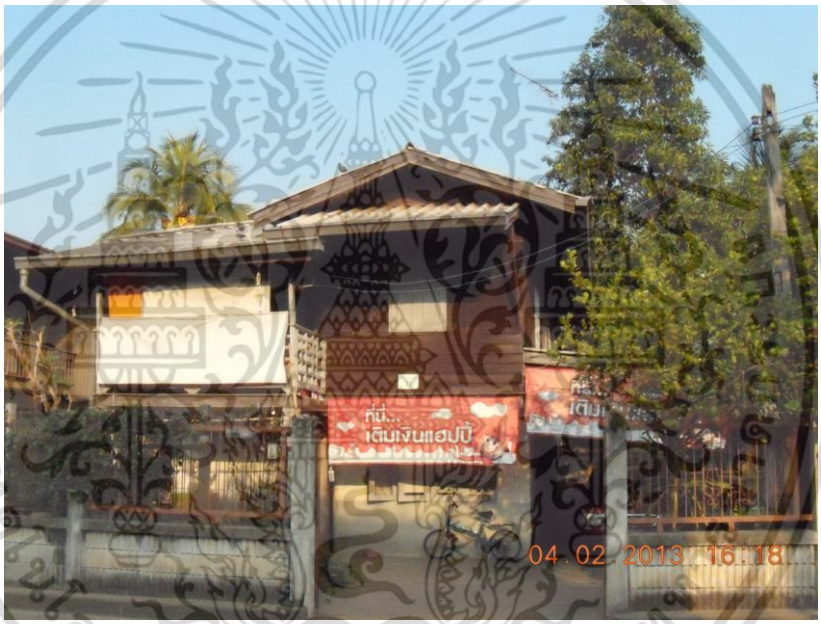
ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 เรือนไม้อีสานสมัยใหม่ กรณีศึกษา

3.1.2 1.ลักษณะของเรือนไม้อีสาน

จากการสัมภาษณ์เจ้าของเรือนไม้อีสาน คุณตาเชื่อม เพียวพงษ์ ได้มีการปรับปรุงรูปแบบของเรือนและโครงสร้างให้มีความแข็งแรงเพื่อใช้ในการอยู่อาศัย พื้นที่บริเวณชั้นล่างของเรือนทำการต่อเติมด้วยการก่อผนังอิฐฉาบปูนและติดหน้าต่างสำเร็จรูปรอบตัวเรือน เรือนชั้นบนใช้ไม้จริงทำเป็นโครงเคร่าตีเกล็ดไม้แนวตั้งและแนวนอนตลอดความสูงของผนัง ที่ฝาผนังด้านบนมีลักษณะเป็นบานเกล็ดไม้แนวนอนเพื่อการระบายอากาศ ส่วนวัสดุหลังคาใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหินลอนคู่และหลังคาสังกะสี และมีการติดตั้งที่บังแดดทางด้านทิศตะวันตก เพื่อป้องกันแสงแดดในช่วงเวลากลางวัน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะเรือนไม้อีสานในอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เจ้าของเรือนคุณตาเชื่อม เพียวพงศ์ บ้านเลขที่ 33 ถนนสังขกฤษณ์บูรณะ อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

3.1.2 2.ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของเรือน

ชั้นบนมี 3 ห้องนอน โดยภายในเรือนชั้นบน ห้องนอนนอนมีความกว้าง 1 ช่วงเสาและมีความยาว 1 ช่วงเสา เปลือกหรือผนังที่ห่อหุ้มตัวเรือนเลือกใช้ไม้จริงทำกรอบฝาและลูกตั้ง เป็นฝาไม้กระดานซึ่งมีความคงทน โดยใช้เคร่าตั้งด้านใน ขนาด 1 ½ x 2 นิ้ว ตีฝากระดานทางนอนและตีไม้ทับเกล็ดด้านนอกเป็นช่องจังหวะ ซ้อนกันขึ้นไปจนตลอดความสูงของฝา นอกจากนี้ยังมีฝาไม้กระดานทางตั้ง ใช้วางแผ่นกระดานฝาทางตั้ง ตีเคร่าขนาด 1x2 นิ้ว ประกบเฉพาะด้านนอกทุกรอยต่อของแผ่นกระดาน โดยมีโครงสร้างหลังคาเป็นหลังคาจั่วแบบผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นล่างของเรือน พื้นเป็นวัสดุปูนขัดมัน เสาคอนกรีตสำเร็จรูป ผนังก่ออิฐฉาบปูน และมีการต่อเติมวัสดุมุงหลังคาในส่วนของโรงจอดรถ และบริเวณห้องครัวและห้องน้ำทางด้านหลังของเรือน โดยใช้วัสดุมุงหลังคาเป็นสังกะสี

ลักษณะของช่องเปิดเป็นบานเปิดคู่ลูกฟักไม้จริงทึบ ขนาด 0.90 เมตร มีหน้าต่างทุก 1 ช่วงเสา นอกจากนี้ยังมีช่องระบายอากาศส่วนบนสุดของผนัง ซึ่งเป็นระแนงไม้สูง 0.40 เมตร ใช้ไม้ขนาด 2 นิ้ว ตีเว้นร่อง 3 นิ้ว มีลักษณะเป็นบานเกล็ดไม้แนวนอน เพื่อให้สามารถระบายความร้อนภายในเรือนได้ และติดมุ้งลวดที่ช่องเปิดในส่วนของประตู หน้าต่าง และในส่วนของบานเกล็ดไม้แนวนอนที่ใช้ในการระบายอากาศ

รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของเรือนไม้อีสานและโครงสร้างหลังคา

ที่มา : จากผู้วิจัย

รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของฝ้าเพดานและช่องเปิดภายในเรือน

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

3.1.2.3 พฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยภายในเรือน

ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะอยู่ในเรือนตลอดทั้งวันโดยจะใช้งานในส่วนบริเวณชั้นล่างของเรือน ในส่วนพื้นที่รับประทานอาหารและพักผ่อน โดยภายในเรือนชั้นบนจะใช้งานในช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น เนื่องจากเวลากลางวันจะมีอุณหภูมิอากาศสูง จึงไม่สามารถทำกิจกรรมต่างๆ ภายในเรือนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงช่วงเวลาการใช้งานภายในเรือน

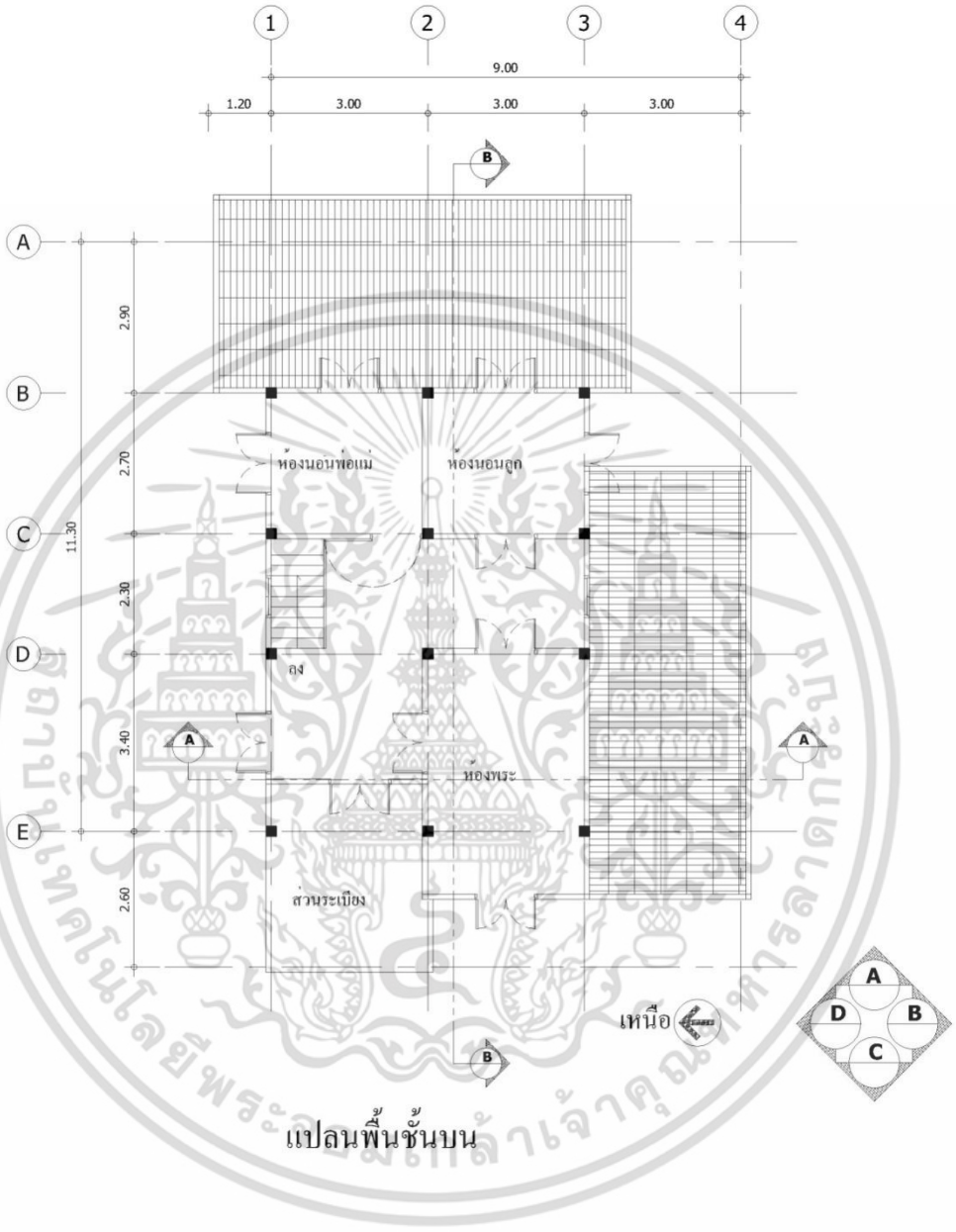
ช่วงเวลาการใช้งานภายในเรือน	หมายเหตุ
รายละเอียด ช่วงเวลาการใช้งาน ในวันธรรมดาที่มีการทำงาน (ชั้นล่าง) 07.00 – 21.00 น. และ (ชั้นบน) 21.00 - 07.00 น. ช่วงเวลาการใช้งาน ในวันหยุดที่มีสมาชิกครอบครัวอยู่ครบทุกคน (ชั้นล่าง) 07.00 – 21.00 น. และ (ชั้นบน) 21.00 - 07.00 น. ผู้ใช้จำนวน 4 คน	
ชั้นล่าง ประกอบด้วย 1 **ส่วนรับประทานอาหารและพักผ่อน** - ใช้รับประทานอาหารและต้อนรับแขกที่เข้ามาพบปะและเยี่ยมเยียน - ใช้พื้นที่สำหรับนั่งพักผ่อน ดูโทรทัศน์ และนั่งทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ 2 **ห้องครัว** - ใช้ประกอบอาหารและมีส่วนล้างทำความสะอาดภาชนะและอุปกรณ์ประกอบอาหารภายนอกตัวเรือน 3 **ห้องน้ำ** 4 **ห้องแต่งตัว**	ช่วงเวลาการใช้งาน เวลา 06.00 – 18.00 น. และ เวลา 18.00 – 24.00 น. ช่วงเวลาการใช้งาน เวลา 06.00 – 10.00 น. และ เวลา 15.00 – 20.00 น.
ชั้นบน ประกอบด้วย 5 **ห้องพระ**	ทุกวันพระ เวลา 06.00 – 10.00 น.
6 **ห้องนอนพ่อแม่**	ช่วงเวลาการใช้งาน เวลา 18.00 – 06.00 น.
7 **ห้องนอนลูก**	ช่วงเวลาการใช้งาน เวลา 18.00 – 06.00 น.
8 **โถงทางเดิน** 9 **ส่วนระเบียง** - ใช้เป็นที่พักผ่อน	เฉพาะในช่วงเวลากลางวันที่อากาศเย็นสบาย
ความสูงเฉลี่ยระดับความสูงทั่วไปเฉลี่ยความสูงไม่ต่ำกว่า 2.45 เมตร	
ตำแหน่งที่ตั้งตัวเรือนหันหน้าไปทางทิศตะวันตก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 แสดงแปลนพื้นชั้นล่าง

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงแปลนพื้นชั้นบน

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

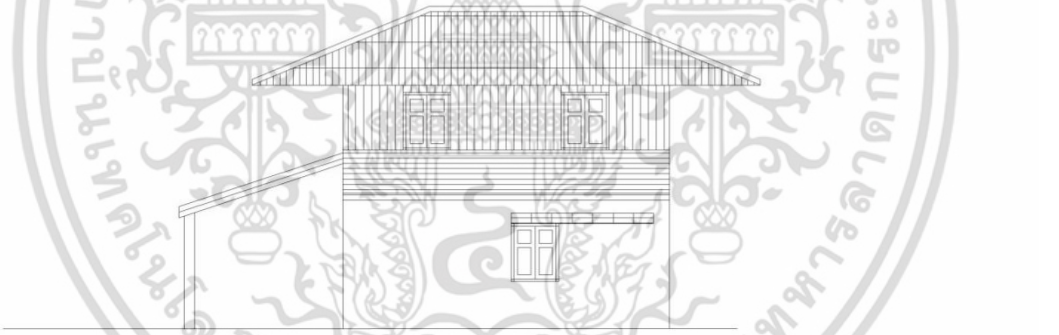
รูปที่ 3.11 แสดงแปลนหลังคา

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

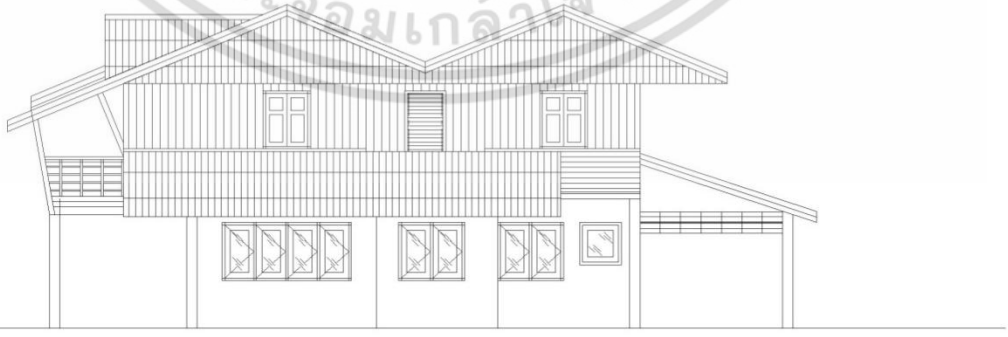
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปด้านทิศตะวันตก

รูปด้านทิศเหนือ



รูปด้านทิศตะวันออก



รูปด้านทิศใต้

รูปที่ 3.12 แสดงรูปด้านของเรือนไม้อีสาน กรณีศึกษา

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิและอุณหภูมิอากาศภายในเรือน

3.2.1 การหาเครื่องมือเพื่อทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

3.2.1.1 เครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล

เครื่องมือบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ (Temperature RH Data logger) แบบ Hobo รุ่น H08-007-02 เป็นเครื่องบันทึกอุณหภูมิที่มีหัวอ่านความชื้นในตัวเดียวกัน ซึ่งเครื่องจะบันทึกค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม Box Car PRO 4.0 ทำการตั้งค่าในการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ โดยทำการวัดอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในเรือน มีความสามารถในการวัดอุณหภูมิในช่วง -20°C to +70°C (-4°F to +158°F) และสามารถบันทึกข้อมูลได้ในช่วง -40°C to +75°C (-40°F to +167°F) ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 เครื่องบันทึกอุณหภูมิ – ความชื้นอัตโนมัติ (เครื่อง Temp/RH Data logger (HOBO))
ที่มา : http://www.onsetcomp.com/files/manual_pdfs/2016-H-MAN-HO8.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การใช้โปรแกรมสร้างสภาวะจำลอง

โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมประเภท FORTRAN (formula translator) สำหรับก่อสร้างอาคารและวิจัย เป็นการจำลองพลังงานภายในอาคาร ด้วยการใช้หุ่นจำลองจากคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์ถึงการใช้พลังงานรายชั่วโมงในแต่ละวัน รวมถึงวิธีการออกแบบปรับปรุงอาคารให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างของ DOE-2

1. BDL (Building Description Language)

การอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูล จากการป้อนค่าอะไรเข้าไปในโปรแกรม เป็นการประมวลผลตัวแปรสำหรับ Heat flow บนผนัง และตัวแปรของน้ำหนักสำหรับความร้อนที่มีผลต่ออาคาร

2. LOAD

เป็นการประมวลผล Sensible และ Latent heating หรือ Cooling load ซึ่งมีผลต่อสภาพภูมิอากาศและความร้อนจากดวงอาทิตย์ ตารางการใช้งาน การใช้แสงสว่างและอุปกรณ์อาคาร รวบรัดมากไปอ่านไม่เข้าใจ

3. SYSTEMS

Load เป็นการประมาณค่าพลังงานที่ใช้ในอาคาร ส่วน Systems เป็นการประมาณการทำงานของอุปกรณ์อาคาร แผงการควบคุม HVAC Equipment เพื่อให้ได้อุณหภูมิและความชื้น ให้ได้ตามที่ตั้งไว้ ผลที่ออกจาก Systems เป็นรายการของ heating และ Cooling load ในแต่ละพื้นที่ของแต่ละชั้น

4. PLANT

เป็นการจำลองพฤติกรรมของงานระบบต่างๆ เช่น ระบบทำน้ำร้อน, กังหันน้ำ, Chiller, cooling tower, ถังเก็บน้ำ เป็นต้น ซึ่งเป็นการประมวลผลของการใช้พลังงานและความต้องการภายในอาคาร

5. ECONOMIC

เป็นการคำนวณราคาของพลังงาน ซึ่งใช้เปรียบเทียบราคาของอาคารที่มีการออกแบบต่างกันหรือประมวลผลการประหยัดกับอาคารเปรียบเทียบ

6. WEATHER DATA

7. LIBRARY

LIBRARY ประกอบด้วย Building input elements, Wall materials, Layered wall constructions และหน้าต่างชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การประมวลผลของโปรแกรม DOE-2 version 2.1

WEATHER DATA	User Input File	Material LIBRARY	Construction LIBRARY
BDL [Building Description Language]			
LDL [LOAD Description Language]	SDL [SYSTEMS Description Language]	PDL [PLANT Description Language]	DEL [ECONOMIC Description Language]
[LOAD REPORT]	[SYSTEMS REPORT]	[PLANT REPORT]	[ECONOMIC REPORT]

3.2.1.3 การคำนวณด้วยสมการ

จากการทดลองของ Auliciems และ SV.Szokolqy, 1981 สามารถคำนวณขอบเขตความสบายได้จากสูตร **Tn** = **17.6 + (0.31** x T_{av}**)**

เมื่อ Tn คือ อุณหภูมิค่ากลางของขอบเขตสภาวะสบาย (องศาเซลเซียส)

Tm คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)

3.2.2 การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

3.2.2.1 การเตรียมเครื่องมือเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิภายในเรือน

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดการตั้งค่าการเก็บข้อมูล

No.	Id. Launch. S/N	Description	Delayed Start.	Time Start.	Units
1	388145	Down	26/04/2556	01.00 (30 Min)	(DBT)ºC / (RH)%
2	388146	Indoor	26/04/2556	01.00 (30 Min)	(DBT)ºC / (RH)%
3	388147	Outdoor	26/04/2556	01.00 (30 Min)	(DBT)ºC / (RH)%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 การเตรียมข้อมูลสภาพภูมิอากาศเพื่อใช้ในโปรแกรม DOE-2

1. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ.2556 โดยเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายชั่วโมงทั้งหมด 8,760 ชั่วโมง จำนวน 7 ชนิดข้อมูล ดังนี้

1.1 Dry-bulb Temperature	(Centigrade)
1.2 Relative Humidity	(a fraction, 0.0 to 1.0)
1.3 Atmospheric Pressure	(millibars)
1.4 Hourly Global Radiation	(watts/m^2)
1.5 Wind Speed	(m/s)
1.6 Wind Direction	(degrees from north)
1.7 Sky Cloud	(a fraction, 0.0 to 1.0)

2. แสดงการตั้งค่าข้อมูลสภาพภูมิอากาศทั้งหมด 12 เดือน

ฐานข้อมูล

Line 1: PACK

Line 2: Test MeasWth Format

Line 3: OTHER -999 -999 -7 14.6 -102.830-BITSOLAR 4 20. .025

Line 4: 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Line 5: -999.

Line 6: LIST

Line 7: PACKED -999 -999 1 12

Line 8: STAT

Line 9: END

3. ขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล

21e _ Weather _ input _ BR1yr.INP

_unpacked _ BR1yr.tpe

_packed _dvf _ BR1yr.bin

Doe2_console _ doe2wth _BR1yr Enter

Weather _ BR1yr.out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้คำนวณหาขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

สบายได้จากสูตร $T_n = 17.6 + (0.31 \times T_m)$

เมื่อ T_n คือ อุณหภูมิค่ากลางของขอบเขตสภาวะสบาย (องศาเซลเซียส)

T_m คือ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส)

เมื่อได้ค่า Tn อุณหภูมิที่เหมาะสมแล้ว สามารถหาค่าขอบเขตสภาวะสบายที่ระดับ Tn + 2 และ Tn - 2 องศาเซลเซียสและสูตรคำนวณของความชัน (dT) ของเส้น ET* (new effective temperature) ในแผนภูมิไซโคเมตริกโดยปรับระดับความชื้นสัมบูรณ์ให้อยู่ในช่วง 4 – 12 กรัม/กก. สามารถลากเส้น AH ที่ 4 และที่ 12 เพื่อกำหนดช่วงเขตความสบายได้

$dT = 0.025 \times (T - 14) \times AH_T (50\%)$

เมื่อ dT คือ ความชันของเส้น ET*

AH คือ ค่าความชื้นสัมบูรณ์

T คือ ค่า Tn $\pm$ 2

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบาย อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ. 2552

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmax	34.0	38.2	37.1	39.5	36.7	36.0	35.0	34.7	35.0	33.5	35.2	34.6
sd Max	3.2	2.5	2.7	2.4	1.4	1.2	1.6	0.9	1.9	1.1	2.9	2.0
Tmin	10.8	16.5	17.8	21.5	22.6	24.0	23.6	23.0	22.8	21.7	14.6	16.5
sdMin	2.4	2.8	1.7	1.2	0.8	0.5	0.8	0.7	0.6	0.9	3.5	1.9
RH am	75	77	83	81	85	82	83	85	88	88	82	82
RH pm	59	57	69	68	76	75	76	78	83	79	71	67
Rain	0.0	0.0	4.6	1.1	5.9	3.6	4.8	6.0	10.3	2.4	0.3	0.0
Irad	4690	4829	5282	6118	5272	5377	4833	5162	4683	4764	4614	4341

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการวิจัย

3.2.3.1 การทดสอบสภาพอุณหภูมิภายในของเรือนไม้อีสานตัวอย่าง

ทำการวัดค่าอุณหภูมิอากาศภายในเรือน โดยใช้เครื่องมือบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ แบบ HOBO โดยทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 26-30 เมษายน 2556 (ฤดูร้อน) ในเวลาทุกๆ 30 นาที โดยติดตั้งเครื่องมือที่ระดับความสูง 0.80 เมตร ในระดับช่วงตัว (Body Zone) ทั้งหมด 3 จุดดังนี้

จุดที่ 1 ติดตั้งที่บริเวณภายนอกเรือนส่วนระเบียง เพื่อศึกษาสภาพอากาศที่ตั้งของเรือนกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายในเรือน

จุดที่ 2 ติดตั้งที่บริเวณกลางห้องภายในเรือนชั้นบน

จุดที่ 3 ติดตั้งที่บริเวณพื้นที่พักผ่อนภายในเรือนชั้นล่าง เนื่องจากเป็นส่วนที่มีการใช้งานตลอดทั้งวัน และได้รับปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในเรือนมากที่สุดทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติ

ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(a)

(b)

รูปที่ 3.15 (a) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติส่วนระเบียงชั้นบน
(b) ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติภายในเรือนชั้นบน

รูปที่ 3.16 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นอัตโนมัติภายในเรือนชั้นล่าง
ที่มา : จากการสำรวจโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 การสร้างแบบจำลองในโปรแกรม DOE-2

1. การทำงานของโปรแกรม DOE - 2

```
INPUT   LOADS
INPUT-UNITS = ENGLISH
OUTPUT-UNITS = ENGLISH  ..
```

ขั้นตอนการป้อนข้อมูลเบื้องต้นเข้าสู้ LOADS program

```
TITLE   LINE-1  *FACULTY OF ARCHITECTURE LADKRABANG*
        LINE-2  *Absorption Test*
        LINE-3  *NANGRONG, BURIRAM*   ..
```

ในชุดข้อมูลแต่ละชุดจะมีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วน คือ

- ส่วนเริ่มข้อมูล (Command หรือ Instruction)
- ส่วนของข้อมูล (Data)
- ส่วนการหยุดข้อมูล (Stop)

2. ป้อนข้อมูล ในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง

```
RUN-PERIOD          JAN 1 2000 THRU DEC 31 2000   ..
ABORT               ERRORS     ..
DIAGNOSTIC          WARNINGS     ..
LOADS-REPORT        SUMMARY= (LS-C, LS-D, LS-F)
                    VERIFICATION= (LV-A) ..
```

- เมื่อ RUN-PERIOD เป็นคำสั่งบอกให้ทราบว่าเป็นการบอกช่วงเวลาในการทดลอง
- เมื่อ JAN 1 2000 THRU DEC 31 2000 บอกช่วงเวลาที่กำหนด
- เครื่องหมาย .. คือสิ้นสุดชุดข้อมูลนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BUILDING-LOCATION     LATITUDE= 14.58       LONGITUDE= -102.8
                      ALTITUDE= 568         TIME-ZONE= -7
                      HOLIDAY= NO
                      GROSS-AREA= 129.60    AZIMUTH= 0.0
                      DAYLIGHT-SAVINGS= NO
                      GROUND-T = (82.3,82.6,85.5,85.7,85.9,85.6
                                  ,85.3,84.9,85.1,83.8,82.6,78.9)
                      SURF-TEMP-CALC   NO ..
```

- ตำแหน่งของอาคาร คือตำแหน่งทางภูมิศาสตาร์ , ตำแหน่งความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร

```
$ OCCUPANCY SCHEDULE
    OC-1          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(1.0)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0)..
    OC-2          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(1.0)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0)..
    OC-WEEK       =WEEK-SCHEDULE   (WD) OC-1 (WEH) OC-2   ..
    OCCUPY-1      =SCHEDULE        THRU DEC 31 OC-WEEK   ..
```

- การบอกสัดส่วนของผู้ใช้อาคารในช่วงเวลาต่างๆของอาคาร โดยสัดส่วนนี้จะนำไปคูณกับจำนวนของผู้ใช้อาคารไว้เพื่อบอกถึงปริมาณผู้ใช้อาคารในเวลาต่างๆ การกำหนดค่านี้จะต้องกำหนดทั้งรายวัน รายอาทิตย์ รายเดือน และรายปี ซึ่งจะมีการอ้างอิงถึงกันเป็นลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$ LIGHTING SCHEDULE
    LT-1          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(0.9)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0) ..
    LT-2          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(0.9)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0) ..
    LT-WEEK       =WEEK-SCHEDULE   (WD) LT-1 (WEH) LT-2   ..
    LIGHTS-1      =SCHEDULE        THRU DEC 31 LT-WEEK  ..
```

- บอกสัดส่วนของการใช้ไฟฟ้า แสงสว่างในช่วงเวลาต่างๆของอาคาร การกำหนดค่านี้จะต้องกำหนดทั้งรายวัน รายอาทิตย์ รายเดือน และรายปี ซึ่งจะมีการอ้างอิงถึงกันเป็นลำดับ

```
$ EQUIPMENT SCHEDULE
    EQ-1          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(0.9)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0) ..
    EQ-2          =DAY-SCHEDULE    (1,8)(0.0)(9,12)(0.9)
                                   (13,18)(0.9)(19,24)(0.0) ..
    EQ-WEEK       =WEEK-SCHEDULE   (WD) EQ-1 (WEH) EQ-2   ..
    EQUIP-1       =SCHEDULE        THRU DEC 31 EQ-WEEK   ..
```

- บอกสัดส่วนของการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆของอาคาร การกำหนดค่านี้จะต้องกำหนดทั้งรายวัน รายอาทิตย์ รายเดือน และรายปี ซึ่งจะมีการอ้างอิงถึงกันเป็นลำดับ

```
$ INFILTRATION SCHEDULE
    ALLVENT-T     =SCHEDULE     THRU DEC 31 (ALL) (1,24)(1) ..
    NOVENT-T      =SCHEDULE     THRU DEC 31 (ALL) (1,24)(0) ..
```

- สัดส่วนการรั่วซึมของอากาศที่กำหนดให้สำหรับพื้นที่นั้นๆ การกำหนดค่านี้จะต้องกำหนดทั้งรายวัน รายอาทิตย์ รายเดือน และรายปี กำหนดให้ ช่วงเวลาสำหรับวันทำงานและวันหยุด ตั้งค่าการใช้งาน

  0 คือ ปิด ประตูและหน้าต่าง

  1 คือ เปิด ประตูและหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การสร้างแบบจำลองของเรือนไม้อีสานตัวอย่าง

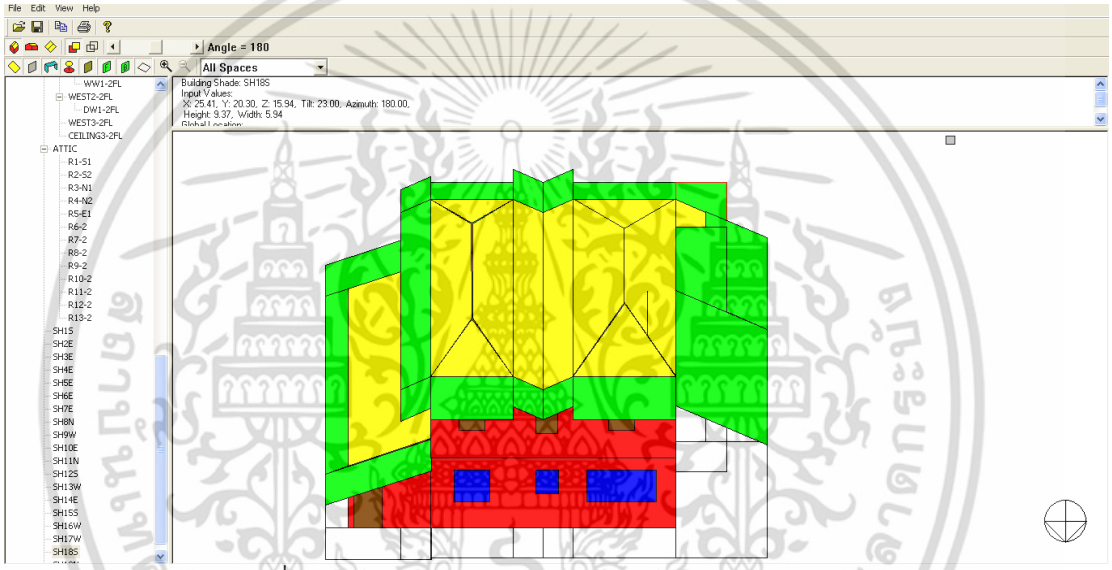
1FL=SPACE	ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
	VOLUME=7775.16 AREA=777.17
	INF-METHOD = AIR-CHANGE
	INF-SCHEDULE = DAYVENT-T
	AIR-CHANGES/HR = 2.0 ..
2FL=SPACE	ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
	VOLUME=8785.8 AREA=617.812
	INF-METHOD = AIR-CHANGE
	INF-SCHEDULE = DAYVENT-T
	AIR-CHANGES/HR = 2.0 ..
ATTIC =SPACE	ZONE-TYPE=UNCONDITIONED
	VOLUME=689.036 AREA=2753.31
	INF-METHOD = AIR-CHANGE
	INF-SCHEDULE = DAYVENT-T
	AIR-CHANGES/HR = 0.5 ..

- ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่ศึกษา, ขนาดพื้นที่ใช้สอย, ปริมาตร, ตำแหน่งของพื้นที่ในอาคาร, ตำแหน่งของพื้นผิวทุกส่วนที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและข้อมูลทางสภาพแวดล้อมภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$BUILDING SHADE ELEMENTS
        SH1S=BUILDING-SHADE      X=27.885 Y=13.53 Z=6.996
                                 HEIGHT=10.791 WIDTH=26.895  TILT=18
                                 AZIMUTH=180    ..
```

- รายละเอียดของอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร บอกถึงขนาดและทิศทางของอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร
- เลือกระนาบแกนอ้างอิง X-Y



รูปที่ 3.17 แสดงผลแบบจำลองและกำหนดการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การป้อนข้อมูลวัสดุของเรือนไม้อีสาน

- MATERIAL รายละเอียดของวัสดุ

THICKNESS	ความหนาของวัสดุ มีหน่วยเป็น ft
CONDUCTIVITY	การนำความร้อนของวัสดุ มีหน่วยเป็น Btu-ft/hr-ft^2-°F
DENSITY	ความหนาแน่นของวัสดุ มีหน่วยเป็น lb/ft^3
SPECIFIC-HEAT	ความร้อนจำเพาะของวัสดุ มีหน่วยเป็น Btu/lb-°F
REFLECTIVE SPACE	พื้นที่การสะท้อนแสง
NON-REFLECTIVE SPACE	ไม่มีพื้นที่การสะท้อนแสง
RESISTANCE	ค่าการต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น hr-ft^2-°F/Btu

- LAYERS รายละเอียดการจัดลำดับของวัสดุในการก่อสร้างพื้นผิวต่างๆ

MATERIAL	รายละเอียดของวัสดุ
INSIDE-FILM-RES	ค่าความต้านทานของช่องว่างอากาศ มีหน่วยเป็น hr-ft^2-°F/Btu

- CONSTRUCTION ส่วนประกอบของวัสดุ

ABSORPTANCE	การดูดกลืนรังสีความร้อน
U-VALUE	ค่าการนำความร้อน มีหน่วยเป็น Btu/hr-ft^2-°F
GLASS-TYPE (WINDOW)	ชนิดของกระจก
CONSTRUCTION (DOOR)	วัสดุของประตู

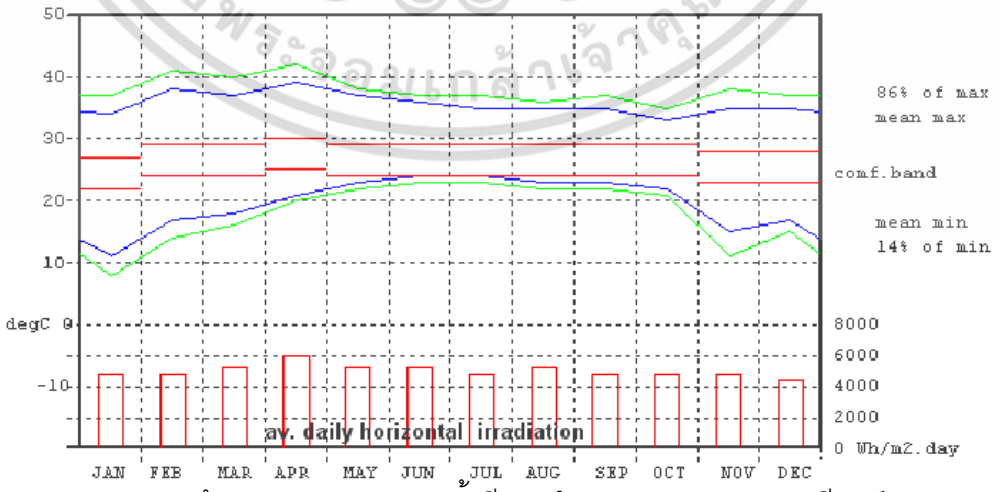
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 3 การคำนวณหาขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

ฤดูร้อน ในเดือนเมษายนค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดเป็น 39.5 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำสุดเป็น 21.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยเป็น 30.5 องศาเซลเซียส

Tn	=	17.6 + (0.31 × Tm)	
Tn	=	17.6 + (0.31 × 30.5)	
	=	27.1 ± 2	
	=	25.1 – 29.1	องศาเซลเซียส
dT	=	0.025 × (T – 14) × AH_T (50%)	
dT for ET* Min.	=	0.025 × (25.1 – 14) × 10.09	
	=	2.79	
The axis intercept	=	24.93 + 2.79	
	=	27.8	องศาเซลเซียส
dT for ET* Max.	=	0.025 × (29.1 – 14) × 12.87	
	=	4.84	
The axis intercept	=	28.93 + 4.84	
	=	33.9	องศาเซลเซียส

จากการคำนวณหาขอบเขตสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ในปี พ.ศ. 2552 พบว่า ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายนมีอุณหภูมิในเขตสภาวะสบายอยู่ที่ 25.1 ถึง 29.1 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.18 แสดงแนวเส้นสภาวะสบายตลอดทั้งปีของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2552

โดยพิจารณาขอบเขตอุณหภูมิในเขตสภาวะสบายในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

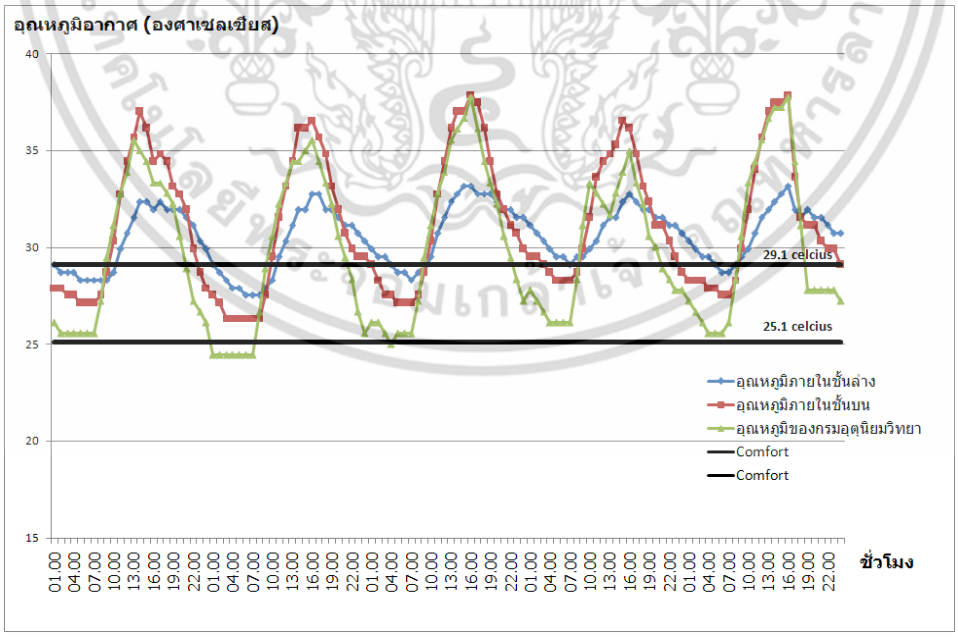
บทที่ 4
การทดลองและผล

4.1 การทดสอบอุณหภูมิภายในเรือนและสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิ

จากการกำหนดขอบเขตสภาวะสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน สามารถนำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไม้อีสานได้ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในเรือนไม้อีสานกับอุณหภูมิอากาศภายนอกเรือน ของกรมอุตุนิยมวิทยากับขอบเขตความสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อนเดือนเมษายน

จากสภาพอุณหภูมิอากาศในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน อุณหภูมิภายในเรือนชั้นบนมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในส่วนระเบียง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.88 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16.00 น. โดยอุณหภูมิภายในเรือนชั้นล่างมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนประมาณ 5 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34.01 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน โดยภายในเรือนชั้นล่างมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 4.31 % ส่วนภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 6.25 % จากผลการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศทั้ง 5 วัน ดังรูปที่ 4.1

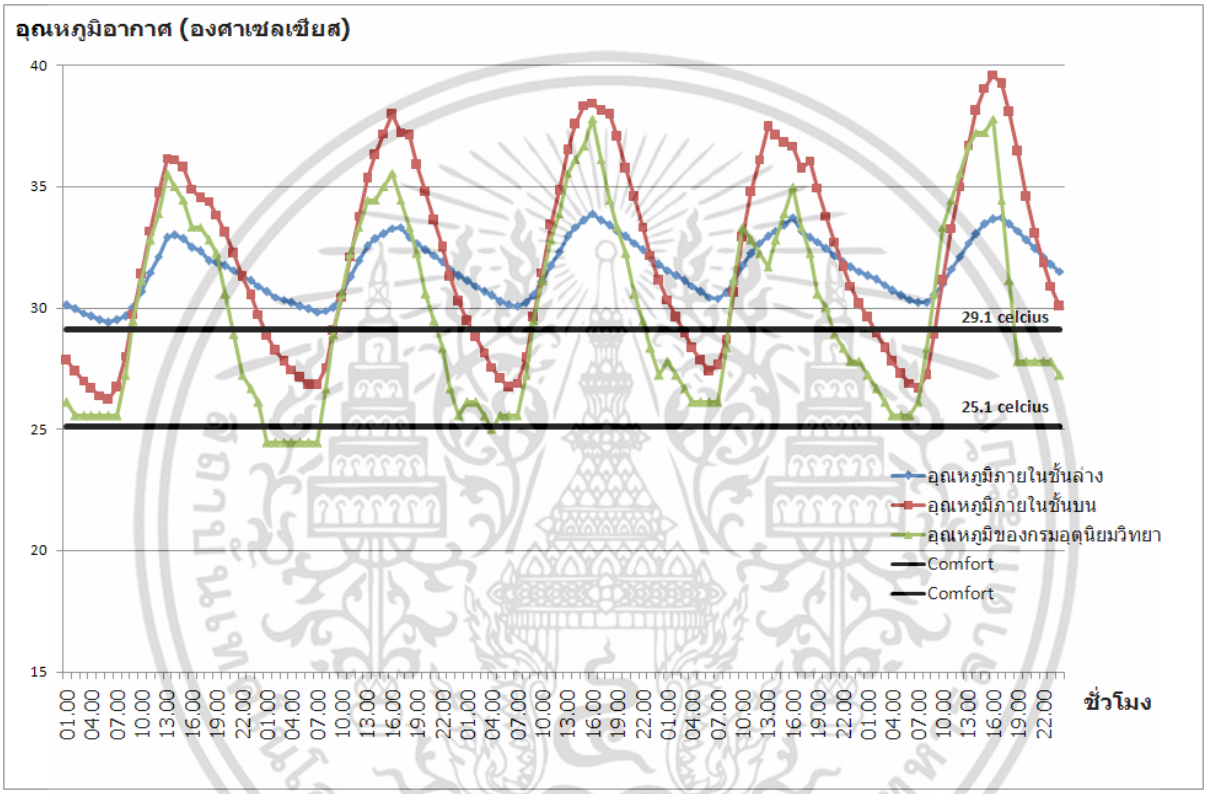


รูปที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2556 (แบบเปิดหน้าต่าง) จากการตรวจวัดภายในเรือน ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในเรือนจากสภาวะจำลองกับอุณหภูมิอากาศภายนอกของกรมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับขอบเขตความสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในฤดูร้อนเดือนเมษายน

ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน สภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นล่างมีค่าสูงเกินขอบเขตความสบายตลอดทั้งวัน ซึ่งสภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 5.28% และสภาพภูมิอากาศภายนอกของกรมอุตุนิยมวิทยามีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 7.22% ดังรูปที่ 4.2

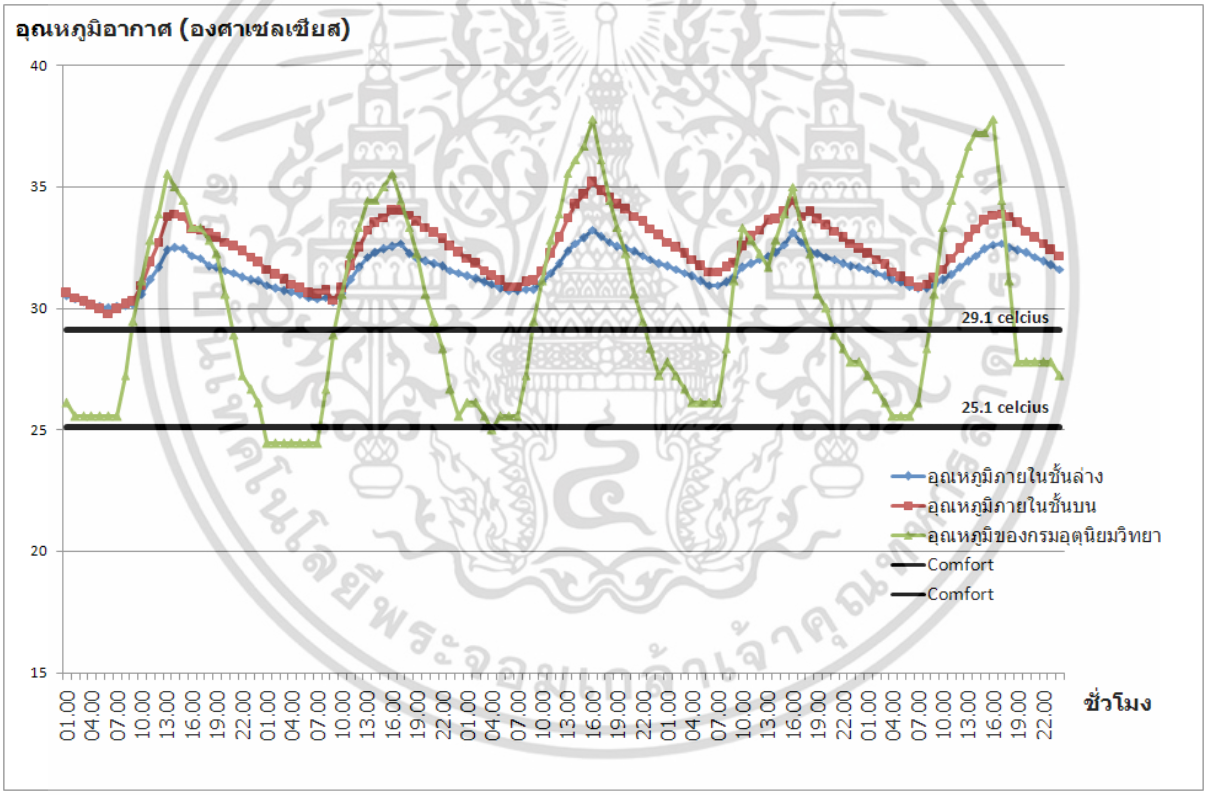


รูปที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2556 (แบบเปิดหน้าต่าง) จากโปรแกรม Doe ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แนวทางการสร้างสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิภายในเรือน

แนวทางที่ 1 การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในเรือนทางด้านผนังและหลังคา โดยการติดฉนวนกันความร้อนในส่วนผนังและหลังคา จากการปรับเปลี่ยนวัสดุภายในเรือนโดยใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนคู่หนา 5 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศติดแผ่นฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อนและฉนวนใยแก้วที่ใต้หลังคาหนา 3 นิ้ว และฝ้าเพดานแผ่นยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร จากการคำนวณพบว่า โดยวัสดุที่นำมาใช้มีค่าการต้านทานความร้อนสูงและมีค่าการนำความร้อนต่ำ โดยได้ทำการปรับปรุงผนังไม้ที่มีช่องว่างอากาศและกรุผนังด้วยแผ่นยิปซัม โดยติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ภายใน ส่งผลให้ในช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน สภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นล่างและสภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่นอกเขตความสบายตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 4.3

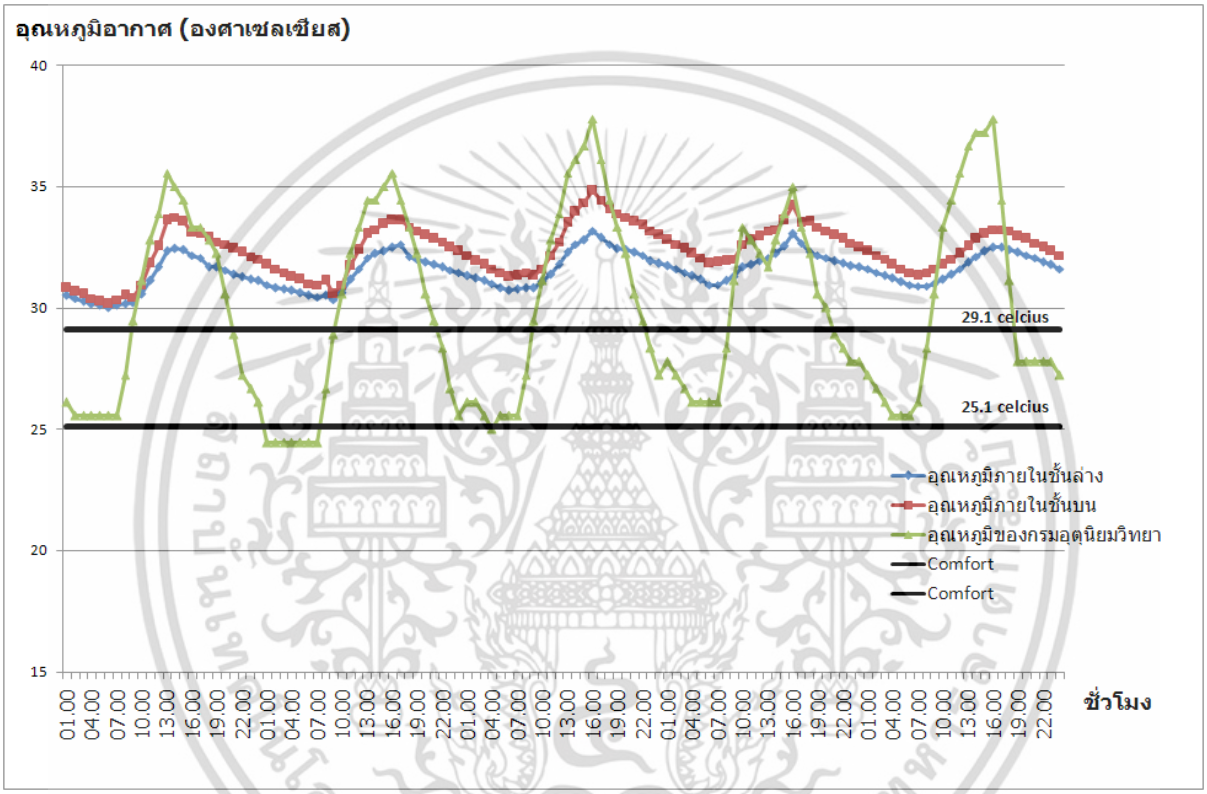


รูปที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2556 (แบบติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ใต้หลังคาหนา 3 นิ้ว) ผลการทดลองจากโปรแกรม Doe ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางที่ 2 การติดฉนวนกันความร้อนในส่วนผนังและหลังคาและการเพิ่มความหนาของฉนวนกันความร้อน ที่ฝ้าเพดาน

จากผลการทดสอบ ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน สภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นล่างและสภาพภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่นอกเขตความสบายตลอดทั้งวัน และสามารถลดปริมาณความร้อนภายในเรือนในช่วงเวลากลางวันลงได้เล็กน้อยและมีปริมาณความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลากลางคืน ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิภายในเรือนเปรียบเทียบกับสภาวะน่าสบายของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2556 (แบบติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ใต้หลังคาหนา 6 นิ้ว) ผลการทดลองจากโปรแกรม Doe ช่วงวันที่ 26-30 เมษายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนคู่หนา 5 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศติดแผ่นฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อนและฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว และ 6 นิ้ว ที่ใต้หลังคาและใช้ฝ้าเพดานแผ่นยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนที่ใต้หลังคา ซึ่งติดตั้งในส่วนฝ้าเพดานสามารถลดปริมาณความร้อนในช่วงกลางวันลงได้เพียงเล็กน้อยและส่งผลให้ในช่วงเวลากลางคืนมีปริมาณความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยแนวทางการแก้ปัญหาสามารถเลือกใช้พัดลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศ จากสมการ $dt = 6*Ve-1.6*Ve^2$ โดยการเคลื่อนไหวของอากาศ (dT) สามารถประมาณเป็นที่ความเร็วลมที่มีประสิทธิภาพคือ V = V - 0.2 และ V คือความเร็วลม (m / s) ที่ผิวของร่างกายและการแสดงออกที่ถูกต้องได้ถึง 2 เมตร / วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี พ.ศ. 2552 สามารถหาขอบเขตความสบายโดยวิธีการของ Auliciems และ SV.Szokolqy,1981 โดยในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน มีขอบเขตอุณหภูมิในเขตสภาวะสบายอยู่ที่ 25.1 ถึง 29.1 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองสภาพอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไม้อีสาน ในช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน อุณหภูมิภายในเรือนชั้นบนมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศในส่วนระเบียง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.88 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16.00 น. โดยอุณหภูมิภายในเรือนชั้นล่างมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในเรือนชั้นบนประมาณ 5 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34.01 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนตามอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน โดยภายในเรือนชั้นล่างมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 4.31 % ส่วนภายในเรือนชั้นบนมีจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในเขตความสบาย 6.25 % จากผลการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศทั้ง 5 วัน

เมื่อทำการจำลองสภาพภูมิอากาศภายในเรือนด้วยแบบจำลองในโปรแกรม Doe เพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสภาวะน่าสบายทางด้านอุณหภูมิให้แก่ผู้ที่อยู่อาศัยภายในเรือน โดยการลดความร้อนเข้าสู่ภายในเรือน ด้วยการใช้กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ใยหิน ลอนคู่หนา 5 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศติดแผ่นฟอยล์สะท้อนรังสีความร้อนและฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว และ 6 นิ้ว ที่ใต้หลังคาและใช้ฝ้าเพดานแผ่นยิปซัมหนา 12 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนที่ใต้หลังคา ซึ่งติดตั้งในส่วนฝ้าเพดาน สามารถลดปริมาณความร้อนในช่วงกลางวันลงได้เพียงเล็กน้อยและส่งผลให้ในช่วงเวลากลางคืนมีปริมาณความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยแนวทางการแก้ปัญหาสามารถเลือกใช้พัดลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศ จากสมการ $dt = 6*Ve-1.6*Ve^2$ โดยการเคลื่อนไหวของอากาศ (dT) สามารถประมาณเป็นที่ความเร็วลมที่มีประสิทธิภาพคือ V = V - 0.2 และ V คือความเร็วลม (m / s) ที่ผิวของร่างกายและการแสดงออกที่ถูกต้องได้ถึง 2 เมตร / วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาทิศทางของกระแสลมและการระบายอากาศ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนอากาศภายในเรือน ในช่วงที่อุณหภูมิภายนอกอยู่ในช่วงของเขตความสบายได้

2. ศึกษาระบบเครื่องกลที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้ปรับสภาพอุณหภูมิอากาศภายในเรือนให้เข้าสู่ขอบเขตความสบายเพิ่มมากขึ้น

3. รูปแบบของเรือนที่นำมาทำการศึกษาควรให้มีรูปแบบและขนาดสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน เพื่อนำมาพิจารณาให้มีความเป็นไปได้ในทางเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นายสุรกานต์ รวยสูงเนิน. 2546. การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงานภายในเรือนอีสาน (ประเภทถาวร) กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น

สุนทร บุญญาธิการ. 2542. “เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.” สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรกิจ พันธ์เพชร. 2552. การพัฒนาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ : กรณีศึกษา เรือนพื้นถิ่น อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น.คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวิทย์ จิระมณี. (2543 : 222). สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นอีสาน (สายวัฒนธรรมไทย-ลาว). ความหลากหลายของเรือนพื้นถิ่นไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ วันที่ 22-13 มิถุนายน พ.ศ.2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ดร.ธาดา สุทธิธรรม (2543 : 230). บ้านพักอาศัยในชนบทอีสาน แถบลุ่มน้ำชี. ความหลากหลายของเรือนพื้นถิ่นไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ระหว่างวันที่ 22-13 มิถุนายน พ.ศ.2543. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ASHRAE. 1992. ASHRAE Standard 55: Thermal Environment Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc.

Auliciems, A. 1981. “Towards a psycho-physiological model of thermal perception” International Journal of Biometeorology supplement 25: 109-122.

Auliciems, A. 1982. Psycho-physiological criteria for global thermal zones of building design” International Journal of Biometeorology, 26 (Suppl.): 69-122.

Auliciems, A., Szokolay, S V. 1997. Thermal Comfort, PLEA Note3. Brisbane: University of Queensland.

Bedford, T. 1936. Warmth Factor in comfort at work: A Physiological Study of Heating and ventilation. Industrial Health Research Board Report, 76.

Carrier, W. 1911. “Rational psychometric formulae their relation to the problems of meteorology and of air conditioning” ASME Transaction 33:1005-1053.

De Dear, R., Brager, G., Cooper, D, 1997. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference, Final report ASHRAE RP-884, March, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc., and Macquarie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research, Ltd.

Givoni, B. 1976. Man, Climate and Architecture. London: Applied Science Publisher Ltd.

Houghten, F.C. and Yagloglou, C.P. 1923. “Determination of comfort zone” ASHVE Transaction, 29:361

Humphreys, M.A. 1975. “Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied” building Research Establishment, Current Paper (76/75), U.K. Department of Environment.

Steven V. Szokolay, “Introduction to ARCHITECTURAL SCIENCE the basis of sustainable design”, (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณุวีร์ เกตุแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	13 มกราคม 2530 จังหวัดสุรินทร์
ที่อยู่	360 หมู่ 4 ต.จอมพระ อ.จอมพระ จ.สุรินทร์

ประวัติการศึกษา

2548-2552	ระดับปริญญาตรี สถาบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมภายใน
2554-2559	ระดับปริญญาโทสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2552	ฝึกงาน บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ จำกัด (มหาชน)
พ.ศ.2553	ทำงาน บริษัท โกลบอลเน็ตเวิร์ค แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
พ.ศ.2558	ทำงาน สำนักงานสรรพากรพื้นที่กรุงเทพมหานคร 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้