การศึกษาสภาวะความชื้นภายในบ้านดิน
กรณีศึกษา: อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก

A STUDY OF HUMIDITY IN EARTH HOUSE
CASE STUDY: SUPSAWAD AUDITORIUM, NAKHON NAYOK

อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์

ITTISAK KWANBOONCHAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AR-M-002-039

การศึกษาสภาวะความชื้นภายในบ้านดิน
กรณีศึกษา: อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก

A STUDY OF HUMIDITY IN EARTH HOUSE
CASE STUDY: SUPSAWAD AUDITORIUM, NAKHON NAYOK

อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์
ITTISAK KWANBOONCHAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AR-M-002-039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF HUMIDITY IN EARTH HOUSE

CASE STUDY: SUPSAWAD AUDITORIUM, NAKHON NAYOK

ITTISAK KWANBOONCHAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-AR-M-002-039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสภาวะความชื้นภายในบ้านดิน กรณีศึกษา: อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก
นักศึกษา	นายอิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์
รหัสประจำตัว	60602041
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้คนให้ความสนใจในการสร้างบ้านดินเพื่ออยู่อาศัยมากขึ้นเพราะบ้านดินเป็นสถาปัตยกรรมที่ใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อยสามารถใช้วัสดุกับแรงงานภายในพื้นที่ได้และผู้อยู่อาศัยยังรู้สึกอยู่แล้วสบายเนื่องจากผนังของบ้านดินมีการป้องกันความร้อนได้ดี แต่ยังมีสิ่งที่เป็นปัญหาหลักของบ้านดินคือ ความชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิน 60 % ส่งผลกระทบต่ออาคารคือการเสื่อมของผนังอาคารการสึกกร่อนหลุดร่อนของผนังและการเกิดเชื้อรา จึงเป็นปัญหาที่ต้องหาแนวทางการปรับปรุงต่อไป

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาถึงสภาวะความชื้นที่เกิดภายในบ้านดิน จากการเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก พบว่าผนังอาคารมีการสึกกร่อนแตกร้าว หลุดร่วงเป็นฝุ่นผงและการเกิดเชื้อราที่ผนังของอาคารบริเวณฐานราก จึงทำการสำรวจปริมาณความชื้นในส่วนต่างๆ ของอาคารเพื่อวิเคราะห์ถึงลักษณะและสาเหตุการเกิดความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร โดยใช้การเก็บและบันทึกข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การเก็บข้อมูลความชื้นของอากาศและการเก็บข้อมูลความชื้นในเนื้อวัสดุอาคาร โดยการเก็บข้อมูลความชื้นของอากาศเริ่มจากจุดที่หนึ่งวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคาร จุดที่สองวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูงที่บริเวณกลางห้อง จุดที่สามวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับเหนือพื้นห้องเล็กน้อย โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูงที่บริเวณกลางห้อง จุดที่สี่วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคาร 2 ด้าน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูง จุดที่ห้าวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคาร 2 ด้าน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความ จุดที่หกวัดค่าความเร็วลมเพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล และการเก็บข้อมูลความชื้นในเนื้อวัสดุอาคารแบ่งเป็น จุดที่หนึ่งวัดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ จุดที่สองวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จุดที่สามวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจอาคารพบว่าความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษา เกิดจาก 2 แหล่งที่มาความชื้น ได้แก่ สาเหตุที่หนึ่ง ความชื้นจากอากาศภายนอกอาคาร เกิดจากการที่อาคารตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง แต่ตัวอาคารไม่สามารถระบายอากาศได้ทำให้ความชื้นสะสมอยู่ภายในอาคาร สาเหตุที่สอง ความชื้นจากใต้ดินซึมผ่านเข้าสู่อาคาร เกิดจากตัวอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่ราบบริเวณใกล้แหล่งน้ำ และลักษณะของดินในพื้นที่เป็นดินเหนียวที่มีอัตราการซึมน้ำต่ำ ทำให้ดินบริเวณอาคารมีความชื้นสูง ประกอบกับการก่อสร้างฐานรากอาคารที่ไม่มีการป้องกันความชื้นทำให้ความชื้นของดินสามารถซึมผ่านวัสดุอาคารเข้ามาภายใน จากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปรับปรุงและออกแบบเพื่อลดโอกาสในการเสื่อมสภาพของอาคารบ้านดินในต่อไป

คำสำคัญ: การหลุดร่อนของผนังดิน บ้านดิน อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ สภาวะความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	A Study of Humidity in Earth House
	Case Study : Supsawad Auditorium, Nakhon nayok
Student	Mr. Ittisak Kwanboonchan
Student ID.	60602041
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2562
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sutta Sriphadej

ABSTRACT

Nowadays, people are more interested in building a clay house for living because the clay house is architecture with a low construction budget where local materials and labor can be used. In addition, residents living in the clay houses also feel comfortable because the walls of the clay house have good heat protection. However, there is still a problem. The main problem of the clay house is the humidity. Relative humidity that exceeds 60% affects the building. The wall deterioration, erosion, fading of walls and mold are problems that need to be solved.

This research has studied the condition of the humidity occurring in the clay house. The data collection from the case study of Suphasawat auditorium building, Nakhonnayok province revealed that the building's walls were eroded, cracked, peeled off as a dust and there was mold on the walls of the building at the foundation. Therefore, a survey of moisture in various parts of the building was conducted to analyze their characteristics and causes of the relative humidity within the building by collecting and recording the data which can be divided into 2 forms, namely, the data collection of the air humidity and the data collection of the humidity in the building material. The collection of air humidity data started from the first point, measuring the temperature and humidity of the air outside the building. The second point is to measure the temperature and the humidity of the air inside the building by dividing the 3 levels of height in the middle of the room. The third point is to measure the temperature and humidity of the air slightly above the floor of the room divided into 3 levels of height in the middle of the room. The fourth point is to measure the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

temperature and humidity of the air at the edge of the inside of the building on 2 sides, divided into 3 levels of height. The fifth point is to measure the temperature and humidity of the air at the edge of the exterior wall of the building on 2 sides, divided into 3 levels of height. The sixth point is to measure the wind speed for data analysis. The collection of moisture content in building materials was divided as follows: The first point is to measure the surface temperature of floors and walls in the north south direction. The second point is to measure the moisture of the floors and walls in the northeast direction. The third point is to measure the humidity of the floors and walls in the north direction.

From the building survey, it was found that the humidity that occurs inside the case study building was caused by 2 factors. The first cause is the moisture from the air outside the building which is caused by the building was located in the area with high humidity but the building was not able to ventilate, causing moisture to accumulate inside the building. The second reason was that the moisture from the underground permeates into the building, which was caused by the building was located in a flat area near the water source and the nature of the soil in the area was clay that had a low water absorption rate, causing the soil around the building to have high humidity, together with the construction of a foundation that did not have moisture protection, allowing the moisture of the soil to penetrate through the From the study, it can material to the building. This study can be used as a guideline to improve and design the clay house to reduce the chances of deterioration.

Keywords: Wall Cracking Earth House Supsawad Auditorium Humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ ที่ให้ความรู้ในด้านหลักการทำงาน ประสบการณ์ สะละเวลาส่วนตัวของท่านเพื่อให้คำปรึกษา และให้การช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ส่งผลให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ขอขอบพระคุณ รศ.วิวัฒน์ เตมียพันธ์ และ ศ.สมศักดิ์ ธรรมเวชวิถี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้ข้อบกพร่อง เพื่อแก้ไขและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณผู้ดูแล อาศรมวงศ์สนิท ทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับเป็นกรณีศึกษา ให้ข้อมูลและความช่วยเหลืออย่างดีตลอดการทำวิทยานิพนธ์

และสุดท้าย ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน เจ้าหน้าที่ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คอยสนับสนุน คอยให้คำปรึกษา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด จึงทำให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการศึกษา การนำไปประยุกต์ใช้หรือในแงใดก็ตามอย่างสูงสุด

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดา มารดา ผู้ที่เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดจนถึงทุกวันนี้

อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ X

สารแผนภูมิ XIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 6

1.3 ขอบเขตการวิจัย 6

1.4 วิธีการวิจัย 6

1.5 สมมติฐานของงานวิจัย 6

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 7

2.1 ที่มาของบ้านดินในประเทศไทย 7

2.2 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น 8

2.3 เทคนิคและวิธีการสร้างบ้านดิน 11

2.4 บ้านดินกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก 21

2.5 ทฤษฎีความชื้นและตัวแปลที่เกี่ยวข้อง 23

2.5.1 ทฤษฎีความชื้น 23

2.5.2 คุณสมบัติของอากาศชื้น 26

2.5.3 ปัจจัยในการพิจารณาความชื้นในบรรยากาศ 28

2.5.4 การวัดค่าความชื้น 29

2.5.5 แหล่งกำเนิดความชื้น 31

2.5.6 รูปแบบการเคลื่อนที่ของความชื้น 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.7 การส่งผ่านความชื้น 33

2.5.8 ปัญหาด้านความชื้นในวัสดุอาคาร 33

2.5.9 ความชื้นในดิน 34

2.5.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นในดิน 35

2.5.11 การซึมน้ำ 38

2.6 แหล่งกำเนิดความชื้นของอาคารกรณีศึกษา 38

2.7 ผลกระทบที่เกิดจากความชื้นในอาคาร 39

2.8 หลักและวิธีการป้องกันความชื้น 40

2.9 การระบายอากาศ 45

2.9.1 แนวทางการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในการออกแบบสถาปัตยกรรม 46

2.9.2 ลักษณะของลม 47

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย 49

3.1 อุปกรณ์และการออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล 49

3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ 49

3.1.2 วิธีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร 50

3.1.3 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความเร็วลม 50

3.1.4 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุ 51

3.2 วิธีการวัดข้อมูล 52

3.2.1 การกำหนดจุดวัดข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 52

3.2.2 การกำหนดจุดในการเก็บข้อมูลความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุอาคาร 55

บทที่ 4 ผลการทดลอง 57

4.1 การหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 57

4.2 ผลของการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 60

4.2.1 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคาร 60

4.2.2 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร 61

4.2.3 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับพื้นภายในอาคาร 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.4 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้าน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 63

4.2.5 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้าน ทิศตะวันออก เฉียงเหนือ..... 64

4.2.6 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้าน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 65

4.2.7 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้าน ทิศตะวัน ออกเฉียงเหนือ..... 66

4.2.8 ผลของความเร็วลมภายในอาคาร 67

4.2.9 ผลของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคาร 68

4.2.10 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 69

4.2.11 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 70

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย..... 72

5.1 สรุปผลของพฤติกรรมของความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้น 72

5.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาและแนวทางป้องกัน 73

บรรณานุกรม..... 74

ภาคผนวก 76

ประวัติผู้เขียน..... 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงถึงตำแหน่งทิศทางของอาคารกรณีศึกษา	4
1.2 แสดงถึงปัญหาที่พบในอาคารกรณีศึกษา	5
2.1 แสดงวัสดุในการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา	22
2.2 อากาศสามารถรับไอน้ำได้ที่อุณหภูมิต่างๆ	24
2.3 ตารางเทียบจุดน้ำค้างกับค่าความชื้นสัมพัทธ์	25
2.4 เนื้อดินตามระดับความลึกในพื้นที่ป่าดิบแล้ง	36
2.5 ตารางแสดงค่าความชุ่มชื้นในผนังอิฐดินดิบในสภาวะห้องปรับอากาศ	37
2.6 ตารางแสดงชนิดของดินกับอัตราการซึมน้ำ	38
2.7 เปรียบเทียบความเร็วลมตามมาตราโบฟอร์ด	47
4.1 ผลของความเร็วลมทั้ง7วัน	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 แสดงผังบริเวณโดยรอบอาคาร....3
1.2 ภาพภายในอาคารกรณีศึกษาอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์....5
2.1 ภาพดินเหนียว ดินร่วน และดินทรายตามลำดับ....11
2.2 ภาพของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์....11
2.3 ภาพอิฐดินดิบ....13
2.4 การก่ออิฐดินดิบ....14
2.5 การปั้นผนัง....15
2.6 การปั้นดินกับโครงไม้....16
2.7 การใช้เศษไม้หรือหิน....16
2.8 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด....17
2.9 การใช้กระสอบ....18
2.10 การใช้ฟองก่อฉาบด้วยดิน....19
2.11 การฉาบผนังบ้านดิน....20
2.12 การผสมสีบ้านดิน....21
2.13 แสดงชั้นของพื้นอาคาร....22
2.14 แผนภูมิไซโครเมตริก....26
2.15 ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง....30
2.16 ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล....30
2.17 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เมื่ออุณหภูมิคงที่ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนไอน้ำที่เพิ่มขึ้นในอากาศ....31
2.18 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เมื่อจำนวนไอน้ำในบรรยากาศคงที่ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นตามการลดลงของอุณหภูมิ....31
2.19 รูปแบบการสะสมความชื้นในผนังที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำใต้ดิน....34
2.20 ภาพแสดงผนังที่เกิดความชื้นจากน้ำใต้ดินโดยแรงยกตัว....36
2.21 ภาพกราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินที่ระดับความลึกต่างๆภายในหน้าตัดดิน....37
2.22 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.23 การระบายอากาศโดยวิธีกล	41
2.24 ระบบการระบายน้ำ	42
2.25 ความลาดเอียงของพื้นที่	42
2.26 กันซึมชนิดแผ่น	43
2.27 น้ำยากับซึมชนิดทา	43
2.28 น้ำยา Coating เคลือบผิวป้องกันการซึม	44
2.29 เทปกันซึมปิดรอยต่อพื้นและผนัง	44
2.30 วัสดุซิลิโคนอุดรอยรั่ว	45
3.1 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น	49
3.2 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร	50
3.3 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร	51
3.4 ภาพแสดงอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ	51
3.5 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารที่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาคาร	52
3.6 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับเหนือพื้นห้อง	53
3.7 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคาร 2 ด้าน	53
3.8 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคาร 2 ด้าน	54
3.9 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในอาคาร	54
3.10 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคาร	55
3.11 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	55
3.12 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	56
4.1 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร	57
4.2 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับพื้นภายในอาคาร	58
4.3 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคาร	58
4.4 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคาร	59
4.5 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิพื้นผิวของผนังและพื้นภายในอาคาร	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 ความเร็วลมที่วัดได้ภายในอาคาร 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

4.1 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกของอาคารทั้ง 7 วัน 60

4.2 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารที่ความสูงทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน.. 61

4.3 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับพื้นในอาคาร ทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7วัน...62

4.4 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน...63

4.5 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน 64

4.6 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน.. 65

4.7 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศ-ตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน 66

4.8 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในของทั้ง 7 วัน 68

4.9 ภาพแสดงกราฟความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 69

4.10 ภาพแสดงกราฟความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ................................ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีความสนใจในการสร้างบ้านดินเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลาย เนื่องจากใช้งบประมาณในการก่อสร้างน้อยและวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างนั้นยังเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่นนั้นๆ จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับคนรายได้น้อย จากงานวิจัยของ ดวงนภา ศิลปะสาย (2546)[1] พบว่า *"บ้านดินอยู่ในฐานะของสถาปัตยกรรมทางเลือก เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อชีวิตแบบพึ่งตนเอง"* ซึ่งบ้านดินยังมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่ทำให้เอื้ออำนวยให้ผู้อยู่อาศัยมีความรู้สึกสบายโดยไม่ต้องพึ่งเครื่องปรับอากาศ อันเนื่องมาจากผนังของบ้านดินมีการเหนี่ยวนำความร้อนในช่วงกลางวัน ผนังจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน ผนังดินที่หนาทำให้เก็บกักความร้อนไว้ได้มากและมีสภาพเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ทำให้ความร้อนส่งผ่านมาได้ช้าทำให้อุณหภูมิอากาศภายในมีความคงที่ ส่วนในช่วงเวลากลางคืนผนังจะคลายความร้อนที่สะสมอยู่ถ่ายเทออกไปสู่สภาพแวดล้อมได้ช้า ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเวลากลางคืนมีความคงที่เช่นกัน ซึ่งเป็นข้อดีของอาคารบ้านดิน

แต่อย่างไรก็ตาม จากสภาพอากาศประเทศไทยนั้นจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งปัญหาที่บ้านดินส่วนใหญ่มักจะเจอคือเรื่องของความชื้น ที่ส่งผลให้เกิดการชำรุดแตกร้าวและเชื้อราขึ้นกับตัวอาคาร ทำให้ต้องมีการซ่อมบำรุงอาคารอยู่เสมอ จากงานวิจัยของ อรรณพ สัจจพงษ์ (2552)[2] กล่าวถึงเรื่องผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคารไว้ว่า ความชื้นทำให้วัสดุต่างๆของอาคารชำรุดเสียหาย *"เพราะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในเนื้อวัสดุที่มีสารที่เป็นกรดเกลือ หรือด่างเจือปน จึงทำให้เกิดการสึกกร่อนและแตกร้าวในที่สุด"* ข้อมูลจาก ASHRAE[3] ระบุว่าความชื้นที่มีค่า 60% ขึ้นไป เป็นค่าความชื้นที่เหมาะสมในการเกิดเชื้อรา จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงลักษณะและ

---

[1] ดวงนภา ศิลปะสาย. **บ้านดิน : สถาปัตยกรรมทางเลือก.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร: 2546

[2] อรรณพ สัจจพงษ์. **การศึกษาภาวะความชื้นของอากาศภายในบ้านแถว เขตกรุงเทพมหานคร.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2552

[3] ASHRAE. 2000. ASHRAE Handbook - **HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating.** Refrigerating and Air-conditioning Engineers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาแหล่งที่มาของความชื้นที่จะส่งผลทำให้เกิดการผุพังของผนังบ้านดิน เพื่อป้องกันและหาแนวทางปรับปรุงเป็นมาตรฐานในการก่อสร้างต่อไป โดยมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1.1 ปัญหาด้านความชื้นในอาคาร[4]

แหล่งกำเนิดความชื้น จำแนกออกเป็น 3 รูปแบบหลักๆ คือ

1. ความชื้นจากภายนอกอาคาร

2. ความชื้นในส่วนโครงสร้าง

3. ความชื้นที่เกิดจากกิจกรรมภายในอาคาร (อุปกรณ์ต่างๆ การทำอาหาร อาบน้ำ การหายใจ และการขับเหงื่อของผู้อยู่อาศัย)

ความชื้นภายในเนื้อวัสดุเกิดได้จากหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1.ความชื้นที่สัมผัสกับผนังโดยตรง ความชุ่มชื้นประเภทนี้จะมาจากน้ำฝนที่สาดโดนผิวหน้าของผนังด้านนอกอาคาร

2. ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (infiltration) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของความชื้นประเภทนี้คือน้ำฝน โดยน้ำฝนสามารถไหลซึมเข้าไปในผนังได้จากการชำรุดเสียหายของอาคาร เช่น จากหลังคา

3. ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (condensation) จะเกิดในกรณีที่อุณหภูมิที่ผิวหน้าผนังลดลงจนต่ำกว่าจุดน้ำค้างของอากาศ อากาศที่มาสัมผัสกับผนังจะเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้างและหยดน้ำจะกลั่นตัวออกมาจับอยู่บนผนัง

4. ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (capillarity) ความชื้นประเภทนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำในดิน ใต้ดินหรือน้ำฝนที่ท่วมขังบริเวณฐานอาคาร โดยน้ำเหล่านี้จะขึ้นมาตามรูพรุนในผนังและจะปรากฏให้เห็นรอยชำรุดเป็นแนวทางยาวจากพื้นถึงที่ความสูงระดับหนึ่ง

1.1.3 อาคารกรณีศึกษา

ลักษณะของอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก บริเวณโดยรอบเป็นป่าและมีลำธารน้ำอยู่ใกล้บริเวณตัวบ้าน ตัวอาคารเป็นอาคารบ้านดินขนาดใหญ่ชั้นเดียว พื้นที่ 84 ตารางเมตร ลักษณะภายในเป็นโถงโล่งขนาดใหญ่ใช้สำหรับการประชุมหรือสัมมนา อาคารหันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะภายในเป็นโถงโล่ง ช่องเปิดทั้งหมด 25%

---

[4] กตัญชลี เวชวิมล. **อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบกับผนังทึบ การระบายอากาศมีหน้าต่างติดมุ้งลวด 4 จุด และประตูติดมุ้งลวด 6 จุด หลังคามีช่องแสง 4 จุด ความเร็วลมภายในอาคารต่ำกว่า 1 เมตรต่อวินาที วัสดุและการก่อสร้างอาคาร สร้างด้วยวิธีก่ออิฐดินดิบ หลังคาโครงไม้มุงด้วยใบจาก วัสดุพื้นเป็นพื้นกระเบื้องดินเผา

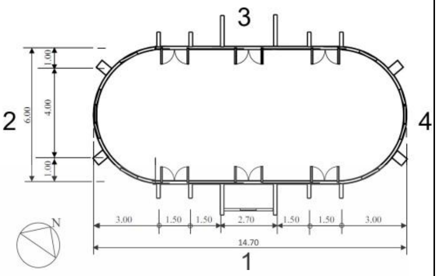
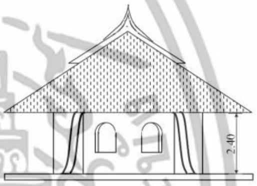
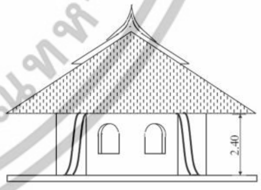
ภาพที่ 1.1 แสดงผังบริเวณโดยรอบอาคาร

ที่มา: ผู้วิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงถึงตำแหน่งทิศทางของอาคารกรณีศึกษา

ด้าน	ภาพ	ทิศทาง	แบบอาคาร
ด้าน 1		ตะวันออกเฉียงใต้	 แปลนอาคาร
ด้าน 2		ตะวันตกเฉียงใต้	รูปด้านอาคาร ด้านที่ 1  รูปด้านอาคาร ด้านที่ 2
ด้าน 3		ตะวันตกเฉียงเหนือ	รูปด้านอาคาร ด้านที่ 3
ด้าน 4		ตะวันออกเฉียงเหนือ	 รูปด้านอาคาร ด้านที่ 4 ที่มา: http://www.repository.rmutt.ac.th/handle/123456789/212)

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1.2 ภาพภายในอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์

ตารางที่ 1.2 แสดงถึงปัญหาที่พบในอาคารกรณีศึกษา

ปัญหาที่พบ	ภาพ	ตำแหน่งการเกิดปัญหา
ผนังแตกร้าว		ผนังภายนอกอาคารทุกทิศ บริเวณความสูงจากพื้นดิน 0-20 เซนติเมตร
ผนังแตกร้าวจนเกิดการผุพังการหลุดร่อน		ผนังภายนอกอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณความสูง 10-30 เซนติเมตร
ผนังแตกร้าวและพบการเจริญเติบโตของเชื้อรา		ผนังภายนอกอาคารทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณความสูง 10-40 เซนติเมตร
เกิดเป็นฝุ่นผงหลุดร่วงภายในบริเวณริมผนังอาคาร		ริมผนังภายในอาคารรอบอาคาร บริเวณระดับพื้นห้อง

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาลักษณะความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารประเภทบ้านดิน อาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก

1.2.2 หาที่มาของแหล่งความชื้นที่ก่อให้เกิดสาเหตุปัญหาการชำรุดเสียหายของวัสดุผนังอาคารและเสนอแนวทางแก้ไข

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านต่างๆ ภายในบ้านดิน และทฤษฎีของความชื้น

1.3.2 ศึกษาปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นกับอาคารกรณีศึกษา

1.3.3 ศึกษาปริมาณปริมาณความชื้น โดยการวัดด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1.3.4 ทำการวิเคราะห์ผลและสรุปลักษณะของความขึ้นกับปัญหาของอาคาร

1.4 วิธีการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับอาคารและความชื้น

1.4.2 เก็บข้อมูลของอาคารและปัญหาที่เกิดกับอาคาร

1.4.3 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์หาแนวทางการทดสอบที่เหมาะสม

1.4.4 ทำการทดสอบวัดข้อมูล

1.4.5 นำผลการทดสอบวัดข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผล

1.4.6 สรุปผลการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง

1.5 สมมติฐานของงานวิจัย

1.5.1 บริเวณฐานรากอาคารจะมีความชื้นสูงกว่าจุดอื่นๆ ของอาคาร

1.5.2 บริเวณที่มีความชื้นสูงจะมีความสัมพันธ์กับความเสียหายของอาคาร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารประเภทบ้านดินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5.2 สามารถนำข้อมูลไปประยุคเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาความชื้นในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ที่มาของบ้านดินในประเทศไทย

ดวงนภา ศิลปะสาย (2546)[5] กล่าวว่าบ้านดินในประเทศไทยนั้น มีที่มาจากกลุ่มคนจีนซึ่งอพยพเข้ามาในช่วงสมัยรัชกาลที่ 3 และต่อมาเมื่อในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้มีการให้กรรมสิทธิ์ที่ดินแก่บุคคลทั่ว ไปทำให้เกิดย่านการค้าตามหัวเมืองต่างๆ ซึ่งเป็นกลุ่มคนจีนเป็นผู้ริเริ่มขึ้น โดยรูปแบบของอาคารเป็นโรงเรือนและห้องแถว ซึ่งสร้างโดยใช้เทคนิคอิฐดินดิบ (Adobe) ที่มีขนาดประมาณ 22.5x40x80 เซนติเมตร ก่อเป็นผนังขึ้นมา ในกรุงเทพเองก็เคยมีบ้านดินอยู่หลายแห่ง เช่น ในบริเวณโรงเรียนสตรีวิทยา แต่เนื่องจากกรุงเทพฯเป็นพื้นที่ลุ่มมีฝนตกชุก อาคารเหล่านี้จึงอายุไม่ยืนนานและไม่เป็นที่นิยมอีกต่อมา ส่วนบ้านดินที่เก่าแก่มีอายุราวร้อยปีนั้นมีทั้งในภาคอีสานและภาคเหนือ บ้านแบบเก่าแก่ของชาวลีซอและอาข่าเป็นบ้านที่มีส่วนผสมของดินในการก่อสร้างและบ้านดินแบบของชาวเวียดนามที่อพยพเข้ามาประเทศไทยเมื่อครั้งสงคราม นอกจากนี้ยังมีบ้านดินที่ก่อด้วยอิฐดินดิบแถบบริเวณเมืองอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ที่อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งราวครึ่งทศวรรษที่ผ่านมานั้นมีชาวเวียดนามที่อพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยอยู่แถบจังหวัดชายแดนฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือมีการก่อร่างสร้างบ้านด้วยความรู้แบบวิธีของตัวเอง คือการสร้างบ้านดิน โดยใช้ไม้ไผ่สานเป็นโครงอยู่ภายในแล้วใช้ดินผสมแกลบโปะ ฉาบทั้งด้านในและด้านนอก เป็นบ้านชั้นเดียวติดพื้น จากการสอบถามเจ้าของบ้านดินชาวเวียดนามในอำเภอท่าบ่อ ทราบว่า สร้างโดยคนเวียดนามและอยู่กันเป็นกลุ่มเป็นชุมชน เมื่อบ้านเมืองเปลี่ยนไป ลูกหลานในรุ่นหลังได้รื้อบ้านดินแบบเก่าเพื่อสร้างบ้านใหม่เป็นแบบตามสมัยนิยมซึ่งเป็นบ้านปูน หรือบ้านไม้สองชั้น ในส่วนภาคอีสานใต้มีที่มาจากการเดินทางในเส้นทางการทำมาค้าขายในอดีต เริ่มจากเมืองนครราชสีมาผ่านไปทางบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษถึงอุบลราชธานี เทคโนโลยีและความรู้ใหม่ ๆ จึงมาจากทางนครราชสีมา ขณะที่สินค้าจากป่าก็มาจากหัวเมืองต่าง ๆ นี้เป็นการแลกเปลี่ยนกัน ความรู้เรื่องการสร้างบ้านดินจึงเข้ามาตามเส้นทางนี้และเมื่อเวลาผ่านไปบ้านดินแบบเดิมไม่มีใครทำเนื่องจากมีวัสดุใหม่ ๆ เข้ามาแทนที่บ้านดินแบบเก่า ๆ เรื่องราวของบ้านดินจึงหายไปดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ไพริน พงษ์สุระ (http://www.Baandin.com,2551) กล่าวไว้ว่า จากหนังสือ "หมู่บ้านบ้านและเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน" ของศาสตราจารย์อรศิริ ปาณินท์ พบว่ามีการก่อสร้างบ้านด้วยดินดิบในหมู่บ้านของจีนฮ่อ (จีนฮ่อ คือชาวจีนยูนนาน

---

[5] ดวงนภา ศิลปะสาย. **บ้านดิน : สถาปัตยกรรมทางเลือก.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร: 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาตั้งถิ่นฐานอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย จ.แม่ฮ่องสอน) หมู่บ้านจีนฮ่อในโครงการนี้ประกอบด้วย หมู่บ้านสองหมู่บ้าน คือ หมูบ้านสันติสุข ต.เวียงใต้ อ.ปาย และหมู่บ้านรักไทย ที่บ้านแม่ออ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน เป็นอำเภอที่มีเขตต่อเนื่องกัน ลักษณะภูมิอากาศร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนถึง 42 องศา และในเดือนมกราคมจะลดต่ำลงถึง 2 องศา แต่โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 20.2 ถึง 25.4 องศา

2.2 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น[6]

การก่อสร้างบ้านดินเป็นเช่นเดียวกับอาคารทั่วไป ต้องมีการออกแบบตัวบ้านก่อนการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบโครงสร้าง แต่เนื่องจากบ้านดินนั้นมีลักษณะเฉพาะตัวของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างและข้อจำกัดที่เกิดจากวัสดุดังกล่าว จึงต้องมีหลักการในการออกแบบเบื้องต้นดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษารายละเอียดและสำรวจเพื่อหาแหล่งวัตถุดิบ

บ้านดินหรืออาคารที่ทำจากดินนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมธรรมชาติ ซึ่งก็คือ การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาใช้ในการก่อสร้าง รวมไปถึงสิ่งของเหลือใช้ต่างๆ ที่มีอยู่ เช่น ยางรถยนต์เก่า ขวดแก้ว กระป๋อง ซากอิฐ ซากปูน ฯลฯ ที่สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้ ก่อนการออกแบบจึงควรจะสำรวจดูว่า ในพื้นที่นั้นๆ พอจะมีอะไรที่หาได้ง่าย เหลือใช้ และมีราคาไม่แพง นำมาใช้ในส่วนไหนของบ้านได้บ้าง จะช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างและทำให้บ้านแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร หัวใจของบ้านดินมีพื้นฐานมาจากการพึ่งตนเองจึงมีความแตกต่างจากบ้านที่มาจากระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

2.2.2 ออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะ

บ้านที่ทำการออกแบบก่อสร้างด้วยดินนั้นจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่นัก การออกแบบบ้านดินให้มีขนาดเล็กไว้ก่อนจะช่วยให้เราลดความเครียดในการทำงานได้มาก การสร้างบ้านหลังใหญ่

---

[6] ไพริน พงษ์สุระ. **หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.baandin.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากจะต้องใช้เวลาในการก่อสร้างมากแล้วยังทำให้เกิดความท้อแท้ในระยะยาวได้อีกด้วย วิธีที่ดี คือ สร้างบ้านดินที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก อาจสร้างเฉพาะห้องนอนหรือห้องที่ใช้งานหลักก่อน และในช่วงก่อสร้างควรเตรียมการเผื่อไว้สำหรับการต่อเติมในอนาคตด้วย จะช่วยให้สามารถสร้างเสร็จและใช้งานได้ก่อนเมื่อถึงเวลาที่ต้องการใช้หรือมีเวลาแล้วจึงสร้างต่อเติมในภายหลัง อาจเป็นปีละห้องหรือสองปี 1 ห้องก็ได้ นอกจากนี้การสร้างบ้านหลังเล็กๆ ยังหมายถึงการประหยัดวัสดุ ประหยัดค่าก่อสร้าง

2.2.3 ออกแบบผนังให้มีความโค้ง

การออกแบบผนังให้โค้งนั้นเป็นข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งของบ้านดินคือ สามารถทำผนังโค้งได้ง่ายกว่าบ้านคอนกรีตซึ่งจะช่วยทำให้บ้านดูมีความเป็นธรรมชาติ ไม่เป็นกล่องสี่เหลี่ยมแข็ง ๆ ซึ่งจะช่วยทำให้บ้านดินดูแปลกตาอีกทั้งผนังโค้งยังมีส่วนช่วยให้ผนังแข็งแรงมากขึ้นด้วย การทำผนังตรงที่มีความยาวมากๆ ต้องออกแบบให้มีลักษณะเป็นเสาค้ำยันเป็นช่วงๆ ซึ่งการทำผนังโค้งจะช่วยให้ผนังสามารถตั้งอยู่ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำเสาค้ำยัน (ถ้าผนังสูงไม่เกิน 3 เมตร) ส่วนข้อเสียของผนังโค้งคือจะวางเครื่องเรือนได้ลำบากเพราะส่วนใหญ่จะมีรูปทรงเป็นเหลี่ยมมุม

2.2.4 ออกแบบบ้านตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ

การที่จะทำให้บ้านอยู่สบายนั้นนอกเหนือจากการออกแบบพื้นที่ใช้สอยแล้วเรื่องสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศก็ถือเป็นส่วนที่สำคัญมาก โดยปรกติแล้วควรวางอาคารให้ยาวตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก เนื่องจากในตอนเช้าและเย็นนั้นพระอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ห้องที่อยู่ด้านนั้นร้อน จึงควรจัดวางห้องที่ไม่ค่อยได้ใช้งานไว้ในด้านนั้น เช่น ห้องน้ำ ห้องเก็บของ ห้องครัว ฯลฯ ส่วนด้านยาวของบ้านนั้นจะรับลมซึ่งจะพัดในแนวเหนือ-ใต้ ให้เข้าสู่ตัวบ้าน การออกแบบให้ชายคายื่นยาวจะช่วยให้ผนังไม่โดนแดด ทำให้บ้านเย็นขึ้นและช่วยป้องกันฝนไม่ให้ถูกผนัง ช่วยยืดอายุการใช้งานของบ้านอีกทั้งการสร้างบ้านให้อยู่ในพื้นที่ที่มีร่มเงา ลมจะช่วยพัดพาไอเย็นเข้าสู่ตัวบ้านช่วยให้บ้านเย็นขึ้น

จากงานวิจัยของ ณภัทร ศรีวัฒนประยูร, นฤมล แสนเสนา และ พิมพ์ณภัท จันทร์ศรี (2552)[7] พื้นที่ตั้งสำหรับอาคารประเภทบ้านดินจากการวิจัยพบว่า หากจะทำให้บ้านดินสามารถคงอุณหภูมิ ที่จะทำให้อยู่ในสภาวะ น่าสบายได้นั้น ตัวอาคารควรอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ

---

[7] ณภัทร ศรีวัฒนประยูร, นฤมล แสนเสนา และ พิมพ์ณภัท จันทร์ศรี. **การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของเขตสภาวะน่าสบายของ Bioclimatic Chart ของกรุงเทพ ซึ่งจัดทำโดย The Center Tropical and Near Eastern Architevture, Oratt Tnstitute, Brookly, N.Y.1967-1968 ได้นำเสนอของเขตสภาวะน่าสบายอยู่ที่อุณหภูมิ 22–27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75 % และความเร็วลมที่ 0.25-1.0 เมตรต่อวินาที

2.3 เทคนิคและวิธีการสร้างบ้านดิน[8]

2.3.1 วัตถุดิบ

ดิน หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่หุ้มห่อโลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่างๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิตและระยะเวลาการสร้างตัวของดิน โดยดินสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด

1. ดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด ในสภาพดินแห้งจะแตกออกเป็นก้อนแข็งมาก เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่นสามารถปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี แต่สามารถอุ้มน้ำ ดูดยึด และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน

2. ดินร่วน เป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นจะยืดหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือแต่อาจจะรู้สึกสากมืออยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายมือออก ดินจะจับกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก

3. ดินทราย เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 85 เนื้อดินมีการเกาะตัวกันหลวมๆ มองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยวๆได้ ถ้าสัมผัสดินที่อยู่ในสภาพแห้งจะรู้สึกสากมือ เมื่อลองกำดินที่แห้งนี้ไว้ในอุ้งมือแล้วคลายมือออกดินก็จะแตกออกจากกันได้ แต่ถ้ากำดินที่อยู่ในสภาพชื้นจะสามารถทำให้เป็นก้อนหลวมๆได้ แต่พอสัมผัสจะแตกออกจากกันทันที

[8] สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์. **เทคนิคการสร้างบ้านดิน.** วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 ตุลาคม 2554 – มีนาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 ภาพดินเหนียว ดินร่วน และดินทรายตามลำดับ

ที่มา: https://1th.me/Jy3T

เส้นใยหมายถึงวัสดุหรือสารใดๆทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 เส้นใยสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers) เส้นใยจากพืช เช่น ฝ้าย ลินิน ปอ ป่าน นุ่น เส้นใยสัตว์ เช่น ขนสัตว์ (wool) ไหม (silk) ผม (hair) แร่ เช่น แร่ใยหิน (asbestos)

2. เส้นใยประดิษฐ์ (Man-made fibers) ประดิษฐ์จากธรรมชาติ เช่น เรยอน อะซิเทต ไตรอะซีเทต เส้นใยสังเคราะห์ เช่น โอเลฟินส์ โพลีเอสเทอร์ โพลีอรามิด ไนลอน แร่และเหล็ก เช่น โลหะ แก้ว เซรามิก กราไฟต์ เส้นใยที่นำมาใช้ในการสร้างบ้านดินนั้นส่วนใหญ่เป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากแต่ละท้องถิ่นนำมาผสมกับดินเพื่อเสริมความแข็งแรงในการยึดเกาะของเนื้อดิน

ภาพที่ 2.2 ภาพของเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์

ที่มา: https://1th.me/Jy3T

ความสำคัญของส่วนผสมสำหรับการสร้างบ้านดิน ควรเลือกดินที่เหมาะสม ดินเหนียวเพียงอย่างเดียวและดินเหนียวที่มีทรายเป็นส่วนผสมอยู่ในปริมาณมากเมื่อถูกทำให้แห้งจะแตกและหักง่าย การผสมทรายลงในดินที่จะใช้ก่อสร้างนั้นมีส่วนช่วยในการลดการหดตัวของดินเมื่อแห้งลง แต่การผสมทรายนั้นหากมากจนเกินไปจะส่งผลให้ดินไม่เกาะตัวแตกหักได้ง่ายเมื่อแห้ง นอกจากนั้นยังควรมีการเสริมความแข็งแรงโดยเพิ่มส่วนผสมที่เป็นเส้นใยซึ่งจะช่วยในการยึดเกาะของเนื้อดินทำให้ไม่แตกหักง่าย โดยวัสดุที่เป็นเส้นใย เช่น แกลบ หญ้า ฟาง หรือ ใบหมาก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุเหล่านี้ส่วนใหญ่แล้วจะหาได้จากในท้องถิ่น ทรัพยากรอื่นๆที่สามารถนำมาผสมได้นั้นขึ้นอยู่ตามสภาพพื้นที่ แต่ควรจะเป็นวัสดุที่ไม่แข็งหรือแหลมคม นอกจากนั้นในบางพื้นที่ยังมีการผสมส่วนผสมอื่น เช่น ปูนซิเมนต์ลงไปในเนื้อดินเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงและป้องกันการถูกกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อม

2.3.2 วิธีการสร้างบ้านดิน

บ้านดินจะมีลักษณะที่แตกต่างจากบ้านโดยทั่วไปคือ ใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติ คือ ดินเหนียว ทรายและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ในการใช้ดินมากสร้างบ้านนั้นสามารถทำได้หลายลักษณะทั้งการใช้ดินและวัสดุผสมเพียงอย่างเดียว การใช้ดินประกอบกับโครงสร้างอื่น การใช้ดินหมาก และการใช้วัสดุฉาบเป็นวัสดุอื่น ซึ่งสามารถจำแนกได้ 7 วิธี คือ

1. การสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)
2. การปั้นด้วยดินเหนียว (Cop)
3. การปั้นดินกับโครงไม้ (Wattle and daub)
4. การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or stone)
5. การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด (Rammed earth)
6. การใช้กระสอบ (Earthen Bag)
7. การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน (Straw bale)

2.3.2.1 การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในประเทศไทยโดยใช้ผนังอิฐดินดิบเป็นกำแพงรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร ข้อดีของระบบนี้คือ สามารถทยอยทำอิฐดินดิบเก็บไว้จนได้ปริมาณที่เพียงพอสำหรับการก่อสร้างได้ตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการก่อสร้างแต่ในการทำอิฐดินดิบนั้นจำเป็นต้องใช้พื้นที่และเวลาสำหรับการตากก่อนอิฐ นอกจากนั้นยังต้องมีการเตรียมพื้นที่สำหรับการเก็บรักษาก่อนอิฐอีกด้วย ในการทำอิฐดินดิบนั้นจะใช้ส่วนผสม 3 ส่วน คือ ดินเหนียว ทรายและวัสดุเส้นใย โดยผสมส่วนผสมทั้งหมดในอัตราส่วน ดินเหนียว 1 ส่วน ทราย 1-2 ส่วน และ แกลบหรือฟางเส้นสั้น(วัสดุเส้นใย)1.5 ส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของดินที่นำมาใช้ผสมให้เข้ากันจากนั้นจึงนำมาขึ้นรูปเป็นก่อนอิฐ โดยทรายทำหน้าที่ในการป้องกันการหดตัวของวัสดุขณะที่วัสดุเส้นใยช่วยในการเสริมความแข็งแรงในการยึดเกาะในเนื้อวัสดุซึ่งเมื่อนำมารวมกันและตากให้แห้งแล้วสามารถทดสอบความเหมาะสมของส่วนผสมโดยการสังเกตจากการหดตัวของอิฐ หากอิฐมีการหดตัวหรือแตกร้าวมากให้เพิ่มทรายนอกจากนั้นยังสามารถทดสอบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงได้โดยการทิ้งอิฐให้ตกลงสู่พื้นดินแล้วสังเกตความเสียหายที่เกิดขึ้นกับก่อนอิฐถ้าไม่เสียหายมากนักถือว่าใช้ได้

ภาพที่ 2.3 ภาพอิฐดินดิบ
ที่มา: https://goo.gl/images/kSyPtX

ในการก่อสร้างผู้ก่อสร้างควรเลือกพื้นที่ซึ่งน้ำไม่สามารถท่วมถึงและไม่ใช่ทางน้ำไหลสำหรับสร้างบ้านดิน นอกจากนั้นหากเป็นพื้นที่ดินถมใหม่ควรถมทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ปี หรือผ่านช่วงฤดูฝนสัก 1 ครั้งหรือเป็นดินที่มีการบดอัดเพื่อให้พื้นที่ก่อสร้างสามารถรองรับน้ำหนักของอาคารได้โดยไม่มีปัญหาการทรุดตัว ฐานรากของบ้านดินจะเป็นฐานรากในลักษณะของฐานแผ่คือการกระจายน้ำหนักจากผนังและองค์ประกอบของอาคารลงสู่พื้นดินโดยการกระจายน้ำหนักไปยังพื้นดินบริเวณที่ตั้งอาคารนั้นโดยตรง สำหรับฐานรากของอาคารนั้นสามารถใช้ดินบดอัดแน่นเป็นฐานรากหรือใช้พื้นและฐานรากเป็นคอนกรีตก็สามารถกระทำได้ซึ่งในการก่อสร้างควรทำพื้นและฐานรากให้เรียบร้อยก่อนเริ่มดำเนินการก่อผนังอาคาร การก่อผนังบ้านดินจะเริ่มทำการก่อจากด้านล่างขึ้นด้านบนโดยผู้ก่อสร้างอาจทำการติดตั้งวงกบประตูหน้าต่างไว้ในช่วงนี้หรือจะเว้นช่องไว้ติดตั้งภายหลังก็สามารถทำได้เช่นกัน ในการก่อผนังบ้านดินนั้นจะใช้ดินเหนียวผสมน้ำเป็นวัสดุประสาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 การก่ออิฐดินดิบ

ที่มา: https://images.app.goo.gl/bMiiYsRXFLxfLcXT7

2.3.2.2 การปั้นด้วยดินเหนียว (Cob) เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการก่อสร้างบ้านดิน ซึ่งการก่อสร้างด้วยวิธีดังกล่าวจะใช้ระบบกำแพงรับน้ำหนักเช่นเดียวกับการก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ ส่วนประกอบของวัสดุหลักที่นำมาใช้ในการทำกำแพงประกอบด้วย ดินเหนียว ทรายและวัสดุเส้นใย เช่นเดียวกับที่ใช้ในการทำอิฐดินดิบ การสร้างโดยวิธีการนี้นั้นได้รับการยอมรับว่าสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวได้ เนื่องจากในการก่อสร้างแบบนี้จะใช้ฟางเส้นยาวผสมกับดินเหนียวและทรายทำการปั้นเป็นแผ่นแบนๆวางซ้อนกันเป็นชั้นๆโดยระหว่างชั้นมีการฝังฟางจากชั้นใหม่ลงไปบนชั้นเดิมทำให้เกิดการสานกันของเส้นฟางระหว่างชั้นดินเดิมและชั้นดินใหม่ในระบบผนัง ทำให้ผนังที่ก่อสร้างในระบบนี้มีการผสานและยึดเกาะกันเป็นอย่างดีในเนื้อวัสดุ จึงทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าการก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ การก่อสร้างด้วยเทคนิคนี้นั้นมีข้อดีในเรื่องการสร้างสรรค์จินตนาการได้อย่างไม่จำกัด ชิ้นงานจะเป็นเสมือนงานประติมากรรมขนาดใหญ่ แต่การก่อสร้างในลักษณะนี้เป็นการก่อสร้างที่ต้องใช้เวลาและแรงงานในการก่อสร้างค่อนข้างมาก เนื่องจากชิ้นงานแห้งช้าและหากส่วนผสมของวัสดุที่นำมาใช้ก่อไม่ดีอาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการหดตัวของวัสดุซึ่งสามารถก่อปัญหาให้กับอาคารได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.5 การปั้นผนัง

ที่มา: https://1th.me/Jy3T

2.3.2.3 การปั้นดินกับโครงไม้ (Wattle and daub) เป็นเทคนิคการก่อสร้างที่แตกต่างจาก 2 ระบบแรก วิธีการปั้นดินกับโครงไม้นี้จะทำโดยการสร้างโครงผนังด้วยไม้ก่อน จากนั้นจึงนำไม้ไผ่สานมาติดตั้งบริเวณช่องว่างก่อนนำดินผสมกับฟางเส้นยาวมาฉาบทับหุ้มไว้ ซึ่งการกระทำในลักษณะดังกล่าวจะเป็นการปกป้องไม้ไผ่สานซึ่งอยู่ด้านในจากสภาพแวดล้อมเป็นการช่วยให้ไม้ไผ่สานซึ่งอยู่ด้านในมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น วิธีการนี้อาคารจะต้องมีโครงสร้างหลักเพื่อรองรับน้ำหนักส่วนต่างๆไว้เช่นเดียวกับการก่อสร้างแบบเสาคานในปัจจุบัน เนื่องจากไม่ใช่ระบบกำแพงรับน้ำหนักเหมือน 2 ระบบแรก ระบบนี้ผนังจึงมีน้ำหนักเบากว่าและสามารถกำหนดความหนาของผนังได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถสร้างได้แม้อยู่ในช่วงฤดูฝนซึ่งการก่อสร้างในช่วงฤดูฝนจะทำการก่อสร้างส่วนของหลังคาก่อนแล้วจึงทำการฉาบผนังภายหลังเพื่อให้หลังคาของอาคารปกป้องผนังที่เพิ่งได้รับการฉาบจากสภาพแวดล้อม การก่อสร้างในระบบนี้สามารถพบเห็นได้ในงานสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของไทยบางลักษณะ เช่น ยุ้งข้าวซึ่งพบว่ามีการฉาบทับโครงไม้ด้วยมูลวัว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.6 การปั้นดินกับโครงไม้

ที่มา: https://images.app.goo.gl/21P6F86S8e9NPMwk6

2.3.2.4 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or stone) เป็นวิธีการใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นหรือวัสดุเหลือใช้มาทำการก่อร่วมกับดิน เช่น ไม้ หรือหิน เป็นต้น โดยกำแพงนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้เช่นเดียวกับระบบอิฐดินดิบ และระบบปั้นด้วยดินเหนียว ดินที่นำมาใช้ในการก่อนั้นจะเป็นดินเหนียวผสมกับทรายและวัสดุเส้นใยเช่นเดียวกับที่ใช้สำหรับการก่อสร้างบ้านดินแบบอื่นๆ หากใช้วัสดุท้องถิ่น เช่น ไม้ หรือวัสดุอื่นซึ่งอาจไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากนักในการก่อสร้างควรมีการฉาบทับวัสดุดังกล่าวด้วยดินเพื่อป้องกันการถูกทำลายจากสภาพแวดล้อม การก่อสร้างด้วยวิธีการดังกล่าวนี้มีข้อดีในเรื่องระยะเวลาในการก่อสร้างเนื่องจากใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นหรือเศษวัสดุมาเป็นวัสดุก่อซึ่งจะมีส่วนช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้น

ภาพที่ 2.7 การใช้เศษไม้หรือหิน

ที่มา: https://images.app.goo.gl/2pyn7mY5gfv5NtXNA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.5 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด (Rammed earth) เป็นวิธีการก่อสร้างบ้านดินอีกลักษณะหนึ่งที่มีความเป็นมายาวนานพอกับการก่อสร้างบ้านดินแบบอิฐดินดิบและการปั้นด้วยดินเหนียว วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้รับการฟื้นฟูขึ้นมาเนื่องจากความต้องการวิธีการก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม เทคนิคดินอัดเป็นวิธีการก่อสร้างที่ง่าย มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นเทคนิคการก่อสร้างที่พบได"ในแทบทุกทวีป วิธีการก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัดสามารถทำได้โดยการใช้ไม้แบบขึ้นรูปตามแนวที่ต้องการจะสร้างผนังจากนั้นจึงใช้ดินอัดลงไปให้แน่นรอจนดินแห้งจึงทำการถอดแบบทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้ความสูงที่ต้องการ การก่อสร้างด้วยวิธีการดังกล่าวแต่ละชั้นของผนังที่ทำการก่อสร้างควรจะมีความหนาไม่เกินกว่า 0.20 เมตร เพื่อให้เนื้อดินในผนังได้รับการอัดจนแน่นมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักได้ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ค่อนข้างใช้เวลาในการก่อสร้างมากและมีต้นทุนค่าก่อสร้างสูงกว่าเนื่องจากเป็นวิธีการที่ต้องใช้แรงงานในการก่อสร้างมาก ในบางพื้นที่มีการผสมซีเมนต์เข้าไปในดินเพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง

ภาพที่ 2.8 การก่อสร้างด้วยเทคนิคดินอัด

ที่มา: https://images.app.goo.gl/d2FZbMYVZCGgYZMN9

2.3.2.6 การใช้กระสอบ (Earthen bag) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้รับการพัฒนามาจากการทำบังเกอร์ของทหารและการใช้กระสอบทรายเพื่อป้องกันน้ำท่วมเป็นการก่อสร้างที่มีราคาถูกและสามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว ในการก่อสร้างจะใช้ดินเปียกบรรจุลงในกระสอบจากนั้นจึงนำมาวางเรียงตามแนวที่ต้องการโดยสามารถวางเป็นแนวโค้งหรือตรงก็ได้ สำหรับหลังคาสามารถเรียงกระสอบให้เป็นโดมได้หรือจะใช้หลังคาแบบทั่วไปก็ได้ โดยการเรียงกระสอบให้เป็นผนังอาคารจะวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียงซ้อนกันเป็นชั้นโดยระหว่างชั้นจะใช้ลวดหนามในการประสาน การก่อสร้างด้วยวิธีนี้มีข้อดีคือสามารถทำได้กับพื้นที่หลายลักษณะเช่นบริเวณน้ำท่วมก็สามารถสร้างได้ ซึ่งสอดคลองกับสภาพพื้นที่ในหลายๆแห่งของประเทศไทยที่ต้องเผชิญกับอุทกภัย นอกจากนั้นการสร้างบ้านดินในลักษณะนี้สามารถทำได้แม้ขณะฝนตก แต่มีข้อเสียคือการฉาบผนังให้เรียบสามารถทำได้ยากและสิ้นเปลืองดินฉาบมากกว่าการฉาบบ้านดินที่ก่อสร้างโดยเทคนิคอื่นเนื่องจากร่องบริเวณรอยต่อของกระสอบทรายจะมีความลึกมากกว่ารอยต่อของวัสดุอื่น เช่น อิฐดินดิบ เป็นต้น

ภาพที่ *2.9* การใช้กระสอบ

ที่มา: https://images.app.goo.gl/tdoMeRj3bugvcR1o7

2.3.2.7 การใช้ฟางก่อฉาบด้วยดิน (Straw bale) เป็นการก่อสร้างโดยการใช้ก้อนฟางอัดนำมาวางเรียงกันลักษณะเดียวกับการก่ออิฐโดยผนังฟางอัดนี้สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนักได้ หรือจะใช้ร่วมกับโครงสร้างอื่นก็ได้เช่นกัน ลักษณะโครงสร้างดังกล่าวถูกนำมาใช้สำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในแถบที่ราบแอฟริกันมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ด้วยคุณสมบัติของฟางที่มีค่าความเป็นฉนวนสูงจึงมีส่วนช่วยในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี ในการทำบ้านฟางอัดนี้ควรให้ความระมัดระวังในเรื่องความชื้นเนื่องจากความชื้นและแมลงต่างๆซึ่งอาจก่อความเสียหายให้กับอาคารได้ นอกจากนั้นผนังฟางอัดยังต้องการพื้นที่สำหรับโครงสร้างผนังมากกว่าการก่อสร้างผนังแบบอื่นๆ การก่อสร้างโดยการใช้ฟางนั้นควรมีการแยกส่วนของโครงสร้างซึ่งเป็นฟางให้ห้างจากความชื้นด้วยการยกส่วนของฐานผนังให้สูงจากพื้นดินและเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น นอกจากนั้นยังสามารถใช้ไม้ไผ่หรือตะแกรงลวดสำหรับการเชื่อมยึดผนังฟางเข้าด้วยกัน นอกจากนั้นการฉาบผนังยังสามารถใช้ ดินผสมทรายและวัสดุเส้นใยมาฉาบทับได้เช่นเดียวกับบ้านดินโดยทั่วไป หรืออาจฉาบทับด้วยปูนซีเมนต์ หรือปูนขาว

ภาพที่ 2.10 การใช้ฟองก่อฉาบด้วยดิน

ที่มา: https://images.app.goo.gl/xunBgGCrU6WdWLxA6

2.3.3 การฉาบผนังบ้านดิน

การฉาบผนังของบ้านดินจะมีส่วนช่วยในการปกป้องผนังของบ้านดินจากสภาพแวดล้อมนอกจากนั้นยังเป็นการเพิ่มความงามและสร้างเอกลักษณ์ให้กับบ้านดิน ในการทำดินฉาบนั้นจะมีส่วนผสมที่คล้ายกับที่ใช้ทำอิฐดินดิบ คือ ดินเหนียว ทรายละเอียด วัสดุเส้นใย นอกจากนั้นยังควรมีการผสมแป้งเปียกลงไปเพื่อช่วยในการป้องกันน้ำ โดยสัดส่วนของดินสำหรับฉาบผนังนั้นจะมีสัดส่วนโดยประมาณระหว่างดินเหนียวกับทรายละเอียดประมาณ 1 : 4 สำหรับวัสดุเส้นใยนั้นให้ผสมลงไปตามความเหมาะสม ซึ่งในการฉาบนั้นสามารถทำการทดสอบประสิทธิภาพของดินฉาบได้โดยการทดลองฉาบในพื้นที่เล็กๆก่อน เพื่อปรับส่วนผสมของดินฉาบให้เหมาะสมกับความต้องการหากดินที่ผสมไว้เมื่อแห้งตัวแล้วเกิดการแตกราวมากให้เพิ่มทรายเข้าไปเพื่อลดการหดตัวของดิน พื้นผิวของดินฉาบสามารถทำให้เรียบลื่นฝุ่นจับได้ยาก โดยการผสมไมก้า (Mica) ชนิดละเอียดลงไปในการฉาบบานดินนั้นมีขั้นตอนในการฉาบดังนี้

1. เตรียมดินฉาบให้เรียบร้อยก่อนเริ่มการฉาบผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการตกแต่งผนังที่จะทำการฉาบให้เรียบเสมอกัน

3. ทำความสะอาดผนังที่ต้องการฉาบ

4. หากดินฉาบมีน้ำน้อยเกินไปจนทำให้ฉาบไม่ติดควรรดน้ำที่ผนังซึ่งต้องการฉาบให้เปียกเพื่อช่วยให้ฉาบติดง่าย

5. หากผนังไม่เรียบเป็นร่องหรือหลุมลึกควรใช้วัสดุเส้นใยผสมกับดินเพื่อซ่อมแซมผนังส่วนนั้นก่อน

6. ในการฉาบควรทำการฉาบจากด้านบนลงด้านล่าง

7. หากต้องการให้ผนังมีความเรียบมากควรใช้ฟองน้ำหรือวัสดุที่มีผิวเรียบลูบบนผิววัสดุฉาบอีกครั้งเมื่อวัสดุฉาบนั้นแห้งพอหมาดๆ

ภาพที่ 2.11 การฉาบผนังบ้านดิน

ที่มา: https://images.app.goo.gl/A2jDzRUEvtNxCKhb6

2.3.4 การทำสีบ้านดิน

การทำสีให้บ้านดินถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำบ้านดิน โดยคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำสีให้บ้านดินนั้นจะต้องสามารถให้ความชื้นเข้าและออกได้ ซึ่งวัสดุที่เหมาะสมนั้นควรเป็นวัสดุธรรมชาติ คือ ดิน ดินซึ่งเป็นวัสดุหลักสำหรับการฉาบนั้นมีสีให้เลือกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละท้องถิ่น ตั้งแต่สีขาวของดินขาวเกาลิน สีลาเวนเดอร์ สีแดงจากธาตุเหล็ก สีเทาจากการมีอินทรียวัตถุอยู่มาก ซึ่งสีของดินนั้นเกิดจากวัตถุธาตุในดินที่แตกต่างกัน นอกจากนั้น อาจใช้ผงสีผสมลงไปในดินสีขาวเพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการ ในการทำสีของบ้านดินนั้น ดินสีควรเป็นดินเหนียวหรือมีส่วนผสมของดินเหนียว ทรายละเอียดในปริมาณเท่ากับดินเหนียวหรือมากกว่า แป้งเปียกซึ่งจะช่วยเพิ่มความข้นให้กับเนื้อดินและน้ำมันพืชซึ่งจะช่วยให้ลื่นและมีส่วนช่วยในการป้องกันน้ำ ในการทำสีให้กับบ้านดินควรมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆสำหรับการทำสีไว้ให้พร้อม เช่น แปรงทาสีซึ่งสามารถใช้มือเปล่าได้ ฟองน้ำถังหรือกะละมังขนาดที่เพียงพอสำหรับการผสมสีเพื่อทาทั้งอาคาร นั่งร้านหรือบันไดสำหรับการทำงานในที่สูง ซึ่งในการทำสีนั้นมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. ตรวจสอบความเรียบร้อยของผิวผนังที่ต้องการทำสีหากมีรอยร้าวให้ทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยก่อน

2. ตรวจสอบผนังที่ต้องการทำสีว่าแห้งสนิทหรือไม่

3. เริ่มทาสีโดยใช้มือหรืออุปกรณ์ทำการทาสีจากด้านบนลงด้านล่าง

4. ในการฉาบหรือทาสีให้ฉาบหรือทาบางๆ เมื่อดินที่ฉาบหรือทาลงไปเริ่มหมาดใช้ฟองน้ำชุบน้ำบิดให้หมาดนำมาลูบผนังให้เรียบ

5. หากต้องการฉาบหรือทาทับต้องรอให้สีชั้นแรกแห้งเสียก่อน

ภาพที่ 2.12 การผสมสีบ้านดิน

ที่มา: https://1th.me/Jy3T

2.4 บ้านดินกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก

วิธีการการก่อสร้างของอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก ใช้การก่อสร้างด้วยวิธีก่ออิฐดินดิบ ฉาบผิวด้วยดินสี โครงสร้างอาคารเป็นกำแพงรับน้ำหนัก เป็นรูปแบบการก่อสร้างที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยมากที่สุด ผนังอิฐของอาคารใช้ดินภายในพื้นที่ ลักษณะดินที่พบเป็นดินเหนียว

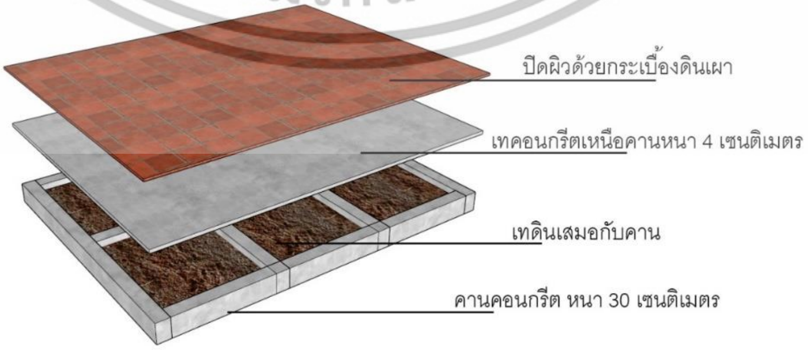
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงวัสดุในก่อสร้างอาคารกรณีศึกษา

อาคาร	วัสดุ	ภาพ
ผนังอาคาร	ใช้วิธีการก่ออิฐดินดิบ ส่วนประกอบได้แก่ ดินในพื้นที่(ดินเหนียว) ผสมทรายและแกรบ	
สีฉาบผนังอาคาร	ดินสี 1 ส่วนกับทราย 2 ส่วน ผสมกับแป้งเปียก	
หลังคา	หลังคาโครงสร้างไม้มุงด้วยใบจาก	
พื้นและฐานรากอาคาร	มีการวางคานคอนกรีตก่อนก่อสร้าง เท่คอนกรีตเหนือคานหนา 4เซนติเมตร ก่อนปิดผิวด้วยกระเบื้องดินเผา	

ที่มา: ผู้วิจัย

ในการก่อสร้างฐานรากอาคารไม่มีการป้องกันความชื้นจากพื้นดิน



ภาพที่ 2.13 แสดงชั้นของพื้นอาคาร

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีความชื้นและตัวแปลที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ทฤษฎีความชื้น[9]

ละอองน้ำในอากาศสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูง ปริมาณละอองน้ำในอากาศสามารถสูงตามขึ้นด้วย “ความชื้นสมบูรณ์” (Absolute humidity) คือปริมาณน้ำที่รวมกันในอากาศ วัดได้จากหยดน้ำต่ออากาศแห้ง 1 ปอนด์ ความกดอากาศโดยทั่วไปวัดจากปรอทสำหรับวัดความกดของอากาศ หน่วยวัดความกดของอากาศเป็นมิลลิเมตรโดยใช้กับความชื้นด้วย ซึ่งเรียกว่า “ความดันไอน้ำ” (Vapour pressure) “ความชื้นสัมพัทธ์” (Revative humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ของที่แห่งใดแห่งหนึ่งคืออัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างปริมาณความดันของไอน้ำที่มีอยู่จริงในบรรยากาศขณะนั้นกับปริมาณความดันของไอน้ำที่จะมีอยู่เมื่อบรรยากาศนั้นเกิดขึ้นถึงจุดอิ่มตัวในอุณหภูมิที่เท่ากัน ค่าของความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้อ่านเป็นเปอร์เซ็นต์

โดยปกติแล้วความชื้นที่อยู่ในรูปแบบของก๊าซจะไม่สามารถมองเห็น แต่ในกรณีที่เกิดการควบแน่น (Saturation) สามารถมองเห็นได้ พบว่าอุณหภูมิสูงจะมีความชื้นน้อยกว่าและมีความจุความชื้นมากกว่าอุณหภูมิต่ำ อากาศปกติหรืออากาศที่อยู่รอบตัวเราจะมีไอน้ำปนอยู่ด้วยเสมอ เรียกว่า “อากาศชื้น” จะมีส่วนผสมระหว่างอากาศแห้งและไอน้ำปนอยู่ ปริมาณของไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศนี้มีค่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพื้นที่และบริเวณรอบข้าง โดยระดับไอน้ำในอากาศนั้นมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนถึงสภาวะอิ่มตัว ดังสมการ

อากาศชื้น = อากาศแห้ง + ไอน้ำ

ถ้าเราทำให้อากาศอิ่มตัวเย็นลงหรือลดอุณหภูมิของอากาศอิ่มตัวลง ไอน้ำส่วนเกินจะกลั่นตัวออกมาใยรูปแบบของน้ำค้าง

อากาศชุ่มชื้น (Moisture air) หมายถึง อากาศแห้งรวมกับไอ้น้ำ ปริมาณไอน้ำเข้าสู่บรรยากาศโดยกระบวนการระเหยกลายเป็นไอน้ำ โดยปริมาณไอน้ำในบรรยากาศจะเปลี่ยนแปลงตามสถานที่และเวลา

ความชื้น (Humidity) หมายถึง จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึง“อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่จะ

---

[9]ตรีงใจ บูรณสมภพ **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร: 2514

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกันหรืออัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว”ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%) เขียนเป็นสูตรได้ว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ/ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว) x 100%

= (ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ/ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว) x 100%

ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศลดลงจนถึงจุดๆหนึ่งที่ทำให้เกิด "อากาศอิ่มตัว” (Saturated air) อากาศจะไม่สามารถเก็บกักไอน้ำไว้ได้มากกว่านี้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% และหากอุณหภูมิยังคงลดต่ำลงอีกไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการควบแน่นนี้เรียกว่า “จุดน้ำค้าง” (Dew point) จุดน้ำค้างของอากาศชื้นย่อมมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของอากาศแห้ง

ตารางที่ 2.2 อากาศสามารถรับไอน้ำได้ที่อุณหภูมิต่างๆ (ที่ความกดระดับน้ำทะเล)[10]

อุณหภูมิ	กรัม/กิโลกรัม
-40	0.1
-30	0.3
-20	0.75
-10	2
0	3.5
5	5
10	7
15	10
20	14
25	20
30	26.5
35	35
40	47

[10] วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ **อากาศสามารถรับไอน้ำได้ที่อุณหภูมิต่างๆ.** อุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางเทียบจุดน้ำค้างกับค่าความชื้นสัมพัทธ์

Dewpoint (°C)

Dry-Bulb Temperature (°C)	Difference Between Wet-Bulb and Dry-Bulb Temperatures (C°)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
−20	−20	−33														
−18	−18	−28														
−16	−16	−24														
−14	−14	−21	−36													
−12	−12	−18	−28													
−10	−10	−14	−22													
−8	−8	−12	−18	−29												
−6	−6	−10	−14	−22												
−4	−4	−7	−12	−17	−29											
−2	−2	−5	−8	−13	−20											
0	0	−3	−6	−9	−15	−24										
2	2	−1	−3	−6	−11	−17										
4	4	1	−1	−4	−7	−11	−19									
6	6	4	1	−1	−4	−7	−13	−21								
8	8	6	3	1	−2	−5	−9	−14								
10	10	8	6	4	1	−2	−5	−9	−14	−28						
12	12	10	8	6	4	1	−2	−5	−9	−16						
14	14	12	11	9	6	4	1	−2	−5	−10	−17					
16	16	14	13	11	9	7	4	1	−1	−6	−10	−17				
18	18	16	15	13	11	9	7	4	2	−2	−5	−10	−19			
20	20	19	17	15	14	12	10	7	4	2	−2	−5	−10	−19		
22	22	21	19	17	16	14	12	10	8	5	3	−1	−5	−10	−19	
24	24	23	21	20	18	16	14	12	10	8	6	2	−1	−5	−10	−18
26	26	25	23	22	20	18	17	15	13	11	9	6	3	0	−4	−9
28	28	27	25	24	22	21	19	17	16	14	11	9	7	4	1	−3
30	30	29	27	26	24	23	21	19	18	16	14	12	10	8	5	1

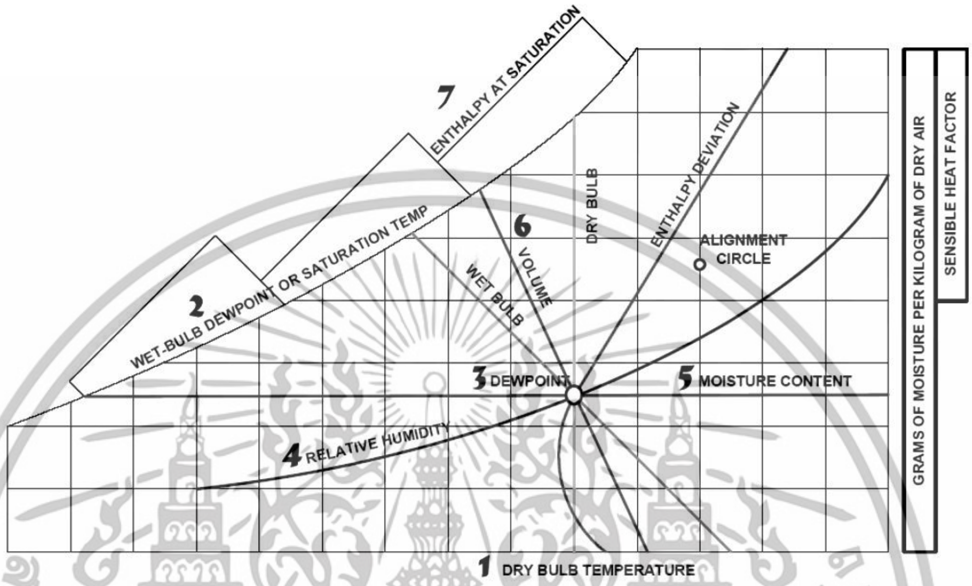
Relative Humidity (%)

Dry-Bulb Temperature (°C)	Difference Between Wet-Bulb and Dry-Bulb Temperatures (C°)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
−20	100	28														
−18	100	40														
−16	100	48														
−14	100	55	11													
−12	100	61	23													
−10	100	66	33													
−8	100	71	41	13												
−6	100	73	48	20												
−4	100	77	54	32	11											
−2	100	79	58	37	20	1										
0	100	81	63	45	28	11										
2	100	83	67	51	36	20	6									
4	100	85	70	56	42	27	14									
6	100	86	72	59	46	35	22	10								
8	100	87	74	62	51	39	28	17	6							
10	100	88	76	65	54	43	33	24	13	4						
12	100	88	78	67	57	48	38	28	19	10	2					
14	100	89	79	69	60	50	41	33	25	16	8	1				
16	100	90	80	71	62	54	45	37	29	21	14	7	1			
18	100	91	81	72	64	56	48	40	33	26	19	12	6			
20	100	91	82	74	66	58	51	44	36	30	23	17	11	5		
22	100	92	83	75	68	60	53	46	40	33	27	21	15	10	4	
24	100	92	84	76	69	62	55	49	42	36	30	25	20	14	9	4
26	100	92	85	77	70	64	57	51	45	39	34	28	23	18	13	9
28	100	93	86	78	71	65	59	53	47	42	36	31	26	21	17	12
30	100	93	86	79	72	66	61	55	49	44	39	34	29	25	20	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 คุณสมบัติของอากาศชื้น

คุณสมบัติทางความร้อนของอากาศชื้นสามารถแสดงคุณสมบัติของอากาศโดยใช้แผนภูมิ ไซโครเมตริก ซึ่งคำจำกัดความของส่วนต่างๆ อธิบายไว้ดังนี้



ภาพที่ 2.14 แผนภูมิไซโครเมตริก

ที่มา: http://digi.library.tu.ac.th/thesis/ra/0189/10CHAPTER_2.pdf

2.5.2.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) คืออุณหภูมิอากาศโดยรวม

2.5.2.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) คืออุณหภูมิอากาศที่วัดในขณะที่เกิดความร้อนแฝง (จากการเปลี่ยนสถานะ โดยการนำสำลีที่ชุ่มน้ำหุ้มปลายเทอร์โมมิเตอร์) ที่มีผลกับอุณหภูมิอากาศ ในกรณีที่อากาศแห้งการระเหยของน้ำจะมาก อุณหภูมิกระปียกจะต่ำ ถ้าอากาศมีความชื้นมากการระเหยของน้ำจะน้อยอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะสูง และในกรณีอากาศมีความอิ่มตัว การระเหยมีผลโดยตรงกับความจุความชื้นของอากาศ ดังนั้นอุณหภูมิกระเปาะเปียกจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ถ้าอากาศยังไม่อิ่มตัว (ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 100%) ผลต่างระหว่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกเรียกว่าค่าลดกระเปาะเปียก อุณหภูมิจุดน้ำค้างคืออุณหภูมิซึ่งอากาศตัวอย่างที่กำหนดถูกทำให้เย็นลงเพื่อความชื้นจะเริ่มควบแน่นออกมาจากอากาศเมื่ออากาศอิ่มตัว อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก และจุดน้ำค้าง จะมีค่าเท่ากันทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 ความดันของไอน้ำ (Partial Pressure Of Water Vapor) คือความดันย่อยของโมเลกุลไอน้ำที่อยู่ในอากาศชื้น ซึ่งถ้าใช้บารอมิเตอร์วัด ค่าที่วัดได้คือ ความดันรวม (ความดันของส่วนอากาศแห้งรวมกับความดันของส่วนไอน้ำ)

2.5.2.4 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio) บางครั้งเรียกว่าความชื้นจำเพาะ ใช้สัญลักษณ์ “w” ปริมาณของน้ำในอากาศที่แสดงในลักษณะอัตราส่วนของมวลของน้ำต่อหน่วยมวลของอากาศแห้ง ซึ่งในบางครั้งอาจใช้เกรนของน้ำปอนด์ต่อปอนด์ของอากาศแห้งโดยหนึ่งปอนด์เท่ากับ 7000 เกรน อัตราส่วนความชื้นในอากาศจะมีค่าคงที่เสมอ ถ้าไม่มีการเพิ่มปริมาณความชื้นใหม่ให้กับอาคารหรือการเอาความชื้นออกจากอาคาร โดยทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ซึ่งน้ำหนักของไอน้ำและอากาศแห้งในบรรยากาศที่อยู่ในอากาศชื้นเป็นก๊าซอุดมคติ

2.5.2.5 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คืออัตราส่วนของความชื้นที่มีอยู่ในอากาศขณะนั้นกับปริมาณความชื้นมากที่สุดที่อากาศรับเอาไว้ได้ที่อุณหภูมิเดียวกันหรืออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศเทียบกับน้ำหนักไอน้ำที่ควรจะมีได้เต็มที่ในขณะนั้นในปริมาตรที่เท่ากันในอุณหภูมิเดียวกัน ค่าของความชื้นสัมพัทธ์ที่อ่านได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2.5.2.6 ปริมาตรจำเพาะของอากาศชื้น (Humid Specific Volume) หรือความหนาแน่นและปริมาตรจำเพาะ คือปริมาตรอากาศชื้นต่อหน่วยปริมาตร หน่วยคือ ปอนด์ของอากาศต่อลูกบาศก์ฟุต สำหรับปริมาตรจำเพาะคือส่วนกลับของความหนาแน่น

2.5.2.7 จุดน้ำค้าง (Dew Point) คืออุณหภูมิที่ความชื้นภายในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำมีหน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศจะไม่คงที่แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศถ้าอัตราส่วนความชื้นในอากาศมีมาก อุณหภูมิจุดน้ำค้างจะสูง ในทางกลับกันถ้าอัตราส่วนความชื้นในอากาศมีน้อย อุณหภูมิจุดน้ำค้างจะต่ำ

2.5.2.8 เอธาลปี (Enthalpy) กำหนดโดยสัญลักษณ์ “h” คือพลังงานหรือปริมาณความร้อนของอากาศชื้นต่อหน่วยน้ำหนักอากาศแห้ง เป็นผลรวมของพลังงานภายในบวกผลคูณของความดันกับปริมาตรจำเพาะ ($h=u+p$) หน่วย Btu ต่อปอนด์ของอากาศแห้ง (หรือ kJ/kg ของอากาศแห้ง) ซึ่งค่าเอธาลปีของอากาศแห้งมีค่าเป็นศูนย์ ที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮต์ แต่ค่าเอธาลปีของไอน้ำเท่ากันศูนย์ที่ 32 องศาฟาเรนไฮต์

2.5.2.9 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Percentage Humidity) หรืออัตราส่วนความอิ่มตัว คืออัตราส่วนความชื้นของอากาศชื้น และอัตราส่วนความชื้นของอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ปัจจัยในการพิจารณาความชื้นในบรรยากาศ

2.5.3.1 ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity) ความชื้นสมบูรณ์หรือความชื้นแท้ คือ ปริมาณความชื้นหรือจำนวนน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศในขณะหนึ่ง คิดเป็นกรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือเป็นเกรนต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต ความชื้นสมบูรณ์เป็นปัจจัยแรกที่นำมาพิจารณาลักษณะของลมฟ้าอากาศ ตั้งแต่บริเวณเขตศูนย์สูตรจนถึงเขตขั้วโลก เพราะความชื้นสมบูรณ์มีส่วนสำคัญต่อภาวะของอากาศที่จะทำให้เกิดฝนตกได้ โดยปกติอากาศหนาวจะมีโอกาสที่มีฝนตกได้น้อย แต่ในอากาศร้อนชื้นมักจะมีโอกาสที่ฝนตกได้มาก

2.5.3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์เป็นอัตราส่วนของความชื้นที่มีอยู่ในอากาศขณะนั้นกับปริมาณความชื้นอย่างมากที่สุดที่อากาศจะรับเอาไว้ได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์คือ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศเทียบกับน้ำหนักไอน้ำที่ควรจะมีได้เต็มที่ในขณะนั้นที่ปริมาตรที่เท่ากัน ในอุณหภูมิเดียวกัน ความชื้นสัมพัทธ์โดยทั่วไปจะกำหนดค่าเป็นอัตราส่วนร้อยละ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าสูงที่สุดในช่วงเช้ามืด ก่อนดวงอาทิตย์จะเริ่มขึ้นซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิมีค่าต่ำ ในบางครั้งขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดนั้นอากาศอาจถึงจุดอิ่มตัว และทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นในตอนสาย ความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าลดต่ำลง แล้วหมอกก็สลายตัวไป ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเวลาและสถานที่ต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ของลมฟ้าอากาศอยู่มาก การเกิดภาวะ การกลั่นตัวของไอน้ำในรูปของเมฆหมอกหรือน้ำค้างในบริเวณต่างๆ จะเป็นไปได้เร็วหรือช้าย่อมขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในขณะนั้น

2.5.3.3 ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) ความชื้นจำเพาะคืออัตราส่วนของน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น เทียบกับน้ำหนักของอากาศชื้น 1 หน่วยน้ำหนัก ซึ่งใช้เป็นกรัมของไอน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศชื้น น้ำหนักของอากาศชื้นเท่ากับน้ำหนักของอากาศแห้งบวกน้ำหนักของไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศ การวัดค่าและการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำในอากาศ คือ ถ้าไอน้ำมีมากขึ้น ค่าของความชื้นจำเพาะก็มีมากขึ้น ถ้าไอน้ำในอากาศมีน้อยลงค่าความชื้นจำเพาะก็จะมีน้อยลงด้วย

2.5.3.4 ความชื้นในวัสดุ (Moisture Ratio In Material) ค่าที่บ่งชี้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้งตามมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 การวัดค่าความชื้น[11]

การวัดค่าความชื้นในอากาศสามารถอธิบายได้ในลักษณะของไอน้ำ หรือความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ ซึ่งมีชื่อเรียกในลักษณะต่างๆดังนี้ ความชื้นสมบูรณ์เรียกย่อว่า AH (Absolute Humidity) คือจำนวนความชื้นในอากาศว่ามีน้ำหนักเท่าใด ในอากาศหนึ่งหน่วยน้ำหนัก มีหน่วยเป็น g/kg หรืออาจจะติดจากจำนวนความชื้นในอากาศว่ามีน้ำหนักเท่าใดในอากาศหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็น g/m^3 จุดที่ความชื้นอิ่มตัว เรียกย่อว่า SH (Saturation – Point Humidity) คือจุดอิ่มตัวของความชื้นภายในอากาศจนน้ำไม่สามารถระเหยเข้าไปได้อีก มีหน่วยเป็น g/kg หรือg/m^3 เช่นเดียวกับความชื้นสมบูรณ์ ความชื้นสัมพัทธ์ เรียกย่อว่า RH (Relative Humidity) คือความสามารถที่น้ำจะระเหยเข้าไปในอากาศได้อีก หรือคือความชื้นสัมบูรณ์เปรียบเทียบกับจุดที่ความชื้นอิ่มตัวในอากาศมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

$$RH\% = \frac{AH}{SH} \times 100\%$$

ความชื้นโดยทั่วไปวัดด้วย ไฮโกรมิเตอร์ (Wet & Dry Bulb Hygrometer) ซึ่งประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ปรอทที่ใช้วัดอุณหภูมิธรรมดาที่เหมือนกันสองตัว ตัวแรกใช้วัดอุณหภูมิอากาศแห้ง (DBT : Dry-bulb temperature) ตัวที่สอง ที่กระเปาะมีผ้าบางๆหรือไส้ตะเกียงชุบน้ำติดอยู่สำหรับวัดค่าอุณหภูมิกระปียก (WBT: Wet-bulb temperature) ค่า WBT โดยปกติควรต่ำกว่าค่า DBT เพราะน้ำที่เปียกอยู่ที่กระเปาะปรอทจะระเหยแล้วดึงความร้อนออกไปทำให้กระเปาะเย็นลง ในกรณีที่อ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ได้เท่ากันทั้งสองข้างแสดงว่าน้ำไม่มีการระเหยเลย ถือว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็น 100% ในทางปฏิบัติ เมื่ออ่านค่า WBT และ DBT จากเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองตัวแล้ว ค่าความชื้นสัมพัทธ์หรือ RH จะเทียบได้ด้วย แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chat) หรือจากสไลด์รูล สำหรับค่า RH โดยเฉพาะ

[11] ปรีชญา รังสิรักษ์. **เอกสารคำสอนวิชาภูมิอากาศชั้นสูง (Advanced Cilmatology)**

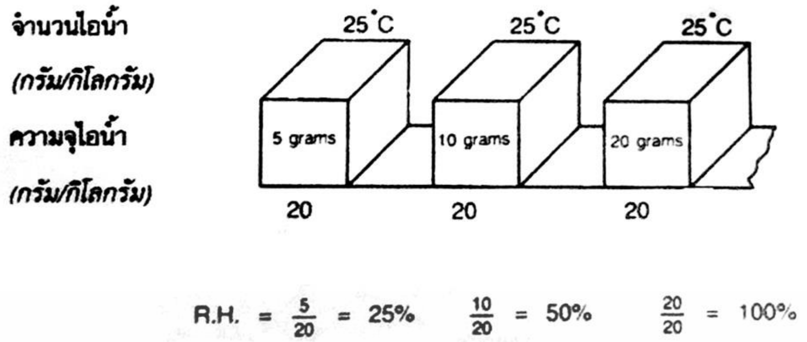
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.15 ไฮโกรมิเตอร์แบบกระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง
ที่มา: https://legatool.com/wp/4478/

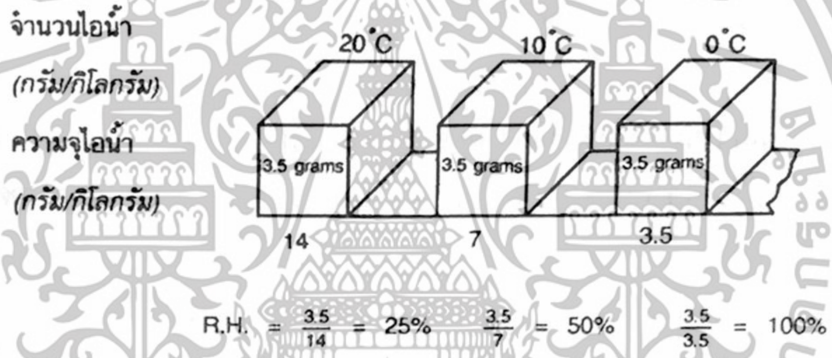
ภาพที่ 2.16 ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล
ที่มา: https://legatool.com/wp/4478/

ความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นอยู่กับจำนวนไอน้ำที่ระเหยเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น หรืออุณหภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เมื่ออุณหภูมิลดลงความชื้นสัมพัทธ์จะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เมื่ออุณหภูมิคงที่ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนไอน้ำที่เพิ่มขึ้นในอากาศ



ภาพที่ 2.18 ค่าความชื้นสัมพัทธ์เมื่อจำนวนไอน้ำในบรรยากาศคงที่ ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นตามการลดลงของอุณหภูมิ

2.5.5 แหล่งกำเนิดความชื้น

แหล่งกำเนิดความชื้น จำแนกออกเป็น 3 รูปแบบหลักๆ คือ

2.5.5.1. ความชื้นในส่วนโครงสร้าง

2.5.5.2. ความชื้นที่เกิดจากกิจกรรมภายในอาคาร (อุปกรณ์ต่างๆ การทำอาหาร อาบน้ำ การหายใจ และการขับเหงื่อของผู้อยู่อาศัย)

2.5.5.3. ความชื้นจากภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 รูปแบบการเคลื่อนที่ของความชื้น[12]

ระบุที่มาของปัญหาความชื้นในอาคารได้ 4 สาเหตุ ได้แก่

2.5.6.1. การรั่วซึมของน้ำฝนผ่านรอยต่อของอาคาร (rainleak)

2.5.6.2. การเกิดการการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (condensation)

2.5.6.3. การดึงความชื้นจากใต้ดินผ่านความพรุนของวัสดุอาคาร

2.5.6.4. การแพร่ของความชื้นเนื่องจากความแตกต่างของความดันอากาศภายในและภายนอกผนังอาคาร (diffusion)

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปัญหาการรั่วซึม ของน้ำฝนทำให้เกิดความเสียหายของอาคารมากที่สุด และปัญหานี้มักเกิดขึ้นบริเวณของประตูหน้าต่างและอาคารที่มีหลังคาที่มีความชันมาก การเคลื่อนที่ของกลุ่มน้ำฝนผ่านวัสดุได้รับอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วง นอกจากนี้ความแตกต่างของความดันอากาศเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ สร้างแรงดันให้กลุ่มภายนอกแพร่เข้ามาในวัสดุอาคารเช่นกัน

นอกจากปัญหาการรั่วซึมของน้ำฝนแล้ว ปัญหาความชื้นในผนังยังเกิดจากการที่วัสดุผนังดูดความชื้นจากดินขึ้นมาสะสมไว้ในเนื้อวัสดุโดยแรงดึงดูด ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของน้ำที่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ผ่านวัสดุที่มีรูพรุน ความชื้นในผนังมีการเคลื่อนที่จากระดับพื้นดินแพร่ไปในพื้นผิวที่แห้งกว่าในแนวระนาบและเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งไปยังผนังที่อยู่สูงกว่า ตำแหน่งที่พบความชื้นจากดินมักแสดงรอบคราบน้ำที่บริเวณส่วนล่างของผนังที่ระดับความสูงตั้งแต่ 0.5-1.5 เมตร และในบางกรณีระดับความสูงของการสะสมความชื้นในผนังอาจมีค่าสูงถึง 4-6 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของผนังและคุณสมบัติของวัสดุผนัง

ปัญหาความชื้นจากใต้ดินมักพบในอาคารโบราณสถานและอาคารเก่าที่สร้างมานาน อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นในอาคารพักอาศัยใหม่ด้วยโดยเฉพาะอาคารที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากหรืออยู่ใกล้แหล่งน้ำ การเกิดการควบแน่นของไอน้ำเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของปัญหาความชื้นในผนังอาคาร ปัญหาการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (condensation) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอก ซึ่งไอน้ำที่อยู่ในอากาศมีอุณหภูมิลดลงสู่กว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (dew point) ทำให้อากาศชื้นเกิดการอิ่มตัว และเปลี่ยนสถานะกลายเป็นหยดน้ำ ปัญหานี้มักเกิดขึ้นบริเวณเปลือกอาคารโดยเฉพาะบริเวณที่วัสดุต่างชนิดกันอยู่ติดกัน สำหรับอาคารในสภาพอากาศเขตร้อน-ชื้น การควบแน่น

---

[12] ดารณี จารีมิตร. **การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของความชื้นในผนังอาคารบ้านพักอาศัยในเขตร้อน-ชื้น.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหยดน้ำมักเกิดขึ้นบนพื้นผิวที่เย็นและมักพบบ่อยครั้งในอาคารที่มีความชื้นในอากาศสูง และ อาคารที่มีการระบายอากาศภายในอาคารไม่เพียงพอ (diffusion)

นอกจากนี้ลักษณะของปัญหาความชื้นในผนังอาจเกิดจากประสิทธิภาพในการแพร่ของความชื้นในวัสดุ ไอน้ำ จะมีการแพร่จากพื้นที่ที่มีความดันไอน้ำสูงไปยังพื้นที่ที่มีความดันไอน้ำต่ำกว่า (diffusion) ความชื้นที่แพร่ออกจาก วัสดุโครงสร้างอาคารมักเกิดในช่วง 1-3 ปีแรกของการก่อสร้าง เนื่องจากวัสดุโครงสร้างอาคารยังมีการคายน้ำ ออกสู่อากาศภายนอก พบว่าปัญหาความชื้นมักเกิดจากการติดตั้งวัสดุหน่วงความชื้นที่ผนังภายนอก ซึ่งทำให้ความชื้นในวัสดุไม่สามารถแพร่ออกไปได้ และวัสดุเกิดการกักเก็บความชื้นในโพรงผนังทำให้เกิดความเสียหาย

2.5.7 การส่งผ่านความชื้น

ลักษณะของความชื้นเข้าสู่อาคาร เกิดจากแรงโน้มถ่วง การซึมผ่าน และความดันน้ำ ซึ่งการควบคุมความชื้นที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ทั่วๆไป คือ การระบายอากาศ โดยการพาความชื้นออกไป ความร้อนทำให้ความชื้นลดลง หรือการใช้ตัวช่วย เช่น ถ่านหรือสารดูดความชื้นเป็นต้น การส่งผ่านความชื้นขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความดัน และความดันไอ

2.5.8 ปัญหาด้านความชื้นในวัสดุอาคาร[13]

ความชื้นภายในเนื้อวัสดุเกิดได้จากหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้

2.5.8.1. ความชื้นที่สัมผัสกับผนังโดยตรง ความชุ่มชื้นประเภทนี้จะมาจากน้ำฝนที่สาดโดนผิวหน้าของผนังด้านนอกอาคาร

2.5.8.2. ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (infiltration) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของความชื้นประเภทนี้คือน้ำฝน โดยน้ำฝนสามารถไหลซึมเข้าไปในผนังได้จากการชำรุดเสียหายของอาคาร เช่น จากหลังคา

2.5.8.3. ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (condensation) จะเกิดในกรณีที่อุณหภูมิที่ผิวหน้าผนังลดลงจนต่ำกว่าจุดน้ำค้างของอากาศ อากาศที่มาสัมผัสกับผนังจะเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้างและหยดน้ำจะกลั่นตัวออกมาจับอยู่บนผนัง

---

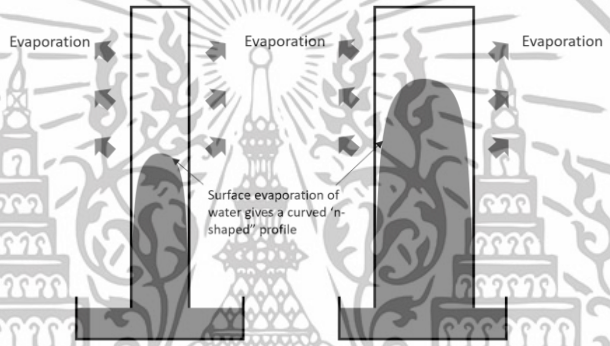
[13] กตัญชลี เวชวิมล. **อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8.4. ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (capillarity) ความชื้นประเภทนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำในดิน ใต้ดินหรือน้ำฝนที่ท่วมขังบริเวณฐานอาคาร โดยน้ำเหล่านี้จะขึ้นมาตามรูพรุนในผนังและจะปรากฏให้เห็นรอยชำรุดเป็นแนวทางยาวจากพื้นถึงที่ความสูงระดับหนึ่ง

2.5.9 ความชื้นในดิน[14]

ความชื้นในดินหรือน้ำในดินเป็นส่วนประกอบหลักของดินโดยมีส่วนประกอบอื่นๆ คือ อนินทรียวัตถุ อินทรีวัตถุ และอากาศ ความชื้นของดินอยู่ในส่วนที่เป็นที่ว่างของดินและส่วนใหญ่จะอยู่ในภาวะของเหลวมากกว่าภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 2.19 รูปแบบการสะสมความชื้นในผนังที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำใต้ดิน
ที่มา: ดารณี จารีมิตร (2561)

จากงานวิจัยของ ดารณี จารีมิตร (2561)[15] พบว่าที่มาของความชื้นของผนังอาคารมาจากความชื้นจากดินและการแพร่ความชื้นจากสภาพอากาศภายนอกเข้าสู่ระบบโครงสร้างผนังเป็นหลัก และผนังที่ระดับล่าง มักพบความเสียหายจากปัญหาความชื้นจากดินสูงกว่าผนังด้านบน ซึ่งการสะสมความชื้นในผนังจะมีค่าลดลงเมื่อผนังมีระดับความสูงขึ้น โดยความชื้นจากดินมีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมของความชื้นในผนังที่ระดับความสูง 4.2 ถึง 12.5 เซนติเมตร และทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของผนัง ผนังที่หนามากกว่าจะมีความชุ่มชื้นในผนังสูงกว่าผนังที่บางกว่าในระดับที่สูงขึ้นไป

---

[14] ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ. **ความชื้นในดินในป่าธรรมชาติของศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ บริเวณกลุ่มน้ำห้วยไร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร.** 2540

[15] ดารณี จารีมิตร. **การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของความชื้นในผนังอาคารบ้านพักอาศัยในเขตร้อน-ชื้น.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยของ วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล (2560)[16] พบว่าปริมาณน้ำในผนังแปรผันตามความสูงจากระดับพื้นดิน โดยพบว่าที่ระดับความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ 0.00-0.50 เมตร มีปริมาณน้ำเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณอื่นๆ เนื่องมาจากได้รับความชื้นจากน้ำใต้ดินแพร่เข้าสู่ผนัง ลักษณะความชื้นที่เกิดจากการแพร่ของน้ำใต้ดินในผนังจะปรากฏเป็นรอยคราบน้ำบริเวณส่วนล่างของผนัง โดยการแพร่ของน้ำจะมีการเพิ่มระดับความสูงขึ้นเรื่อยๆ จากระดับพื้นดินแพร่ไปในพื้นผิวที่แห้งกว่าทั้งในแนวราบและแนวดิ่งของผนัง ความชื้นใต้ดินยังเป็นสาเหตุให้เกิดการตกผลึกของเกลือบนผิวและภายในผนัง ซึ่งจะทำให้เกิดการผุกร่อนของเนื้อวัสดุ ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับผนังในที่สุด

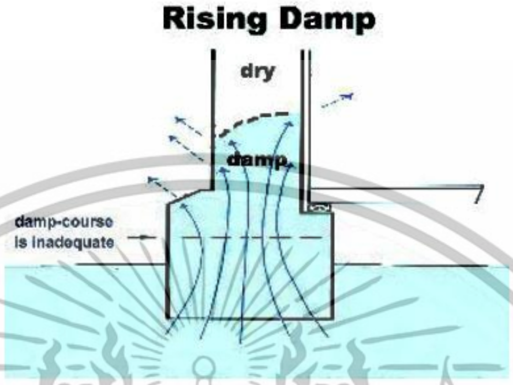
2.5.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นในดิน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นในดินนั้น เกิดจากปัจจัยสองประการ คือ ประการที่หนึ่งเกิดจากปัจจัยที่เกิดจากดินโดยตรง ได้แก่ปริมาณรูพรุน ของดิน ซึ่งถ้าหากดินมีรูพรุนมากหรือเนื้อดินเป็นดินเนื้อละเอียด น้ำจะสามารถอยู่ในดินได้มากขึ้นด้วย และปริมาณอินทรีวัตถุในดิน ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำค่อนข้างสูงประมาณ 1-9 เท่าของน้ำหนักอินทรีวัตถุนั้นๆ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นของดินประการที่สองคือ ระดับของน้ำใต้ดิน โดยที่ถ้าหากระดับของน้ำใต้ดินสูงความชื้นในดินย่อมมีมากขึ้นเนื่องจากมีความหนาของดินน้อย โอกาสที่น้ำจะเก็บไว้ในดินมีมาก ประกอบกับมีปริมาณน้ำที่เกิดจาก capillary rise อีกด้วย สมพร และ เกษม (2516) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นของดินเพิ่มเติม คือ การเปลี่ยน แปลงความชื้นของดินนอกจากขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเนื้อดินแล้วยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ อีกด้วย กล่าวคือ การที่พื้นที่มีความลาดชันสูงทำให้น้ำไหลใต้ผิวดินไหลลงสู่ที่ต่ำได้ดี ทำให้ปริมาณความชื้นน้อย ส่วน เพิ่มศักดิ์ (2522) กล่าวว่าฝนมีอิทธิพลต่อความชื้นในดินมาก เมื่อฝนตกลงสูงพื้นดินปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเมื่อฝนน้อยความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน แต่ถ้าหากฝนตกอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้การลดลงของความชื้นในดินไม่รวดเร็วเกินไปนัก สอดคล้องกับการศึกษาของ สมคิด (2537) ซึ่งศึกษาสมดุลของน้ำ พบว่าความชื้นของดินส่วนใหญ่ได้จากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ จากการศึกษาของ วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล (2560) กล่าวว่าความชื้นของดินจะสูงหากอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ และมีการสะสมความชื้นของโครงสร้างส่วนล่างของอาคาร เช่น ฐานรากและห้องใต้ดินที่มีน้ำท่วมขังก็อาจส่งผลให้ความชื้นขึ้นไปสู่โครงสร้างผนังได้ รวมถึงลักษณะของเนื้อวัสดุในผนัง หากเป็นผนังที่ทำจาก

[16]วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล. **แนวทางการแก้ปัญหาความชื้นในผนังอุโบสถ กรณีศึกษา วัดเชิงเลย จังหวัดนครปฐม.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุที่มีรูพรุนมากจะทำให้น้ำสามารถเคลื่อนที่จากดินขึ้นสู่ผนังได้มากตามไปด้วย โดยคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของไหลเรียกว่าแรงยกตัว (capillary action) ซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ของความชื้นที่เกิดจากแรงดึงผิวของรูพรุนในเนื้อวัสดุ



ภาพที่ 2.20 ภาพแสดงผนังที่เกิดความชื้นจากน้ำใต้ดินโดยแรงยกตัว

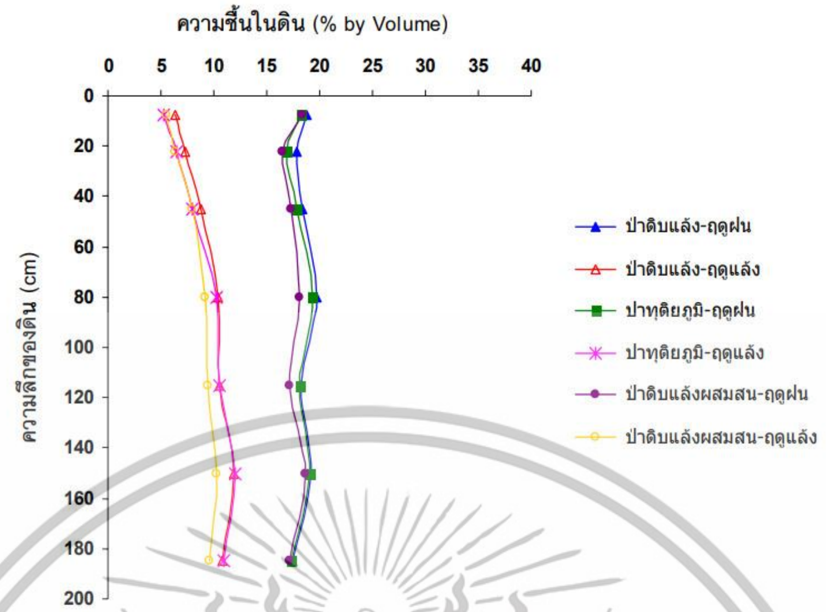
ที่มา: วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล (2560)

ตารางที่ 2.4 เนื้อดินตามระดับความลึกในพื้นที่ป่าดิบแล้ง[17]

ความลึกของดิน cm.	เนื้อดิน		
	ป่าดิบแล้งสมบูรณ์	ป่าดิบแล้งทุติยภูมิ	ป่าดิบแล้งผสมสน
0-15	ดินร่วน	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย
15-30	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนเหนียวปนทราย
30-60	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วนเหนียวปนทราย
60-100	ดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียวปนทราย
100-130	ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินเหนียว	ดินร่วนเหนียวปนทราย

[17] ชลดา อ่อนอาษา. **ความผันแปรของความชื้นในดินในป่าดิบแล้งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศระดับต่างๆ.** สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช: 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 ภาพกราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ภายในหน้าตัดดิน

ที่มา: ชลดา อ่อนอาษา (2551)

ผลการทดลองตรวจวัดค่าความชุ่มชื้นในผนังอิฐดินดิบในสถาวะห้องปรับอากาศ จากข้อมูลสังเกตุว่าค่าความชุ่มชื้นของอิฐเมื่อมีการควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสถาวะห้องปรับอากาศพบว่าค่าความชุ่มชื้นในวัสดุมีค่าเฉลี่ยคงที่ที่ 1.7 % By Volume

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงค่าความชุ่มชื้นในผนังอิฐดินดิบในสถาวะห้องปรับอากาศ

วันที่	อิฐก้อนที่ 1	อิฐก้อนที่ 2	อิฐก้อนที่ 3	อิฐก้อนที่ 4	ค่าเฉลี่ย
1	4	3.2	4.7	5.1	4.3
2	2.2	3.5	3.2	3.3	3.1
3	2.1	2.1	2.4	2.6	2.3
4	1.9	2.2	1.9	2.2	2.1
5	1.7	1.9	1.7	2.1	1.9
6	1.7	1.8	1.9	2.1	1.9
7	1.6	1.6	1.8	1.8	1.7
8	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7
9	1.5	1.7	1.6	1.8	1.7

ที่มา: อรวรรณ บาระพรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.11 การซึมน้ำ (infiltration)[18]

การไหลของน้ำผ่านผิวดินลงไปในดิน ซึ่งปริมาณน้ำจำนวนนี้จะไปสะสมอยู่เป็นความชื้นในดิน (soil moisture) และบางส่วนจะเคลื่อนที่ตัวลงไปเบื้องล่างโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งเรียกว่า deep seepage หรือ percolation และกลายเป็นน้ำใต้ดิน อัตราสูงสุดซึ่งดินในเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดให้สามารถรองรับน้ำ ได้จะเรียกว่าความจุของการซึม (infiltration capacity) โดยปริมาณการซึมได้ของน้ำขึ้นอยู่กับความเข้มของฝน (rainfall intensity) อุณหภูมิ ลักษณะทางกายภาพของดิน ชนิดของพืชคลุมดิน ลักษณะการใช้ที่ดิน ปริมาณความชื้นในดินเริ่มต้นรวมถึงระดับน้ำใต้ดินด้วย จากคู่มืออุทกศาสตร์ (hydrology handbook) อัตราการซึมลงดินภายหลังฝนตกติดต่อเนื่องกันนานได้ 1 ชั่วโมง แสดงไว้ตาม ตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงชนิดของดินกับอัตราการซึมน้ำ

ชนิดของดิน	อัตราการซึม(มม./ชม.)
ทราย,อัตราการซึมสูง	13 - 25
ดินร่วน, อัตราการซึมปลานกลาง	3 - 13
ดินเหนียว, อัตราการซึมต่ำ	0.3 - 3

ที่มา: ดำรงศักดิ์ รินชุมภู และ รุจิโรจน์ อนามบุตร

2.6 แหล่งกำเนิดความชื้นของอาคารกรณีศึกษา

แหล่งกำเนิดความชื้นของอาคารกรณีศึกษาแบ่งเป็น 2 ที่มา

1. ความชื้นจากอากาศภายนอก เกิดจากลักษณะภูมิประเทศที่มีแหล่งน้ำรอบบริเวณอาคาร และช่องเปิดของอาคาร

2. ความชื้นจากใต้ดิน เกิดจากตัวอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ พื้นที่ตั้งไม่มีความลาดชันทำให้ความชื้นสะสมในดินและดินในพื้นที่เป็นดินเหนียวซึ่งเป็นดินที่มีอัตราการซึมน้ำต่ำทำให้น้ำระบายลงได้ช้า อีกทั้งวัสดุใรการก่อสร้างผนังที่ทำจากวัสดุที่มีรูพรุนมากจะทำให้น้ำสามารถเคลื่อนที่จากดินขึ้นสู่ผนังได้

---

[18] ดำรงศักดิ์ รินชุมภู และ รุจิโรจน์ อนามบุตร. **การกำหนดค่าการซึมได้ของน้ำฝนไหลนองบนสวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม.** วารสารวิชาการ การออกแบบสภาพแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ผลกระทบที่เกิดจากความชื้นในอาคาร

ความชื้นสามารถเคลื่อนที่ได้หลายรูปแบบ และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยาขั้น อื่น ๆ ต่อไป ทำให้มีผล ต่อการเสื่อมสภาพของผนังได้เช่น การเกิดผลึกเกลือบนผนัง การเจริญเติบโตของสาหร่ายและราบนผนัง เป็นต้น โดยปกติวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารแบบโบราณส่วนใหญ่จะมีรูพรุน ทำให้น้ำสามารถผ่านเข้าออกได้ วัสดุเหล่านี้จะแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศตลอดเวลา ซึ่งวัสดุจะทั้งรับและสูญเสียความชื้น ขึ้นอยู่กับขณะนั้นอากาศมีความชื้นมากหรือน้อยกว่าวัสดุ และในที่สุดเมื่อความชื้นสัมพันธ์ในอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะคงที่เรียกว่าอยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะค่อยๆ เปลี่ยนด้วย ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ แต่ละค่าจะมีค่าปริมาณความชื้นที่แน่นอน ที่ทำให้วัสดุอยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ โดยค่าเหล่านี้จะแตกต่างกันออกไปในวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด โดยปกติจะถือว่าวัสดุชื้นเมื่อความชื้นในวัสดุมีค่ามากกว่าความชื้นที่วัสดุสามารถมีได้ในสภาวะที่สมดุลกับอากาศ[19]

2.7.1 เชื้อรา

เชื้อราเจริญเติบโตบนพื้นผิววัสดุได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ (10 องศาเซลเซียส) ถึง 100 องศาฟาเรนไฮต์ (37.7 องศาเซลเซียส) และเจริญเติบโตดีที่สุดในอุณหภูมิ 75 องศาฟาเรนไฮต์ (23.8 องศาเซลเซียส) ถึง 95 องศาฟาเรนไฮต์ (35 องศาเซลเซียส) แต่เชื้อราบางชนิดสามรถเจริญได้ในอุณหภูมิ 35 องศาฟาเรนไฮต์ (1.6 องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือ 75% ขึ้นไป

2.7.2 การเสื่อมของวัสดุประกอบอาคาร

ความชื้นเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในวัสดุ (Chemical change) เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีจึงสามารถเป็นตัวกลางในการทำละลายก๊าซต่างๆ ในอากาศ เกิดเป็นกรดอ่อนกัดกร่อนผิววัสดุเช่นการกร่อนของโลหะและการเปลี่ยนแปลงกายภาพ (Physical change) เช่นการหลุดร่วงของผนังอิฐ ปูนฉาบ อันเนื่องมาจากการสะสมความชื้น นอกจากนี้ความชื้นยัง

---

[19] อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. **ความผันแปรของการสะสมความชื้นในผนังอาคารโบราณสถาน บางแห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อให้เกิดการบวมน้ำ ซึ่งทำให้วัสดุบิดงอผิดรูปร่าง และยังทำให้เกิดความซีดจางของสี แหล่งความชื้นที่สำคัญอันเป็นต้นเหตุของปัญหาการเสื่อมสภาพก็คือ ความชื้นในอากาศ

2.7.3 ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่ายไลเคนและพืชต่างๆ

ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญก่อให้เกิดกระบวนการทำลายโดยสิ่งมีชีวิต (Biodeterioration) เนื่องจากความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญของสาหร่ายไลเคนและพืชชั้นสูงต่างๆสามารถเจริญเติบไตได้ดีที่อุณหภูมิ 77 องศาฟาเรนไฮต์ (25 องศาเซลเซียส) ถึง 104 องศาฟาเรนไฮต์ (40 องศาเซลเซียส) การเจริญเติบโตของพืชส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของอาคารโบราณสถาน

เชื้อรามีพิษในอาคารชนิดที่มีอันตรายที่สุด 4 ชนิดได้แก่[20] Stachybotrys, Cladosporium, Penicillium และ Aspergillus ซึ่งเชื้อราทั้ง 4 ชนิดนี้มักจะถูกพบได้ทั้งในบ้าน อพาร์ทเมนต์ โรงแรม สำนักงาน การสัมผัสกับเชื้อราสามารถก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยแก่ผู้สัมผัส แม้แต่เชื้อราชนิดไม่มีพิษก็สามารถทำให้เกิดปัญหาสุขภาพได้เช่นกัน โดยองค์การคุ้มครองสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency : EPA) ได้กล่าวไว้ว่า เชื้อราทั้งหมดไม่ว่าจะมากหรือน้อย มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งสิ้น โดยเชื้อราสามารถสร้างสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) ขึ้นมาได้ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาแพ้ หรือแม้แต่ทำให้เกิดโรคหอบหืดในผู้ที่แพ้เชื้อราได้ และเชื้อราบางชนิดก็ยังสามารถทำให้เกิดสารพิษ หรือเป็นสารระคายเคืองอย่างแรงได้อีกด้วย

2.8 หลักและวิธีการป้องกันความชื้น

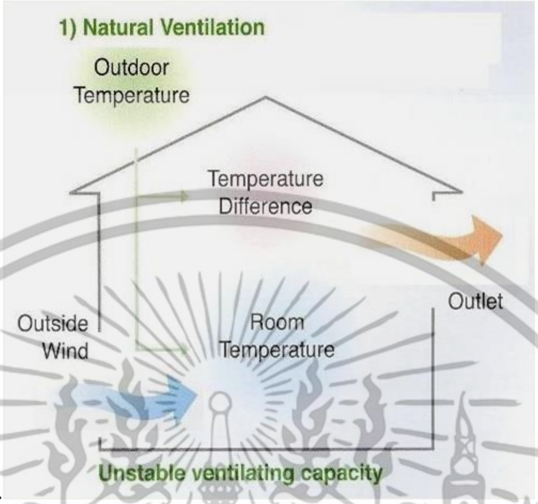
2.8.1. การระบายอากาศ

การระบายอากาศคือการจัดการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยปริมาณที่กำหนดให้ไหลไปในทิศทางด้วยความเร็วที่ต้องการ และสามารถกำจัดมลพิษ ความร้อนความชื้น กลิ่นรบกวน ควันและอื่นๆ ให้ออกไปจากที่ปฏิบัติงาน และให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่

[20] กติกา สระมณีอินทร์, กานต์นลินญา บุญที, สิริวรัญญา ศรีษาคำกุลวัฒน์ และ ยุภารัตน์ เครือวงษา. **การสำรวจชนิดและปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี: 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

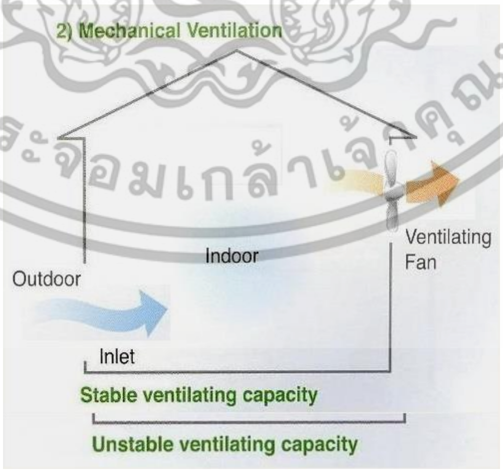
2.8.1.1 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation) อาศัยธรรมชาติทำให้เกิดความดันบรรยากาศที่แตกต่างกันใน 2 พื้นที่อากาศจึงเคลื่อนที่จากที่มีความดันบรรยากาศสูงไปยังที่มีความดันบรรยากาศต่ำ



ภาพที่ 2.22 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ที่มา: http://www.rpci.co.th/15366434/ventilation-system

2.8.1.2 การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation) การระบายอากาศโดยวิธีกล เป็นวิธีการระบายอากาศที่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องกล เช่น พัดลมช่วยให้อากาศเคลื่อนไหนหมุนเวียน



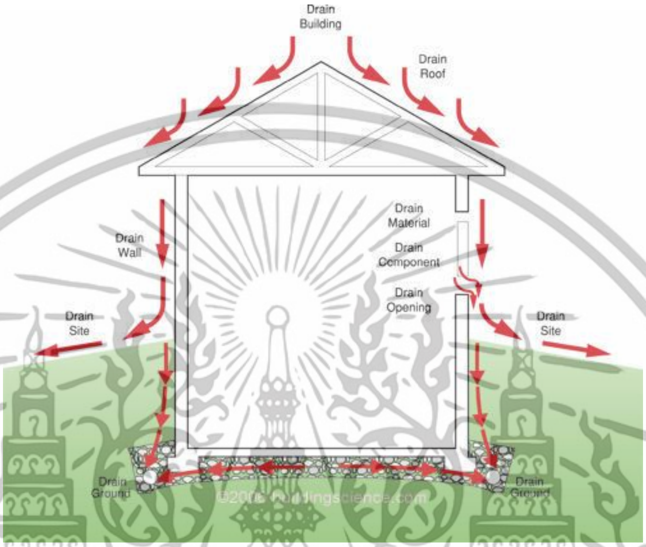
ภาพที่ 2.23 การระบายอากาศโดยวิธีกล

ที่มา: http://www.rpci.co.th/15366434/ventilation-system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

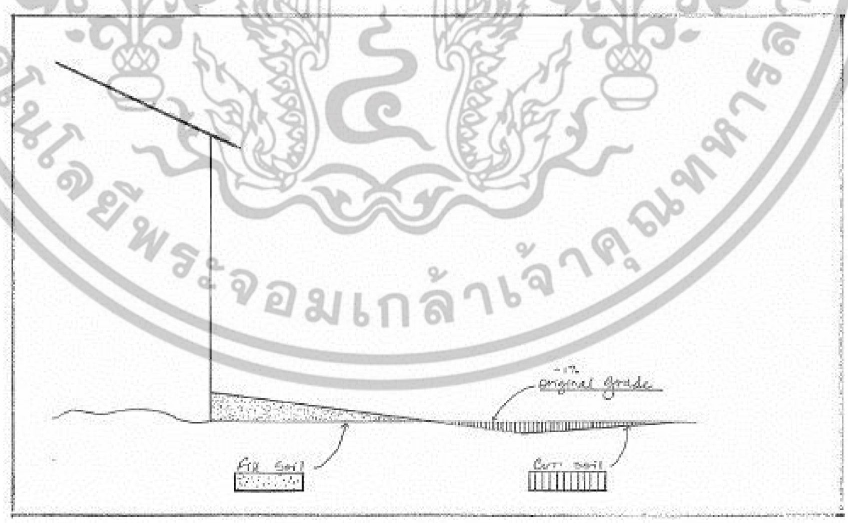
2.8.2 การระบายน้ำที่ดี

การระบายน้ำที่ดี คือการออกแบบความลาดเอียงของหลังคา รางระบายน้ำฝน และการทำ Flashing ในส่วนต่างๆ ของหลังคา ประกอบกับ ความลาดเอียงของพื้นที่ลักษณะทางภูมิสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 2.24 ระบบการระบายน้ำ

ที่มา: https://images.app.goo.gl/BP1aB4UYdLxEQ8P39



ภาพที่ 2.25 ความลาดเอียงของพื้นที่

ที่มา: https://images.app.goo.gl/ppaSkqm3URMQrojy9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 วัสดุป้องกันความชื้น

2.8.3.1 วัสดุป้องกันความชื้นจากพื้นอาคาร ใช้วัสดุแผ่นกันน้ำ กั้นระหว่างพื้นกับผิวดิน หรือการใช้สารผสมในเนื้อคอนกรีตของพื้น เพื่อแก้ปัญหาความพรุนของวันสุดที่ทำพื้น รวมทั้งการใช้แผ่นยางกันน้ำเชื่อมระหว่างรอยต่อของแผ่นพื้น

ภาพที่ 2.26 กันซึมชนิดแผ่น

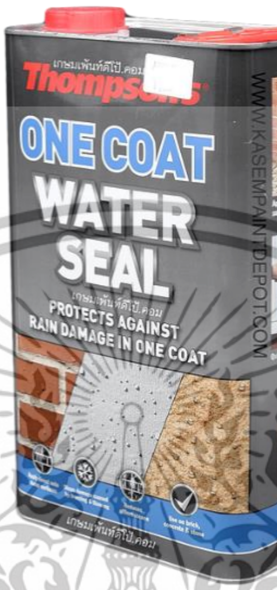
ที่มา: http://topicstock.pantip.com/home/topicstock/2010/02/R8863900/R00-5.jpg

ภาพที่ 2.27 น้ำยากับซึมชนิดทา

ที่มา: https://images.app.goo.gl/FNGzUhvcaeQ5WP1J8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.2 วัสดุป้องกันความชื้นผนังอาคาร ใช้การทาสี หรือฉาบผิวผนังให้ป้องกันการซึม และป้องกันการซึมของน้ำผ่านรอยต่อระหว่างพื้นและผนังอาคารหรือใช้วัสดุผนังที่ไม่เป็นรูพรุน



ภาพที่ 2.28 น้ำยา Coating เคลือบผิวป้องกันการซึม

ที่มา: https://images.app.goo.gl/mr4uAVdtaMYBEnJz9

ภาพที่ 2.29 เทปกันซึมปิดรอยต่อพื้นและผนัง

ที่มา: https://images.app.goo.gl/tgA6a7NE5CzUJJVU9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.3 วัสดุป้องกันความชื้นจากรอยรั่วหน้าต่างและหลังคา

ภาพที่ 2.30 วัสดุซิลิโคนอุดรอยรั่ว

ที่มา : https://images.app.goo.gl/6wFEFEwaCcYDT2FMA

2.9 การระบายอากาศ[21]

ในสภาวะปกติการระบายอากาศเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ ความแตกต่างของอุณหภูมิ ส่วนในสภาวะที่มีการปรับอากาศมีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาระบายและดูดเอาอากาศเสียภายในออกไปเพื่อทำให้อากาศบริสุทธิ์ขึ้น พบอากาศภายนอกนอกที่นำเข้ามานั้นจะมีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าบริเวณภายในที่มีการปรับอากาศ ซึ่งการระบายอากาศโดยวิธีปรับอากาศขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของจำนวนคนและกลิ่นอับชื้น

---

[21] ฐิติกา แก้วสมวงศ์. **การศึกษาวิธีการในการลดความชื้นของอากาศภายในอาคาร.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 แนวทางการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในการออกแบบสถาปัตยกรรม แบ่งได้เป็น 3 วิธีคือ

2.9.1.1. การระบายอากาศด้านเดียว (Single Side Ventilation) คือการระบายอากาศโดยการถ่ายเทอากาศจากช่องเปิดเดียวกันหรือช่องเปิดหลายช่องเปิดในผนังเดียวกัน ซึ่งวิธีนี้ความดันลมจะไม่ช่วยให้เกิดการไหลของอากาศหรือเกิดขึ้นน้อยมาก เพราะความกดอากาศภายนอกและภายในใกล้เคียงกันโดยเป็นความกดอากาศสูงทั้ง 2 ด้าน

2.9.1.2. การระบายอากาศโดยให้ลมพัดผ่าน (Cross Ventilation) เป็นการระบายอากาศโดยให้ลมพัดผ่านจากช่องทางเข้าด้านที่มีความกดอากาศสูงไปสู่ช่องทางออกด้านที่มีความกดอากาศต่ำ

2.9.1.3. การระบายอากาศโดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack Ventilation) เป็นการระบายอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ ที่มีความสูงหรือความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างช่องทางเข้าและทางออกมากโดยอากาศร้อนลอยตัวและอากาศเย็นไหลเข้าแทนที่ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบได้แก่

1. พลังงานจากกนะแสลม (แรงลม)
2. อัตราความเร็วลมทั้งหมด และทิศทางของกระแสลมตลอดปี
3. อัตราความกดอากาศ
4. ขนาดช่องเปิด ทั้งช่องทางเข้าและช่องทางออก
5. จำนวนช่องเปิดและสิ่งกีดขวางภายใน เช่น ผนัง และเฟอร์นิเจอร์
6. รูปร่างของช่องเปิด และชนิดของช่องเปิด รวมทั้งกันสาด
7. ทิศทางของช่องเปิด กับทิศทางกระแสลมทั้งทางเข้าและทางออก
8. ทิศทาง รูปแบบ ของกระแสลมที่อยู่ภายในตัวอาคาร
9. การกระจายของลมที่พัดผ่านตัวอาคาร
10. ปริมาณกระแสลม (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ลักษณะของลม[22]

ค่าความเร็วลมพื้นผิวนั้น จะไม่คงที่ และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง การวัดความเร็วลมใช้การกะประมาณจากการเคลื่อนไหวของสิ่งของ ที่รับลมเข้ามาปะทะ หน่วยความเร็วลมที่ใช้โดยทั่วไป ได้แก่ น๊อต ซึ่งความเร็ว 1 น๊อต มีค่า 0.515 เมตรต่อวินาที หรือ 1ไมล์ทะเลต่อ 1 ชั่วโมง เนื่องจากการศึกษาในเรื่องของลม โดยการใช้อุโมงค์ลม (Wind Tunnel) ส่วนใหญ่จะใช้ที่ความเร็วลมในมาตราที่ 4 หรือ 5 เท่านั้น ส่วนการนำมาใช้เพื่อปรับสภาวะอากาศให้อยู่ในเขตสบาย โดยทั่วไปจะใช้ความเร็วลมมากที่สุดในมาตราที่ 2 คือ 2 เมตรต่อวินาที

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบความเร็วลมตามมาตราโบฟอร์ด(แสดงเพียง5มาตรา)

มาตราโบฟอร์ด	ลักษณะลม	ความเร็วลม ณ ความสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดิน				รายละเอียดสำหรับการคาดคะเนความเร็วลมที่พัดบนพื้นดิน
		น็อต	ม./วินาที	ก.ม./ชม.	ไมล์/ชม.	
0	Calm	1	0-0.2	1	1	สงบเงียบ ควันลอยขึ้นทางตั้ง
1	Light air	1-3	0.3-1.15	1-5	1-3	ควันจะเฉไป แต่ศรลมไม่แสดงให้เห็นเด่นชัด
2	Slight breeze	4-6	1.6-3.3	6-11	4-7	ลมปะทะหน้า ใบไม้ถูกพัดกราวศรลมหันไปทางทิศลมของใบไม้
3	Gentle breeze	7-10	3.4-5.4	12-19	8-12	กิ่งไม้เล็กๆเคลื่อนไหวคงที่ธงขนาดเบาจะกางขยายออก
4	Mederate breeze	11-16	5.5-7.9	20-28	13-18	ฝนลอยขึ้น กระดาษปลิวกิ่งไม้เล็กๆเคลื่อนไหว
5	Fresh breeze	17-21	8.0-10.7	29-38	19-25	ต้นไม้เล็กๆเริ่มโอนแกว่งไปมา ยอดคลื่นจะก่อตัวในน้ำ

การไหลเวียนของกระแสลม กระแสลมเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของอากาศ อันเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งคุณสมบัติของลมนั้นจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีความกดอากาศสูงไปยังที่ที่มีความกดอากาศต่ำเสมอ และจะเคลื่อนที่เมื่ออากาศ

---

[22] อรรณพ สัจจพงษ์. **การศึกษาภาวะความชื้นของอากาศภายในบ้านแถว เขตกรุงเทพมหานคร.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีที่มีอุณหภูมิสูงลอยตัวขึ้น และอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเคลื่อนตัวเข้าไปแทนที่อัตราความเร็วเฉลี่ยสูงสุดที่ใช้ภายในอาคาร ควรจะเป็น 1.5 เมตรต่อวินาทีในตอนกลางวัน และเป็น 1 เมตรจ่อวินาทีในตอนกลางคืน โดยอุณหภูมิอยู่ที่ 22-29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 20%-75% เพื่อให้เกิดสภาวะสบายโดยวิธีธรรมชาติ

การวัดความเร็วลม เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ใช้กันอยู่ทั่วไปคือ แอนนิโมมิเตอร์ (Anemometer) ที่มีลักษณะเป็นฝาสี่อันหมุนอยู่รอบแกนตั้ง ส่วนเครื่องมือที่ใช้ได้ดีเป็นพิเศษคือ แอนนิโมกาฟ (Animograph) ซึ่งจะมีการบันทึกทิศทางและความเร็วอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาถึงลักษณะของความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกของอาคาร เพื่อหาแหล่งที่มาของความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก การเก็บและบันทึกข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ การเก็บข้อมูลความชื้น ของอากาศและการเก็บข้อมูลความชื้นในเนื้อวัสดุอาคาร การศึกษานี้จะศึกษาในช่วงวันที่ 31 ของเดือนพฤษภาคม ถึงวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ซึ่งมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความเร็วลม โดยมีขั้นตอนและอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์และการออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล

3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

การศึกษานี้ใช้เครื่อง DATA LOGGER เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ โดยกำหนดให้เครื่อง DATA LOGGER บันทึกข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกอาคารที่ทำการศึกษาทุก 1 ชั่วโมง โดยการตั้งระบบการทำงาน ในการบันทึกข้อมูลจาก Soft ware

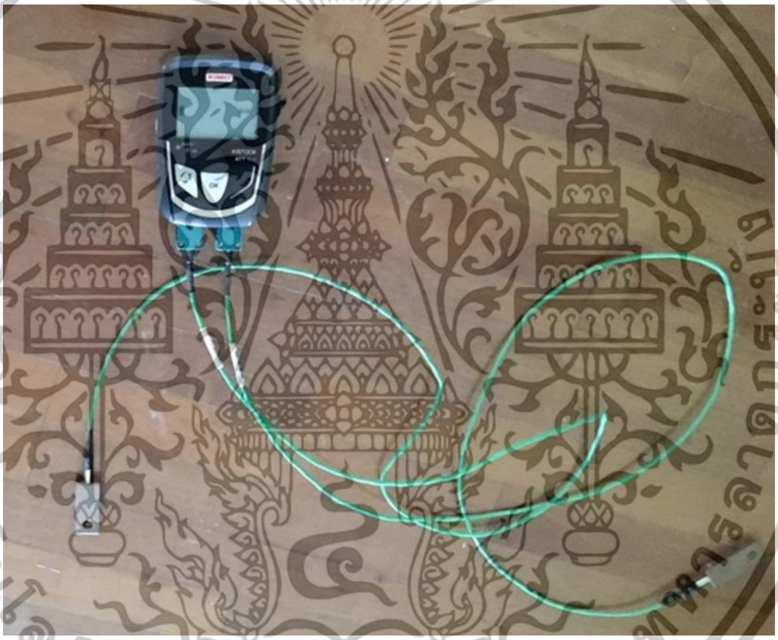
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น

ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วิธีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร

การศึกษานี้ใช้เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ รุ่น KTT 310 KIMO เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิแบบต่อโพรบวัดภายนอก (Thermocouple) 2 เซ็นเซอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของพื้นผิว มีช่วงการวัด 200 ถึง 1,000 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลสูงสุด 100,000 ข้อมูล อัตราการเก็บค่า 1 วินาที ถึง 24 ชั่วโมง สามารถตั้งค่า Alarm ได้ 2 จุดมี Data colletor และ External printer เป็นอุปกรณ์เสริมมีหน้าจอแสดงผล 2 บรรทัด กว้าง 45x28.5 มิลลิเมตร มีแถบแม่เหล็กด้านหลังและชุดสำหรับติดตั้งผนัง ดาวน์โหลดข้อมูลรวดเร็ว 1,000 ข้อมูล/วินาที อุณหภูมิในการเก็บรักษา -40 ถึง +85 องศาเซลเซียส อายุการใช้งานแบตเตอรี่ 5 ปี โดยที่ในการศึกษานี้จะใช้การตั้งระบบการทำงานแบบบันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของอาคาร

ที่มา: ผู้วิจัย

3.1.3 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความเร็วลม

การศึกษานี้ใช้เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องวัดปริมาตรลม Hot wire Anemometer รุ่น VT 100 วัดค่าความเร็ว ปริมาตร อุณหภูมิลม โดยลวดความร้อน Hot Wire ช่วงวัดความเร็วลม 0.15 ถึง 30.0 เมตร/วินาที ความละเอียด 0.01 , 0.1 เมตร/วินาที วัดอัตราลม Air Flow ในหน่วย m^3/h, cfm, l/s, m^3/s ช่วงวัดอุณหภูมิลม ตั้งแต่ -20℃ ถึง 80℃ เลือกหน่วย °C หรือ °F

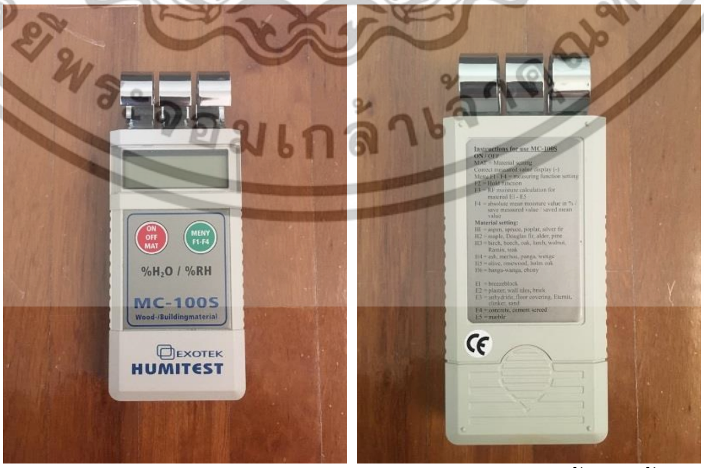
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงตัวอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในอาคาร

ที่มา : ผู้วิจัย

3.1.4 วิธีการเก็บข้อมูลค่าความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุ

การศึกษานี้ใช้เครื่องมือ Humitest MC-100S โดยใช้การตั้งค่าในการเก็บข้อมูลที่โหมด F4 = absolute mean moisture value in % /save measured value / saved mean value และโหมด E3 = anhydride, floor covering, Eternit, clinker, sand



ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าความชื้นในเนื้อวัสดุ

ที่มา : ผู้วิจัย

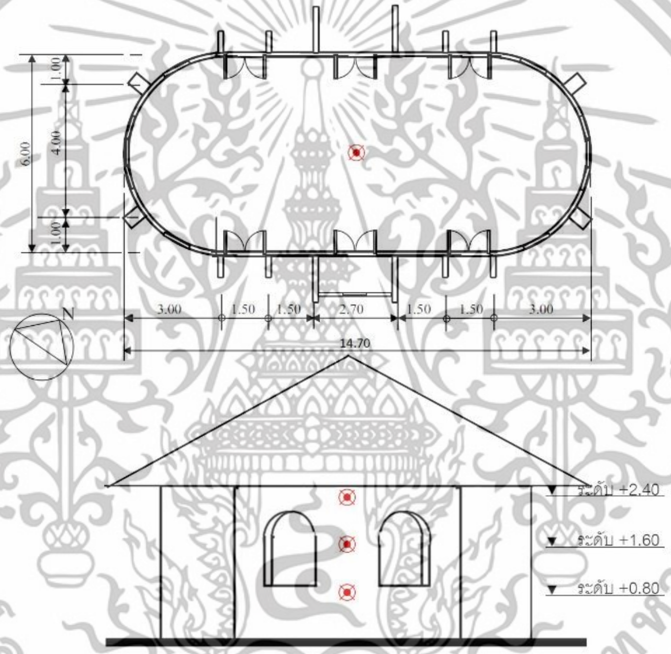
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการวัดข้อมูล

3.2.1 การกำหนดจุดวัดข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

1. ทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคารโดยใช้เครื่อง DATA LOGGER 1 จุด

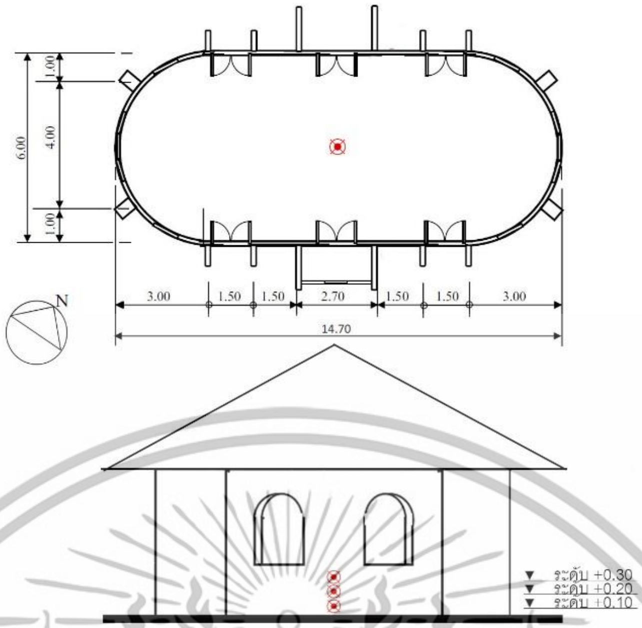
2. วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารโดยใช้เครื่อง DATA LOGGER ที่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาคาร โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูง ได้แก่ระดับเหนือพื้นห้อง 80 เซนติเมตร 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารที่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาคาร

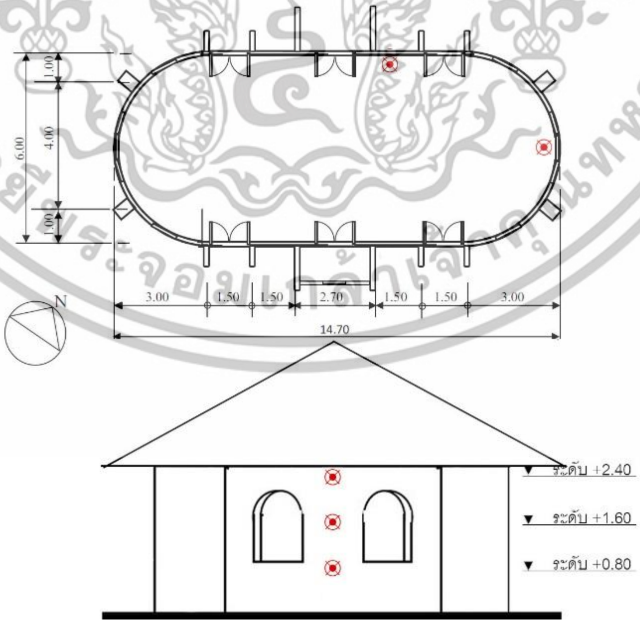
3. วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับเหนือพื้นห้องโดยใช้เครื่อง DATA LOGGER ที่บริเวณจุดกึ่งกลางของอาคาร โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูง ได้แก่ระดับเหนือพื้นห้อง 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับเหนือพื้นห้อง

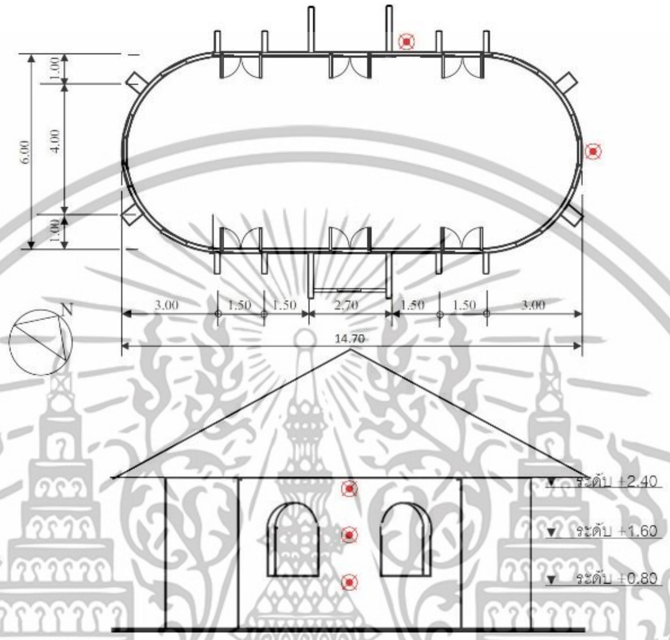
4. วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคาร 2 ด้าน โดยใช้เครื่อง DATA LOGGER ด้านที่ทำการวัดค่า คือ ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูง ได้แก่ระดับเหนือพื้นห้อง 80 เซนติเมตร 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคาร 2 ด้าน

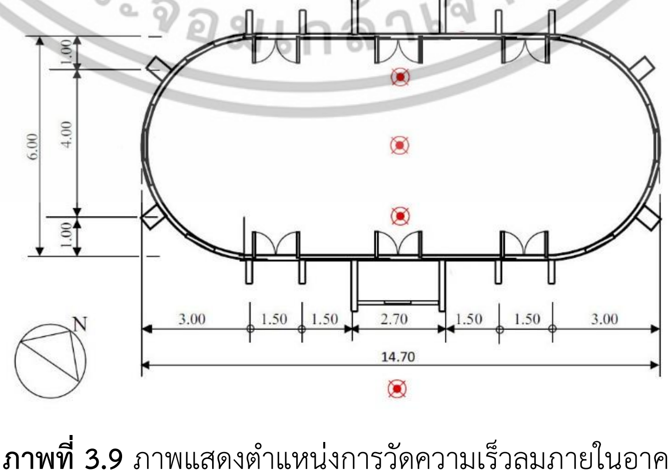
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคาร 2 ด้าน โดยใช้เครื่อง DATA LOGGER ด้านที่ทำการวัดค่า คือ ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับความสูง ได้แก่ระดับเหนือพื้นห้อง 80 เซนติเมตร 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร



ภาพที่3.8 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคาร 2 ด้าน

6. วัดความเร็วลมภายนอกและภายในอาคารโดยใช้ Hot wire Anemometer รุ่น VT 100 บริเวณตำแหน่งช่องเปิดของอาคารตามทิศทางลมที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร โดยแบ่งเป็น 1 จุดที่ภายนอกอาคารและ 3 จุดภายในอาคาร

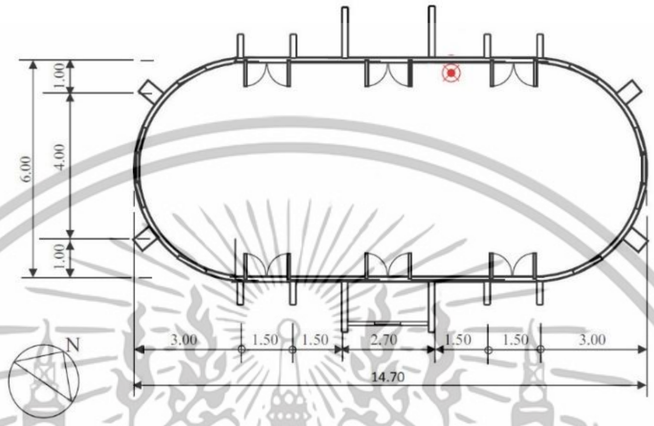


ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความเร็วลมภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

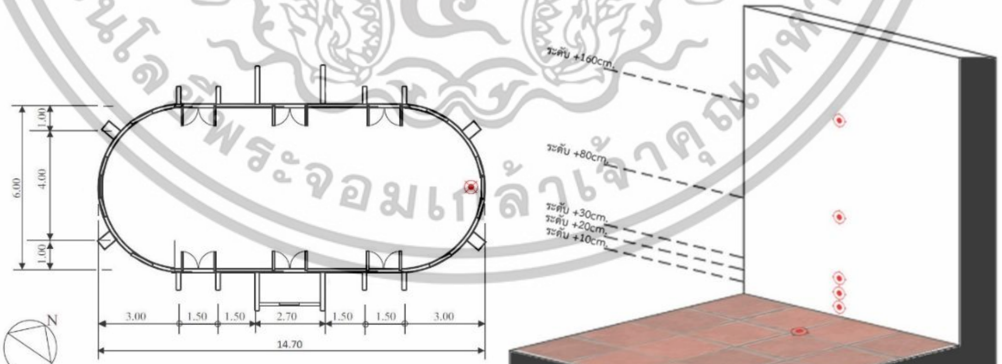
3.2.2 การกำหนดจุดในการเก็บข้อมูลความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุอาคาร

1. วัดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคารโดยใช้เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ รุ่น KTT 310 KIMO ที่ริมผนัง 1 ด้าน คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เพื่อใช้พิจารณาประกอบกับข้อมูลส่วนอื่น



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคาร

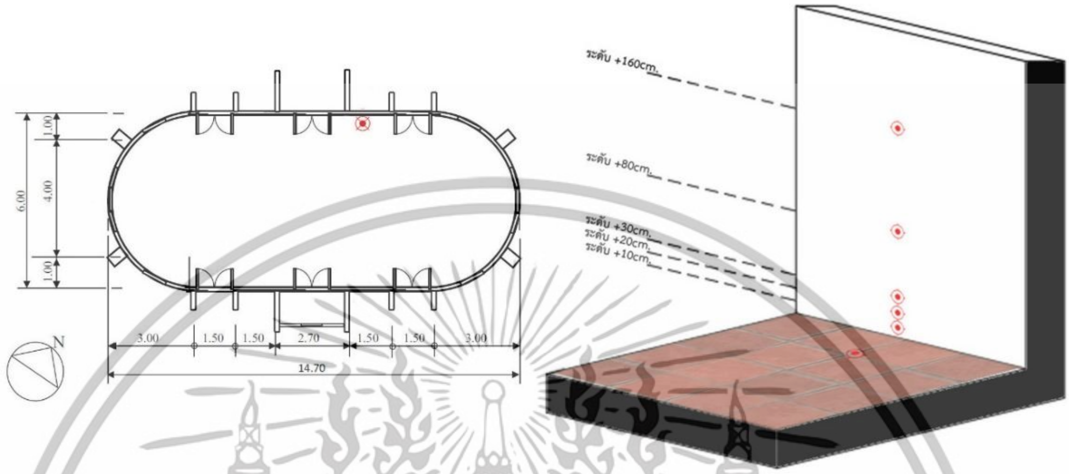
2. วัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือโดยใช้เครื่อง Humitest MC-100S โดยแบ่งเป็น บริเวณพื้น 1 จุด และที่ผนังอาคาร 5 จุด ตามระดับความสูง ได้แก่ระดับสูงจากพื้นห้อง 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 160 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือโดยใช้ เครื่อง Humitest MC-100S โดยแบ่งเป็น บริเวณพื้น 1 จุด และที่ผนังอาคาร 5 จุด ตามระดับความสูง ได้แก่ระดับสูงจากพื้นห้อง 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร และ 160 เซนติเมตร



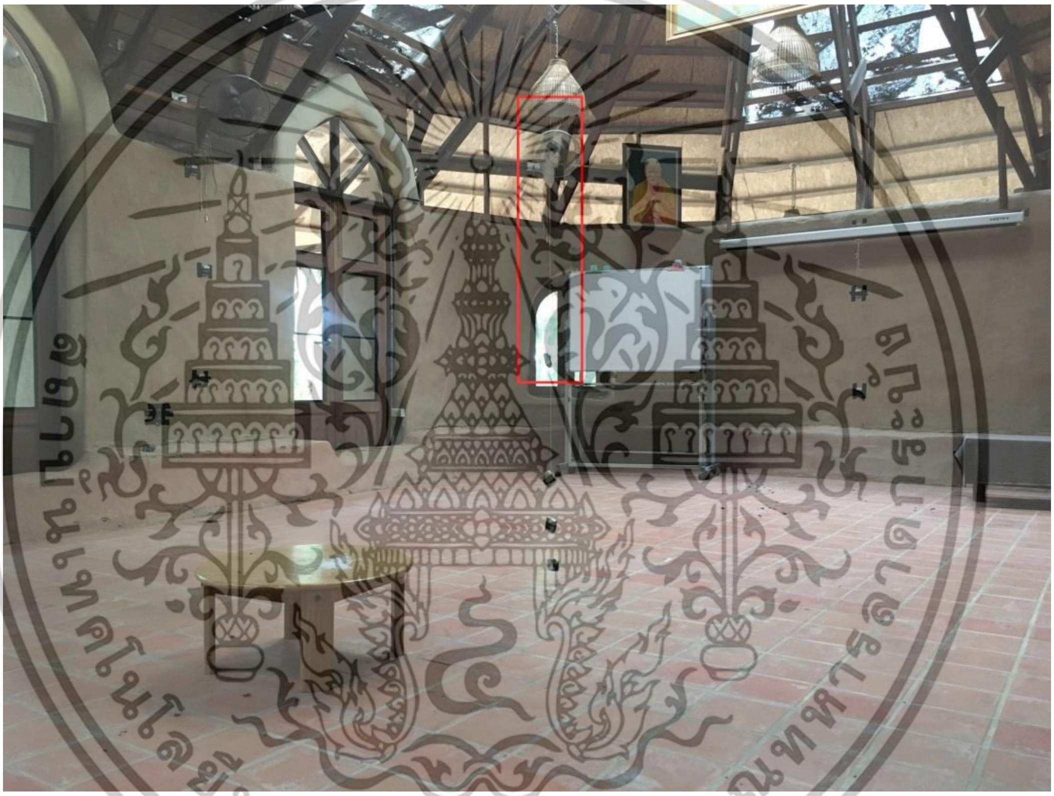
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงตำแหน่งการวัดความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เริ่มทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นก่อนเวลา 0.00 น. ของวันที่ 30 พฤษภาคม 2562 โดยใช้อุปกรณ์ติดตั้งในตำแหน่งที่กำหนดไว้



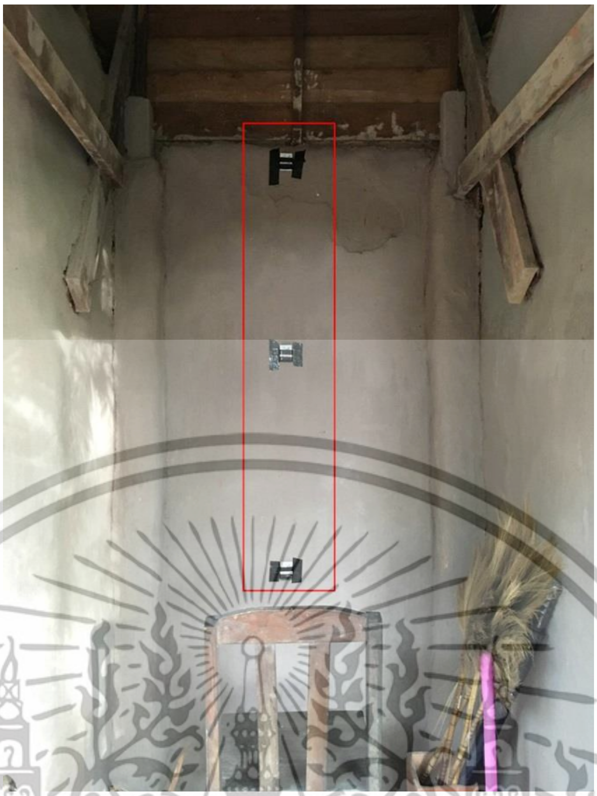
ภาพที่ 4.1 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับพื้นภายในอาคาร

ภาพที่ 4.3 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคาร

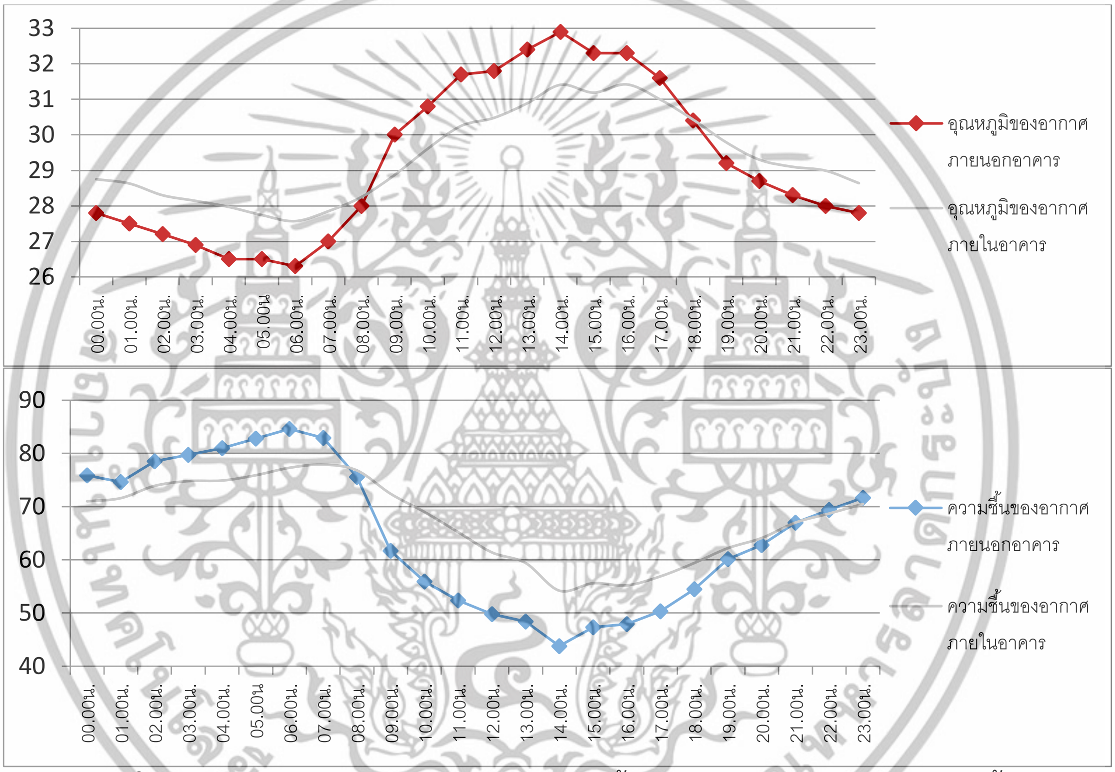
ภาพที่ 4.5 แสดงจุดติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิพื้นผิวของผนังและพื้นภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

ผลของการเก็บข้อมูลช่วงเวลา 1 สัปดาห์ ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก ทำการศึกษาข้อมูลรายชั่วโมง เริ่มตั้งแต่เวลา 0.00 น. ของวันที่ 30 พฤษภาคม 2562 จนถึง 23.00 น. วันที่ 5 มิถุนายน 2562 จากการศึกษาได้ผลดังนี้

4.2.1 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคาร



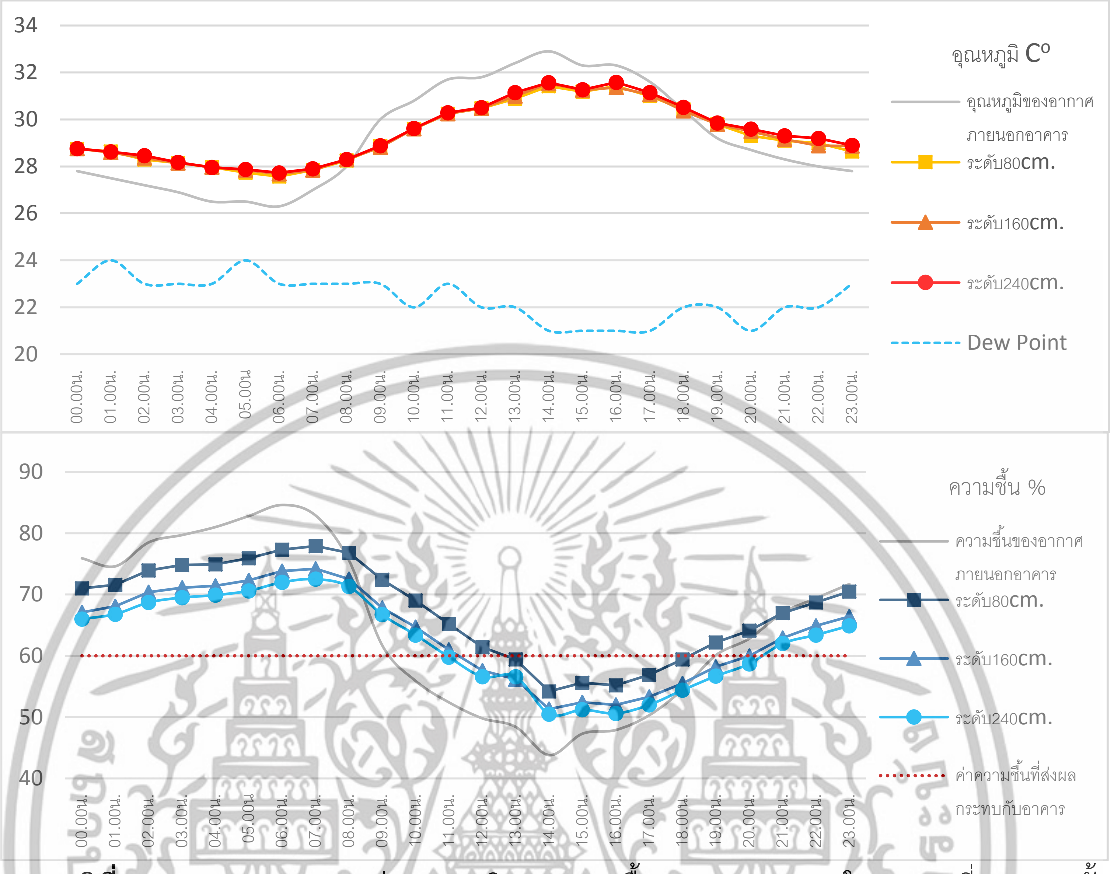
แผนภูมิที่ 4.1 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกของอาคารทั้ง 7 วัน

อุณหภูมิของอากาศภายนอกจะมีค่าต่ำที่ช่วงเวลา 03.00 น. - 06.00 น. โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.5 องศาเซลเซียส แล้วค่าของอุณหภูมิจะค่อยๆสูงขึ้นไปในตอนกลางวันจนถึงอุณหภูมิที่สูงที่สุดคือช่วงเวลา 14.00 น. จากนั้นอุณหภูมิจึงค่อยๆลดลงอีกครั้ง จากผลของการเก็บข้อมูล ผนังของบ้านดินที่หนาทำให้อุณหภูมิของอากาศภายนอนและภายในแตกต่างกันอย่างชัดเจน

บริเวณพื้นที่ตั้งของอาคารเป็นพื้นที่ที่มีความชื้นสูง พื้นที่เป็นป่าดิบ และมีแหล่งน้ำอยู่ในบริเวรที่ตั้งอาคาร พบว่าค่าความชื้นสูงสุดมีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เกิน 80% ในช่วงเวลา 5.00 น. - 7.00 น. แล้วจึงลดลงจนค่าน้อยที่สุดเวลา 14.00 น. คือ 43.8 ค่าความชื้นภายในอาคาร มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าภายนอก (อ้างอิงตารางที่ ผ.1 ภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร



แผนภูมิที่ 4.2 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารที่ความสูงทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7วัน

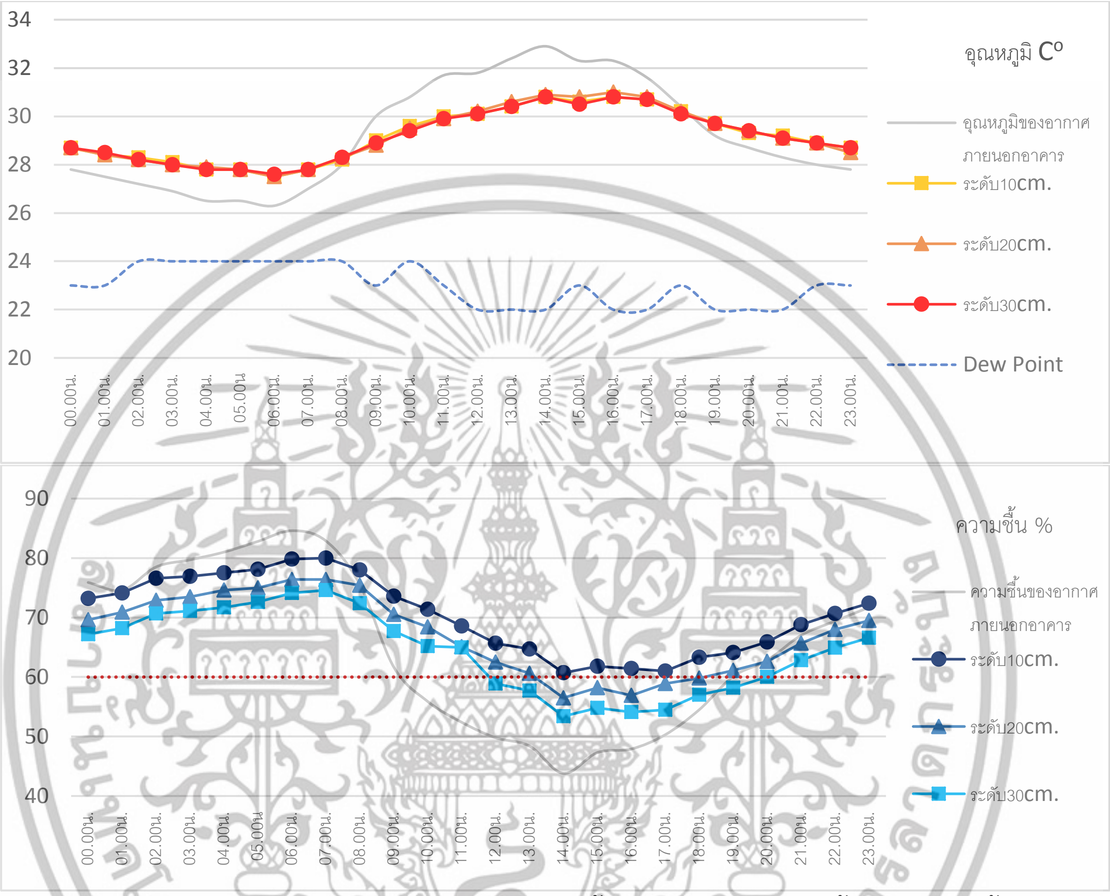
พบว่าอุณหภูมิของอากาศภายในอาคาร ในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าภายนอกประมาณ 1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดคือในช่วงเวลา 5.00 น. – 7.00 น. แต่ในเวลาสายจนถึงบ่ายอุณหภูมิภายในมีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิภายนอกประมาณ 1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงที่สุดคือที่ระดับความสูง 240 เซนติเมตร ในช่วงเวลา 14.00 น. ทั้ง 3 ระดับความสูงมีความแตกต่างกันเล็กน้อยแต่จะสังเกตได้ว่าที่ระดับสูงที่สุดจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าระดับที่ต่ำลงมา

ค่าความชื้นของอากาศภายในอาคารมีค่าเกิน 60% เกือบทั้งหมด ซึ่งตามข้อมูลจาก ASHRAE ระบุว่าความชื้นที่มีค่า 60% ขึ้นไป เป็นค่าความชื้นที่เหมาะสมในการเกิดเชื้อรา แม้จะเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นภายนอกอาคารมีค่าต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดแล้ว แต่ค่าความชื้นของอากาศภายในอาคารกลับลดลงได้น้อย จากค่าเฉลี่ยทั้งหมด 7 วันมีแค่เวลา 13.00 – 18.00 น. เท่านั้นที่มีค่าความชื้นไม่เกิน 60% จากการวัดผลจะสังเกตได้ว่าความชื้นจะมีค่าสูงกว่าในบริเวณความสูงที่ระดับ 80 เซนติเมตร และค่าความชื้นจะค่อยๆลดลงตามมาที่ความสูงเพิ่มขึ้น คือ 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยรวมแล้วในช่วงเช้าความชื้นจะมีค่าต่ำกว่าค่าความชื้นของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายนอกอาคารประมาณ 4-8% แต่ในช่วงเวลาบ่ายค่าความชื้นของอากาศภายในอาคารจะมีค่าสูงกว่า 10-15% (อ้างอิงตารางที่ ผ.2 ภาคผนวก)

4.2.3 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับพื้นภายในอาคาร



แผนภูมิที่ 4.3 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับพื้นในอาคาร ทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน

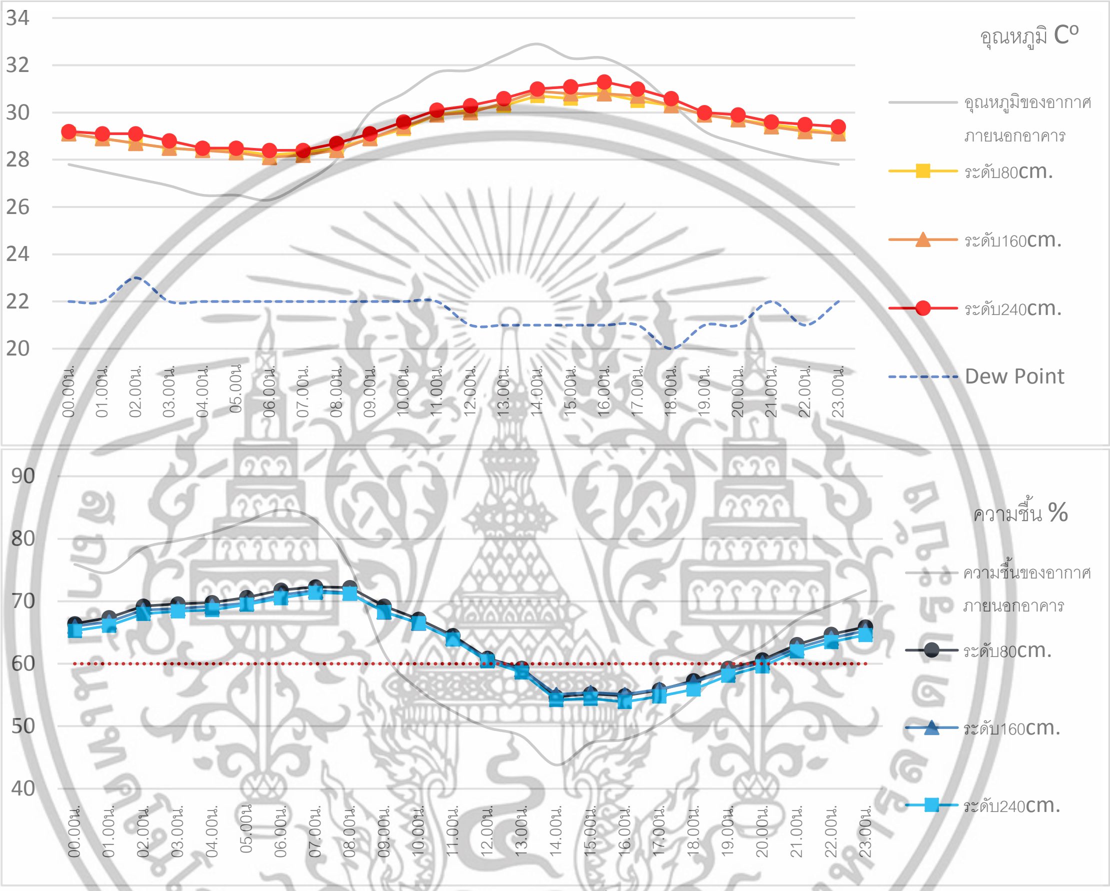
พบว่าค่าของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ระดับเหนือพื้นห้องทั้ง 3 ระดับความสูงที่ทำการวัดค่า มีผลที่ใกล้เคียงกัน อุณหภูมิที่ระดับเหนือพื้นทั้ง 3 ระดับนี้ในช่วงกลางวันจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอกอาคารประมาณ 1 องศาเซลเซียส ความเย็นจากพื้นกระเบื้องอาคารทำให้อุณหภูมิที่ระดับนี้จะมีค่าต่ำกว่าส่วนอื่นๆ ในอาคาร

ผลของค่าความชื้นที่ระดับเหนือพื้นภายในมีค่าความชื้นสูงที่สุดของทุกจุดที่ทำการตรวจวัด มีเพียงช่วงเวลา 14.00 น. เท่านั้นที่มีค่าความชื้นไม่เกิน 60% ค่าความชื้นที่สูงที่สุดอยู่ที่เวลา 7.00 น. คือ 80% ในระดับความสูง 10 เซนติเมตรจากพื้นห้อง ค่าความชื้นที่รองลองมาคือที่ความสูง 20 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ค่า Dew Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจุดนี้มีช่วงเวลาที่เส้นกราฟเข้าใกล้มากที่สุด คือในช่วงเวลา 1.00 น. - 7.00 น. แสดงถึงโอกาสการเกิดการการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำบริเวณพื้นของอาคารได้ (อ้างอิงตารางที่ ผ.3 ภาคผนวก)

4.2.4 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันตก-เฉียงเหนือ



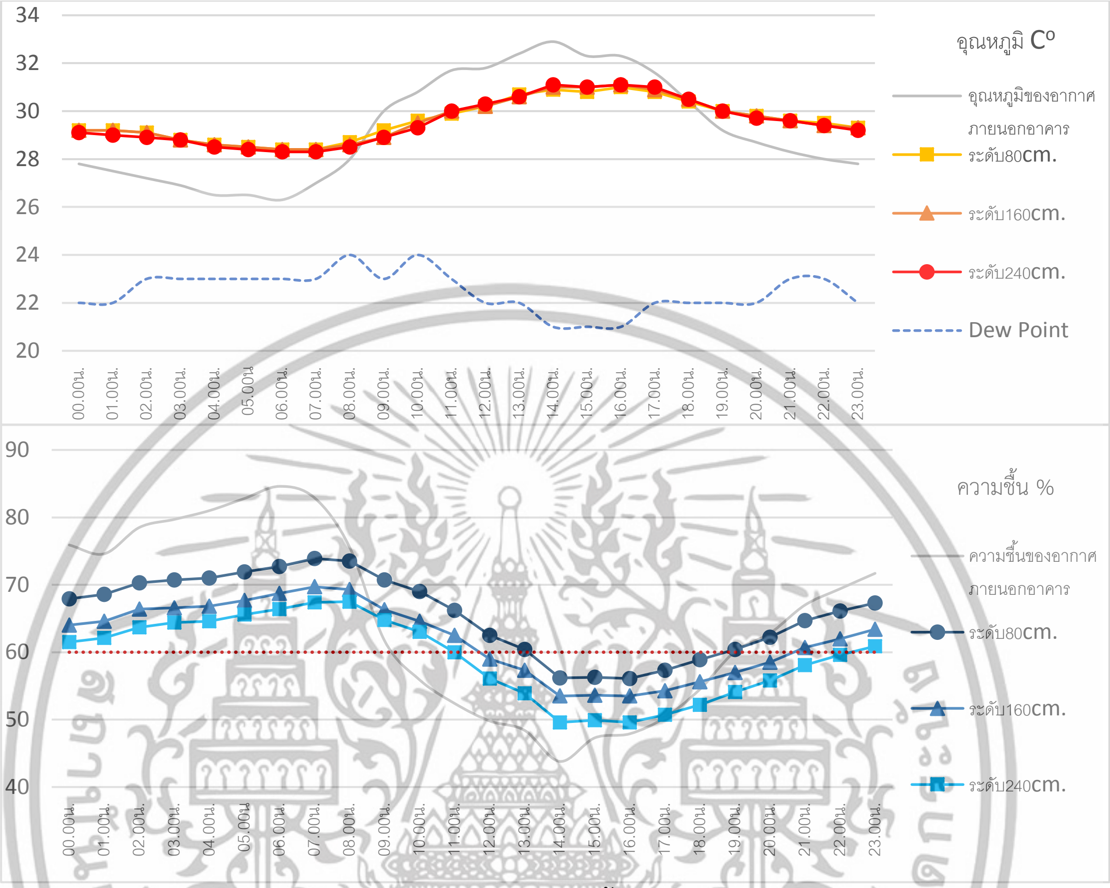
แผนภูมิที่ 4.4 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศ-ตะวันตกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน

พบว่าค่าของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังอาคารจะมีลักษณะคล้ายกับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคาร แต่อุณหภูมิที่ริมผนังภายในจะมีค่าสูงกว่า 0.2-0.5 องศาเซลเซียส

ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าน้อยกว่าค่าความชื้นของอากาศภายในอาคาร และค่าความชื้นที่ระดับพื้นในอาคาร ค่าความชื้นมีค่าสูงสุดที่ความสูงระดับ 80 เซนติเมตร และค่าความชื้นจะค่อยๆลดลงตามมาที่ความสูง 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ สังเกตได้ว่าค่าความชื้นกับความสูงมีการแปรผันในแนวทางเดียวกันเสมอ (อ้างอิงตารางที่ ผ.4 ภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศ-ตะวันออกเฉียงเหนือ



แผนภูมิที่ 4.5 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศ-ตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน

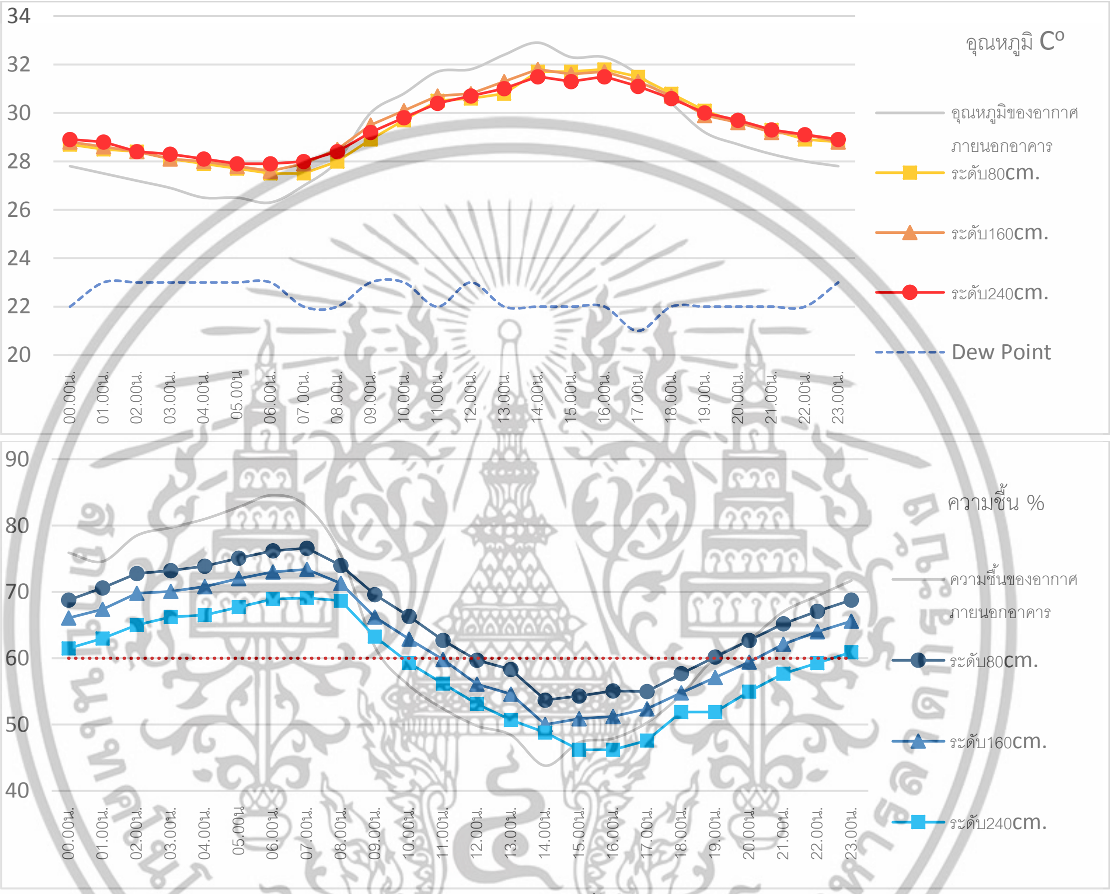
พบว่าค่าของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังอาคารภายในด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีลักษณะคล้ายกับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังอาคารภายในด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จากการเปรียบเทียบกับการตรวจวัดผลกับจุดอื่นๆที่ผ่านมา สังเกตได้ว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่กึ่งกลางอาคารจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศที่อยู่ริมผนังอาคาร และอุณหภูมิที่ความสูงระดับต่ำจะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าระดับความสูงที่สูงขึ้นไป

ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าน้อยกว่าค่าความชื้นของอากาศภายในอาคารและค่าความชื้นที่ระดับพื้นในอาคาร ค่าความชื้นมีค่าสูงสุดที่ความสูงระดับ 80 เซนติเมตร และค่าความชื้นจะค่อยๆลดลงตามมาที่ความสูง 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร ตามลำดับ สังเกตได้ว่าค่าความชื้นกับความสูงมีการแปรผันในแนวทางเดียวกันเสมอ จากการเปรียบเทียบกับการตรวจวัดผลกับจุดอื่นๆที่ผ่านมา สังเกตได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่อยู่กึ่งกลางอาคารจะมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ริมผนังของอาคาร และความชื้นสัมพัทธ์ความสูงระดับต่ำจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าระดับความสูงที่สูงขึ้นไป (อ้างอิงตารางที่ ผ.5 ภาคผนวก)

4.2.6 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศ-ตะวันตกเฉียงเหนือ



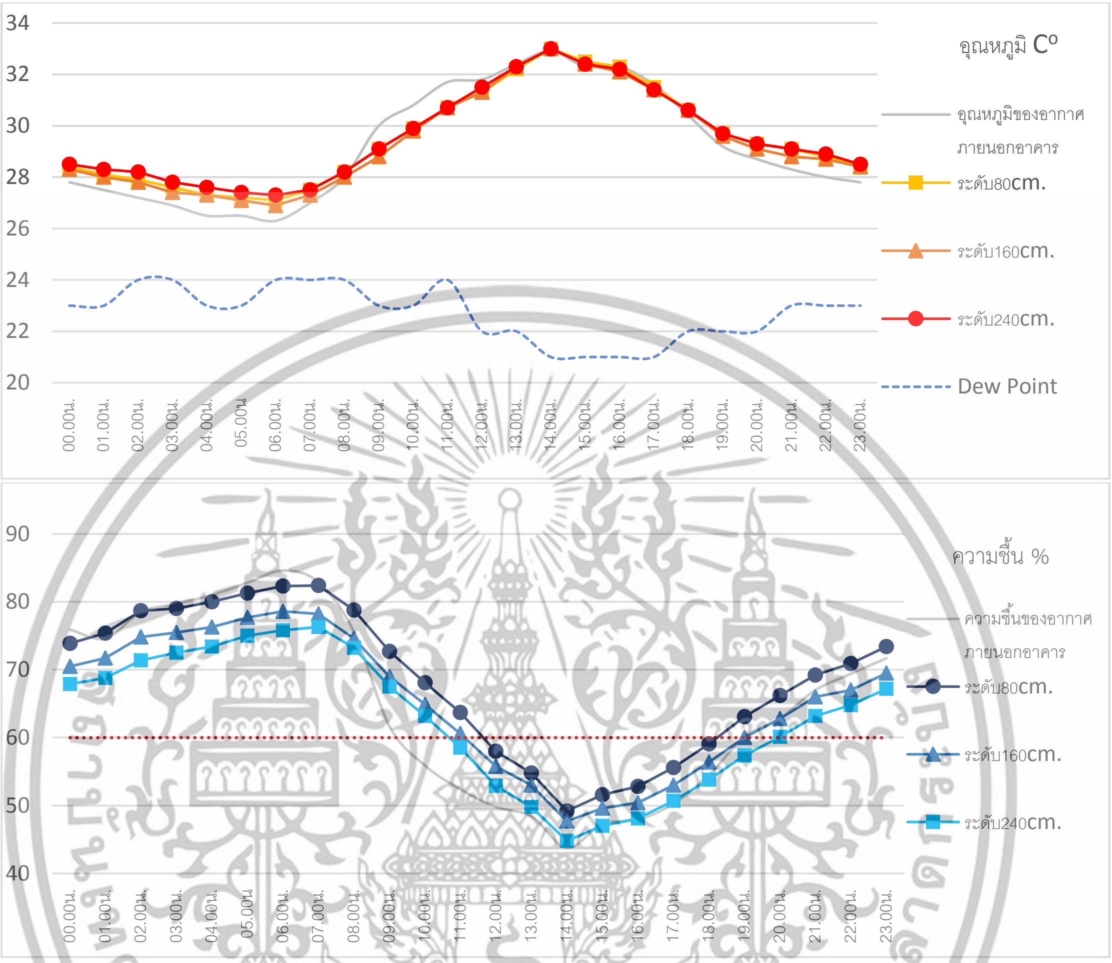
แผนภูมิที่ 4.6 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศ-ตะวันตกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน

พบว่าค่าของอุณหภูมิที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิที่ริมผนังภายนอกอาคารจะมีค่าสูงกว่าชัดเจนในช่วงเวลา 14.00 น. – 16.00 น. ที่ 0.5 – 1 องศาเซลเซียส

ค่าความชื้นสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับค่าความชื้นที่ริมผนังภายในจะมีค่าแตกต่างกันในช่วงบ่าย โดยค่าความชื้นที่ริมผนังภายนอกจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ค่าความชื้นมีค่าสูงสุดที่ความสูงระดับ 80 เซนติเมตร และค่าความชื้นจะค่อยๆลดลงตามมาที่ความสูง 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร ตามลำดับ (อ้างอิงตารางที่ ผ.6 ภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ผลของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศ-ตะวันออกเฉียงเหนือ



แผนภูมิที่ 4.7 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศ-ตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 3 ระดับ ของทั้ง 7 วัน

พบว่าค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกของอาคารกรณีศึกษาด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะมีลักษณะใกล้เคียงกับอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นที่ริมผนังภายนอกกับค่าความชื้นที่ริมผนังภายในพบว่าค่าความชื้นที่ริมผนังภายนอกจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 3-6% ในทุกช่วงเวลาและระดับความสูง ค่าความชื้นมีค่าสูงสุดที่ความสูงระดับ 80 เซนติเมตร และค่าความชื้นจะค่อยๆลดลงตามมาที่ความสูง 160 เซนติเมตร และ 240 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบการตรวจวัดผลกับจุดอื่นๆที่ผ่านมา สังเกตได้ว่าลักษณะค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีลักษณะการแปรผันตามระดับความสูงเช่นเดียวกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร คือค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ความสูงระดับต่ำจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าระดับความสูงที่สูงขึ้นไป (อ้างอิงตารางที่ ผ.7 ภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 ผลของความเร็วลมภายในอาคาร

ตารางที่ 4.1 ผลของความเร็วลมภายในอาคารทั้ง 7 วัน (เมตร/วินาที)

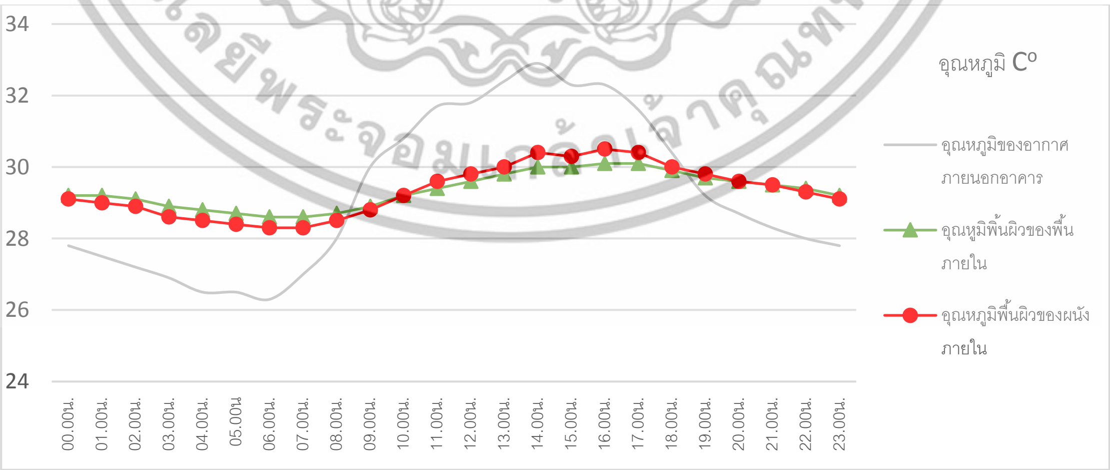
เวลา	ภายนอกอาคาร	ภายในอาคาร ตำแหน่งลมเข้า	ภายในอาคาร ตำแหน่งกึ่งกลางอาคาร	ภายในอาคาร ตำแหน่งลมออก
00.00	0.4	0.00	0.00	0.00
01.00	0.3	0.00	0.05	0.03
02.00	0.7	0.00	0.00	0.00
03.00	0.3	0.00	0.08	0.00
04.00	0.5	0.00	0.00	0.00
05.00	0.6	0.05	0.00	0.00
06.00	0.4	0.00	0.06	0.00
07.00	0.3	0.00	0.00	0.00
08.00	0.6	0.02	0.00	0.00
09.00	0.2	0.00	0.00	0.08
10.00	0.3	0.00	0.12	0.00
11.00	0.5	0.00	0.00	0.00
12.00	0.6	0.00	0.00	0.00
13.00	0.5	0.04	0.00	0.00
14.00	0.7	0.00	0.16	0.00
15.00	0.5	0.00	0.00	0.08
16.00	0.3	0.00	0.00	0.00
17.00	0.5	0.14	0.04	0.00
18.00	0.4	0.00	0.00	0.00
19.00	0.2	0.00	0.00	0.00
20.00	0.3	0.00	0.06	0.17
21.00	0.5	0.04	0.00	0.04
22.00	0.4	0.00	0.00	0.00
23.00	0.3	0.00	0.02	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 ความเร็วลมที่วัดได้ภายในอาคาร

โดยจากการเก็บข้อมูลค่าความเร็วลมภายในอาคาร ได้ค่าความเร็วลมต่ำกว่า 0.2 เมตรต่อวินาทีทั้งหมด พบว่าลมไม่สามารถไหลผ่านอาคารได้ เนื่องจากมีการติดมุ้งลวดที่ประตูและหน้าต่าง แม้ว่าผนังมีส่วนที่เป็นช่องเปิดถึง 25% ของผนังทึบ ตามมาตราโบฟอร์ดจัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ 0 ลักษณะลม Calm เป็นลมแบบสงบเงียบ

4.2.9 ผลของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคาร

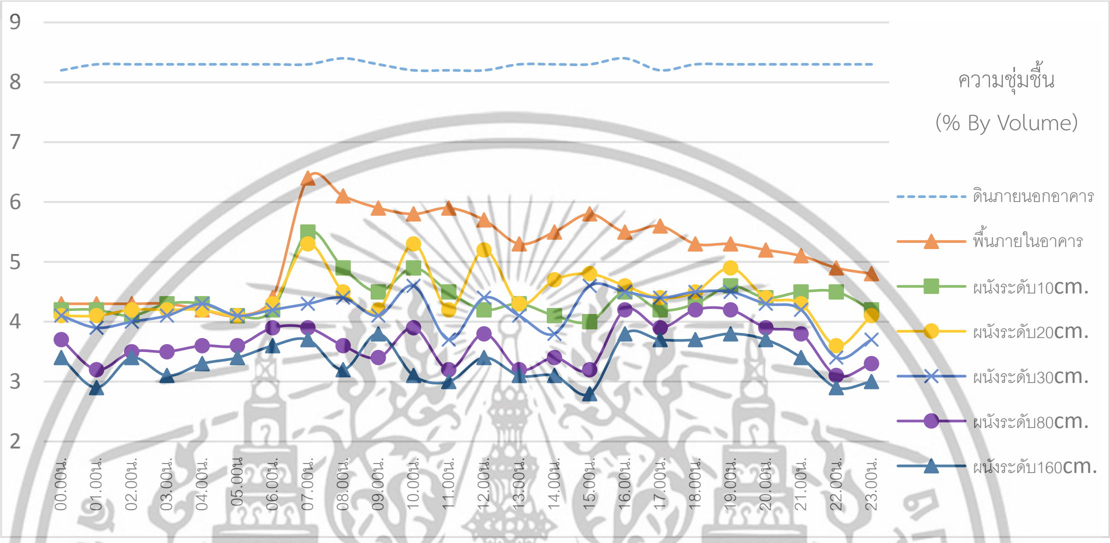


แผนภูมิที่ 4.8 ภาพแสดงกราฟค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในของทั้ง 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดอุณหภูมิพื้นผิวของผนังภายในอาคาร พบว่าผนังอาคารจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอกในช่วงเวลา 9.00 น. – 8.00 น. ค่าอุณหภูมิจะแตกต่างกันชัดเจนที่สุดในเวลา 14.00 น. คือ 2.9 องศาเซลเซียส (อ้างอิงตารางที่ ผ.8 ภาคผนวก)

4.2.10 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

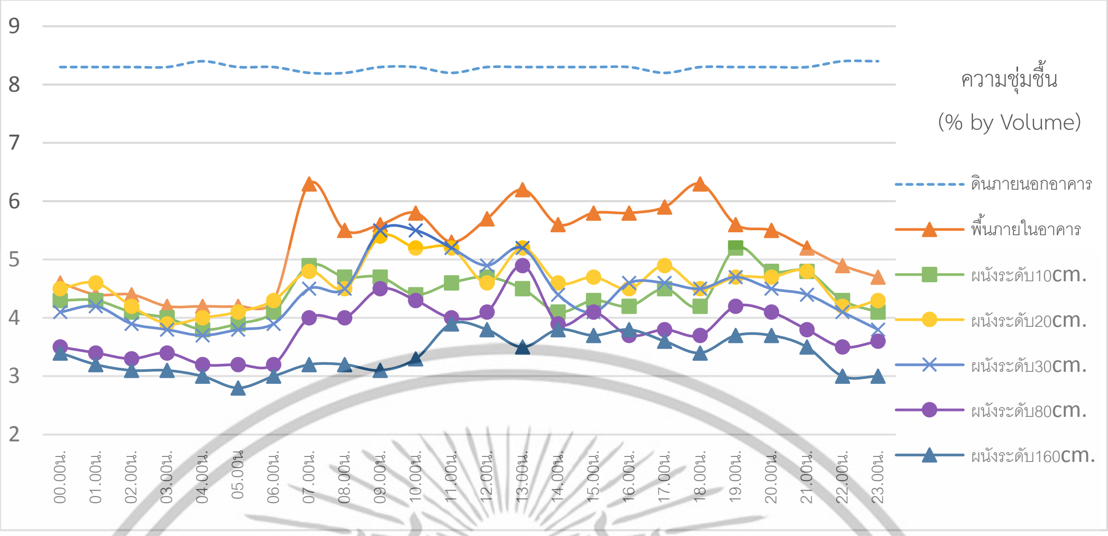


แผนภูมิที่ 4.9 ภาพแสดงกราฟความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการเก็บข้อมูลค่าความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุพบว่าค่าความชุ่มชื้นในวัสดุของอาคารกรณีศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองตรวจวัดค่าความชุ่มชื้นในผนังอิฐดินดิบในสภาวะห้องปรับอากาศของ อรวรรณ บาระพรม ที่ทำการควบคุมความชื้นของอิฐดินดิบในห้องปรับอากาศแล้วได้ค่าความชุ่มชื้นที่ 1.7 % By Volume พบว่าชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุของอาคารกรณีศึกษามีค่าสูง ค่าความชุ่มชื้นในพื้นดินภายนอกอาคารมีค่าสูงถึง 8.2 % By Volume ความชุ่มชื้นของพื้นภายในอาคารจะมีมากกว่าผนัง ค่าของความชุ่มชื้นจะมีค่าสูงที่สุดในช่วงเวลาเช้า จากการเปรียบเทียบความชุ่มชื้นในผนังกับระดับความสูงต่างๆ จะเห็นผลชัดเจนว่า ค่าของความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุจะมีค่าสูงในบริเวณที่ระดับต่ำของผนังจากนั้นค่าของความชุ่มชื้นจะลดลงเรื่อยๆตามความสูงที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ (อ้างอิงตารางที่ ผ.9 ภาคผนวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.11 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



แผนภูมิที่ 4.10 ภาพแสดงกราฟความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ค่าความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มีค่าใกล้เคียงกับความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าค่าความชุ่มชื้นในพื้นจะมีมากกว่าผนัง จากการเปรียบเทียบความชุ่มชื้นในผนังกับระดับความสูงต่างๆ จะเห็นผลชัดเจนว่า ค่าของความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุจะมีค่าสูงในบริเวณที่ระดับต่ำของผนังจากนั้นค่าของความชุ่มชื้นจะลดลงเรื่อยๆ ตามความสูงที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ จากการเก็บข้อมูลความชุ่มชื้นในเนื้อวัสดุสังเกตได้ว่าค่าของความชุ่มชื้นมีความแปรผันกับระดับความสูงในทิศทางเดียวกัน (อ้างอิงตารางที่ ผ.10 ภาคผนวก)

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลทดลองทั้งหมด

จากการตรวจวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารกรณีศึกษา พบว่าบริเวณที่ตั้งของอาคารเป็นพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ทุกจุดที่ทำการสำรวจค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าความชื้นที่สูงที่สุดจะอยู่ในช่วงเวลา 5.00 น. – 8.00 น. ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 14.00 น. -15.00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะมีค่าสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในในช่วงเช้า แต่จะน้อยกว่าในช่วงบ่าย

ในความสูงระดับเดียวกันนั้นพื้นที่ที่อยู่กึ่งกลางอาคารมากกว่าจะมีค่าความชื้นสูงกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น เนื่องมากจากอาคารมีช่องเปิดถึง 25% ของผนังทึบ ทำให้ความชื้นภายนอกสามารถเข้าสู่อาคารได้ แต่จากการวัดความเร็วลมพบว่าตัวอาคารไม่มีการระบายอากาศจึงทำให้เกิดความชื้นสะสมภายอยู่ภายในอาคารในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าเกิน 60% เกือบตลอดทั้งวัน ในช่วงเช้ามีดค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงเกิน 70% ค่า Dew Point เฉลี่ยภายในอาคารมีค่าอยู่ที่ 22 องศาเซลเซียส ค่า Dew Point ที่สูงที่สุดคือที่บริเวณพื้นของอาคาร มีค่า 24 องศาเซลเซียส แสดงถึงโอกาสเกิดการควบแน่นได้ง่าย

จากการตรวจวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารกับระดับความสูงต่างๆ พบค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงอยู่บริเวณเหนือพื้นของอาคาร สังเกตว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับความสูงต่ำภายในอาคาร แต่เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าต่ำลง

จากการตรวจวัดค่าความชุ่มชื้นของพื้นและผนังภายในอาคาร พบว่าค่าความชุ่มชื้นของพื้นมีค่าที่สูงที่สุด เมื่อสังเกตค่าของความชุ่มชื้นกับระดับความสูงของผนังพบว่าค่าความชุ่มชื้นจะสูงที่สุดบริเวณระดับต่ำของผนัง พบว่าผลสอดคล้องกับการตรวจวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารกับระดับความสูงต่างๆ ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับความสูงต่ำภายในอาคาร เนื่องจากในการก่อสร้างฐานรากของอาคารได้ใช้วิธีการเทคอนกรีตบางเพียง 4 เซนติเมตร บนคานคอนกรีตที่ฝังอยู่เสมอกับพื้นดินในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงโดยไม่มีวัสดุป้องกันความชื้น ทำให้ความชื้นจากพื้นดินเข้ามาสู่อาคาร จึงสอดคล้องกับการผุพังของผนังอาคารที่บริเวณฐานรากของอาคาร

จะสังเกตได้ว่าค่าความชื้นจะมีค่าสัมพัทธ์กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิมีค่าสูงความชื้นจะมีค่าต่ำเมื่ออุณหภูมิมีค่าต่ำความชื้นจะมีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาถึงลักษณะของสภาวะความชื้นที่เกิดขึ้นในอาคารบ้านดิน อาคารกรณีศึกษาอาคารหอประชุมศุภสวัสดิ์ จังหวัดนครนายก จากการสำรวจอาคารพบว่าอาคารเกิดปัญหามีการผุพังของผนังอาคารบริเวณฐานรากและการหลุดร่วงเป็นฝุ่นผงภายใน จึงได้ทำการสำรวจอาคารเพื่อศึกษาถึงลักษณะของพฤติกรรมของความชื้นแล้วสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลของพฤติกรรมของความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้น

1. ลักษณะของความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภ-สวัสดิ์ จังหวัดนครนายก ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าเกิน 60% เกือบตลอดทั้งวัน ในความสูงระดับเดียวกันนั้นพื้นที่ที่อยู่กึ่งกลางอาคารมากกว่าจะมีค่าความชื้นสูงกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น สังเกตว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับความสูงต่ำภายในอาคาร แต่เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าต่ำลง

2. จากการเก็บข้อมูลความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารกรณีศึกษา อาคารหอประชุมศุภ-สวัสดิ์ จังหวัดนครนายก เกิดจาก 2 แหล่งที่มาความชื้น (ยกเว้นความชื้นที่เกิดจากกิจกรรมภายในอาคาร)

แหล่งที่หนึ่งความชื้นจากอากาศภายนอกอาคาร สังเกตได้จากการแปรผันของค่าความชื้นสัมพัทธ์กับระดับความสูงและตำแหน่งต่างๆ พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์มีลักษณะรวมตัวอยู่บริเวณกึ่งกลางอาคาร เกิดจากการที่อาคารตั้งอยู่ในบริเวณที่ลักษณะโดยรองเป็นป่าและแหล่งน้ำ ทำให้ที่ตั้งของอาคารมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 60 % แต่จากการสำรวจอาคารพบว่าตัวอาคารไม่สามารถระบายอากาศได้ ทำให้ความชื้นจากภายนอกเข้าสู่อาคารและเกิดการสะสมอยู่ภายในอาคาร

แหล่งที่สองความชื้นจากใต้ดินซึมผ่านเข้าสู่อาคาร สักเกตได้จากการเก็บข้อมูลความชุ่มชื้นของดินโดยรอบอาคารเปรียบเทียบกับลักษณะความชุ่มชื้นของพื้นและผนังภายในอาคาร พบว่าลักษณะของค่าความชุ่มชื้นมีการแปรผันกับระดับความสูง โดยพื้นดินภายนอกจะเป็นจุดที่มีค่าความชุ่มชื้นสูงที่สุด ตามด้วยพื้นภายในอาคารและผนังที่ระดับต่ำจะมีค่าสูงกว่าระดับที่สูงขึ้นไป เกิดจากตัวอาคารตั้งอยู่ในพื้นที่ราบบริเวณใกล้แหล่งน้ำ และลักษณะของดินในพื้นที่เป็นดินเหนียวที่มีอัตราการซึมน้ำต่ำ ทำให้ดินบริเวณอาคารมีความชุ่มชื้นสูง ประกอบกับการก่อสร้างฐานรากอาคารที่ไม่มีการป้องกันความชื้นทำให้ความชื้นของดินสามารถซึมผ่านวัสดุอาคารเข้ามาภายในได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากการเก็บข้อมูลพบการชำรุดเสียหายของอาคารกรณีศึกษาเกิดขึ้นที่บริเวณความสูงตั้งแต่ 0-40 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับมูลลักษณะความชื้นสัมพัทธ์และความชุ่มชื้นในวัสดุอาคาร พบว่าลักษณะของความชื้นที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับการชำรุดเสียหายของอาคาร แม้พบว่าค่าความชื้นที่บริเวณกึ่งกลางภายในอาคารมีค่าสูงเช่นกัน แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนนี้ไม่ส่งผลกระทบกับอาคารอย่างชัดเจนเนื่องจากไม่มีแหล่งซึมซับความชื้น

4. จากการศึกษาพบว่าที่ตั้งของอาคารกรณีศึกษาไม่เหมาะสมสำหรับอาคาร เนื่องจากพื้นที่ตั้งเป็นพื้นที่ที่มีค่าความชื้นสูง ซึ่งทำให้เกิดการชำรุดเสียหายของตัวอาคาร หากอยากให้อาคารคงสภาพดี จำเป็นต้องมีการบำรุงและซ่อมแซมอาคารอยู่เสมอ

5.2 ข้อเสนอแนะการศึกษาและแนวทางป้องกัน

1. การวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นเป็นเพียงการวัดของวันที่ 30 พฤษภาคม 2562 ถึง 5 มิถุนายน 2562 เท่านั้น ควรจะต้องมีการวัดในหลากหลายฤดูเพื่อจะได้ผลที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบ

2. การป้องกันความชื้นสะสมภายในอาคารตัวอาคารควรมีช่องเปิดที่มากเพื่อให้การระบายอากาศพาความชื้นออกจากอาคาร หรือวิธีการระบายอากาศที่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องกล เช่น พัดลม เครื่องดูดอากาศ เพื่อช่วยให้อากาศเคลื่อนไหวหมุนเวียน สำหรับเรื่องของขนาดช่องเปิดอาคารควรมีการศึกษาต่อเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับอาคารประเภทบ้านดิน

3. สำหรับการป้องกันความชื้นที่เกิดจากพื้นดิน ลักษณะทางภูมิสถาปัตยกรรมควรมีทางลาดชันไหลระบายน้ำได้ดี และควรมีการป้องกันความชื้นจากใต้ดินไม่ให้ขึ้นมาสู่ฐานรากอาคารด้วยวัสดุป้องกันความชื้น (กันซึม) ได้ทั้งแบบทาและแบบแผ่น

4. สำหรับการป้องกันความชื้นของผนังอาคาร ผนังอาคารควรฉาบผิวผนังด้วยวัสดุเคลือบผิวป้องกันการซึมเพื่อป้องกันความชื้นที่มีค่าสูงที่ระดับเหนือพื้นจนถึงความสูงที่ 40 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อยและมีการใช้วัสดุป้องกันการซึมของน้ำผ่านรอยต่อระหว่างพื้นและผนังด้วยน้ำยา Coating หรือเทปกันซึมปิดรอยต่อพื้นและผนัง

5. จากคุณสมบัติของวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน ไม่สารมารถทำให้ถาวรได้ แต่สามารถยืดอายุการใช้งานและประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กตัญชลี เวชวิมล. **อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2543

กติกา สระมณีอินทร์, กานต์นลินญา บุญที, สิริวรัญญา ศรีษาคำกุลวัฒน์ และ ยุภารัตน์ เครือวงษา. **การสำรวจชนิดและปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี: 2559

ชลดา อ่อนอาษา. **ความผันแปรของความชื้นในดินในป่าดิบแล้งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศระดับต่างๆ.** สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช: 2551

ฐิติกา แก้วสมวงศ์. **การศึกษาวิธีการในการลดความชื้นของอากาศภายในอาคาร.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2550

ณภัทร ศรีวัฒนประยูร, นฤมล แสนเสนา และ พิมพ์ณภัท จันทร์ศรี. **การศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านดิน.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: 2552

ดารณี จารีมิตร. **การจำลองพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของความชื้นในผนังอาคารบ้านพักอาศัยในเขตร้อน-ชื้น.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2561

ดำรงศักดิ์ รินชุมภู และ รุจิโรจน์ อนามบุตร. **การกำหนดค่าการซึมได้ของน้ำฝนไหลนองบนสวนซับน้ำฝนสำหรับงานภูมิสถาปัตยกรรม.** วารสารวิชาการ การออกแบบสภาพแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2560

ดวงนภา ศิลปะสาย. **บ้านดิน : สถาปัตยกรรมทางเลือก.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร: 2546

ตรึงใจ บูรณสมภพ **การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร: 2514

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ. **ความชื้นในดินในป่าธรรมชาติของศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ บริเวณกลุ่มน้ำห้วยไร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร.** 2540

ปรีชญา รังสิรักษ์. **เอกสารคำสอนวิชาภูมิอากาศชั้นสูง (Advanced Cilmatology)**

ไพริน พงษ์สุระ. **หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น.** [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.baandin.com

วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ. **อากาศสามารถรับไอน้ำได้ที่อุณหภูมิต่างๆ.** อุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

วณิชกานต์ เหล่าสมาธิกุล. **แนวทางการแก้ปัญหาความชื้นในผนังอุโบสถ กรณีศึกษา วัดเชิงเลย จังหวัดนครปฐม.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2560

สิทธิพงษ์ เพิ่มพิทักษ์. **เทคนิคการสร้างบ้านดิน.** วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 ตุลาคม 2554 – มีนาคม 2555

อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์. **ความผันแปรของการสะสมความชื้นในผนังอาคารโบราณสถาน บางแห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: 2554

อรรณพ สัจจพงษ์. **การศึกษาภาวะความชื้นของอากาศภายในบ้านแถว เขตกรุงเทพมหานคร.** สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 2552

ASHRAE. 2000. ASHRAE Handbook - **HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating.** Refrigerating and Air-conditioning Engineers

M.D. avin Egen. **Concepts in Thermal Comfort.** Prentice Hall Inc.Englewood Cliffs. New Jersey: 1975

Steven V. Szokolay. **Introduction to Architectural Science: The Bassis of Sustainable Design:** 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.1 แสดงผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคารทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกอาคารทั้ง 7 วัน		
เวลา	อุณหภูมิ C°	ความชื้น %
00.00	27.8	75.9
01.00	27.5	74.6
02.00	27.2	78.5
03.00	26.9	79.7
04.00	26.5	81
05.00	26.5	82.8
06.00	26.3	84.6
07.00	27	82.9
08.00	28	75.6
09.00	30	61.7
10.00	30.8	55.9
11.00	31.7	52.4
12.00	31.8	49.8
13.00	32.4	48.4
14.00	32.9	43.8
15.00	32.3	47.3
16.00	32.3	47.9
17.00	31.6	50.3
18.00	30.4	54.5
19.00	29.2	60.1
20.00	28.7	62.8
21.00	28.3	67
22.00	28	69.4
23.00	27.8	71.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.2 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในอาคารทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.
00.00	28.7	28.7	28.7	71	67.1	66
01.00	28.6	28.5	28.6	71.6	68.1	66.8
02.00	28.3	28.3	28.4	73.9	70.4	68.7
03.00	28.1	28.1	28.1	74.8	71.1	69.5
04.00	27.9	27.9	27.9	74.9	71.4	69.9
05.00	27.7	27.8	27.8	75.9	72.3	70.6
06.00	27.5	27.6	27.7	77.3	73.8	72
07.00	27.8	27.8	27.9	77.9	74.2	72.5
08.00	28.2	28.3	28.3	76.8	72.5	71.3
09.00	28.8	28.8	28.8	72.4	67.8	66.7
10.00	29.6	29.6	29.6	69	64.7	63.4
11.00	30.2	30.2	30.2	65.2	61	59.8
12.00	30.4	30.4	30.5	61.4	57.6	56.6
13.00	30.8	30	31.1	59.4	56.2	56.6
14.00	31.4	31.5	31.5	54.2	51.3	50.5
15.00	31.1	31.2	31.2	55.6	52.4	51.2
16.00	31.4	31.3	31.5	55.2	52	50.6
17.00	30	31	31.1	56.9	53.3	52
18.00	30.4	30.3	30.5	59.4	55.5	54.4
19.00	29.7	29.7	29.8	62.2	58.2	56.7
20.00	29.3	29.5	29.5	64.1	60	58.7
21.00	29.1	29.1	29.3	67	62.9	62
22.00	28.9	28.8	29.2	68.7	64.9	63.4
23.00	28.6	28.8	28.8	70.5	66.4	64.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.3 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับพื้นภายในอาคารทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับพื้นภายในอาคารทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 10 cm.	ความสูง 20 cm.	ความสูง 30 cm.	ความสูง 10 cm.	ความสูง 20 cm.	ความสูง 30 cm.
00.00	28.7	28.7	28.7	73.2	69.6	67.2
01.00	28.4	28.4	28.5	74.1	70.	68.2
02.00	28.3	28.2	28.2	76.6	72.9	70.7
03.00	28.1	28	28	76.9	73.5	71.1
04.00	27.8	27.9	27.8	77.5	74.6	71.7
05.00	27.8	27.8	27.8	78.1	75	72.6
06.00	27.5	27.5	27.6	79.8	76.4	74.1
07.00	27.8	27.8	27.8	80	76.4	74.6
08.00	28.2	28.3	28.3	78	75.4	72.4
09.00	29	28.8	28.9	73.6	70.5	67.7
10.00	29.6	29.5	29.4	71.4	68.4	65.2
11.00	30	29.9	29.9	68.6	65.1	65
12.00	30.1	30.2	30.1	65.7	62.5	58.9
13.00	30.4	30.6	30.4	64.7	60.6	57.7
14.00	30.8	30.9	30.8	60.7	56.5	53.4
15.00	30.6	30.8	30.5	61.8	58.2	54.8
16.00	30.8	31	30.8	61.4	56.9	54.1
17.00	30.7	30.8	30.7	61	58.9	54.5
18.00	30.2	30.2	30.1	63.3	59.8	57
19.00	29.7	29.7	29.7	64.1	61.1	58.2
20.00	29.3	29.4	29.4	65.9	62.6	60
21.00	29.2	29.1	29.1	68.8	65.7	62.8
22.00	28.9	28.9	28.9	70.7	68	64.9
23.00	28.7	28.5	28.7	72.4	69.5	66.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.4 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.
00.00	29.1	29.1	29.2	66.4	66	65.3
01.00	28.9	28.9	29.1	67.4	66.7	66.1
02.00	28.7	28.7	29.1	69.2	68.6	68
03.00	28.5	28.5	28.8	69.6	68.8	68.4
04.00	28.4	28.4	28.5	69.8	69.2	68.6
05.00	28.4	28.3	28.5	70.6	69.7	69.5
06.00	28.2	28.1	28.4	71.8	71	70.5
07.00	28.3	28.2	28.4	72.3	71.7	71.4
08.00	28.5	28.4	28.7	72.2	71.3	71.2
09.00	28.9	28.9	29.1	69.2	68.3	68.3
10.00	29.3	29.4	29.6	67.1	66.5	66.5
11.00	29.9	29.9	30.1	64.5	64.1	63.9
12.00	30.1	30	30.3	60.9	60.7	60.4
13.00	30.3	30.4	30.6	59.3	59.1	58.6
14.00	30.7	30.9	31	54.7	55.1	54.2
15.00	30.6	30.8	31.1	55.2	55.4	54.4
16.00	30.8	30.8	31.3	54.9	55.1	53.9
17.00	30.5	30.7	31	55.8	55.9	54.8
18.00	30.3	30.3	30.6	57.3	57.1	55.9
19.00	29.9	29.9	30	59.3	58.8	58.1
20.00	29.7	29.7	29.9	60.6	60.2	59.6
21.00	29.5	29.4	29.6	63.1	62.5	62
22.00	29.3	29.2	29.5	64.7	64.1	63.5
23.00	29.1	29.1	29.4	65.9	65.3	64.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายในอาคารด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.
00.00	29.2	29.2	29.1	67.9	64	61.5
01.00	29.2	29.2	29	68.6	64.6	62.1
02.00	29.1	29.1	28.9	70.3	66.4	63.7
03.00	28.8	28.8	28.8	70.7	66.6	64.4
04.00	28.6	28.6	28.5	71	66.8	64.6
05.00	28.5	28.5	28.4	71.9	67.7	65.6
06.00	28.4	28.4	28.3	72.7	68.7	66.4
07.00	28.4	28.4	28.3	73.9	69.7	67.4
08.00	28.7	28.6	28.5	73.5	69.3	67.5
09.00	29.2	28.9	28.9	70.7	66.3	64.8
10.00	29.6	29.5	29.3	69	64.6	63
11.00	29.9	30	30	66.2	62.5	60
12.00	30.2	30.2	30.3	62.5	59	56.1
13.00	30.7	30.6	30.6	60.4	57.3	53.9
14.00	30.9	31	31.1	56.2	53.5	49.6
15.00	30.8	31	31	56.3	53.6	49.9
16.00	31	31.1	31.1	56.1	53.5	49.6
17.00	30.8	30.9	31	57.3	54.3	50.7
18.00	30.4	30.5	30.5	58.9	55.6	52.2
19.00	30	30	30	60.4	57	54.1
20.00	29.8	29.8	29.7	62.2	58.5	55.8
21.00	29.6	29.6	29.6	64.7	60.7	58.1
22.00	29.5	29.4	29.4	66.1	62	59.6
23.00	29.3	29.3	29.2	67.3	63.4	60.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.6 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.
00.00	28.7	28.8	28.9	68.8	66.1	61.5
01.00	28.5	28.6	28.8	70.6	67.4	63
02.00	28.4	28.4	28.4	72.8	69.8	65
03.00	28.1	28.1	28.3	73.2	70.1	66.2
04.00	27.9	28	28.1	73.9	70.8	66.5
05.00	27.7	27.8	27.9	75.1	72	67.7
06.00	27.5	27.6	27.9	76.2	73	68.9
07.00	27.5	27.9	28	76.6	73.4	69.1
08.00	28	28.5	28.4	74	71.3	68.7
09.00	28.9	29.5	29.2	69.6	66.2	63.3
10.00	29.7	30.1	29.8	66.3	62.9	59.3
11.00	30.5	30.7	30.4	62.7	59.8	56.2
12.00	30.6	30.8	30.7	59.7	56.1	53.1
13.00	30.8	31.3	31	58.3	54.6	50.7
14.00	31.7	31.8	31.5	53.7	50	48.8
15.00	31.7	31.6	31.3	54.3	50.9	46.2
16.00	31.8	31.7	31.5	55.1	51.2	46.2
17.00	31.5	31.3	31.1	55	52.4	47.6
18.00	30.8	30.7	30.6	57.7	54.8	51.9
19.00	30.1	29.9	30	60.2	57.1	51.9
20.00	29.6	29.6	29.7	62.7	59.4	55
21.00	29.3	29.2	29.3	65.2	62.1	57.7
22.00	28.9	29.1	29.1	67.1	64	59.3
23.00	28.8	28.8	28.9	68.8	65.6	60.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.7 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันออก-เฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นที่ริมผนังภายนอกอาคารด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้ง 7 วัน						
เวลา	อุณหภูมิ C°			ความชื้น %		
	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.	ความสูง 80 cm.	ความสูง 160 cm.	ความสูง 240 cm.
00.00	28.4	28.3	28.5	73.9	70.5	67.9
01.00	28.1	28	28.3	75.4	71.7	68.8
02.00	27.9	27.8	28.2	78.7	74.8	71.4
03.00	27.6	27.4	27.8	79	75.5	72.5
04.00	27.3	27.3	27.6	80	76.3	73.4
05.00	27.2	27.1	27.4	81.3	77.7	75
06.00	27.1	26.9	27.3	82.3	78.6	75.8
07.00	27.5	27.3	27.5	82.4	78.2	76.3
08.00	28.2	28	28.2	78.8	74.6	73.2
09.00	29.1	28.8	29.1	72.7	69	67.5
10.00	29.9	29.8	29.9	68.1	64.9	63.2
11.00	30.7	30.7	30.7	63.7	60.6	58.5
12.00	31.3	31.3	31.5	58	55.8	52.9
13.00	32.2	32.3	32.3	54.8	53	49.8
14.00	33	33	33	49.2	47.7	44.8
15.00	32.5	32.4	32.4	51.6	49.6	47
16.00	32.3	32.1	32.2	52.8	50.4	48.1
17.00	31.5	31.4	31.4	55.6	53	50.7
18.00	30.6	30.6	30.6	59.1	56.4	53.8
19.00	29.7	29.6	29.7	63.1	60	57.4
20.00	29.3	29.1	29.3	66.2	62.8	60.1
21.00	29.1	28.8	29.1	69.2	66	63.2
22.00	28.8	28.7	28.9	70.9	67	64.8
23.00	28.4	28.4	28.5	73.4	69.5	67.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.8 ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคารทั้ง 7 วัน

ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นและผนังภายในอาคารทั้ง 7 วัน		
เวลา	อุณหภูมิพื้นผิวของพื้น	อุณหภูมิพื้นผิวของผนัง
00.00	29.2	29.1
01.00	29.2	29
02.00	29.1	28.9
03.00	28.9	28.6
04.00	28.8	28.5
05.00	28.7	28.4
06.00	28.6	28.3
07.00	28.6	28.3
08.00	28.7	28.5
09.00	28.9	28.8
10.00	29.2	29.2
11.00	29.4	29.6
12.00	29.6	29.8
13.00	29.8	30
14.00	30	30.4
15.00	30	30.3
16.00	30.1	30.5
17.00	30.1	30.4
18.00	29.9	30
19.00	29.7	29.8
20.00	29.6	29.6
21.00	29.5	29.5
22.00	29.4	29.3
23.00	29.2	29.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.9 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ							
เวลา	ดิน ภายนอก อาคาร	พื้น ภายใน อาคาร	ผนังระดับ 10cm.	ผนังระดับ 20cm.	ผนังระดับ 30cm.	ผนังระดับ 80cm.	ผนังระดับ 160cm.
00.00	8.2	4.3	4.2	4.1	4.1	3.7	3.4
01.00	8.2	4.3	4.2	4.1	3.9	3.2	2.9
02.00	8.2	4.3	4.1	4.2	4	3.5	3.4
03.00	8.2	4.3	4.3	4.2	4.1	3.5	3.1
04.00	8.2	4.2	4.3	4.2	4.3	3.6	3.3
05.00	8.2	4.1	4.1	4.1	4.1	3.6	3.4
06.00	8.2	4.4	4.2	4.3	4.2	3.9	3.6
07.00	8.2	6.4	5.5	5.3	4.3	3.9	3.7
08.00	8.2	6.1	4.9	4.5	4.4	3.6	3.2
09.00	8.2	5.9	4.5	4.2	4.1	3.4	3.8
10.00	8.2	5.8	4.9	5.3	4.6	3.9	3.1
11.00	8.2	5.9	4.5	4.2	3.7	3.2	3
12.00	8.2	5.7	4.2	5.2	4.4	3.8	3.4
13.00	8.2	5.3	4.3	4.3	4.1	3.2	3.1
14.00	8.2	5.5	4.1	4.7	3.8	3.4	3.1
15.00	8.2	5.8	4	4.8	4.6	3.2	2.8
16.00	8.2	5.5	4.5	4.6	4.5	4.2	3.8
17.00	8.2	5.6	4.2	4.4	4.4	3.9	3.7
18.00	8.2	5.3	4.3	4.5	4.5	4.2	3.7
19.00	8.2	5.3	4.6	4.9	4.5	4.2	3.8
20.00	8.2	5.2	4.4	4.4	4.3	3.9	3.7
21.00	8.2	5.1	4.5	4.3	4.2	3.8	3.4
22.00	8.2	4.9	4.5	3.6	3.4	3.1	2.9
23.00	8.2	4.8	4.2	4.1	3.7	3.3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.10 ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ผลของความชุ่มชื้นของพื้นและผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ							
เวลา	ดิน ภายนอก อาคาร	พื้น ภายใน อาคาร	ผนังระดับ 10cm.	ผนังระดับ 20cm.	ผนังระดับ 30cm.	ผนังระดับ 80cm.	ผนังระดับ 160cm.
00.00	8.3	4.6	4.3	4.5	4.1	3.5	3.4
01.00	8.3	4.4	4.3	4.6	4.2	3.4	3.2
02.00	8.3	4.4	4.1	4.2	3.9	3.3	3.1
03.00	8.3	4.2	4	3.9	3.8	3.4	3.1
04.00	8.4	4.2	3.8	4	3.7	3.2	3
05.00	8.3	4.2	3.9	4.1	3.8	3.2	2.8
06.00	8.3	4.3	4.1	4.3	3.9	3.2	3
07.00	8.2	6.3	4.9	4.8	4.5	4	3.2
08.00	8.2	5.5	4.7	4.5	4.5	4	3.2
09.00	8.3	5.6	4.7	5.4	5.5	4.5	3.1
10.00	8.3	5.8	4.4	5.2	5.5	4.3	3.3
11.00	8.2	5.3	4.6	5.2	5.2	4	3.9
12.00	8.3	5.7	4.7	4.6	4.9	4.1	3.8
13.00	8.3	6.2	4.5	5.2	5.2	4.9	3.5
14.00	8.3	5.6	4.1	4.6	4.4	3.9	3.8
15.00	8.3	5.8	4.3	4.7	4.1	4.1	3.7
16.00	8.3	5.8	4.2	4.5	4.6	3.7	3.8
17.00	8.2	5.9	4.5	4.9	4.6	3.8	3.6
18.00	8.3	6.3	4.2	4.5	4.5	3.7	3.4
19.00	8.3	5.6	5.2	4.7	4.7	4.2	3.7
20.00	8.3	5.5	4.8	4.7	4.5	4.1	3.7
21.00	8.3	5.2	4.8	4.8	4.4	3.8	3.5
22.00	8.4	4.9	4.3	4.2	4.1	3.5	3
23.00	8.4	4.7	4.1	4.3	3.8	3.6	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย อิทธิศักดิ์ ขวัญบุญจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	18 ธันวาคม พ.ศ. 2535
ที่อยู่	130/253 หมู่บ้านสัมมากร หมู่1 ตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
อีเมล	tongzuni2@gmail.com
โทรศัพท์	084 639 5889

ประวัติการศึกษา

2559	สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (สถ.บ.) สาขาวิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
2562	สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้