อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด

นางสาวกตัญชลี เวชวิมล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543
ISBN 974-13-1274-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MOISTURE AND SUNLIGHT ON MURAL PAINTINGS IN TEMPLES

MISS KATUNCHALEE WECHWIMOL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Science

Inter-Departmental Program in Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-1274-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด
โดย	นางสาวกตัญชลี เวชวิมล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุดารา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นางจิราภรณ์ อรัณยะนาค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุดารา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นางจิราภรณ์ อรัณยะนาค)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กตัญชลี เวชวิมล : อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด. (EFFECTS OF MOISTURE AND SUNLIGHT ON MURAL PAINTINGS IN TEMPLES) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สุรพล สุดารา อ. ที่ปรึกษาร่วม : นางจิราภรณ์ อรัณยะนาค, 96 หน้า. ISBN 974-13 -1274-1.

เป็นที่ทราบกันว่าความชื้นและแสงแดดเป็นสาเหตุหลักต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในประเทศไทย การศึกษาปัจจัยเหล่านี้ได้เลือกวัดเปาโรหิตย์ให้เป็นตัวอย่างของวัดที่มีการตัดผนังโดยสอดแผ่นเหล็กไร้สนิมเพื่อกันความชื้นจากใต้ดิน และเลือกวัดสุวรรณารามราชวรวิหารเป็นตัวอย่างของวัดที่ไม่ได้ตัดผนังกันความชื้น เนื่องจากวัดทั้งสองอยู่ใกล้แหล่งน้ำและภาพจิตรกรรมอยู่ในสมัยใกล้เคียงกัน โดยมีการศึกษาปริมาณความชื้นบนผนัง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณความเข้มแสงบนผนัง และรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ส่วนการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังภายในอุโบสถนั้น ศึกษาจากเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพและชนิดของเกลือบนผนัง ผลการศึกษายืนยันว่าการตัดผนังกันความชื้นโดยใช้แผ่นเหล็กไร้สนิมฝังในผนังนั้นสามารถกันน้ำซึมจากใต้ดินได้ แต่ยังคงมีปัญหาจากเกลือที่ยังหลงเหลือในผนัง วัดเปาโรหิตย์มีปริมาณความชื้นบนผนังน้อยกว่าวัดสุวรรณารามฯ แต่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถของทั้ง 2 วัดไม่แตกต่างกัน โดยที่วัดสุวรรณารามฯ มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถน้อยกว่าภายนอกอุโบสถ ในขณะที่วัดเปาโรหิตย์มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศทั้งภายในและภายนอกอุโบสถไม่แตกต่างกัน โดยปริมาณความชื้นบนผนังของทั้ง 2 วัด มีความสัมพันธ์แปรตามความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นบนผนังจะขึ้นอยู่กับ ความสูงจากพื้นของตำแหน่งที่วัดความชื้น ฤดูกาล และทิศที่ตั้งของผนัง สำหรับช่วงเวลาของวันนั้นพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนัง นอกจากนี้พบว่าวัดเปาโรหิตย์มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าวัดสุวรรณาราม โดยที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังขึ้นอยู่กับฤดูกาล ช่วงเวลาของวันและทิศที่ตั้งของผนัง ในวัดเปาโรหิตย์พบว่าปริมาณความชื้นบนผนังมีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความเข้มแสงและอัลตราไวโอเลต แต่เป็นความสัมพันธ์ในระดับน้อยมาก ในขณะที่วัดสุวรรณารามฯ ปริมาณความชื้นบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลต การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัดสุวรรณารามฯคิดเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่ามีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความชื้นบนผนัง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในขณะที่วัดเปาโรหิตย์ เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพไม่สามารถหาความสัมพันธ์กับทั้ง 3 ปัจจัยได้ เพราะส่วนล่างของจิตรกรรมฝาผนังได้ถูกฉาบปูนไว้จึงไม่มีภาพเหลืออยู่ในส่วนนี้แล้ว เกลือที่พบบนผนังของทั้ง 2 วัดนั้นพบว่าเป็นเกลือที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุก่อสร้าง ไม่ใช่เกลือที่มาจากน้ำใต้ดิน

สหสาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม.... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2543..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172201923 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: MURAL PAINTING / DETERIORATION / MOISTURE / SUNLIGHT / CULTURAL ENVIRONMENT
KATUNCHALEE WECHWIMOL : อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด (EFFECTS OF MOISTURE AND SUNLIGHT ON MURAL PAINTINGS IN TEMPLES) THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SURAPHOL SUDARA, Ph.D., THESIS COADVISOR : CHIRAPORN ARANYANARK, 96 pp. ISBN 974-13-1274-1.

Moisture and sunlight are known to be the main factors causing deterioration to the mural paintings in Thailand. To study these factors, Wat Paorohit, which already inserted stainless steel sheets into the wall to prevent rising damp, had been selected to compare with Wat Suwannaram Ratchaworaviharn, which did not do so. These two temples were selected since their locations were closed to the water catchments and these two temples were decorated with the same age mural paintings. The study involved moisture on surface wall, relative humidity, light intensity and UV radiation on surface wall. The study on deterioration of the mural painting was the estimation in percentage of deterioration space together with analyzing the component of various salt remained on surface wall. The study revealed that waterproof membrane can prevent rising damp but the problem still exists from the remaining salt on the wall. The moisture on surface wall in Wat Paorohit was lower than in Wat Suwannaram. The relative humidity in the interior of both of temples was not different. The interior relative humidity in Wat Suwannaram was higher than the exterior relative humidity, but the interior relative humidity in Wat Paorohit was not different from the exterior relative humidity. Moisture on surface wall of both temples related to interior relative humidity. Moisture on surface wall depended on the height levels from ground, seasons and position of the wall. No difference on time of the day for moisture on surface wall. Furthermore, light intensity and UV radiation in Wat Paorohit were higher than Wat Suwannaram. Light intensity and UV radiation depended on seasons, time of the day and position of wall. Moisture on surface wall in Wat Paorohit related to light intensity and UV radiation but in a rather low level. While moisture on surface wall in Wat Suwannaram did not relate to light intensity nor UV radiation. Percentage in deterioration of mural paintings in Wat Suwannaram showed relation to moisture on surface wall but did not show relation to light intensity and UV radiation on the wall. While in Wat Paorohit, percentage in deterioration could not be concluded on the relationships to all of three factors because the lower part of mural painting in this temple used to be cover with mortar. Varieties of salt found on the walls of both temples are composite of building materials, which is not salt from rising damp.

Department..Inter-department of Environmental Science	Student's signature……
Field of study…..Environmental Science……	Advisor's signature……
Academic year…….2000……..	Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลือของบุคคล และหน่วยงาน ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเจ้าอาวาสวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และเจ้าอาวาสวัดเปาโรหิตย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ปฏิบัติการวิจัย รวมทั้งท่านพระครูเมธังกร หลวงตาประเสริฐ และเณรขวัญ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล สุดารา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์ ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษา และช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จิราภรณ์ อรัณยะนาค ที่กรุณาสละเวลามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ปรึกษา และช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณส่วนวิทยาศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ Thermohygrograph, Lux Meter และ UV Monitor ในการทำการวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณ คุณกิ่งกมล จุลประสิทธิ์พงษ์ คุณวาสนา สายัณหันสมิตร และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ Moisture Meter ในการทำวิจัย และสนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คุณเบญจมาศ ว่องวรกิจ คุณฐิติยา เทวัญอิทธิกร คุณปวีณา ด่านกุล คุณศิวรรณ แก้วงาม คุณชนิตรนันทน์ จั่นมณี คุณสรวุฒิ อัครวัชรางกูร คุณจิณัฐตา วัดคำ คุณพัชรินทร์ ฉัตรประเสริฐ คุณสมานชัย เลิศกมลวิทย์ และคุณกฤติมา ทศชนะ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณภวีณา เวชวิมล คุณปวิณและคุณปวรรษ กมลเสรีรัตน์ ที่ช่วยเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย และช่วยลงแรงในด้านต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณประทม กมลเสรีรัตน์ คุณป้าของผู้วิจัย ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ที่สนับสนุน และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน รวมทั้งให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 จิตรกรรมฝาผนัง 5
2.2 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง 9
3. วิธีดำเนินการศึกษา 20
3.1 วัดที่ทำการศึกษา 20
3.2 วิธีดำเนินการศึกษา 23
4. ผลการศึกษา 30
4.1 อิทธิพลของความชื้น 30
4.2 อิทธิพลของแสงแดด 45
4.3 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด 59
4.4 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง 61
4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับปริมาณความเข้มแสงและรังสี อัลตราไวโอเลตบนผนัง 63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5. วิจารณ์ผลการศึกษา....64
5.1 อิทธิพลของความชื้น....64
5.2 อิทธิพลของแสงแดด....69
5.3 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด....74
5.4 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง....74
5.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับปริมาณความเข้มแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง....76
6. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ....77
6.1 สรุปผลการศึกษา....77
6.2 ข้อเสนอแนะ....78
รายการอ้างอิง....80
ภาคผนวก....83
ประวัติผู้เขียน....96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร...34
ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 34
ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับปริมาณความชื้นบนผนัง วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 37
ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์ 41
ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดเปาโรหิตย์ .42
ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับปริมาณความชื้นบนผนัง วัดเปาโรหิตย์.....45
ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 49
ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 49
ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลาวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 50
ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงบนผนังกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 52
ตารางที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์ 56
ตารางที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์.....56
ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดเปาโรหิตย์.....57
ตารางที่ 4-14 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงบนผนังกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง วัดเปาโรหิตย์ 59

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-15 เปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด 60
ตารางที่ 4-16 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในแต่ละห้องภาพ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 61
ตารางที่ 4-17 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในแต่ละห้องภาพ วัดเปาโรหิตย์ .62
ตารางที่ 4-18 ชนิดของเกลือที่พบในแต่ละวัด 63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2-1 ประเภทของความชื้นในผนัง 10
รูปที่ 2-2 รอยน้ำฝนรั่วจากหลังคา 12
รูปที่ 2-3 รอยความชื้นจากน้ำใต้ดิน 13
รูปที่ 2-4 แรงดึงในรูพรุน 14
รูปที่ 3-1 แผนผังของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารโดยสังเขป 22
รูปที่ 3-2 แผนผังของวัดเปาโรหิตย์โดยสังเขป 23
รูปที่ 3-3 เครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ 24
รูปที่ 3-4 เครื่องวัดความชื้น (PRO 5700) 25
รูปที่ 3-5 แผนผังและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 25
รูปที่ 3-6 แผนผังและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของวัดเปาโรหิตย์ 26
รูปที่ 3-7 เครื่องวัดค่าปริมาณความเข้มแสงแบบใช้หัววัด (Lux Meter) 27
รูปที่ 3-8 เครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Monitor) 28
รูปที่ 3-9 การเก็บเศษชิ้นส่วนบนผิวหน้าของผนัง เพื่อนำไปหาชนิดเกลือ 29
รูปที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังรายเดือน ในแต่ละห้องภาพ ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 31
รูปที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 33
รูปที่ 4-3 ปริมาณความชื้นสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 33
รูปที่ 4-4 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถวัดสุวรรณารามราชวรวิหารเฉลี่ยแต่ละเดือน เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ 36
รูปที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังรายเดือน ในแต่ละห้องภาพ ของวัดเปาโรหิตย์ 39
รูปที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพ ของวัดเปาโรหิตย์ 40
รูปที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์ 40
รูปที่ 4-8 ปริมาณความชื้นสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์ 41

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-9 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถวัดเปาโรหิตย์เฉลี่ยแต่ละเดือน เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ 44
รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดสุวรรณาราม....46
รูปที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดสุวรรณาราม....46
รูปที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร 47
รูปที่ 4-13 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร....47
รูปที่ 4-14 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร... 48
รูปที่ 4-15 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร.... 48
รูปที่ 4-16 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร....51
รูปที่ 4-17 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร....51
รูปที่ 4-18 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดเปาโรหิตย์ 53
รูปที่ 4-19 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดเปาโรหิตย์....53
รูปที่ 4-20 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์.....54
รูปที่ 4-21 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์.....54
รูปที่ 4-22 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์ 55

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-23 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์. 55
รูปที่ 4-24 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน
ของวัดเปาโรหิตย์ 58
รูปที่ 4-25 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน
ของวัดเปาโรหิตย์ 58
รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด 60

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีพุทธศาสนาเป็นศาสนาคู่บ้านคู่เมืองมาช้านาน โบราณสถานที่มีอยู่มากมายทั่วทุกภาคของประเทศจึงเป็นสิ่งก่อสร้างประเภทวัดเสียเป็นส่วนใหญ่ โบราณสถานดังกล่าวมักมีจิตรกรรมฝาผนังที่สร้างขึ้นเพื่อนอกจากประดับศาสนสถานให้งดงามแล้ว ยังทำให้ผู้ชมภาพเกิดความรู้สึกเลื่อมใสศรัทธา และได้ทราบเรื่องราววรรณกรรมและคำสั่งสอนในพระพุทธศาสนา ความงามของจิตรกรรมฝาผนังอันบ่งให้เห็นถึงรสนิยมและคุณลักษณะพิเศษที่เป็นเอกลักษณ์ของชาติไทยโดยเฉพาะ นอกจากนี้จิตรกรรมฝาผนังยังมีคุณค่าในฐานะเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการศึกษาทางวิชาการด้านต่าง ๆ ในอดีต ไม่ว่าจะเป็นด้านประวัติศาสตร์โบราณคดี ชีวิตความเป็นอยู่ จารีตประเพณี วัฒนธรรม ตลอดจนวิวัฒนาการในแต่ละยุคสมัย เนื่องจากช่างเขียนในสมัยใดย่อมถ่ายทอดสิ่งแวดล้อม และความเป็นไปในสมัยนั้นไว้ในจิตรกรรมที่ท่านสร้างขึ้น ดังนั้นจิตรกรรมฝาผนังซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญของชาติจึงควรได้รับการอนุรักษ์ให้คงอยู่สืบไปจนถึงคนรุ่นหลัง

การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังเป็นวิชาการที่นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับความรู้ด้านเทคนิคการช่างไทยโบราณ ซึ่งสำหรับการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ วิธีที่ดีที่สุดของการอนุรักษ์ต้องเริ่มจากการหาสาเหตุของการเสื่อมสภาพ เพื่อจะได้หาวิธีป้องกันและกำจัดสาเหตุทั้งหลายเหล่านั้น

การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจาก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ โดยถ้ามีการจัดการที่ดีและมีการดูแลที่ เข้มงวดจะสามารถควบคุมการเสื่อมสภาพที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ไว้ได้ แต่สำหรับการเสื่อมสภาพที่เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามธรรมชาตินั้น ความรู้และข้อมูลในเรื่องดังกล่าวในเมืองไทยยังมีอยู่น้อย ทำให้การควบคุมและการจัดการเพื่ออนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังเป็นไปได้ยาก จึงควรมีการศึกษาเรื่องปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังให้มากขึ้น

ประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุสำคัญต่อการเสื่อมสภาพของโบราณสถาน รวมทั้งจิตรกรรมฝาผนังด้วย คือ ความชื้น และแสงแดด เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมเขตร้อน และมีความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งค่อนข้างมาก โดยในฤดูฝนมีฝนตกถึง 5 เดือน จากกลางเดือน พฤษภาคม ถึงกลางเดือน ตุลาคม ขณะที่อีก 7 เดือนที่เหลือซึ่งเป็นฤดูแล้ง มีฝนตกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้มีการระเหยของน้ำสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ดังนั้น การมีฝนตกจึงเป็นตัวแทนของฤดูฝนขณะที่การระเหยของน้ำเป็นตัวแทนในฤดูแล้ง (Meteorological Department, 1994 อ้างถึงใน Kuchitsu, Ishizaki และ Nishiura, 1999) ซึ่งการมีฝนตกและการระเหยของน้ำย่อมเกี่ยวข้องกับความชื้นและแสงแดดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ความชื้นเป็นตัวการที่ทำให้วัสดุเกิดการเสื่อมสภาพทั้งกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา เช่น การเกิดรอยความชื้นบนผนัง การเกิดผลึกเกลือโดยความชื้นชักนำมาจากใต้ดิน การทำปฏิกิริยาระหว่างวัสดุกับสารในบรรยากาศและในดินโดยใช้ความชื้นเป็นตัวกลาง และการใช้ความชื้นในการเจริญเติบโตบนวัสดุของพืช จุลินทรีย์ และแมลงต่าง ๆ (Richardson, 1991) สำหรับแสงแดดจะทำให้วัสดุที่ทำจากอินทรีย์วัตถุเสื่อมสภาพอย่างเห็นได้ชัด โดยจะเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งทางกายภาพและเคมีของวัสดุ เช่น ทำให้ผนังมีสภาพแห้งกรอบ เปราะ บางครั้งเปื่อยยุ่ย สีซีดจางหรือสีเปลี่ยนไปจากเดิม (จิราภรณ์ อรัณยะนาค, 2540) นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาด้วย โดยแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์แสง ทำให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตบนวัสดุ (โรจน์ คุณเอนก, 2540)

ได้เริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาความชื้นในประเทศไทย คือการศึกษาเรื่องการป้องกันความชื้นจากน้ำใต้ดิน เพราะเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นอย่างร้ายแรงกับจิตรกรรม ฝาผนัง วิธีป้องกันคือการตัดความชื้นไม่ให้น้ำจากใต้ดินซึมขึ้นไปสู่ผนังได้ โดยการเจาะผนังแล้วฝังแผ่นเหล็กไร้สนิมเข้าไปวางไว้ในฝาผนัง เพื่อมิให้ความชื้นมาจากพื้นสู่ผนังเหนือแผ่นเหล็กดังกล่าว วัดในกรุงเทพมหานครที่ได้แก้ปัญหาโดยการตัดความชื้นแล้ว ได้แก่ วัดบรมนิวาสราชวรวิหาร วัดบางขุนเทียนใน วัดช่องนนทรี วัดเปาโรหิตย์ และวัดในต่างจังหวัด ได้แก่ วัดหน่อพุทธางกูล จังหวัดสุพรรณบุรี วัดเกาะแก้วสุทธาราม และวัดใหญ่สุวรรณาราม จังหวัดเพชรบุรี วัดใหญ่อินทาราม และวัดใต้ต้นลาน จังหวัดชลบุรี เป็นต้น (จิราภรณ์ อรัณยะนาค, 23 กรกฎาคม 2542, สัมภาษณ์)

การศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการตัดความชื้นที่ผนัง และ เปรียบเทียบการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังหลังจากการแก้ปัญหาโดยการตัดความชื้นที่ผนัง ที่วัดเปาโรหิตย์ โดยเปรียบเทียบกับวัดที่ยังไม่ได้ตัดความชื้น ที่วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร โดยศึกษาจากปริมาณความชื้น ลักษณะการทำลายที่สังเกตเห็นได้บนผิวอาคาร และการเกิดผลึกเกลือ รวมทั้งศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังที่มีสาเหตุมาจากแสงแดด โดยเปรียบเทียบความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เปรียบเทียบปัจจัยด้านความชื้นและแสงแดดในวัดที่แก้ปัญหาเรื่องความชื้นกับวัดที่ไม่ได้แก้ปัญหาเรื่องความชื้น
2. เพื่อศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังที่มีสาเหตุมาจากความชื้น ในวัดที่ทำการศึกษา ในรอบปี
3. เพื่อศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังที่มีสาเหตุมาจากแสงแดด ในวัดที่ทำการศึกษา ในรอบปี

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาจะทำภายในอุโบสถของวัดเปาโรหิตย์ และวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร โดยจะศึกษาเฉพาะจิตรกรรมบนผนังช่วงล่างซึ่งเป็นห้องภาพระหว่างช่องประตูและหน้าต่างเท่านั้น
2. ศึกษาปัจจัยของความชื้น จะศึกษาโดยการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถ และความชื้นบนผนัง
3. ศึกษาปัจจัยของแสงแดด จะศึกษาโดยการวัดความเข้มแสงและปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง
4. ศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพจากความชื้นและแสงแดด จะศึกษาโดยการประเมินเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของผนัง และการหาชนิดของเกลือบนผนังเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการประเมินความเหมาะสมของวิธีตัดความชื้นโดยใช้แผ่นเหล็กสอดกั้นเพื่อแก้ปัญหาความชื้นกับจิตรกรรมฝาผนัง

2. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการเสื่อมสภาพที่มีสาเหตุมาจากความชื้น และแสงแดด ในโบราณสถานแหล่งอื่น ๆ ต่อไป

3. ใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์โบราณสถาน บ้านเรือน และอาคารสำนักงานต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 จิตรกรรมฝาผนัง

จิตรกรรม คืองานศิลปะสาขาหนึ่ง ที่เรียกว่าวิจิตรศิลป์ หรือวิสุทธิศิลป์ หมายถึงศิลปะบริสุทธิ์ ซึ่งเกิดจากการสรรค์สร้างของจิตรกร ทั้งทางความคิด ความบันดาลใจ และจินตนาการ จนเกิดเป็นมโนภาพ ซึ่งช่างเขียนจะถ่ายทอดมโนภาพนั้นให้ปรากฏออกมาเป็นภาพเขียน คือเป็นการสร้างสรรค์สิ่งที่เป็นนามธรรมให้ปรากฏเป็นรูปธรรม อันจะทำให้ผู้ชมเกิดความประจักษ์แห่งศิลปะนั้น และมีผลให้จิตใจเป็นสุขในทางคุณธรรม จริยธรรม และสุนทรียศาสตร์ นั่นก็คือ จิตรกรรมเป็นเครื่องส่งเสริมให้จิตใจสูงขึ้น (วรรณิภา ณ สงขลา, 2528)

การเขียนจิตรกรรมฝาผนังมีวัตถุประสงค์เพื่อจะตกแต่งพื้นผนังให้สวยงาม แต่อย่างไรก็ดีลักษณะของจิตรกรรมนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอาคารที่สร้างขึ้นด้วย สำหรับในประเทศไทยเรานั้น ภาพจิตรกรรมฝาผนังส่วนใหญ่มักจะปรากฏอยู่ภายในโบสถ์หรือวิหาร ซึ่งเป็นการเขียนเรื่องเกี่ยวกับศาสนาเป็นส่วนใหญ่ เป็นต้นว่าเขียนเป็นรูปพระพุทธเจ้า หรือเรื่องราวที่มีอยู่ในพุทธประวัติและในนิทานชาดก ทั้งนี้ก็เพื่อจะน้อมนำชักจูงให้ผู้ดูเกิดความเลื่อมใสและซาบซึ้งในรสพระธรรมคำสั่งสอนยิ่งขึ้น และอีกประการหนึ่ง ภายในโบสถ์วิหาร เมื่อได้เข้าไปแล้วจะต้องช่วยให้คนเราเกิดความรู้สึกปลีกตนไปเสียจากโลกภายนอก เพราะเหตุนี้ภาพจิตรกรรมในโบสถ์วิหารจึงต้องให้ความรู้สึกสงบและลี้ลับด้วย (ชมพูนุท พงษ์ประยูร, 2512)

2.1.1 ลักษณะของจิตรกรรมสมัยต่าง ๆ ในประเทศไทย

วรรณิภา ณ สงขลา (2528) กล่าวว่าลักษณะของจิตรกรรมสมัยต่าง ๆ มีระเบียบแบบแผน เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละยุคแต่ละสมัย จำแนกได้ดังนี้

สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ในสมัยยุคหินยังไม่พบหลักฐานที่ชัดเจนเกี่ยวกับจิตรกรรมฝาผนัง จิตรกรรมที่พบส่วนใหญ่อยู่ในยุคสำริด ซึ่งมีอายุประมาณ 4500-2000 ปี เป็นจิตรกรรมบนหิน ผนังถ้ำ เพิงผา หรือภาชนะดินเผา การเขียนภาพในยุคนี้ ใช้วิธีเขียนสีผสมกาวลงบนฝาผนังหินไม่มีรองพื้น สำหรับลวดลายที่เขียนบนภาชนะดินเผา เป็นเทคนิคอย่างหนึ่ง ซึ่งเขียนด้วยสีดินแดงบนภาชนะดินดิบ เสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปเผา

สมัยทวารวดี เป็นงานจิตรกรรมเริ่มแรกของสมัยประวัติศาสตร์ จิตรกรรมเป็นภาพลายเส้นสลักบนแผ่นหิน แผ่นอิฐ แผ่นโลหะ และลวดลายปูนปั้น โดยเขียนเป็นรูปลวดลาย รูปคน และสัตว์ต่าง ๆ จิตรกรรมมีอิทธิพลของศิลปะแบบคุปตะของอินเดีย มีอายุประมาณพุทธศตวรรษที่ 11-13 สีที่ใช้เขียนมีสีดินแดง ดินเหลือง ดำ(เขม่า) และขาว(หินปูน) จิตรกรรมบางแห่งในสมัยทวารวดีนี้มีลักษณะน่าสันนิษฐานว่าเขียนขึ้นด้วยเทคนิคการเขียนสีปูนเปียก (Real Fresco Technique)

สมัยศรีวิชัย จิตรกรรมฝาผนังในถ้ำศิลปะ จังหวัดยะลา มีอายุประมาณพุทธศตวรรษที่ 13-18 มีรูปแบบและลักษณะของจิตรกรรมเป็นแบบศรีวิชัย เขียนสีเอกรงค์ วรรณะส่วนใหญ่เป็นสีดินแดง และมีสีดินเหลือง ขาว ดำ เป็นส่วนประกอบ เทคนิคการเขียนภาพเขียนด้วยสีฝุ่นบนพื้นผนังถ้ำที่เตรียมรองพื้นด้วยสีขาว ภาพเป็นเรื่องพระพุทธประวัติ ภาพพระพุทธรูปมีลักษณะคล้ายประติมากรรมชวา

สมัยสุโขทัย มีอายุประมาณพุทธศตวรรษที่ 18-19 จิตรกรรมเป็นเรื่องชาดกและภาพพระพุทธรูป ซึ่งมีลักษณะคล้ายแบบพระพุทธรูปอินเดียและลังกา การเขียนภาพใช้เทคนิคสีฝุ่นผสมกาว วรรณะของสีเป็นเอกรงค์และปิดทอง สีที่ใช้มีสีแดง เหลือง ดำและขาว

สมัยอยุธยา พุทธศตวรรษที่ 20 - พ.ศ. 2310 จิตรกรรมไทยได้มีวิวัฒนาการอย่างกว้างขวางและชัดเจน เริ่มตั้งแต่กลางพุทธศตวรรษที่ 20 สามารถจัดแยกเป็น 3 ยุค ดังนี้

ยุคที่ 1 (พ.ศ. 1895 - 2031) จิตรกรรมฝาผนังมีรูปแบบเป็นภาพเทวดาขนาดเล็ก อาจทำตามแบบภาพในสมุดไตรภูมิ นิยมเขียนภาพพระพุทธรูป พระสาวก ชาดกพระโพธิสัตว์ และลวดลายประดับแบบต่างๆ วรรณะของสีเป็นเอกรงค์ สีที่ใช้มีสีแดง เหลือง ดำ ขาว และปิดทอง การเขียนภาพใช้เขียนด้วยสีฝุ่นผสมกาว และมีจุดประสงค์ในการสร้างขึ้นเพื่อการกราบไหว้บูชา

ยุคที่ 2 (พ.ศ. 2034-2172) จิตรกรรมยังเป็นสีเอกรงค์ นิยมเขียนตามแบบเดิม คือ เขียนภาพพระพุทธรูป พระสาวก พระโพธิสัตว์ พระอดีตพุทธชาดก และลวดลายต่างๆ พื้นหลังเป็นสีอ่อน ภาพเขียนเป็นแบบ 2 มิติ แบนราบ เขียนสีบาง รองพื้นบาง บางแห่งไม่มีรองพื้น สีที่ใช้มี 4 สี เหมือนเดิม และมีสีแดงชาดเพิ่มขึ้นอีก 1 สี ลักษณะจิตรกรรมมีอิทธิพลศิลปะอู่ทองและลพบุรีผสมอยู่มาก

ยุคที่ 3 (พ.ศ. 2177-2310) งานช่างศิลปกรรมของอยุธยาได้เจริญขึ้นอย่างมาก เนื่องจากมีการติดต่อกับชาวต่างประเทศ และได้รับเอาความเจริญทางด้านศิลปวิทยาการ ตลอดจนวัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในงานช่างไทย จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นหลายอย่างในจิตรกรรมไทย คือ

- จิตรกรรมเดิมเป็นสีเอกรงค์ เปลี่ยนเป็นพหุรงค์ มีสีเขียวอ่อน ดินเขียว ฟ้า และม่วงเพิ่มขึ้น

- ภาพเป็น 2 มิติตามเดิม แต่พื้นหลังของภาพและทิวทัศน์มีความลึกไกล เป็น ทัศนียวิสัยแบบภาพเขียนจีน ภาพต้นไม้และสายน้ำมีลักษณะอ่อนไหวเลื่อนไหล

- มีภาพชาวต่างประเทศและเรือเดินสมุทรชาติต่าง ๆ เป็นภาพแปลกใหม่ในจิตรกรรมไทย แต่เป็นภาพที่เขียนขึ้นจากความเป็นจริงในยุคนั้น

สมัยรัตนโกสินทร์ (พ.ศ.2325 - ปัจจุบัน) จิตรกรรมดำเนินตามแบบอย่างจิตรกรรมสมัยอยุธยาตอนปลาย วรรณะของสีใช้สีสดจัดและตัดกันแรงกล้า มีองค์ประกอบของกลุ่มภาพที่งดงาม และมีรายละเอียดที่วิจิตรประณีตเป็นพิเศษ

จิตรกรรมในสมัยรัชกาลที่ 1-3 ช่างเขียนได้รับความบันดาลใจจากสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในสมัยนั้น เช่น เหตุการณ์บ้านเมือง ชีวิตความเป็นอยู่ สังคม ประเพณี การแต่งกาย ลักษณะบ้านเรือน วัดวาอาราม ปราสาทพระราชวัง ธรรมชาติและหมู่สัตว์ต่าง ๆ เป็นแบบในการสร้างสรรค์ภาพเขียน ทำให้จิตรกรรมมีลักษณะพิเศษ คือ สีพื้นเป็นสีเข้ม ภาพคนและสถาปัตยกรรมเด่นออกมาเป็นกลุ่ม ๆ ใช้สีจัด และนิยมใช้สีตรงข้ามตัดกันอย่างรุนแรง แต่น้ำหนักของสีที่ตัดกันนั้นประสานกันอย่างกลมกลืน และเพิ่มความละเอียดประณีตในส่วนที่เป็นลวดลายเครื่องประดับยิ่งขึ้น ในยุคนี้การเขียนภาพนิยมเขียนภาพพระพุทธประวัติ ชาดกและวรรณกรรมทางศาสนา โดยได้จัดระเบียบเป็นแบบอย่างยึดถือกันเป็นหลัก คือผนังด้านข้างช่วงบนติดฝ้าเพดานเขียนวิทยาธรมีสินเทาคั่น แล้วมีเทพชุมนุม 1-5 ชั้น ตามความสูงของฝาผนังช่วงเหนือหน้าต่างขึ้นไป ระหว่างช่องหน้าต่างและประตูเป็นภาพชาดก หรือพระพุทธประวัติเป็นตอน ๆ เรียงลำดับกันไป ส่วนฝาผนังด้านหน้าเขียนภาพมารผจญ ด้านหลังเขียนไตรภูมิหรือเสด็จจากดาวดึงส์ การเขียนตามแบบนี้เป็นแบบที่นิยมเขียนกันมากที่สุด

จิตรกรรมในสมัยรัชกาลที่ 4 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน จิตรกรรมฝาผนังแบบประเพณีเริ่มเปลี่ยนไป เนื่องจากมีอิทธิพลศิลปกรรมแบบตะวันตกเข้ามาผสมผสานอย่างมาก ลักษณะ

จิตรกรรมซึ่งเป็นภาพแบนราบกลับมีทัศนียวิสัย ภาพมีความลึกไกล เป็นภาพ 3 มิติ ลักษณะตัวภาพบุคคล สิ่งแวดล้อม สถาปัตยกรรมก็เป็นแบบตะวันตก และมีลักษณะเหมือนจริงมากกว่าแบบเดิม ซึ่งเขียนขึ้นตามแบบอุดมคติ ภาพอาคารสถาปัตยกรรมเหมือนกับแบบที่มีปรากฏอยู่จริงในสมัยนั้น เช่น จิตรกรรมฝาผนังในพระราชอุโบสถวัดราชประดิษฐ์มีภาพพระที่นั่งต่าง ๆ ในพระบรมมหาราชวัง วัดพระศรีรัตนศาสดาราม วัดราชประดิษฐ์ วัดราชบพิธ และภาพวัดสุทัศน์ปรากฏอยู่ เป็นต้น

2.1.2 **วิธีการเขียนภาพจิตรกรรมฝาผนัง** ชมพูนุท พงษ์ประยูร (2512) กล่าวว่า จิตรกรรมที่นิยมเขียนในประเทศไทยคือ วิธีเขียนแบบสีฝุ่น (TEMPERA) ซึ่งการเขียนแบบสีฝุ่นนี้เป็นวิธีการที่ละเอียดและประณีตที่สุด การใช้สีฝุ่นจะต้องมีการตระเตรียมพื้นผนัง คือ ในตอนแรกจะต้องราดล้างด้วยน้ำผสมใบขี้เหล็กตำ วิธีนี้จะต้องทำทั้งเช้าทั้งเย็นตลอดเวลา 7 วัน ต่อจากนั้นจะต้องมีการทดสอบดูว่าผนังยังมีความเค็มอยู่อีกหรือเปล่า วิธีทดสอบก็คือใช้ขมิ้นถู ถ้าขมิ้นกลายเป็นสีแดงก็แสดงว่า ยังมีความเค็มอยู่ และต้องใช้น้ำผสมใบขี้เหล็กราดล้างต่อไปอีก ขั้นต่อไปก็คือล้างผนังด้วยน้ำเปล่า แล้วจึงทาผนังด้วยปูนขาวผสมกับเม็ดมะขามซึ่งคั่วเมล็ดเสียก่อนแล้วต้ม หลังจากนั้นขัดพื้นให้เรียบแล้วเริ่มต้นเขียนภาพได้ สีที่จะใช้เขียนก็ต้องผสมกับยางไม้ชนิดหนึ่งคือยางมะขวิดหรือกาว ถ้าผนังแห้งสนิทแล้วและได้ที่ดีแล้ว พื้นผนังที่เขียนภาพสีฝุ่นไว้จะแข็งมากและคงทนอยู่ได้นับเป็นเวลาร้อย ๆ ปี แต่ถ้าฝาผนังเปียกชื้น ภาพผนังจะค่อย ๆ เสื่อมสูญไป นี้เป็นมูลเหตุสำคัญที่ภาพเขียนเก่า ๆ ในประเทศไทยเหลือแต่เพียงส่วนน้อย

สำหรับสีที่ใช้เขียน ช่างเขียนแต่ก่อนใช้ดินหรือสีจากใบไม้และเปลือกไม้ สีทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นสีธรรมชาติซึ่งประสานกันได้ดี ด้วยเหตุนี้เราจะไม่เห็นสีที่ขัดกันในจิตรกรรมแบบโบราณ สำหรับพู่กันที่ใช้ในการเขียนภาพนั้น เป็นพู่กันที่ทำขึ้นจากขนหูวัว

2.2 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง เช่นเดียวกับการเสื่อมสภาพของสิ่งแวดล้อมศิลปกรรมอื่น ๆ คือมีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัยหลัก ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การเสื่อมสภาพที่มีสาเหตุมาจากมนุษย์ ทั้งจากการทำลายโดยเจตนาและไม่เจตนา การบำรุงรักษาไม่เหมาะสม การบูรณะซ่อมแซมผิดวิธี การจับต้องที่ขาดความระมัดระวัง ตลอดจนความบกพร่องของวัสดุอุปกรณ์และเทคนิคการสร้างงานจิตรกรรม ปัญหาการเสื่อมสภาพที่มีสาเหตุมาจากมนุษย์นี้ สามารถป้องกันหรือทำการควบคุมได้ หากมีการให้ความรู้และร่วมมือกันอย่างจริงจังในทุกหน่วยงาน

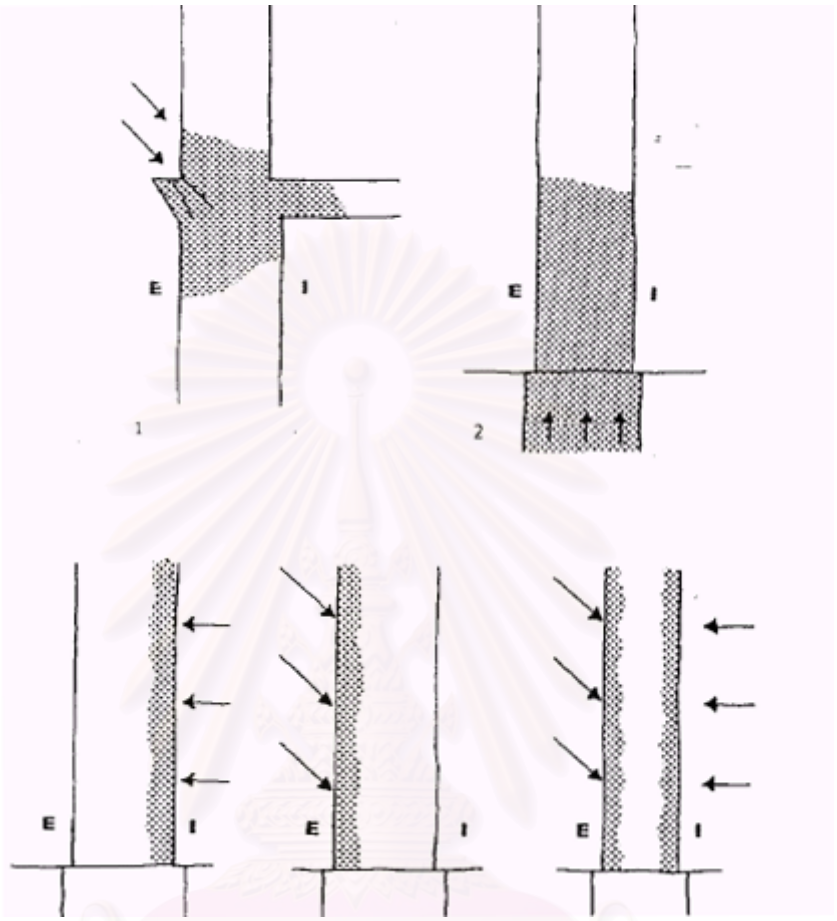
2. การเสื่อมสภาพที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ความร้อน มลภาวะทางอากาศ เป็นต้น โดยปัจจัยเหล่านี้นอกจากมีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังโดยตรง เช่นทำให้เกิดการเสียรูปร่าง บิดงอ ภาพลบ สีซีด เนื้อวัสดุกรอบเปราะ ยังส่งผลให้เกิดปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังตามมา ด้วย ซึ่งการเสื่อมสภาพเนื่องจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมควบคุมได้ยาก จึงต้องมีการศึกษาเพื่อหาวิธีมาจัดการกับสาเหตุนี้

2.2.1 **ความชื้น**

ความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดในการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง เนื่องจากความชื้นสามารถเคลื่อนที่ได้หลายรูปแบบ และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยาขั้นอื่น ๆ ต่อไป ทำให้มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังได้ เช่น การเกิดผลึกเกลือบนผนัง การเจริญเติบโตของสาหร่าย และราบนผนัง เป็นต้น (Mora, 1974)

โดยปกติ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนใหญ่จะมีรูพรุน ทำให้น้ำสามารถผ่านเข้าออกได้ วัสดุเหล่านี้จะแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศตลอดเวลา ซึ่งวัสดุจะทั้งรับและสูญเสียความชื้นขึ้นอยู่กับขณะนั้นอากาศมีความชื้นมากหรือน้อยกว่าวัสดุ และในที่สุดเมื่อความชื้นสัมพันธ์ในอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะคงที่เรียกว่า อยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง ปริมาณความชื้นในวัสดุจะค่อย ๆ เปลี่ยนด้วย ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแต่ละค่าจะมีค่าปริมาณความชื้นที่แน่นอนที่ทำให้วัสดุอยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ โดยค่าเหล่านี้จะแตกต่างกันออกไปในวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด โดยปกติจะถือว่าวัสดุชื้น เมื่อความชื้นในวัสดุมีค่ามากกว่าความชื้นที่วัสดุสามารถมีได้ในสภาวะที่สมดุลกับอากาศ (Oxley and Gobert, 1983)

2.2.1.1 ประเภทของความชื้นที่ทำลายผนัง



รูปที่ 2-1 ประเภทของความชื้นในผนัง 1. ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง (Infiltration) 2.ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง (Capillarity) 3. ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง (Condensation) 4. ฝนและลม 5. ฝนและลมทำให้ผนังเย็นจัดจนเกิดการกลั่นตัวที่ผนังด้านใน. E. ผนังภายนอกอาคาร (External) I. ผนังภายในอาคาร (Internal)

ที่มา : Poulo Mora (1974)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. **ความชื้นที่ปะทะ/สัมผัสกับผนังโดยตรง** ความชื้นประเภทนี้จะมาจากน้ำฝนที่สาดโดนผิวหน้าของผนังด้านนอกอาคาร (รูปที่ 2-1) ถ้าด้านนอกอาคารมีภาพวาดบนผนังจะถูกน้ำฝนทำลายได้ง่าย เช่น โบสถ์บางแห่งใน Moldavia ซึ่งมีภาพวาดแบบ fresco อยู่บนผนังด้านนอก (Mora, 1974)

นอกจากกรณีที่ฝนสาดโดนผนังโดยตรงแล้ว ฝนอาจจะตกลงบนที่อื่นบนอาคารแล้วไหลมาที่ผนังอีกที ซึ่งกรณีนี้นับว่าอันตรายมาก เพราะน้ำฝนสามารถละลายสารที่ละลายน้ำได้มาตามทาง และเมื่อน้ำระเหยไป เกลือจะตกผลึกอยู่บนผิวหน้าของผนัง ทำให้ผนังชำรุดเสียหายได้ (Bernard, 1982)

อย่างไรก็ตามจิตรกรรมฝาผนังของวัดในประเทศไทย เป็นจิตรกรรมที่วาดบนผนังด้านในอาคาร เพราะฉะนั้นความชื้นประเภทนี้จะไม่นำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้

2. **ความชื้นที่ไหลซึมไปสู่ผนัง** (Infiltration) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของความชื้นประเภทนี้คือน้ำฝน โดยน้ำฝนสามารถไหลซึมเข้าไปในผนังได้จากการชำรุดเสียหายของอาคาร เช่นจากหลังคา (ดังรูปที่ 2-2) ทางสันกำแพงและรอยแตกร้าวของผนังด้านนอก นอกจากนี้ความชื้นสามารถมาจากน้ำในระบบน้ำของอาคารด้วย เช่นจากรอยรั่วของระบบระบายน้ำ หรือรอยรั่วจากท่อประปา เป็นต้น (Mora,1974)

วรรณิภา ณ สงขลา (2531) ได้จำแนกลักษณะการเสื่อมสภาพของจิตรกรรม ฝาผนังในประเทศไทยที่มีสาเหตุจากน้ำฝนไหลซึมไว้ดังนี้

1. น้ำฝนรั่วจากหลังคาไหลลงมาตามผนัง จิตรกรรมชำรุดตามทางน้ำไหลจากเพดานลงมาเป็นแนวเส้นดิ่ง

2. น้ำฝนรั่วซึมเข้าทางสันกำแพงผนัง ทำให้ผนังตอนบนชื้น จิตรกรรมและวัสดุก่อสร้างช่วงบนจะเสื่อมยุ่ยสลายตัวเป็นแถบ หรือเป็นวง หรือเป็นแนวโค้งแบบรอยน้ำซึม

3. น้ำฝนซึมเข้าทางรอยแตกร้าวของฝาผนังด้านนอก ลักษณะของการชำรุดเป็นแบบเดียวกันกับข้อ 2 แต่เกิดขึ้นทั่วไปทุกส่วนของฝาผนังที่ปรากฏว่ามีรอยแตกร้าวของฝาผนัง ด้านนอก

รูปที่ 2-2 รอยน้ำฝนรั่วจากหลังคา วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

3. **ความชื้นที่กลั่นตัวจับอยู่บนผนัง** (Condensation) (รูปที่ 2-1) จะเกิดในกรณีที่อุณหภูมิที่ผิวหน้าผนังลดลงจนต่ำกว่าจุดน้ำค้างของอากาศ อากาศที่มาสัมผัสกับผนังจะเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้างและหยดน้ำจะกลั่นตัวออกมาจับอยู่บนผนัง (Oxley and Gobert, 1983)

อย่างไรก็ตาม Mora (1974) กล่าวว่าการกลั่นตัวของความชื้นที่จับอยู่บนผนัง จะเกิดขึ้นได้ในสภาวะที่ผนังมีความหนาน้อยมาก หรือความต้านทานต่ำหรือการนำความร้อนสูง จึงจะสามารถเกิดการกลั่นตัวที่จะให้ความชื้นจับตัวบนผนังด้านในได้ ซึ่งโดยทั่วไปโบราณสถานมีผนังหนาเกินกว่าจะเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว นอกจากนี้การเกิดปรากฏการณ์การจับตัวของความชื้นที่ผนังจากการกลั่นตัวของหยดน้ำ มักจะเกิดขึ้นในประเทศซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนมกราคมต่ำกว่า 2 °C จึงไม่นำความชื้นประเภทนี้มาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้

4. **ความชื้นที่ขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุนของผนัง** (Capillarity) (รูปที่ 2-1) ความชื้นประเภทนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำในดิน ใต้ดินหรือน้ำฝนที่ท่วมขังบริเวณฐานอาคาร โดยน้ำเหล่านี้จะขึ้นมาตามรูพรุนในผนังและจะปรากฏให้เห็นรอยชำรุดเป็นแนวทางยาวจากพื้นถึงที่ความสูงระดับหนึ่ง ๆ ดังรูป 2-3 หรือบางครั้งจะปรากฏเกลือตกผลึกอยู่ด้วย โดยปกติเมื่อน้ำสัมผัสกับวัสดุที่แห้ง น้ำจะพยายามแพร่กระจายไปทั่วผิวหน้าที่เปียกน้ำได้ของวัสดุ และต่อจากนั้นจะซึมผ่านเข้าไปในวัสดุ สำหรับในรูพรุนของวัสดุก่อสร้าง น้ำจะพยายามแพร่กระจายไปทั่วผิวหน้าที่

เปียกน้ำได้เช่นเดียวกัน ทำให้เกิดแรงดันน้ำขึ้น แต่ด้วยแรงดึงดูดของโลกจะดึงน้ำลงมา ทำให้น้ำในรูพรุนเกิดการเว้าลง ดังรูป 2-4 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าน้ำสามารถขึ้นไปตามรูพรุนได้เนื่องจากอาศัยแรงดึงของรูพรุน หรือ Capillary Attraction (Oxley and Gobert, 1983) แต่เนื่องจากในความเป็นจริง รูพรุนและรอยแตกหักในผนังไม่ต่อเนื่องกัน กระบวนการที่เกิดขึ้นจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ

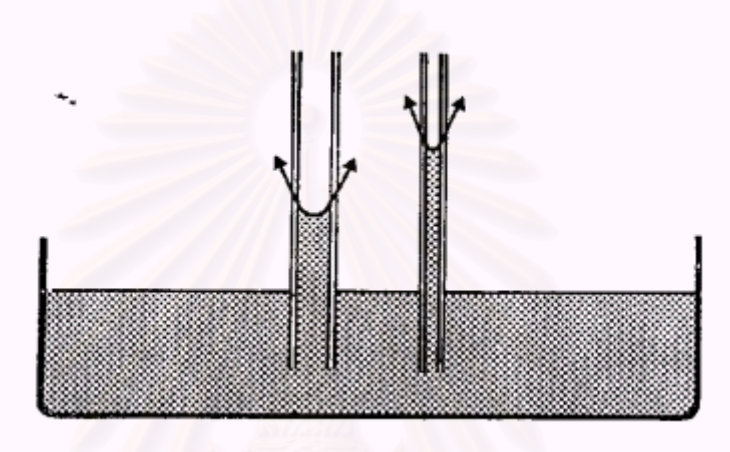
รูปที่ 2-3 รอยความชื้นจากน้ำใต้ดิน

โดยปกติการเคลื่อนที่ของความชื้นขึ้นไปตามรูพรุนจะมีค่าไม่เกินครึ่งถึง 1 เมตร ถ้าไม่มีการปิดกั้นการระเหยของน้ำจากผนัง แต่ถ้าการระเหยของน้ำถูกปิดกั้น เช่น มีการบุผนังด้วยกระเบื้องเคลือบหรือหินอ่อน น้ำจะระเหยตรงผิวที่อยู่เหนือวัสดุเหล่านี้ ทำให้ระดับของน้ำที่ขึ้นไปตามรูพรุนสูงมากขึ้น (Oxley and Gobert, 1983)

การระเหยของน้ำออกจากผนัง จะเกิดที่ผิวหน้าของผนัง โดยความชื้นข้างในวัสดุต้องเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าของผนังเพื่อจะสามารถระเหยไปสู่อากาศได้ ถ้าการเคลื่อนที่ของน้ำเกิดจากแรงดึงในรูพรุน ผิวหน้าจะได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ทำให้มีการระเหยที่ผิวหน้าอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าแรงดึงในรูพรุนน้อย ความชื้นจะมาไม่ถึงผิวหน้า ผิวหน้าจะแห้งและแนวการระเหยจะเลื่อนลงมาเกิดที่ใต้ผนัง ไอน้ำจากการระเหยจะเกิดในรูพรุนระหว่างแนวการระเหยกับผิวหน้าของผนัง ก่อนที่จะเคลื่อนที่ไปที่ผิวหน้าและระเหยในที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการระเหยของน้ำออกจากวัสดุที่มีรูพรุน มีดังนี้

1. ลักษณะของสภาวะแวดล้อมโดยรอบ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ในอากาศ และปริมาณการระบายอากาศ

2. ลักษณะของโครงสร้างของวัสดุที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำไปยังผิวหน้า เช่นความเป็นรูพรุนของวัสดุทั้งจำนวนและขนาดของรูพรุน โดยวัสดุที่มีรูพรุนขนาดเล็กจะทำให้น้ำเคลื่อนที่มาถึงผิวหน้าของผนังได้มาก ทำให้น้ำระเหยออกได้มาก ในขณะที่วัสดุที่มีรูพรุนขนาดใหญ่และวัสดุที่มีจำนวนรูพรุนน้อย จะต้านทานการเคลื่อนที่ของน้ำได้มาก ทำให้น้ำระเหยออกได้น้อย (Mora, 1974)



รูปที่ 2-4 แรงดึงในรูพรุน
ที่มา : Oxley and Gobert (1983)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า แหล่งกำเนิดของความชื้นประเภทนี้มาจากน้ำในดินหรือใต้ดิน น้ำเหล่านี้จะสามารถละลายสารที่ละลายน้ำได้ เช่น เกลือต่าง ๆ ในดิน เมื่อน้ำขึ้นไปตามแรงดึงในรูพรุน หรือรอยแตกของผนัง สารละลายหรือสารผสมของเกลือในน้ำจะถูกส่งผ่านขึ้นมาด้วย ในฤดูแล้งน้ำจะระเหยออกจากผนัง เกลือไม่สามารถระเหยได้ จะตกผลึกอยู่บนผิวหน้าของผนัง หรือภายในรูพรุน หรือเกิดทั้ง 2 แห่ง การเกิดเกลือบนผิวหน้าของผนัง เรียกว่า Efflorescence ส่วนการเกิดเกลือภายในรูพรุนซึ่งมองไม่เห็นนั้น เรียกว่า Cryptoflorescence ปรากฏการณ์ทั้ง 2 แบบนี้สามารถเกิดพร้อมกันได้ (Honeyborne, 1991)

การเกิดผลึกเกลือในช่วงแรก อาจมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แต่หลังจากที่ผ่าน วัฏจักรของฤดูฝนและฤดูแล้งหลายครั้ง ทำให้เกลือละลายและตกผลึกซ้ำแล้วซ้ำเล่า ผลึกจะมีขนาดโตขึ้นทำให้สามารถมองเห็นผลึกเกลือบริเวณผิวหน้าวัสดุได้ การละลายของผลึกเกลือนี้ ไม่จำเป็นต้องได้รับมาจากน้ำที่ผ่านผนัง เกลือบางชนิดสามารถดูดน้ำจากอากาศได้ เมื่อปริมาณมากพอจะละลายและจะทำให้ผนังเปียกได้เช่นเดียวกัน แม้ไม่มีแหล่งกำเนิดความชื้นเลยก็ตาม เกลือเหล่านี้

จะดูดน้ำก็ต่อเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงพอ ในทางกลับกันเกลือจะสูญเสียน้ำและเกิดเป็นผลึกเกลืออีกครั้งถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดต่ำพอ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เกลือเริ่มจะดูดน้ำจากอากาศเรียกว่า ความชื้นที่เกลืออยู่ในสภาวะสมดุลกับอากาศ (Equilibrium Relative Humidity, ERH ของเกลือ) (Honeyborne, 1991)

สาเหตุที่ผลึกเกลือมีผลทำให้ผนังเกิดการชำรุดเสียหายได้ เนื่องจากเกิดแรงดันของผลึกเกลือในรูพรุน โดยปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กระบวนการนี้เกิดขึ้น คือ แรงดึงในรูพรุน ซึ่งแรงดึงในรูพรุนจะทำให้รูพรุนได้รับสารละลายเกลือเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ทำให้ผลึกเกลือมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ แม้ว่าจะมีเกลือตกผลึกอยู่เต็มรูพรุนแล้วก็ตาม ผลึกเกลือที่มีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ นี้ จะออกแรงดันต่อรูพรุนทำให้รูพรุนเกิดการผุกร่อนและส่งผลทำให้ผนังเกิดการชำรุดเสียหายตามมา อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดแรงดันในรูพรุนได้ คือ การดูดน้ำของเกลือในสภาวะที่เหมาะสม ดังได้กล่าวแล้วว่า เกลือบางชนิดสามารถดูดน้ำจากอากาศได้ เมื่อผลึกเกลือดูดน้ำจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดันต่อรูพรุนเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้ผนังชำรุดเสียหายได้เช่นเดียวกัน ผลของแรงดันที่เกิดขึ้นในแต่ละกรณี จะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผลึกเกลือกับความแข็งแรงของรูพรุนในผนัง ถ้ารูพรุนมีความแข็งแรงมากกว่า ผลึกเกลือจะถูกดันออกมาข้างนอก ปรากฏเป็นผลึกเกลือบนผนังขึ้น ถ้าผลึกเกลือมีความแข็งแรงมากกว่า รูพรุนจะถูกผลึกเกลือดันให้แตกออก และเกิดการผุกร่อน ส่งผลให้ผนังชำรุดเสียหายตามมา (Mora, 1974)

ผลึกเกลือที่ปรากฏบนผนังมีหลายชนิดดังนี้ (Mora, 1974)

1. เกลือซัลเฟตของโซเดียม โปแตสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม เกลือกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อผิวหน้าของผนังมากที่สุด เนื่องจากถ้าเกลือกลุ่มนี้ตกผลึกบริเวณใด บริเวณนั้นก็จะแตกหักออกจากกัน ได้รับความเสียหายมาก เกลือแคลเซียมซัลเฟตสามารถรวมตัวเป็นคราบสีขาวบนผนังหรือสามารถตกผลึกภายในผนังได้จากปฏิกิริยาของซัลเฟตกับแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีมลพิษทางอากาศเป็นตัวกระตุ้น

2. เกลือไนเตรตของโซเดียม โปแตสเซียม และแคลเซียม เกลือกลุ่มนี้เป็นเกลือที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งโดยปกติจะเกิดเป็นผงเกลือหนาที่กำจัดออกได้ง่าย และการทำลายของเกลือกลุ่มนี้จะไม่รุนแรงเท่าของเกลือซัลเฟต

3. เกลือแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นเกลือที่เป็นส่วนประกอบหลักของวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ด้วยตัวของเกลือชนิดนี้เองจะไม่มีผลทำให้ผนังแตกกร่อนเสียหาย แต่สามารถทำให้เกิดแผ่นแข็งของเกลือที่แข็งมากและยากต่อการกำจัด

4. เกลือโซเดียมคลอไรด์ มีที่มาจากอากาศในบริเวณทะเล หรือในบริเวณที่มีเกลือสินเธาว์ โดยปกติจะตกผลึกบนผิวหน้าของผนัง จริง ๆ แล้วตัวมันเองไม่ทำให้ผนังเกิดการแตกกร่อน แต่ถ้าผลึกเกลือผ่านกระบวนการดูดน้ำและคายน้ำจากอากาศ จะสามารถทำให้ผิวหน้าของผนังแตกออกได้

นอกจากนี้ จิราภรณ์ อรัณยะนาค (2535) ได้กล่าวว่ามีเกลืออีกประเภทหนึ่งที่ปรากฏบนผนังคือ เกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมฟอสเฟต โปแตสเซียมฟอสเฟต เกลือเหล่านี้มีที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ปุ๋ย ผงซักฟอก และสารเคมี

2.2.1.2 การวัดความชื้น

เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นมี 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และเครื่องมือที่ใช้วัดความชื้นของผนัง (Massari, 1977)

ทั้งนี้ Mora (1974) กล่าวไว้ว่าการวัดความชื้นของผนังนั้น มี 2 แบบ คือ

1. การวัดความชื้นในผนัง ในการประเมินวิธีนี้ จะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างของผนังขนาด 25-30 กรัม ออกมาโดยการเจาะรู เมื่อเก็บตัวอย่างมาทดสอบจะต้องเก็บทันทีในขวด สูญญากาศ แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปอบในเตาอบที่ให้ความร้อน 100°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง เมื่อปล่อยไว้ให้แห้งแล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักอีกที ผลต่างของปริมาณความชื้นก่อนนำไปอบและหลังอบเทียบด้วยปริมาณความชื้นก่อนนำไปอบ คูณด้วย 100 จะได้ปริมาณความชื้นในผนังออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

2. การวัดความชื้นที่พื้นผิว มีเครื่องมือหลายชนิดที่ใช้ในการวัดความชื้นที่พื้นผิว ซึ่งสร้างขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของการนำไฟฟ้าที่ผนังซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่ปรากฏอยู่ในผนังนั้น เครื่องมืออย่างหนึ่งคือเครื่องแบบหัวสัมผัส ซึ่งสามารถสัมผัสกับผนังได้โดยตรง กับเครื่องอีกแบบคือเครื่องที่มีหัวเป็นเข็มที่ใช้เจาะทะลุเข้าไปในผนัง ซึ่งจะทำให้ผนังเสียหายได้

2.2.1.3 การตัดผนังเพื่อกันความชื้นจากใต้ดิน

การตัดผนังเพื่อป้องกันความชื้นจากใต้ดินซึมขึ้นมาในวัดเปาโรหิตย์ ทำโดยเจาะผนังอุโบสถ โดยเจาะให้สูงจากพื้นภายใน 35 เซนติเมตร แล้วฝังแผ่นเหล็กไร้สนิมเข้าไป ซึ่ง วีระ โรจน์พจนรัตน์ (2527) อธิบายว่ามีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ทำการเจาะผนัง ณ จุดที่กำหนดโดยเจาะให้ทะลุถึงผนังด้านนอกแล้วใช้สอดเลื่อยซึ่งเป็นเลื่อยมือให้ไปในทิศทางที่กำหนด 1 เมตร การเลื่อยผนังจะเลื่อยจะเลื่อยช่องละเมตรเว้นเมตร

2. ทำการสอดแผ่นอาซีเตทอย่างหนา ณ ช่องว่างที่เลื่อยไว้ หลังจากนั้นวางแผ่นเหล็กไร้สนิทรอง ณ จุดต่อของแผ่นเหล็กไร้สนิท หลังจากนั้นให้สอดเหล็กไร้สนิมซึ่งกำหนดให้มีความช่องละ 1 เมตร แล้วสอดแผ่นเหล็กไร้สนิมทับอีกครั้ง ณ รอยต่อ แผ่นเหล็กไร้สนิมใช้เบอร์ 0.5

3. เสริมวัสดุแทรกในช่องว่างที่เหลือโดยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ : ปูนขาว : ทราย อัตรา 1 : 6 : 10 ให้ผสมน้ำยาเพิ่มความแข็งแรง เร่งปฏิกิริยาให้แห้งเร็วขึ้น และผสมน้ำยา CONBEX

4. ส่วนของวงกบล่างของประตู หน้าต่างที่ผุ ให้สกัดออกแล้วใช้วัสดุตามข้อ 3 เสริมเข้าไปแทน

5. ให้ทำการแต่งแนวผนังทั้งข้างนอกข้างในให้เหมือนของเดิม แล้วแต่งสีให้ กลมกลืนกับของเดิม

2.2.2 แสงแดด

จิราภรณ์ อรัณยะนาค (2540) กล่าวว่าแสงสว่างและรังสีอัลตราไวโอเลตมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงที่มีอันตรายต่อศิลปโบราณวัตถุที่ทำจากอินทรีย์วัตถุแทบทุกชนิด โดยเฉพาะรังสีอัลตราไวโอเลต มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงที่มีอันตรายสูงสุด ซึ่งนิภาพร สุนทรพิทักษ์กุล (2541) ได้กล่าวไว้ว่าแสงแดดที่ผ่านชั้นบรรยากาศลงมาถึงผิวโลกจะมีความยาวคลื่นมากกว่า 290 นาโนเมตร โดยรังสีอัลตราไวโอเลตจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 290 – 400 นาโนเมตร

นอกจากนี้ กุลพันธาดา จันทร์โพธิศรี (2531 อ้างถึงใน นิภาพร สุนทรพิทักษ์กุล, 2541) ได้กล่าวไว้ว่าแสงสว่าง ไม่ว่าจะเป็นแสงจากหลอดไฟหรือแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ ซึ่งรวมทั้งแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด จะสามารถทำให้ศิลปกรรมเสื่อมสภาพลงได้ และสามารถก่อให้เกิดความเสียหายได้มากขึ้นกับวัตถุอินทรีย์ แต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้สังเกตเห็นยาก ต่อเมื่อสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้ว มักจะทำการแก้ไขให้กลับมามีสภาพเหมือนเดิมได้ยากแล้ว เช่น สีซีด เนื้อวัตถุกรอบ เปราะ เหลือง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากแสงจะไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นบนเนื้อวัตถุ โดยเฉพาะอินทรีย์วัตถุที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ ยิ่งมีความชื้นและออกซิเจนด้วย การเสื่อมโทรมในลักษณะนี้จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว การเสื่อมสภาพแบบนี้เรียกว่า “ Photochemical Degradation ” การชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่

กับชนิดของแสง ระยะเวลาที่วัตถุถูกแสง ตลอดจนลักษณะหรือปริมาณของแสงที่ตกลงมาถูกวัตถุและชนิดของวัตถุ

สำหรับการทาผนังในภาพจิตรกรรมฝาผนังต้องใช้ปูนขาวผสมกับเม็ดมะขาม ส่วนสีที่ใช้เขียนภาพต้องผสมกับยางมะขวิดหรือกาว ซึ่งเม็ดมะขามและยางมะขวิดเป็นอินทรีย์วัตถุ รังสีอัลตราไวโอเลตจากแสงแดด จึงมีผลทำให้ภาพจิตรกรรมฝาผนังเกิดการเสื่อมสภาพได้เช่นเดียวกัน แต่การเสื่อมสภาพเป็นไปอย่างช้า ๆ (จิราภรณ์ อรัณยะนาค, 8 พฤษภาคม 2544, สัมภาษณ์)

เนื่องจากทั้งแสงแดดและรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นรูปแบบหนึ่งของพลังงาน ดังนั้นวิธีที่ตรงที่สุดที่จะวัดแสงแดดและรังสีอัลตราไวโอเลต คือการวัดอัตราที่พลังงานของแสงแดดและรังสีอัลตราไวโอเลตตกลงไปบนพื้นที่หนึ่ง ๆ สำหรับแสงแดดจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “Light Meter” หรือ “Lux Meter“ ซึ่งไม่ได้เป็นการวัดพลังงานโดยตรงแต่เป็นการวัดสิ่งที่ตามองเห็นได้ ซึ่งในความเป็นจริงตาของคนจะไม่สามารถมองเห็นรังสีอัลตราไวโอเลตหรืออินฟราเรดได้ ดังนั้นเครื่องวัดนี้จะไม่ตอบสนองกับช่วงความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเลตและอินฟราเรด แต่จะไวกับแสงสีเขียวมากกว่าแสงสีน้ำเงินหรือแดงซึ่งเป็นคุณสมบัติของตามนุษย์ เครื่องวัดแสงที่ดีที่สุดคือเครื่องวัดที่ใกล้เคียงกับความไวของตามนุษย์มากที่สุด โดยมีหน่วยในการวัดเป็นลักซ์ (Lux) หรือลูเมนต่อตารางเมตร (Lumen/m^2) (Thomson, 1981)

สำหรับเครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเลต จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “ UV Monitor” โดยปกติจะมี 2 ชนิด ชนิดหนึ่งจะวัดระดับของรังสีอัลตราไวโอเลต มีหน่วยเป็นไมโครวัตต์ (μW)กับอีกชนิดหนึ่งจะเป็นการวัดสัดส่วนของรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีในแสง มีหน่วยเป็นไมโครวัตต์ต่อลูเมน (μW/Lumen) ซึ่งเครื่องวัดชนิดที่ 2 นี้จะเป็นที่นิยมกว่าเพราะเป็นการวัดโดยไม่คำนึงถึงระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 วัดที่ทำการศึกษา

เลือกวัดซึ่งมีที่ตั้งใกล้แหล่งน้ำเช่นเดียวกัน และมีจิตรกรรมฝาผนังสมัยใกล้เคียงกัน ได้แก่วัดต่อไปนี้

- วัดเปาโรหิตย์ เป็นตัวแทนของวัดที่ตัดความชื้นที่ผนังแล้ว
- วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร เป็นตัวแทนของวัดที่ยังไม่ได้ตัดความชื้นที่ผนัง

รายละเอียดของวัดที่ทำการศึกษา สามารถแยกกล่าวในแต่ละวัดได้ดังนี้ (วีระ โรจน์พจนรัตน์, 2527 กรมศิลปากร,2527 และ 2534 และบริษัท มรดกโลก จำกัด,2541)

3.1.1 วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ที่ตั้ง แขวงบางขุนนนท์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ลักษณะการใช้งาน เป็นพระอารามหลวงชั้นโท ชนิดราชวรวิหาร

ประวัติวัดโดยสังเขป วัดสุวรรณาราม เป็นวัดที่มีมาตั้งแต่สมัยอยุธยา เดิมเรียกกันว่าวัดทอง ในสมัยกรุงธนบุรี วัดนี้เป็นสถานที่ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าตากสิน มีพระราชดำรัสให้นำเชลยศึกพม่าจากค่ายบางนางแก้วไปประหารชีวิต สมัยรัตนโกสินทร์พระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก โปรดฯ ให้รื้อ และสถาปนาใหม่หมดทั้งพระอาราม และพระราชทานนามว่า วัดสุวรรณาราม ต่อมาพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวทรง ปฏิสังขรณ์เพิ่มเติม

ลักษณะของจิตรกรรม สมัยรัตนโกสินทร์

การอนุรักษ์ พ.ศ. 2522 – 2524

1. อนุรักษ์ตามขั้นตอนคือ สำรวจ ถ่ายภาพ บันทึกหลักฐานการทำความสะอาด เสริมชั้นสี ชั้นปูน การประสานรอยแตกร้าวของผนัง ถมพื้นที่ชำรุด การเขียนสีซ่อมบริเวณที่ชำรุดบางแห่ง และอาบผิวจิตรกรรม
2. เปลี่ยนปูนฉาบตกแต่งด้วยปูนน้ำอ้อยตลอดแนวระดับใต้ขอบหน้าต่างลงมา คือใต้ภาพเพื่อให้รับกับ

	ผนังบนที่เสื่อมสภาพไปและฉาบใหม่ด้วยปูนน้ำอ้อย
พ.ศ. 2532	ติดตามผล และอนุรักษ์ซ้ำช่วงล่างไว้ตลอดแนว
พ.ศ. 2534	ปัดฝุ่น และขุยเกลือบริเวณเชิงผนังโดยรอบพระอุโบสถ และได้ทำการผนึกชั้นสีตามขอบรอยชำรุดเดิมให้ติดกลับลงดังเดิม และมั่นคงแข็งแรง

3.1.2 วัดเปาโรหิตย์

ที่ตั้ง แขวงบางพลัด เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ลักษณะการใช้งาน เป็นวัดราษฎร์

ประวัติวัดโดยสังเขป วัดเปาโรหิตย์ เดิมชื่อวัดเกาะ ตามลักษณะที่ตั้งวัด ซึ่งสภาพเหมือนเกาะ เพราะมีคูน้ำ ๒ ด้าน คลอง ๒ ด้าน มาบรรจบกัน แต่สภาพปัจจุบันคูน้ำทั้ง 2 ด้านนี้ถูกถมหมดแล้ว จึงเหลือสภาพแต่ลำคลอง 2 ด้าน (ทางทิศใต้และทิศตะวันตก) วัดนี้เป็นวัดที่สร้างในสมัยรัชกาลที่ ๔ ผู้สร้างวัดแต่เดิมชื่อ พระยามหาราชครู ปุโรหิตาจารย์ (บุญรอด เปาโรหิตย์) ได้รับการปฏิสังขรณ์ และการอุปถัมภ์บำรุงจากตระกูลเปาโรหิตย์ มาโดยตลอด ทางคณะสงฆ์จึงได้ประกาศเปลี่ยนนามใหม่เพื่อเป็น เกียรติ อนุสรณ์แก่ตระกูลดังกล่าวเป็นวัดเปาโรหิตย์ เมื่อวันที่ ๑๙ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๔๗๑

ลักษณะของจิตรกรรม สมัยรัตนโกสินทร์

การอนุรักษ์

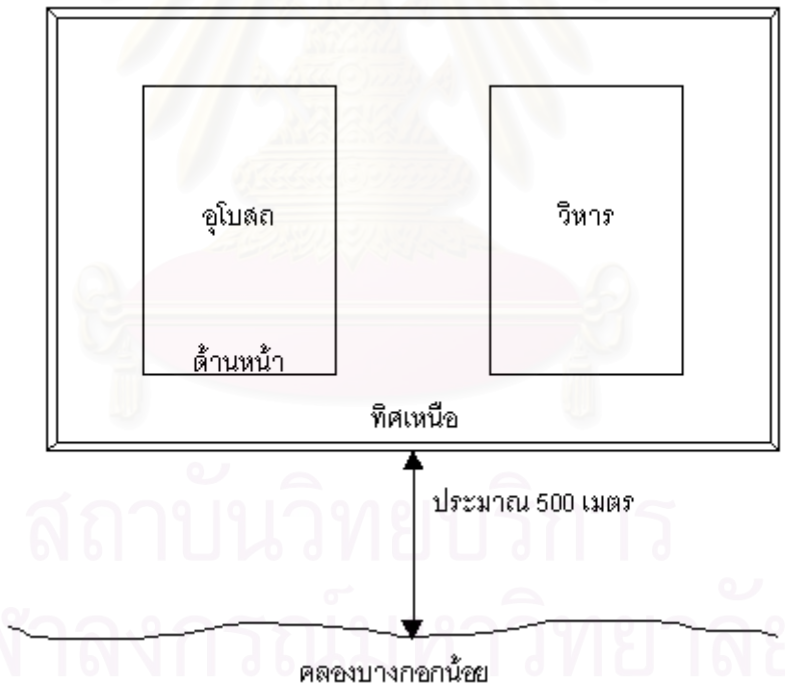
พ.ศ. 2527	1. อนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังตามขั้นตอน คือ สำรวจ ถ่ายภาพ บันทึกหลักฐานการทำความสะอาด เสริมชั้นสี ชั้นปูน การประสานรอยแตกร้าวของผนัง ถมพื้นที่ชำรุด การเขียนสีซ่อมบริเวณที่ชำรุดบางแห่ง อาบผิวจิตรกรรม และฉาบปูนน้ำอ้อยด้านในทั้งหมดตั้งแต่ใต้ภาพจิตรกรรมลงมาจนถึงแนวขอบหน้าต่างล่างทั้ง 4 ด้าน 2. ตัดความชื้น โดยการตัดผนังและสอดแผ่นเหล็กไร้สนิมรอบผนังส่วนล่างของอุโบสถ สูงจากพื้น 35 ซม. 3. เจาะฝังท่อระบายอากาศรอบอาคารและฐานอุโบสถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

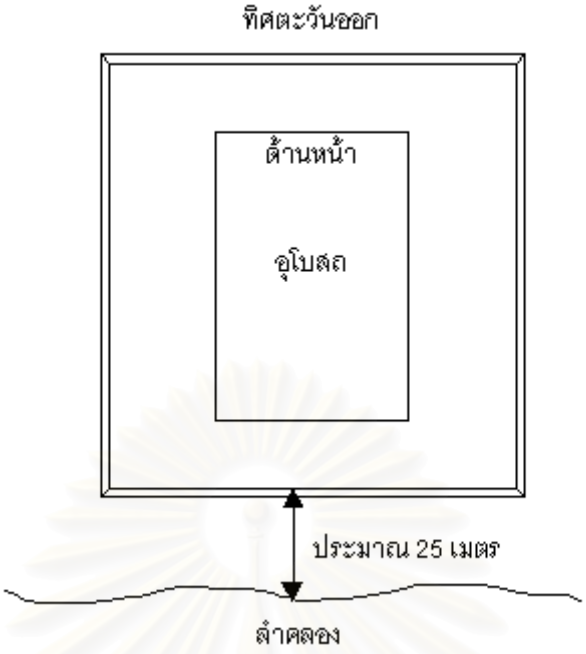
4. ซ่อมโครงประตู – หน้าต่างอุโบสถ
5. เสริมแผ่นเซรามิครอบผนังด้านในตอนล่างของอุโบสถ

พ.ศ. 2541 บูรณะหลังคา เปลี่ยนปูนที่ฉาบผนังภายนอกอุโบสถเป็นปูนน้ำอ้อย เปลี่ยนท่อระบายอากาศรอบอาคารและฐานอุโบสถ บูรณะซุ้มใบเสมา เขียนซ่อมลวดลายรดน้ำบนบานประตู และซ่อมลวดลายปูนปั้นประดับซุ้มประตู-หน้าต่าง

สำหรับแผนผังของแต่ละวัดโดยสังเขป แสดงดังรูปที่ 3-1 และ 3-2 ตามลำดับ



รูปที่ 3-1 แผนผังของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารโดยสังเขป



รูปที่ 3-2 แผนผังของวัดเปาโรหิตย์โดยสังเขป

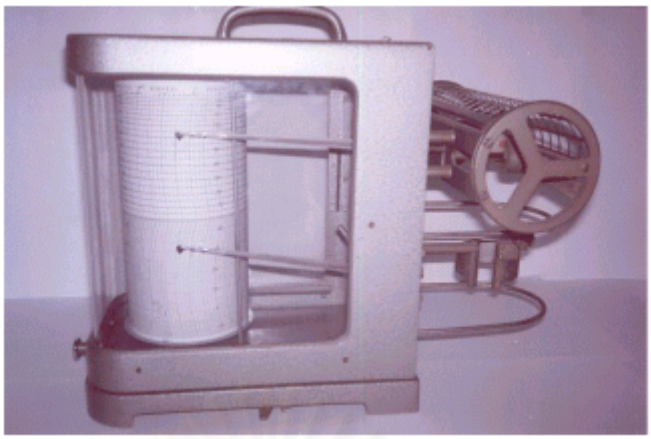
3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

3.2.1 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

3.2.1.1 การศึกษาปัจจัยความชื้น

- ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ศึกษาโดยใช้เครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ (รูปที่ 3-3) บันทึกความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ รวมทั้งอุณหภูมิภายในอุโบสถของวัดที่ทำการศึกษา โดยตั้งเครื่องมือไว้ในจุดกลางอุโบสถ ทำการวัดเดือนละ 3 ครั้ง ครั้งละ 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 ปี แล้วเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศระหว่างวัดที่ผนังตัดความชื้นแล้วกับวัดที่ผนังยังไม่ได้ตัดความชื้น



รูปที่ 3-3 เครื่องเทอร์โมไฮโกรกราฟ

สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ ใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณท่าเรือคลองเตย เพื่อมาเปรียบเทียบ

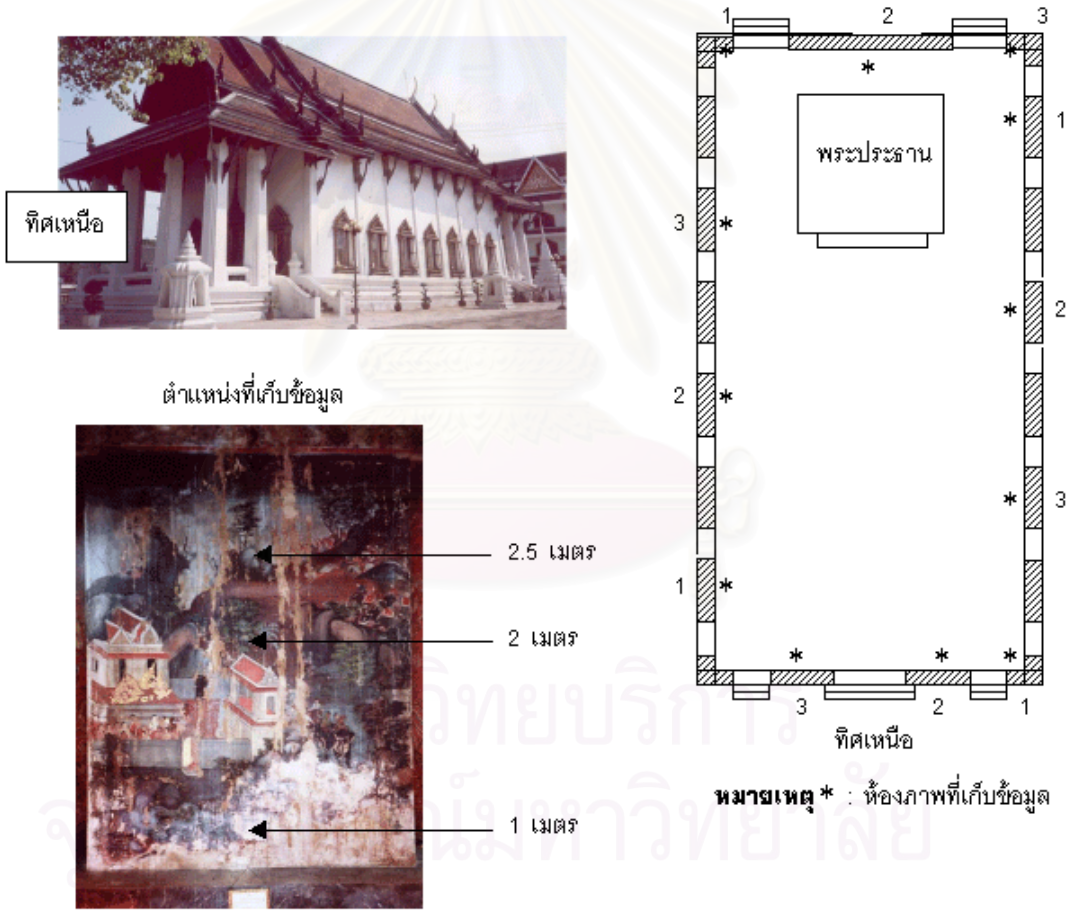
- ปริมาณความชื้นบนผนัง

ศึกษาโดยใช้เครื่องวัดความชื้น (PRO 5700) ดังรูปที่ 3-4 วัดบนผนังภายในอุโบสถทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 3 ห้องภาพ ที่ระดับ 1 เมตร 2 เมตร และ 2.5 เมตร ทำการวัดในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เดือนละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 1 ปี แล้วนำไปเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละด้านในวัดเดียวกัน และในผนังเดียวกันแต่ต่างตำแหน่ง รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างวัดที่ผนังตัดความชื้นแล้วกับวัดที่ผนังยังไม่ได้ตัดความชื้น

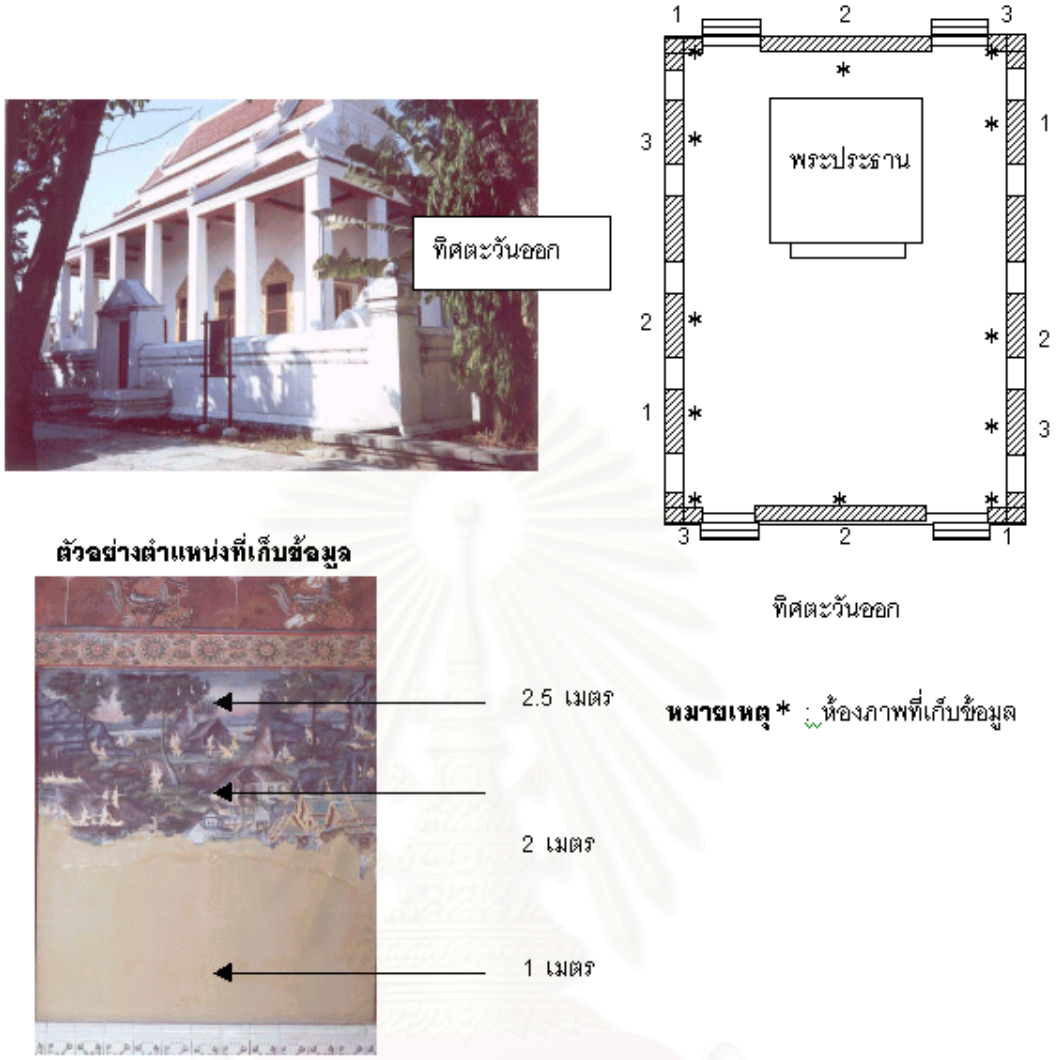
แผนผังและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารและวัดเปาโรหิตย์ แสดงดังรูปที่ 3-5 และ 3-6 ตามลำดับ โดยรูปแสดงแต่ละห้องภาพที่ทำการศึกษาปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-4 เครื่องวัดความชื้น (PRO 5700)



รูปที่ 3-5 แผนผังและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร



รูปที่ 3-6 แผนผังและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของวัดเปาโรหิตย์

ทั้งนี้ Oxley และ Gobert (1983) กล่าวว่าในวัสดุก่อสร้าง พบว่าวัสดุที่ต่างชนิดกันเมื่อมีความชื้นอยู่เท่ากันแต่ทำให้มีลักษณะเปียกและแห้งต่างกันได้ ดังนั้นปริมาณความชื้นที่อ่านได้จากเครื่องจะไม่มีความหมายในวัสดุก่อสร้าง ซึ่งการวัดความชื้นในวัสดุจะดูจากการเปลี่ยนแปลงสีในเครื่องวัดความชื้น ถ้าค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีเขียวมีความหมายว่าผนังแห้ง ส่วนค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีส้มหมายความว่ามีความชื้นอยู่บนผนัง ขณะที่ค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีแดงหมายความว่าความชื้นมีค่ามาก

สำหรับการศึกษาครั้งนี้จะอ่านค่าที่ได้เป็นตัวเลข เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งเครื่องวัดความชื้นบนผนังสามารถวัดค่าต่ำสุดได้ที่ 8 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นถ้าจุดใดที่มีความชื้นต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์เครื่องจะไม่อ่านค่า ดังนั้นค่าที่ต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่ามีค่าเท่ากับค่าต่ำสุดที่เครื่องสามารถอ่านได้ คือ 8 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

- หาความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับปริมาณความชื้นบนผนัง

3.2.1.2 การศึกษาปัจจัยแสงแดดในอุโบสถ

- ปริมาณความเข้มแสง

ศึกษาโดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณความเข้มแสงแบบใช้หัววัด (Lux Meter) ดังในรูปที่ 3-7 วัดในจุดที่วัดปริมาณความชื้นบนผนัง และในเวลาเดียวกัน เป็นเวลา 1 ปี

รูปที่ 3-7 เครื่องวัดค่าปริมาณความเข้มแสงแบบใช้หัววัด (Lux Meter)

- รังสีอัลตราไวโอเลต

ศึกษาโดยใช้เครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Monitor) ดังในรูปที่ 3-8 วัดในจุดที่วัดปริมาณความชื้นบนผนัง และในเวลาเดียวกัน เป็นเวลา 1 ปี

สำหรับปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่ตกกระทบบนพื้นที่ใด ๆ สามารถคำนวณจากการอ่านค่าจากเครื่อง UV monitor (มีหน่วยเป็น μW/Lumen) และ Light meter (มีหน่วยเป็น Lumen/m^2) แล้วนำทั้ง 2 ค่ามาคูณกัน จะได้หน่วยของปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่ตกกระทบบนพื้นผิวคือ ไมโครวัตต์ต่อตารางเมตร (μW/m^2) (Cassar, 1995)

รูปที่ 3-8 เครื่องวัดรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Monitor)

- เปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสง และรังสีอัลตราไวโอเลต ในผนังแต่ละด้านในวัดเดียวกัน และในผนังเดียวกัน แต่ต่างตำแหน่ง และเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลต ระหว่างวัดที่ผนังตัดความชื้นแล้วกับวัดที่ผนังยังไม่ได้ตัดความชื้น รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตในผนังต่าง ๆ ของแต่ละวัด

3.2.2 การศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

1. ศึกษาลักษณะการเสื่อมสภาพจากความชื้นและแสงแดดที่สังเกตเห็นได้บนผนังที่ทำการศึกษา พร้อมทั้งถ่ายรูปลักษณะการเสื่อมสภาพไว้ ลักษณะการเสื่อมสภาพนี้ประเมินจากลักษณะการถูกทำลายของผนังในแต่ละด้านแล้วคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำลักษณะเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพมาเปรียบเทียบในวัดเดียวกันและต่างวัดกัน

2. ศึกษาการเกิดเกลือบนผนังอุโบสถ โดยเก็บตัวอย่างเกลือที่ปรากฏบนผนัง ถ้าไม่มีจะเก็บเศษชิ้นส่วนตรงผิวหน้าของผนังหรือบริเวณที่เก็บได้ (รูปที่ 3-9) ไปวิเคราะห์หาชนิดของเกลือด้วยวิธี x-ray diffraction แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบในแต่ละวัด

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเสื่อมสภาพกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาในวัดเดียวกัน และนำมาเปรียบเทียบในแต่ละวัด

รูปที่ 3-9 การเก็บเศษชิ้นส่วนบนผิวหน้าของผนัง เพื่อนำไปหาซนิดเกลือ

3.2.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา

หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นบนผนังกับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตในผนังต่าง ๆ ของแต่ละวัด

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว Oneway-ANOVA และ Independent Sample t-test ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้ Correlation

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาอิทธิพลของความชื้นและแสงแดดที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัดนั้น ได้จากการศึกษาภายในอุโบสถของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารซึ่งเป็นตัวแทนของวัดที่ไม่ได้ตัดความชื้น และวัดเปาโรหิตย์ซึ่งเป็นตัวแทนของวัดที่ตัดความชื้น โดยศึกษาที่ผนังทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 3 ห้องภาพ ในแต่ละห้องภาพศึกษา 3 ตำแหน่ง ที่ 1 เมตร 2 เมตร และ 2.5 เมตร จากพื้นอุโบสถ และทำการศึกษาในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 อิทธิพลของความชื้น

การศึกษาความชื้นในวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และวัดเปาโรหิตย์ มี 2 ประเภทคือ ปริมาณความชื้นบนผนัง และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยจะกล่าวแยกในแต่ละวัด ดังนี้

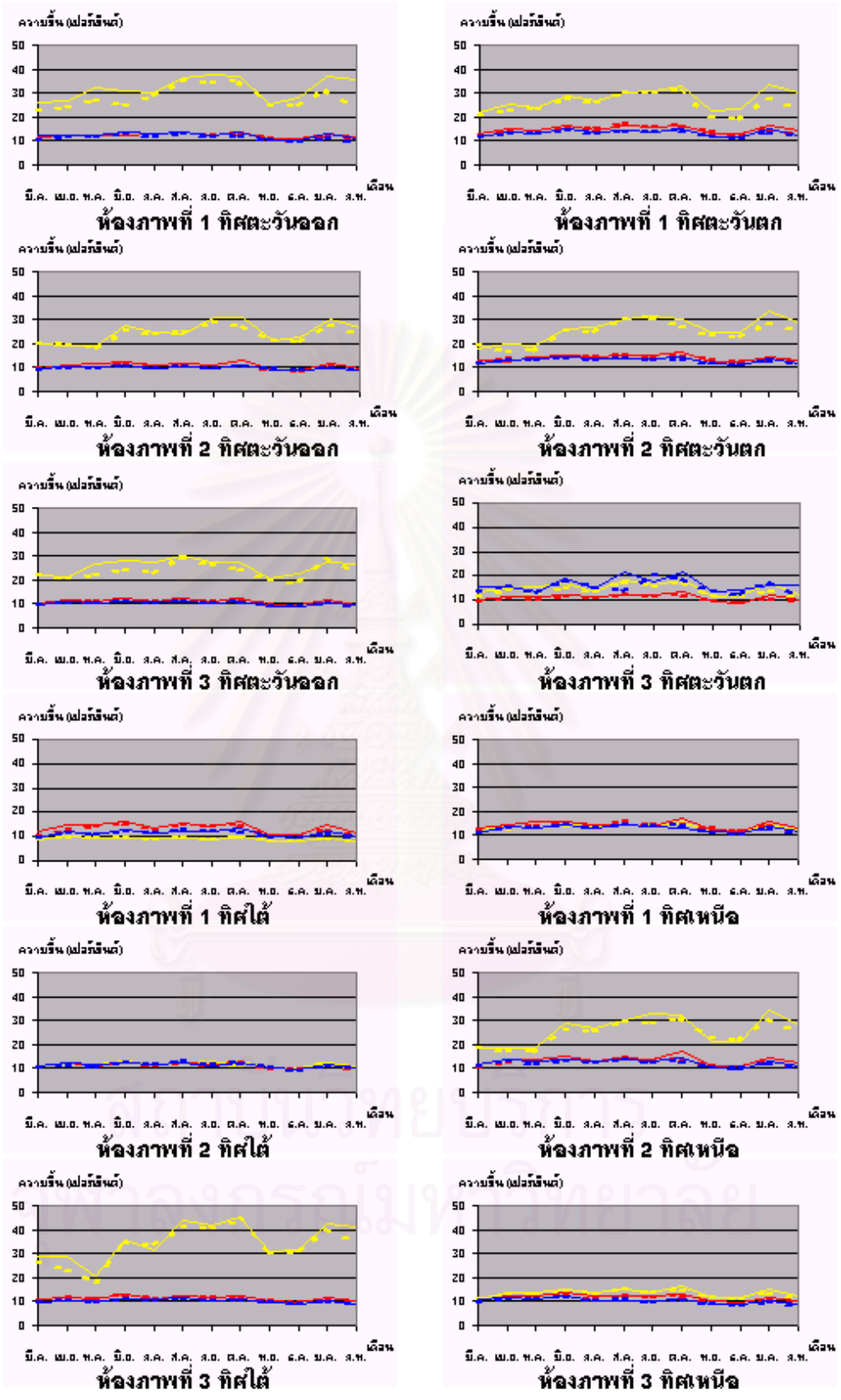
4.1.1 วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

4.1.1.1 ผลการศึกษาปริมาณความชื้นบนผนัง

ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละตำแหน่ง รายเดือน ในอุโบสถของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร สามารถแสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบกันทั้ง 12 ห้องภาพ ดังรูปที่ 4-1 สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นในแต่ละห้องภาพ แสดงอยู่ในภาคผนวก ข

จากรูปพบว่า ห้องภาพส่วนใหญ่จะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงความชื้นเหมือนกัน คือ ที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังมากที่สุด ส่วนที่ตำแหน่ง 2 เมตร และ 2.5 เมตร จะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกันในทุกห้องภาพ ซึ่งค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีเขียว หมายความว่าที่ตำแหน่ง 2 เมตร และ 2.5 เมตรผนังแห้ง ขณะที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีค่าปริมาณความชื้นแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน



รูปที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังรายเดือน ในแต่ละห้องภาพของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

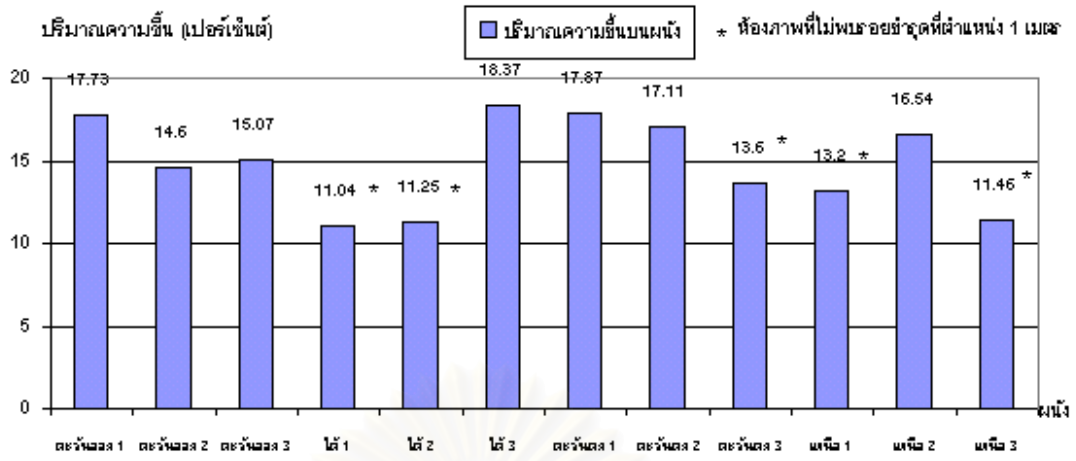
สำหรับห้องภาพที่ 1 และห้องภาพที่ 2 ด้านทิศใต้ ห้องภาพที่ 1 ด้านทิศตะวันตก และห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือ ที่พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นในแต่ละตำแหน่งใกล้เคียงกัน โดยในแต่ละห้องภาพมีค่าไม่เกิน 16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีเขียวเช่นเดียวกัน หมายความว่าในแต่ละตำแหน่งของห้องภาพเหล่านี้ ผนังแห้ง ส่วนห้องภาพที่ 3 ด้านทิศตะวันตก ที่พบว่าตำแหน่ง 2.5 เมตร มีค่ามากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ เนื่องจากตรงตำแหน่งที่วัดความชื้น เป็นจุดที่ได้รับอิทธิพลของน้ำฝนรั่วจากหลังคา โดยจะเห็นว่าในฤดูฝน (ช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม) จะมีปริมาณความชื้นมากกว่าเดือนอื่น ๆ และมีค่ามากกว่า 16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่อ่านได้ตกอยู่ในย่านสีส้ม และสีแดง หมายความว่าผนังตรงตำแหน่งนี้มีความชื้น

ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่า ห้องภาพที่มีปริมาณความชื้นที่ตำแหน่ง 1 เมตร มากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ นี้ จะมีร่องรอยของความชื้นจากใต้ดินที่ทำให้เกิดการชำรุดกับภาพจิตรกรรมฝาผนังช่วงล่างเหนือขอบหินอ่อนขึ้นไป โดยมีรอยความชื้นสูงที่สุด สูงจากพื้นอุโบสถประมาณ 1 – 1.2 เมตร เป็นแนวยาวขนานกับพื้น ขณะที่ห้องภาพที่เหลือ กลับพบว่า มีรอยความชื้นเหนือขอบหินอ่อนมาเล็กน้อย หรือบางห้องภาพแทบจะไม่เห็นรอยความชื้นเลย

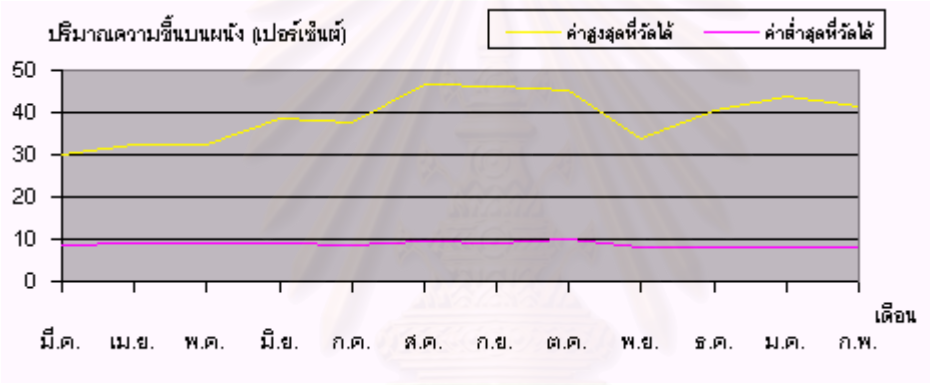
ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

จากข้อมูลปริมาณความชื้นบนผนัง ในเวลา 1 ปี พบว่าห้องภาพที่ 3 ทางด้านทิศใต้มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังมากที่สุด ส่วนห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังในเวลา 1 ปีน้อยที่สุด ซึ่งพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับห้องภาพที่ 2 ด้านทิศใต้ และห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือด้วย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาห้องภาพที่ไม่พบรอยชำรุดจากน้ำใต้ดินที่ตำแหน่ง 1 เมตร พบว่ามีปริมาณความชื้นบนผนังน้อยกว่าห้องภาพที่พบรอยชำรุดจากน้ำใต้ดิน ดังรูปที่ 4-2

สำหรับค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดได้ในแต่ละเดือน แสดงดังรูปที่ 4-3 ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละเดือนนั้นพบว่าค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นค่าที่ได้มาจากห้องภาพที่ 3 ของทิศใต้เกือบทุกเดือน ยกเว้นในเดือนพฤษภาคมที่พบว่าค่าสูงสุดที่วัดได้มาจากห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันออก ทั้งนี้ค่าสูงสุดที่วัดได้ในเวลา 1 ปี อยู่ในเดือนสิงหาคม มีค่า 46.80 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุดที่วัดได้ มีค่า น้อยกว่า 8.00 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์



รูปที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร



รูปที่ 4-3 ปริมาณความชื้นสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละด้าน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังของแต่ละด้าน มาทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศตะวันออกไม่แตกต่างจากด้านทิศตะวันตก ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศใต้ไม่แตกต่างจากด้านทิศเหนือ แต่ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังแตกต่างจากผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ด้าน	**ตะวันออก**	**ใต้**	**ตะวันตก**	**เหนือ**
ค่าเฉลี่ย	15.8005 [a]	13.5531 [b]	16.1941 [a]	13.7357 [b]

หมายเหตุ : a, b คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างช่วงเวลา

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละผนังมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดความชื้น คือเวลาเช้ากับเวลาบ่าย ด้วยสถิติทดสอบ Independent Sample T-test พบว่าผนังทุกด้านมีปริมาณความชื้นระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ด้าน	ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)		ผลการทดสอบทางสถิติของ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างช่วงเวลา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
	ช่วงเช้า $\pm$ SD	ช่วงบ่าย $\pm$ SD	p
ตะวันออก	16.39 $\pm$ 8.35	15.21 $\pm$ 7.47	0.126
ใต้	13.89 $\pm$ 8.05	13.21 $\pm$ 7.52	0.367
ตะวันตก	16.69 $\pm$ 6.11	15.70 $\pm$ 5.58	0.079
เหนือ	14.07 $\pm$ 4.84	13.41 $\pm$ 4.53	0.148

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือนของแต่ละห้องภาพ พบว่าที่ตำแหน่ง 1 เมตร ซึ่งเป็นระดับที่น้ำใต้ดินขึ้นมาได้สูงสุด จะมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือนอย่างเห็นได้ชัด ขณะที่ในตำแหน่งที่ผนังแห้ง ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากนัก (รูปที่ 4-1) แสดงว่าฤดูกาลที่เปลี่ยนไปจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนังที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำใต้ดิน

ทั้งนี้จากการวัดความชื้นบนผนังในเวลา 1 ปี พบว่าปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดค่าได้มากที่สุด มีค่า 46.80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดค่าได้น้อยที่สุด มีค่า 8.00 เปอร์เซ็นต์

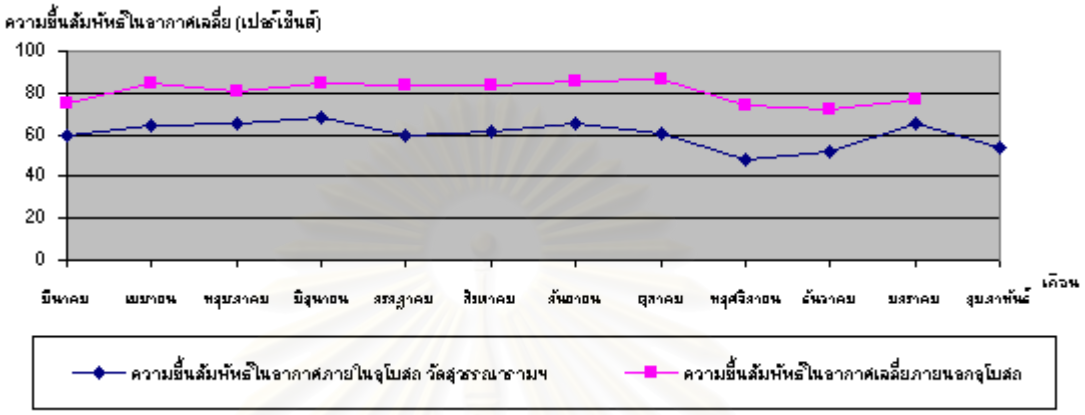
ซึ่งการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในทุกด้านระหว่างฤดูกาล โดยให้ช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมอยู่ในฤดูฝน ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในฤดูหนาว และช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมอยู่ในฤดูร้อน พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว ขณะที่ฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าไม่แตกต่างกัน

4.1.1.2 **ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ**

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยของวัดสุวรรณารามฯ ในเวลา 1 ปี พบว่า เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยมากที่สุดคือเดือนมิถุนายน มีค่า 68.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน มีค่า 48.50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดสุวรรณารามฯ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ของกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 ถึงเดือนมกราคม 2544 ซึ่งถือว่าเป็นความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดสุวรรณาราม มีค่าน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 4-4

ทั้งนี้เมื่อนำความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถมาหาความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ หมายความว่าถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถจะเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 4-4 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถวัดสุวรรณารามราชวรวิหารเฉลี่ยแต่ละเดือนเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ

4.1.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นบนผนัง

เมื่อนำข้อมูลของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย ณ เวลาเดียวกับที่ทำการวัดความชื้นบนผนังมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนังเฉลี่ยในแต่ละห้องภาพ ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อยู่ใน ตารางที่ 4-3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น

ทิศ	ห้องภาพ	ผลการทดสอบทางสถิติระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นบนผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ตะวันออก	1	p = 0.004	0.720
	2	p = 0.018	0.610
	3	p = 0.001	0.819
ใต้	1	p < 0.001	0.858
	2	p < 0.001	0.839
	3	p = 0.152	0.324
ตะวันตก	1	p = 0.003	0.731
	2	p = 0.087	0.420
	3	p = 0.002	0.773
เหนือ	1	p < 0.001	0.847
	2	p = 0.020	0.597
	3	p < 0.001	0.849

หมายเหตุ : ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนัง เมื่อ $p < 0.05$

จากตารางพบว่าปริมาณความชื้นบนผนังในห้องภาพที่ 3 ทิศใต้ และห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันตก ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ส่วนปริมาณความชื้นบนผนังในห้องภาพอื่น ๆ ที่เหลือมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 วัดเปาโรหิตย์

4.1.2.1 ผลการศึกษาปริมาณความชื้นบนผนัง

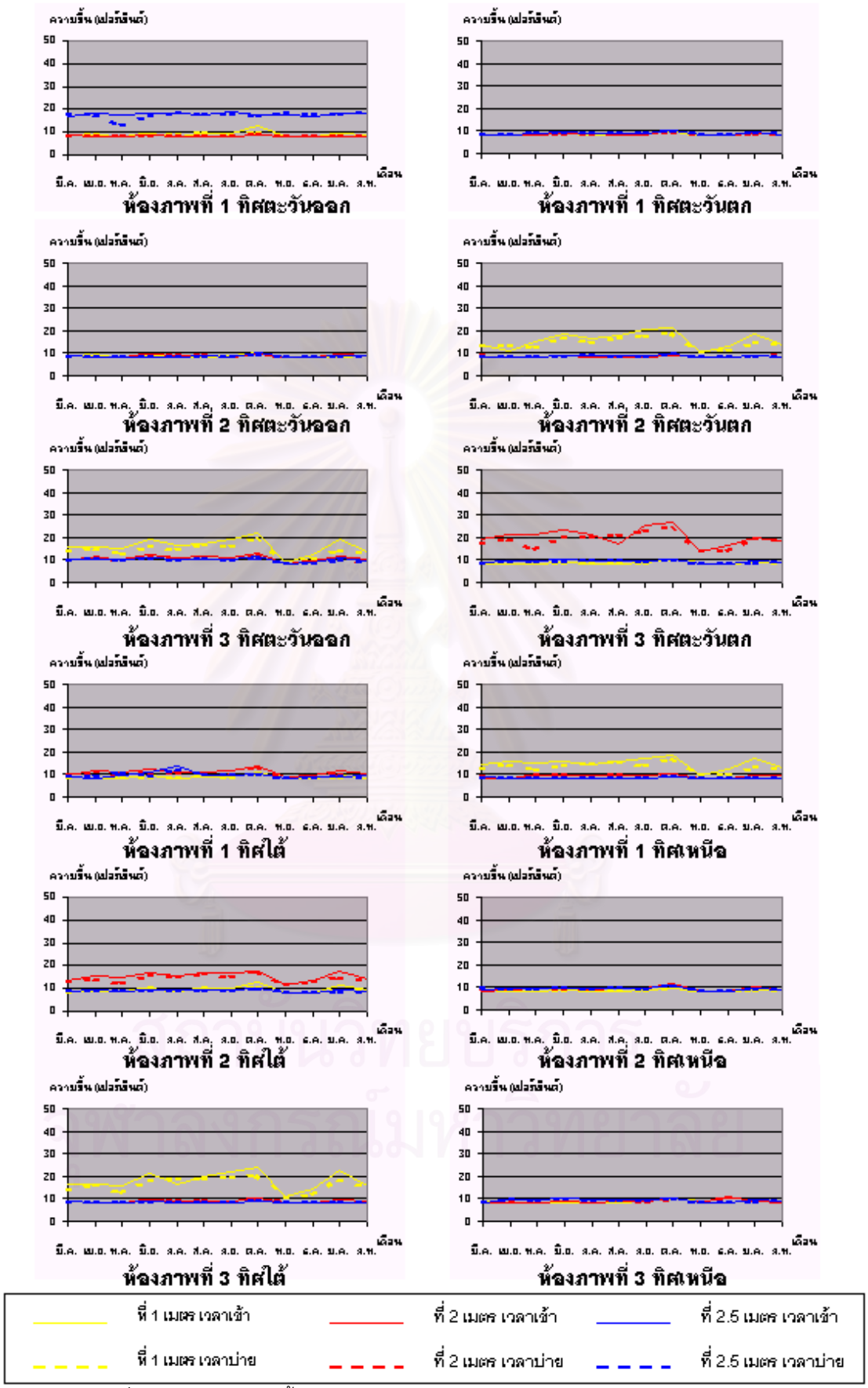
ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละตำแหน่ง ในเดือนต่าง ๆ ของวัดเปาโรหิตย์ แสดงดังรูปที่ 4-5 จากรูปพบว่า ส่วนใหญ่แล้วในแต่ละตำแหน่งจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังใกล้เคียงกัน คือมีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันออก ห้องภาพที่ 1 ทิศใต้ ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันตก และห้องภาพที่ 2 ทิศเหนือที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังที่ตำแหน่ง 1 เมตรมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ และห้องภาพที่ 3 ทิศใต้ กับห้องภาพที่ 1 ทิศเหนือ ที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังที่ตำแหน่ง 2 เมตรมากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ ส่วนห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันออก พบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังที่ตำแหน่ง 2.5 เมตรมากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ

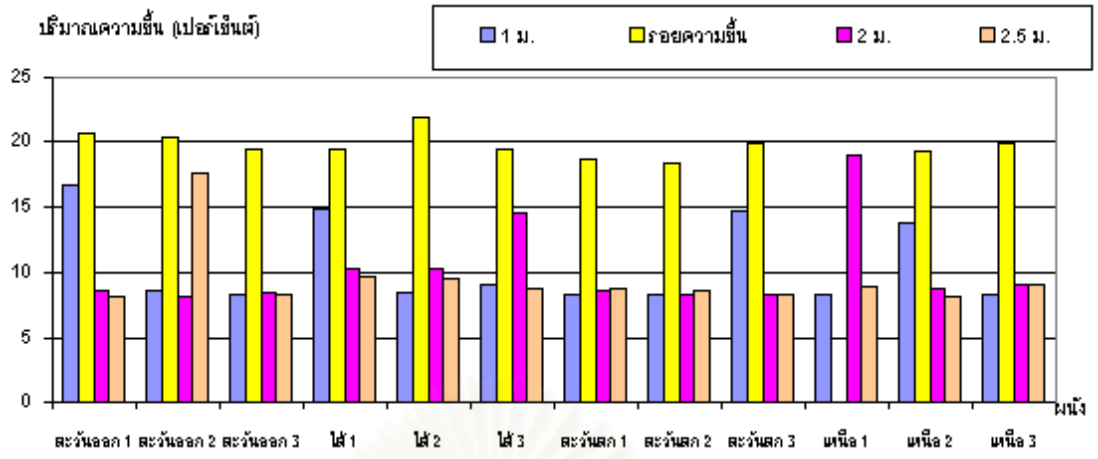
จากการสังเกตพบว่าในแต่ละห้องภาพจะมีรอยชำรุดจากน้ำใต้ดินของเดิม สูงจากพื้นอุโบสถประมาณ 1.6 – 2 เมตร ซึ่งใต้รอยชำรุดนี้ กรมศิลปากรได้ฉาบใหม่ด้วยปูนน้ำอ้อย และปรับสีพื้นให้กลมกลืนเข้ากับสภาพสีจิตรกรรมในอุโบสถ ในการอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังเมื่อปี พ.ศ. 2527 ทั้งนี้ในบางห้องภาพยังพบรอยความชื้นเกิดขึ้นใหม่เป็นหย่อม ๆ ใต้รอยชำรุดเดิมด้วย ซึ่งเป็นลักษณะของความชื้นที่ซึมผ่านผนังมา ไม่ใช่ลักษณะของความชื้นจากใต้ดิน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นในแต่ละห้องภาพกับรอยความชื้นที่เกิดขึ้นบนผนัง พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นตรงตำแหน่งที่วัดได้ค่ามากกว่าตำแหน่งอื่น ๆ เป็นจุดที่วัดตรงที่มีรอยหรือหย่อมความชื้นเกิดขึ้นบนผนังแทบทั้งสิ้น

ทั้งนี้ได้ทำการวัดความชื้นที่ตำแหน่งรอยชำรุดจากน้ำใต้ดินเดิมไว้ทุก ๆ เดือน ด้วย ซึ่งผลที่ได้พบว่าที่ตำแหน่งรอยความชื้นนี้ มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ ในห้องภาพเดียวกันมาก ขณะที่ตำแหน่งอื่น ๆ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน คือไม่เกิน 16 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าผนังตรงนั้นแห้ง ส่วนห้องภาพที่ 1 และ 2 ทิศตะวันออก ซึ่งมีค่าเกิน 16 เปอร์เซ็นต์นั้นเนื่องจากว่าเป็นตำแหน่งที่วัดตรงหย่อมความชื้นพอดี ดังรูปที่ 4-6



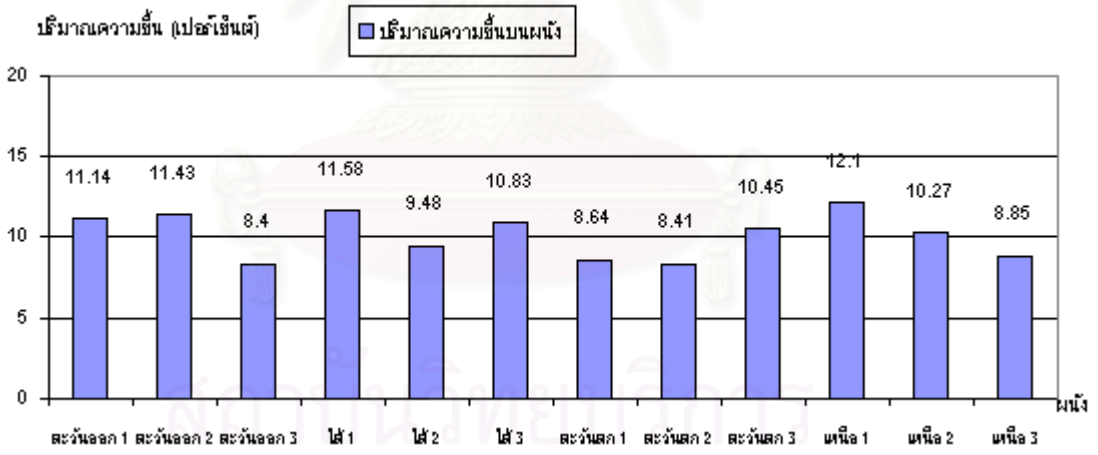
รูปที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังรายเดือน ในแต่ละห้องภาพของวัดเปาโรหิตย์



รูปที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพ ของวัดเปาโรหิตย์

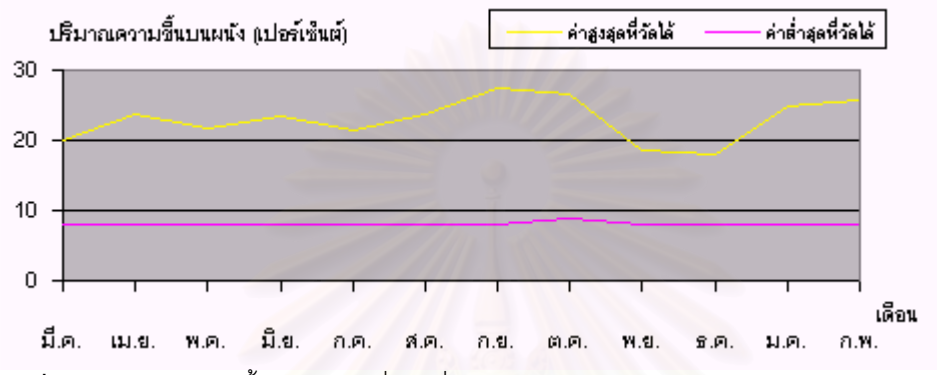
ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

จากข้อมูลปริมาณความชื้นบนผนัง ในเวลา 1 ปี พบว่าห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศเหนือมีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังมากที่สุด ส่วนห้องภาพที่ 3 ด้านทิศตะวันออกมีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันตกด้วย อย่างไรก็ตามพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นมากสุดและน้อยสุดมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังรูปที่ 4-7



รูปที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์

สำหรับค่าสูงสุดของปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดได้ในเวลา 1 ปี พบว่าอยู่ในเดือนกันยายน มีค่า 27.50 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน มีค่าน้อยกว่า 8.00 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละเดือน พบว่าค่าสูงสุดที่วัดได้เป็นค่าที่ได้มาจากห้องภาพที่ 1 ของทิศเหนือเกือบทุกเดือน ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายนที่พบว่าค่าสูงสุดที่วัดได้มาจากห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันออก ดังรูปที่ 4-8



รูปที่ 4-8 ปริมาณความชื้นสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละด้าน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังแต่ละด้านมาทดสอบด้วยสถิติพบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศตะวันตกแตกต่างจากทิศอื่น ๆ คือ ด้านทิศตะวันออก ด้านทิศใต้ และด้านทิศเหนือ ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศอื่น ๆ ที่เหลือไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์

ด้าน	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	เหนือ
ค่าเฉลี่ย	10.3237 [a]	10.6312 [a]	9.1659	10.4094 [a]

หมายเหตุ : a คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างช่วงเวลา

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละผนังมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดความชื้น พบว่า ผนังด้านทิศใต้ มีปริมาณความชื้นในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย ส่วนผนังด้านอื่น ๆ พบว่าปริมาณความชื้นระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดเปาโรหิตย์

ด้าน	ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)		ผลการทดสอบทางสถิติของ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างช่วงเวลา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
	ช่วงเช้า ± SD	ช่วงบ่าย ± SD	p
ตะวันออก	10.55 ± 4.12	10.10 ± 3.81	0.244
ใต้	11.04 ± 3.06	10.22 ± 2.60	0.003*
ตะวันตก	9.35 ± 2.61	8.98 ± 2.18	0.120
เหนือ	10.71 ± 4.22	10.11 ± 3.67	0.120

หมายเหตุ : * ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่าย

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือนของแต่ละห้องภาพ พบว่าที่ตำแหน่งที่วัดตรงตำแหน่งน้ำซึมและเกิดเป็นหย่อมความชื้น จะมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือนอย่างเห็นได้ชัด ขณะที่ในตำแหน่งที่ผนังแห้ง มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นน้อยมาก (รูปที่ 4-5) แสดงว่าฤดูกาลที่เปลี่ยนไปจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนังที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำซึม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทั้งนี้จากการวัดความชื้นบนผนังในเวลา 1 ปี พบว่าปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดค่าได้มากที่สุด มีค่า 27.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้นบนผนังที่วัดค่าได้น้อยที่สุด มีค่าน้อยกว่า 8.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังทุกด้านระหว่างฤดูกาล พบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่น ๆ ขณะที่ฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าไม่ต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

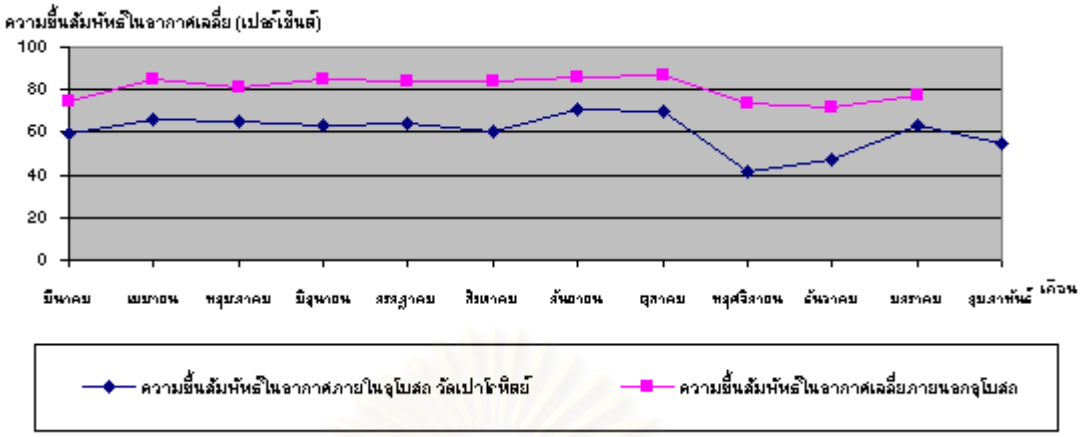
4.1.2.2 **ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ**

จากการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยของวัดเปาโรหิตย์ เป็นเวลา 1 ปี พบว่าเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยมากที่สุดคือ เดือนกันยายน มีค่า 70.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่า 41.50 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดเปาโรหิตย์ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ของกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2543 ถึงเดือนมกราคม 2544 ซึ่งถือว่าเป็นความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดเปาโรหิตย์ มีค่าน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถในทุกเดือน ดังรูปที่ 4-9 แต่เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดเปาโรหิตย์ไม่ต่างจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้เมื่อนำความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถมาหาความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-9 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถวัดเปาโรหิตย์เฉลี่ยแต่ละเดือน เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ

4.1.2.3 **ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นบนผนัง**

เมื่อนำข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย ณ เวลาเดียวกับที่ทำการวัดความชื้นบนผนังมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนังเฉลี่ยในแต่ละผนังในรอบปี พบว่า ปริมาณความชื้นบนห้องภาพที่ 2 และห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันออก ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ขณะที่ปริมาณความชื้นบนผนังอื่น ๆ ที่เหลือมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างมาก ซึ่งผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงดังตารางที่ 4-6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับปริมาณความชื้นบนผนัง วัดเปาโรหิตย์

ทิศ	ห้องภาพที่	ผลการทดสอบทางสถิติระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นบนผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ตะวันออก	1	$p = 0.003$	0.732
	2	$p = 0.208$	0.259
	3	$p = 0.062$	0.469
ใต้	1	$p < 0.001$	0.843
	2	$p < 0.001$	0.835
	3	$p = 0.002$	0.765
ตะวันตก	1	$p = 0.038$	0.529
	2	$p = 0.037$	0.533
	3	$p = 0.005$	0.702
เหนือ	1	$p < 0.001$	0.826
	2	$p < 0.001$	0.847
	3	$p = 0.007$	0.681

หมายเหตุ : ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนัง เมื่อ $p < 0.05$

4.2 **อิทธิพลของแสงแดด**

การศึกษาอิทธิพลของแสงแดดในวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และวัดเปาโรหิตย์ ประกอบด้วยการวัดปัจจัย 2 ประเภทคือ ปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบบนผนัง และรังสีอัลตราไวโอเลตที่ตกกระทบบนผนัง โดยจะแยกกล่าวในแต่ละวัดดังนี้

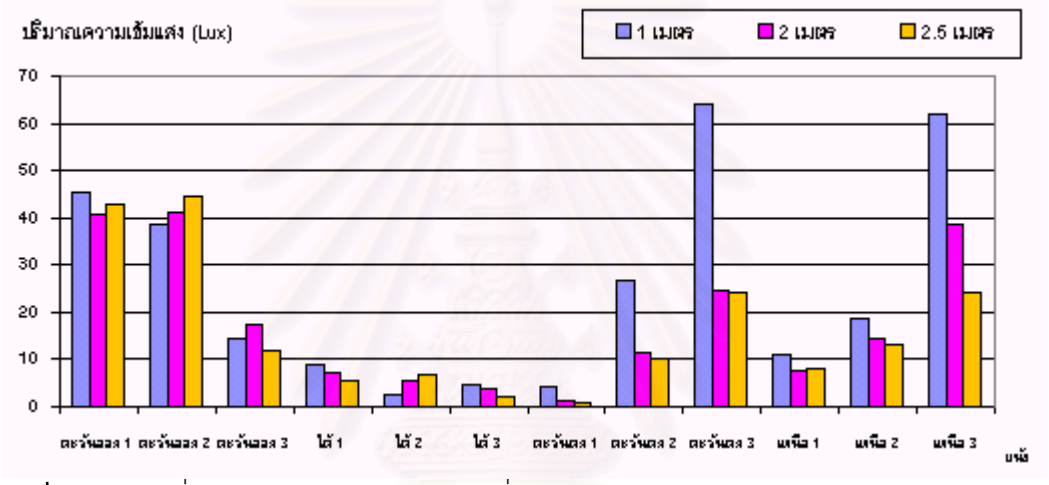
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1 วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

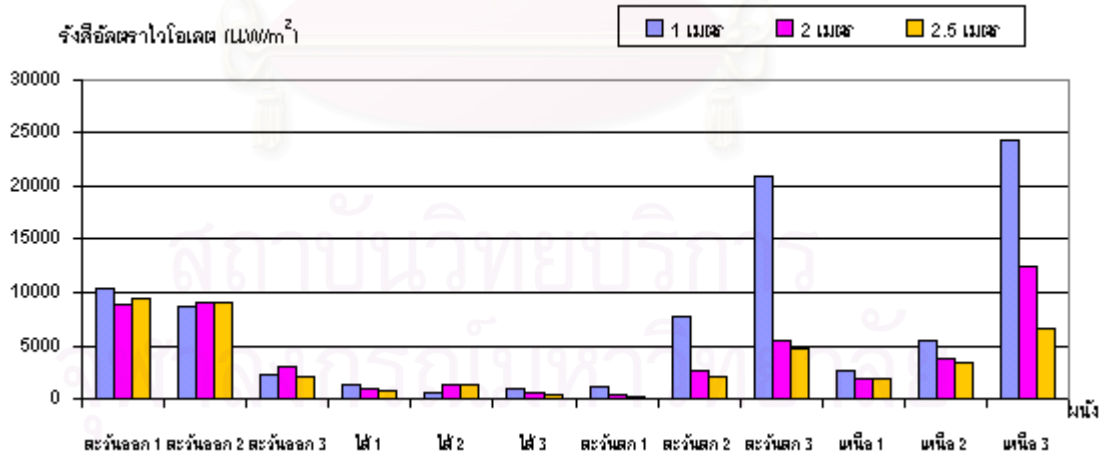
4.2.1.1 ผลการศึกษาปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละตำแหน่ง ในรอบปี ของแต่ละห้องภาพ ในอุโบสถวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร แสดงดังรูปที่ 4-10 และ 4-11



รูปที่ 4-10 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดสุวรรณาราม

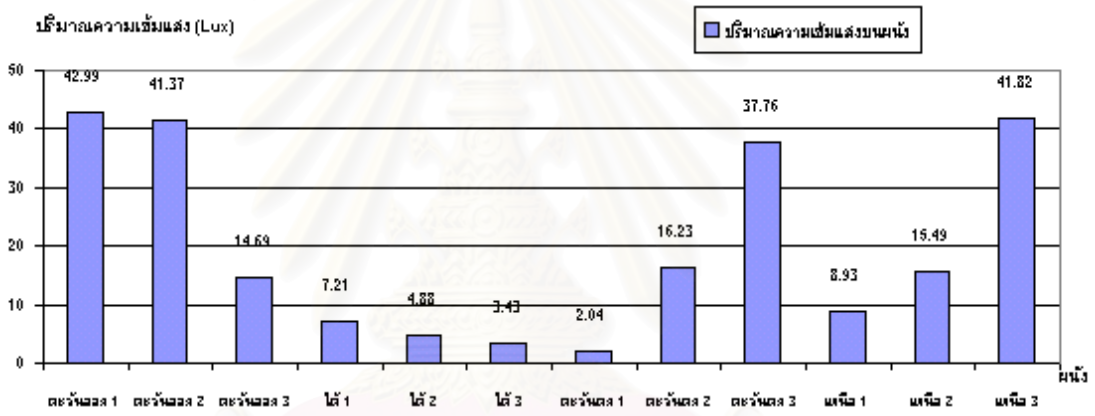


รูปที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดสุวรรณาราม

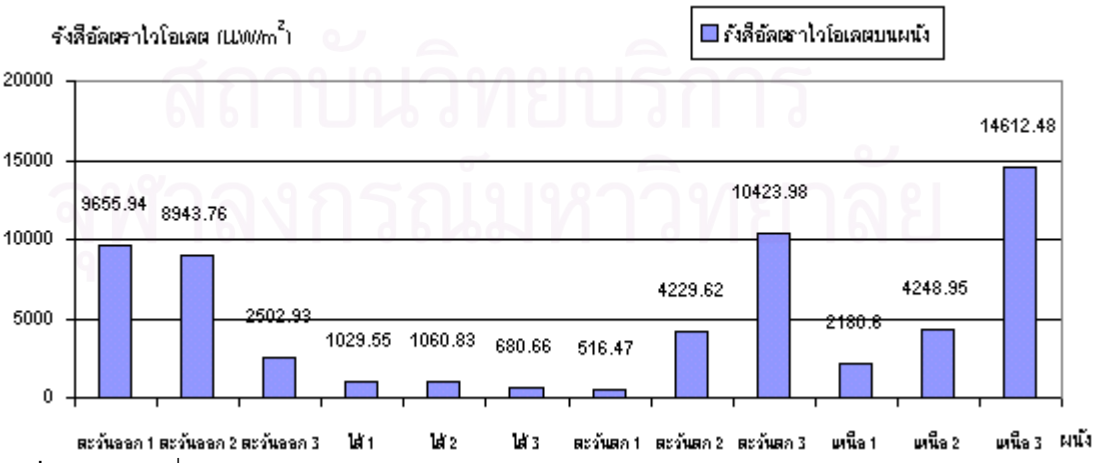
จากรูปพบว่า กราฟของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยในห้องภาพส่วนใหญ่ จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละตำแหน่งใกล้เคียงกัน ยกเว้นในห้องภาพที่ 2 และ 3 ด้านทิศตะวันตก และห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือที่พบว่า ที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ

ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

ข้อมูลปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละห้องภาพ ในเวลา 1 ปี สามารถนำมาสร้างกราฟได้ดังรูปที่ 4-12 และ รูปที่ 4-13



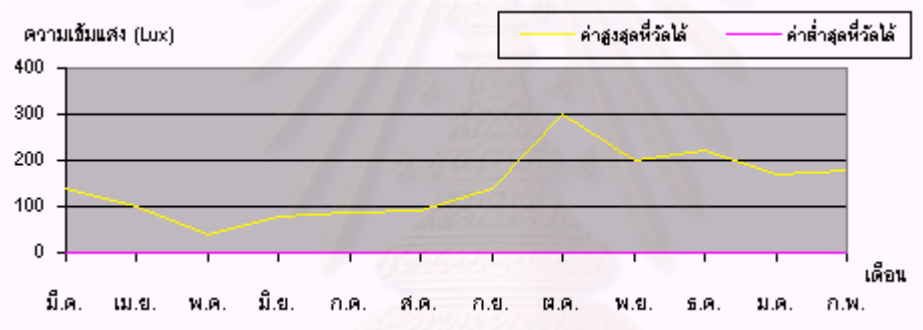
รูปที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร



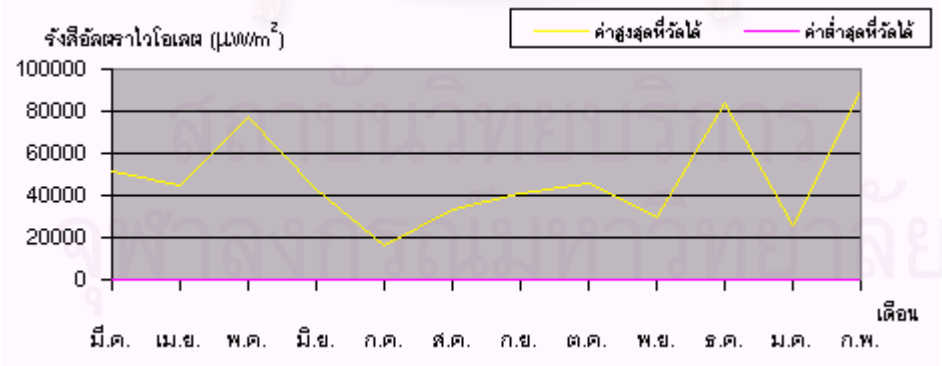
รูปที่ 4-13 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

จากรูปพบว่าห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังมากที่สุด คือ ห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศตะวันออก ส่วนห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากที่สุด คือ ห้องภาพที่ 3 ทางด้านเหนือ อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณความเข้มแสงของห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศตะวันออก มีค่าใกล้เคียงกับห้องภาพที่ 2 ด้านทิศตะวันออกและห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือด้วย ส่วนห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังน้อยที่สุดอยู่ในห้องภาพเดียวกัน คือ ห้องภาพที่ 1 ด้านทิศตะวันตก

สำหรับค่าสูงสุดของปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่วัดได้ในเวลา 1 ปี พบว่าอยู่ในเดือนตุลาคม มีค่า 300 Lux ส่วนค่าสูงสุดของรังสีอัตราไวโอเลตบนผนังที่วัดได้อยู่ในเดือนธันวาคม มีค่า 90000 $\mu W/m^2$ ดังรูปที่ 4-14 และ 4-15 ตามลำดับ สำหรับค่าต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน มีค่า 0 Lux



รูปที่ 4-14 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร



รูปที่ 4-15 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละด้าน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังของแต่ละทิศมาทดสอบด้วยสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านทิศตะวันตกไม่แตกต่างกับด้านทิศเหนือ ส่วนผนังด้านทิศตะวันออกและทิศใต้แตกต่างกับผนังด้านทิศอื่น ๆ ทุกทิศ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-7) ขณะที่ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านทิศตะวันออกไม่แตกต่างกับด้านทิศใต้ ส่วนผนังด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือแตกต่างกับผนังด้านอื่น ๆ ทุกผนัง (ตารางที่ 4-8)

ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ด้าน	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	เหนือ
ค่าเฉลี่ย	33.02	5.17	18.68 [a]	22.08 [a]

หมายเหตุ : a คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านต่าง ๆ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ด้าน	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	เหนือ
ค่าเฉลี่ย	236.59 [a]	227.60 [a]	249.81	301.29

หมายเหตุ : a คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลา

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละผนังมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลต พบว่าผนังทุกด้าน มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลา วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

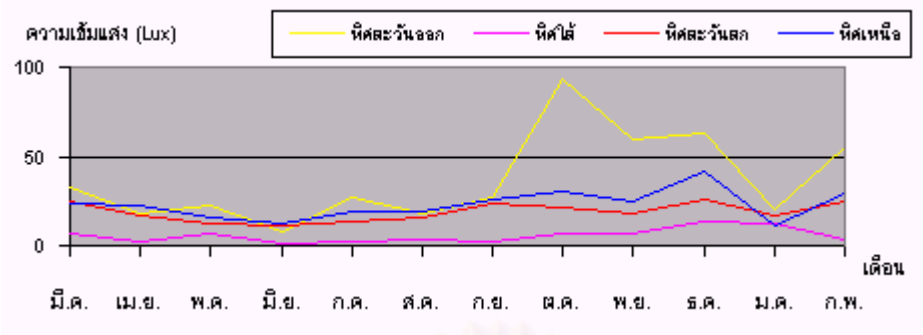
ด้าน	ปริมาณความเข้มแสงบนผนัง (Lux)		ผลการทดสอบทางสถิติ	รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ($\mu W/m^2$)		ผลการทดสอบทางสถิติ
	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	p	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	p
ตะวันออก	51.80	14.24	< 0.001*	10798.15	3436.32	< 0.001*
ใต้	7.70	2.65	< 0.001*	1249.34	604.02	0.003*
ตะวันตก	24.47	12.88	< 0.001*	6443.08	3644.31	0.001*
เหนือ	31.67	12.49	< 0.001*	9548.46	4591.37	< 0.001*

หมายเหตุ : * ค่าเฉลี่ยของปริมาณปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตในช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่าย

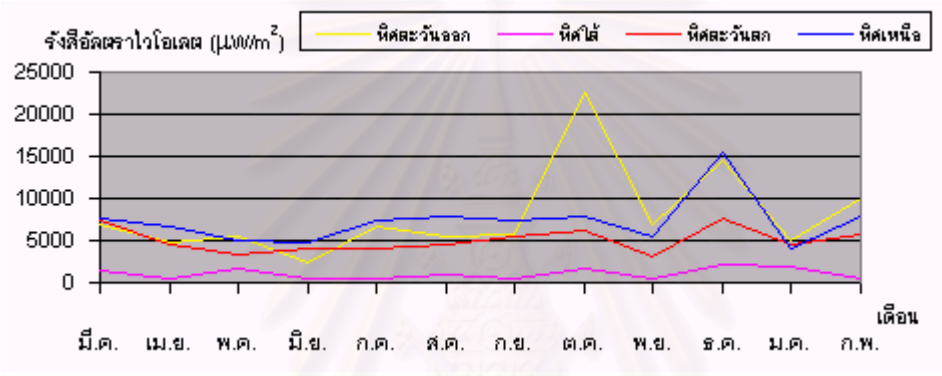
การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

การทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละด้านระหว่างฤดูกาล พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผนังด้านทิศตะวันออก และทิศใต้ มีปริมาณความเข้มแสงบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน ขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านทิศตะวันตก และทิศเหนือ มีปริมาณความเข้มแสงบนผนังไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล สำหรับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง พบว่าด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศเหนือ จะไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ส่วนผนังด้านทิศตะวันออก จะมีรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน ขณะที่ในฤดูฝนไม่แตกต่างกับฤดูอื่น ๆ ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังรายเดือน ในแต่ละด้าน แสดงดังรูปที่ 4-16 และ 4-17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-16 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร



รูปที่ 4-17 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

4.2.1.2 **ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง**

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณความเข้มแสงบนผนังมาหาความสัมพันธ์กับรังสีอัลตราไวโอเลตเฉลี่ยในแต่ละห้องภาพ พบว่าความเข้มแสงมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ทุกห้องภาพ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่ามีความสัมพันธ์กันสูงมาก ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงบนผนังกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง วัดสุวรรณาราชวรวิหาร

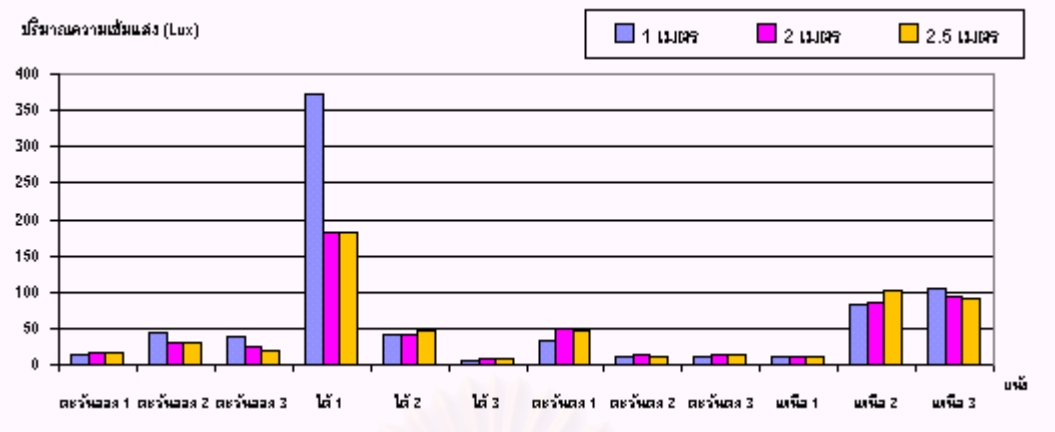
ทิศ	ห้องภาพ	ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ตะวันออก	1	$p < 0.001$	0.980
	2	$p < 0.001$	0.958
	3	$p < 0.001$	0.965
ใต้	1	$p < 0.001$	0.968
	2	$p < 0.001$	0.968
	3	$p < 0.001$	0.955
ตะวันตก	1	$p < 0.001$	0.978
	2	$p < 0.001$	0.956
	3	$p < 0.001$	0.963
เหนือ	1	$p < 0.001$	0.924
	2	$p < 0.001$	0.940
	3	$p < 0.001$	0.883

หมายเหตุ : ปริมาณความเข้มแสงบนผนังมีความสัมพันธ์กับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง เมื่อ $p < 0.05$

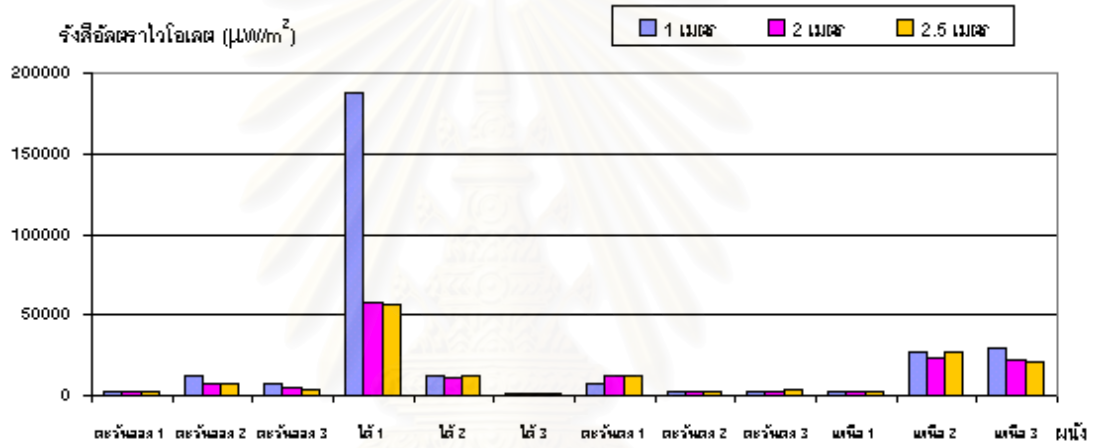
4.2.2 วัดเปาโรหิตย์

4.2.2.1 ผลการศึกษาปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละตำแหน่ง ในรอบปี ของแต่ละห้องภาพ ในอุโบสถวัดเปาโรหิตย์ พบว่า กราฟของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยในห้องภาพส่วนใหญ่ จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละตำแหน่งใกล้เคียงกัน ยกเว้นในห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้ที่พบว่า ที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ ดังรูปที่ 4-18 และ 4-19



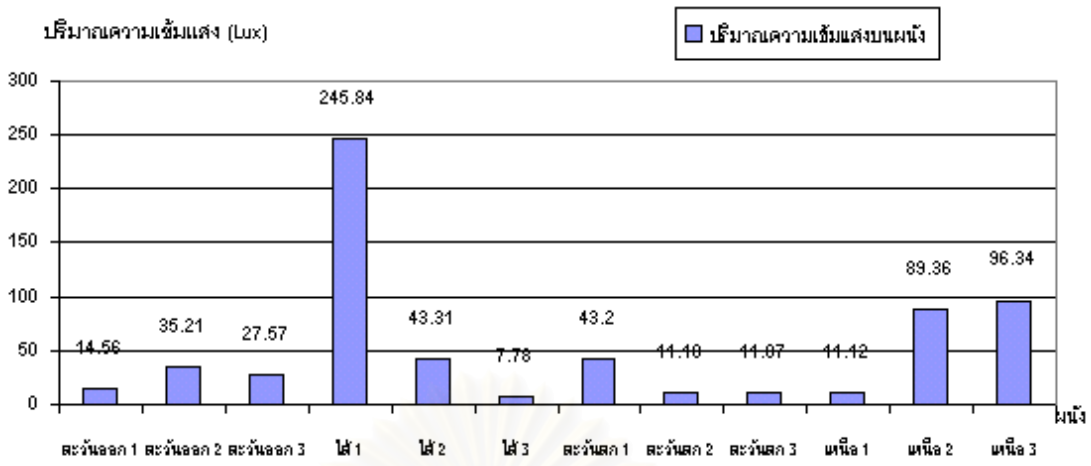
รูปที่ 4-18 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดเปาโรหิตย์



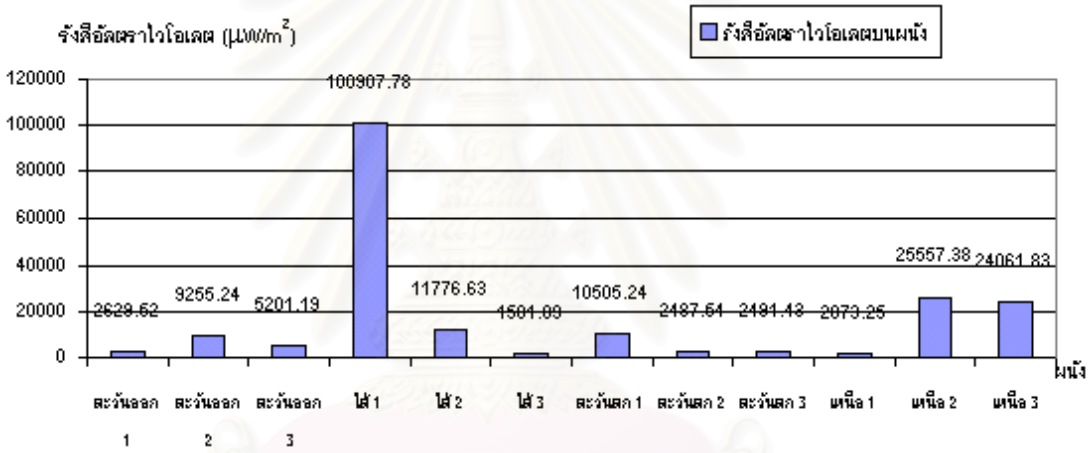
รูปที่ 4-19 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแต่ละห้องภาพในรอบปี วัดเปาโรหิตย์

ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

จากข้อมูลปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในเวลา 1 ปี พบว่าห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากที่สุด คือ ห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศใต้ ส่วนห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังน้อยที่สุด คือ ห้องภาพที่ 3 ด้านทิศใต้ ดังรูปที่ 4-20 และ รูปที่ 4-21

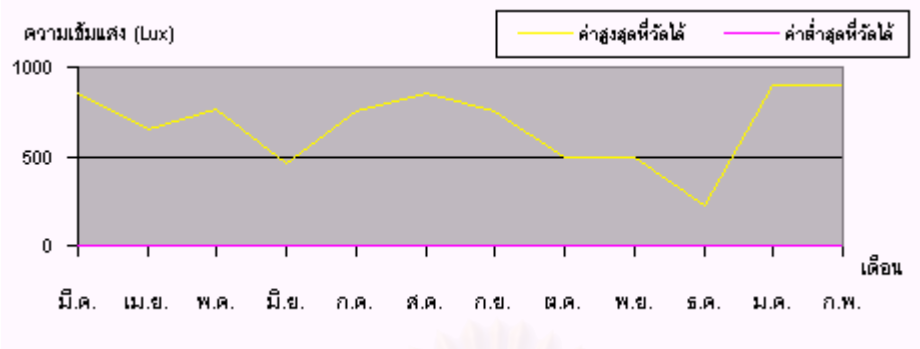


รูปที่ 4-20 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์

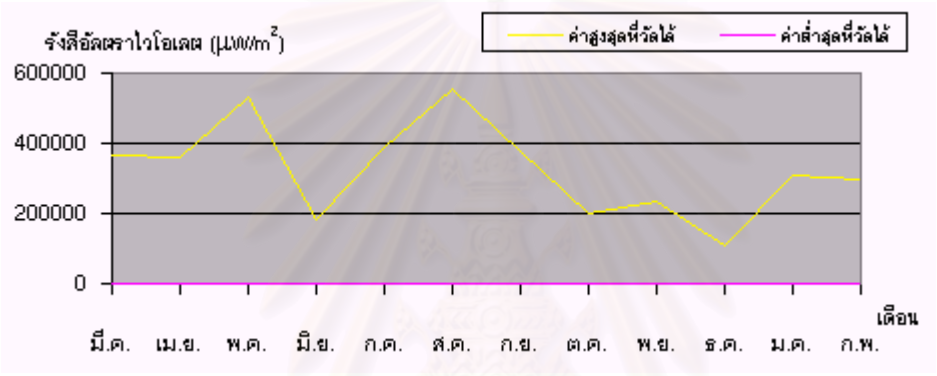


รูปที่ 4-21 ค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละห้องภาพ ในรอบปี ของวัดเปาโรหิตย์

สำหรับค่าสูงสุดของปริมาณความเข้มแสงบนผนังที่วัดได้ในเวลา 1 ปี พบว่าอยู่ในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ มีค่า 900 Lux ส่วนค่าสูงสุดของรังสีอัตราไวโอเลตบนผนังที่วัดได้อยู่ในเดือนสิงหาคม มีค่า 552500 $\mu W/m^2$ ดังรูปที่ 4-22 และ 4-23 ตามลำดับ สำหรับค่าต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน มีค่า 0 Lux



รูปที่ 4-22 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์



รูปที่ 4-23 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้ในแต่ละเดือน ของวัดเปาโรหิตย์

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละด้าน

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังของแต่ละด้านมาทดสอบด้วยสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านทิศตะวันออกไม่แตกต่างกับด้านทิศตะวันตก ส่วนผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือแตกต่างกับผนังด้านทิศอื่น ๆ ทุกทิศ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-11) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังก็ให้ผลเช่นเดียวกันกับปริมาณความเข้มแสง คือ ทิศตะวันออกไม่แตกต่างกับด้านทิศตะวันตก ส่วนผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือแตกต่างกับผนังด้านทิศอื่น ๆ ทุกทิศ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4-12)

ตารางที่ 4-11 ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์

ด้าน	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	เหนือ
ค่าเฉลี่ย	25.78 [a]	98.98	22.08 [a]	65.53

หมายเหตุ : a คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านต่าง ๆ วัดเปาโรหิตย์

ด้าน	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	เหนือ
ค่าเฉลี่ย	5695.32 [a]	37992.44	5161.40 [a]	17230.82

หมายเหตุ : a คือด้านที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลา

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละผนังมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลต พบว่าผนังด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย ขณะที่ผนังด้านทิศตะวันตกมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงบ่ายมากกว่าในช่วงเช้า ส่วนผนังด้านทิศใต้และเหนือมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่แตกต่างกันระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย ดังตารางที่ 4-13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ระหว่างช่วงเวลาวัดเปาโรหิตย์

ด้าน	ปริมาณความเข้มแสงบนผนัง (Lux)		ผลการทดสอบทางสถิติ	รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ($\mu W/m^2$)		ผลการทดสอบทางสถิติ
	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	p	ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	p
ตะวันออก	31.07	20.24	< 0.001*	6773.33	4617.30	< 0.001*
ใต้	113.48	83.78	0.059	43476.61	32479.26	1.151
ตะวันตก	17.46	26.92	< 0.001**	3847.46	6475.34	< 0.001**
เหนือ	69.40	61.49	0.182	16993.33	17468.31	0.779

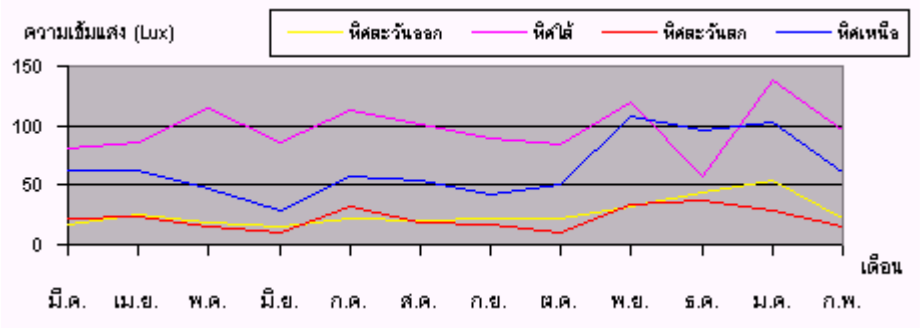
หมายเหตุ : * ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่าย

** ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงบ่ายมากกว่าช่วงเช้า

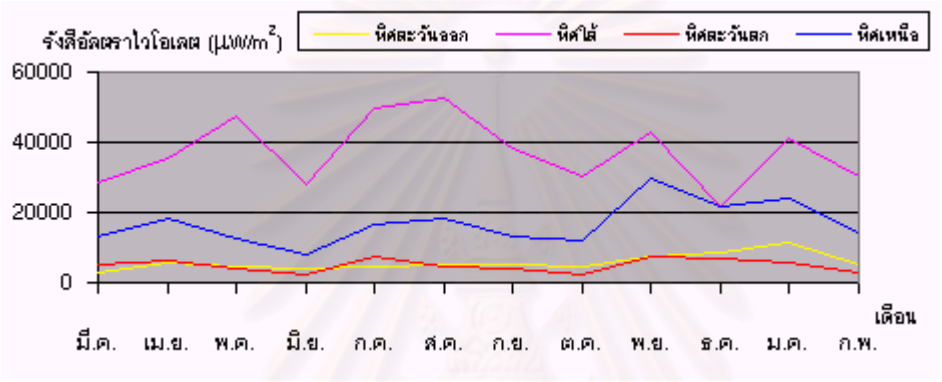
การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

การทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละด้านระหว่างฤดูกาล พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผนังด้านทิศตะวันออก และทิศเหนือ มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน ขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านทิศใต้พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างฤดูกาล ขณะด้านทิศตะวันตก จะมีปริมาณความเข้มแสงบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูอื่น ๆ ขณะที่ในฤดูอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ส่วนรังสีอัตราไวโอเลตนั้นพบว่าไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังรายเดือน ในแต่ละด้าน แสดงดังรูปที่ 4-24 และ 4-25

ทั้งนี้จากรูปพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม พฤศจิกายน และมกราคม จะมีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ นอกจากนี้พบว่าผนังด้านทิศใต้ มีค่ามากกว่าด้านอื่น ๆ ขณะที่ผนังด้านทิศเหนือมีค่ารองลงมา ส่วนผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4-24 ปริมาณความเข้มแสงบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดเปาโรหิตย์



รูปที่ 4-25 รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละด้าน ของวัดเปาโรหิตย์

4.2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

เมื่อนำข้อมูลของปริมาณความเข้มแสงบนผนังมาหาความสัมพันธ์กับรังสีอัลตราไวโอเลตเฉลี่ยในแต่ละห้องภาพในรอบปี พบว่า ปริมาณความเข้มแสงบนผนังมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า ถ้าปริมาณความเข้มแสงบนผนังเพิ่มขึ้น รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังจะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เมื่อดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าปริมาณความเข้มแสงบนผนังมีความสัมพันธ์กันมากกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังซึ่งผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ผลการทดสอบทางสถิติและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงบนผนังกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง วัดเปาโรหิตย์

ทิศ	ห้องภาพ	ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ตะวันออก	1	$p < 0.001$	0.962
	2	$p < 0.001$	0.945
	3	$p < 0.001$	0.959
ใต้	1	$p < 0.001$	0.908
	2	$p < 0.001$	0.951
	3	$p < 0.001$	0.967
ตะวันตก	1	$p < 0.001$	0.939
	2	$p < 0.001$	0.846
	3	$p < 0.001$	0.950
เหนือ	1	$p < 0.001$	0.919
	2	$p < 0.001$	0.881
	3	$p < 0.001$	0.874

หมายเหตุ : ปริมาณความเข้มแสงบนผนังมีความสัมพันธ์กับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง เมื่อ $p < 0.05$

4.3 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด

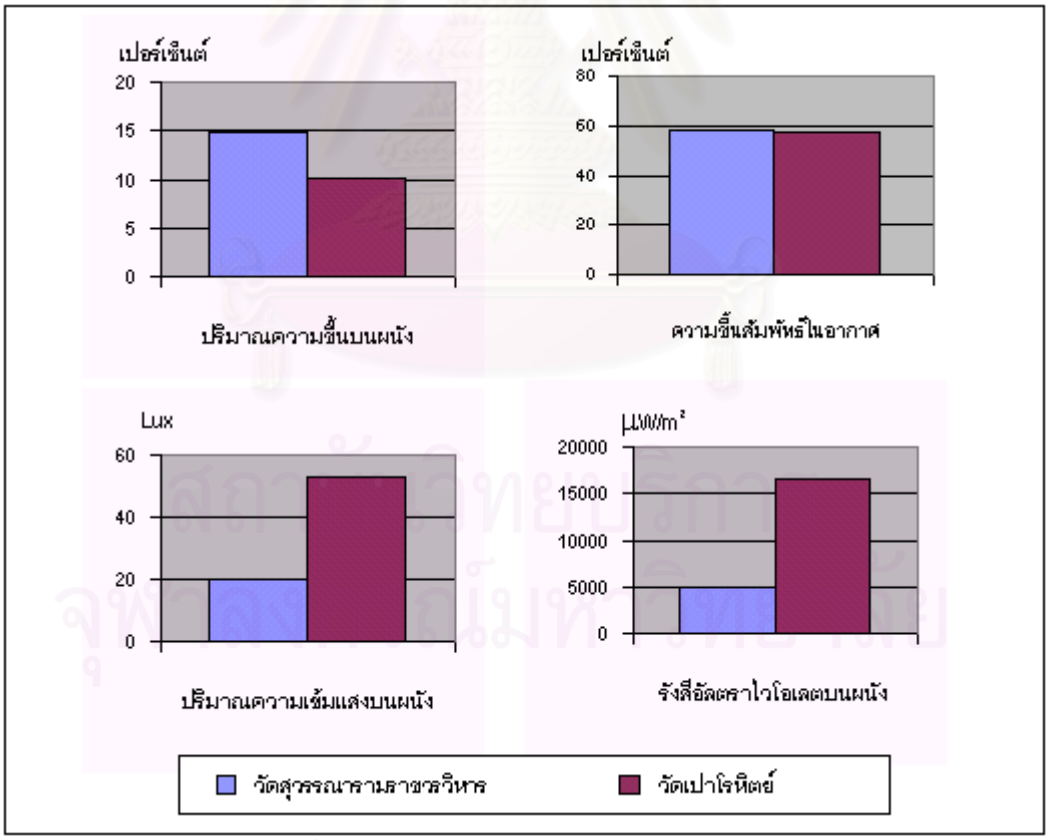
เมื่อนำข้อมูลปริมาณความชื้นบนผนัง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตของทั้ง 2 วัด ในรอบปี มาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบ T-Test พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วัดสุวรรณารามราชวรวิหารมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังมากกว่าวัดเปาโรหิตย์ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของทั้ง 2 วัดไม่แตกต่างกัน และวัดเปาโรหิตย์มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร ดังตารางที่ 4-15 และรูปที่ 4-26

ตารางที่ 4-15 เปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด

ปัจจัยที่ทำการศึกษา	ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่ทำการศึกษา		ผลการทดสอบทางสถิติของ การเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษา ระหว่าง 2 วัด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
	วัดสุวรรณารามฯ	วัดเปาโรหิตย์	p
ปริมาณความชื้นบนผนัง	14.8208	10.1325	< 0.001*
ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ	58.3067	57.2450	0.743
ปริมาณความเข้มแสงบนผนัง	19.74	53.08	< 0.001**
รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง	4990.64	16534.19	< 0.001**

หมายเหตุ : * ปัจจัยที่ทำการศึกษาของวัดสุวรรณารามมากกว่าวัดเปาโรหิตย์

** ปัจจัยที่ทำการศึกษาของวัดสุวรรณารามน้อยกว่าวัดเปาโรหิตย์



รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด

4.4 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

การศึกษาการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และวัดเปาโรหิตย์ ประกอบด้วยการศึกษา 2 หัวข้อคือ เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในแต่ละผนัง และชนิดของเกลือที่พบบนผนัง โดยจะแยกกล่าวในแต่ละหัวข้อดังนี้

4.4.1 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

จากการสำรวจความเสียหายของจิตรกรรมฝาผนัง เช่นการผุ หลุดร่อนของผนัง โดยการประเมินค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพในแต่ละห้องภาพ ในวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร พบว่าห้องภาพที่ 1 และ 2 ทิศตะวันตก มีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพมากที่สุด ขณะที่ห้องภาพที่ 3 ทิศเหนือ มีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในแต่ละห้องภาพ วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ทิศ	ห้องภาพ	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ
ตะวันออก	1	27
	2	25
	3	30
ใต้	1	10
	2	10
	3	30
ตะวันตก	1	35
	2	35
	3	20
เหนือ	1	15
	2	20
	3	8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพในแต่ละผนังไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น ปริมาณความเข้มแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง พบว่าเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ มีความสัมพันธ์แปรตามกันมากกับปริมาณความชื้นบนผนัง (มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.89) หมายความว่าถ้าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพจะเพิ่มขึ้นด้วย ขณะที่ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ

สำหรับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพในแต่ละผนังของวัดเปาโรหิตย์ พบว่าห้องภาพที่ 3 ทิศใต้ มีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพมากที่สุด ขณะที่ ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันออก มีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4-17

เมื่อนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพในแต่ละผนังของวัดเปาโรหิตย์ไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนัง ปริมาณความเข้มแสงบนผนังและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง พบว่าปริมาณความชื้นบนผนัง ปริมาณความเข้มแสงบนผนังและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ

ตารางที่ 4-17 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในแต่ละห้องภาพ วัดเปาโรหิตย์

ทิศ	ห้องภาพ	เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ
ตะวันออก	1	50
	2	50
	3	48
ใต้	1	51
	2	53
	3	57
ตะวันตก	1	51
	2	54
	3	51
เหนือ	1	61
	2	56
	3	50

4.4.2 ชนิดของเกลือที่พบบนผนัง

เกลือที่พบบนผนังของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และวัดเปาโรหิตย์ พบเกลือ 2 ชนิดเหมือนกัน คือ Calcite และ Gypsum ดังแสดงในตารางที่ 4-18 ซึ่งเกลือทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นส่วนประกอบของวัสดุก่อสร้าง

ตารางที่ 4-18 ชนิดของเกลือที่พบในแต่ละวัด

ชนิดของเกลือ	ชื่อเกลือ	วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร	วัดเปาโรหิตย์
1. $CaCO_3$	Calcite	✓	✓
2. $CaSO_4.2H_2O$	Gypsum	✓	✓

4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

เมื่อนำข้อมูลปริมาณความชื้นบนผนังมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณความ เข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละวัด ในวัดเปาโรหิตย์ พบว่า ปริมาณความชื้นบนผนังมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง แต่เมื่อดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับน้อยมาก

สำหรับวัดสุวรรณารามราชวรวิหารพบว่าปริมาณความชื้นบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 อิทธิพลของความชื้น

5.1.1 ผลการศึกษาปริมาณความชื้นบนผนัง

ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

ห้องภาพส่วนใหญ่ของวัดสุวรรณาราม ที่ตำแหน่ง 2 เมตร และ 2.5 เมตร ผนังแห้ง ขณะที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีค่าปริมาณความชื้นแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน เนื่องจากที่ตำแหน่ง 1 เมตร เป็นระดับสูงสุดที่น้ำจากใต้ดินขึ้นมาได้ ดังจะเห็นได้จากรอยชำรุดของภาพจิตรกรรมที่ปรากฏบนผนังอยู่ที่ระดับประมาณ 1 เมตร ขณะที่ตำแหน่ง 2 เมตร และ 2.5 เมตร อยู่เหนือระดับนี้ขึ้นไปแล้ว สอดคล้องกับที่ Torraca (1982) อธิบายไว้ว่าน้ำจากใต้ดินจะขึ้นไปในผนังได้สูงสุดที่ระดับหนึ่ง และความชื้นที่ระดับนี้จะมีค่ามากที่สุด ส่วนเหนือระดับนี้ขึ้นไปผนังจะแห้ง และปริมาณความชื้นจะลดลงอย่างฉับพลันจนอ่านค่าได้น้อยมาก ซึ่งน้ำที่อยู่ใต้ระดับนี้ลงไป จะถูกอุ้มไว้ในรูพรุนและสามารถเคลื่อนที่ได้จากการระเหยเท่านั้น ส่วนน้ำที่อยู่เหนือระดับนี้ขึ้นไป จะสามารถเคลื่อนที่ในสถานะของเหลวได้อย่างอิสระ

การที่ระดับของน้ำขึ้นมาไม่เท่ากันในแต่ละห้องภาพ เนื่องจากความสูงของน้ำที่ขึ้นมาในรูพรุนจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูพรุนและอัตราการระเหยของน้ำจากผนัง โดยรูพรุนที่มีขนาดเล็กจะมีระดับน้ำสูงกว่ารูพรุนที่มีขนาดใหญ่กว่า และการระเหยที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ระดับน้ำในรูพรุนลดลง (Torraca, 1982)

ส่วนในห้องภาพที่ 1 และห้องภาพที่ 2 ด้านทิศใต้ ห้องภาพที่ 1 ด้านทิศตะวันตก และห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือ ที่พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นในแต่ละตำแหน่งใกล้เคียงกัน เนื่องจากห้องภาพเหล่านี้มีระดับที่น้ำใต้ดินขึ้นมาได้สูงสุดอยู่ต่ำกว่าระดับ 1 เมตรซึ่งจะเห็นจากรอยชำรุดที่ปรากฏบนผนังอยู่เหนือขอบหินอ่อนขึ้นมาเล็กน้อยเท่านั้น

สำหรับในวัดเปาโรหิตย์ ซึ่งเป็นวัดที่ตัดความชื้นแล้ว กลับพบว่าที่ตำแหน่งรอยความชื้นเดิมยังมีความชื้นอยู่ ในขณะที่ตำแหน่งใต้รอยความชื้นและเหนือรอยความชื้นพบว่าผนังแห้ง ผลดังกล่าวแสดงว่าการตัดผนังสามารถกันความชื้นจากใต้ดินขึ้นมาได้ เพราะใต้รอยความชื้นลงไปพบว่าผนังแห้ง แต่การที่พบว่าตรงรอยความชื้นเดิมยังคงมีความชื้นสูงอยู่ แสดงว่าในผนังก็ยังคงมีเกลือจากใต้ดินหลงเหลืออยู่ในผนัง เนื่องจากเกลือจะสามารถตกผลึกได้ตรงระดับที่น้ำระเหยออกไปเท่านั้น ซึ่งน้ำจะระเหยออกไปตรงระดับที่น้ำใต้ดินขึ้นมาได้สูงสุดนั่นเอง (Winkler, 1997) โดยเกลือจากน้ำใต้ดินที่อยู่บนผนังเหล่านี้สามารถดูดน้ำจากอากาศได้ ทำให้ผิวหน้าของผนังยังคงมีความชื้นอยู่ แม้ว่าได้มีการแก้ปัญหาเรื่องความชื้นจากใต้ดินแล้วก็ตาม (Oxley and Gobert, 1983)

ปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

ผลการศึกษาในวัดสุวรรณารามฯ พบว่า ในเวลา 1 ปี ห้องภาพที่ 3 ทางด้านทิศใต้มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังมากที่สุด ส่วนห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังในเวลา 1 ปีน้อยที่สุด

ทั้งนี้เนื่องจากห้องภาพที่ 3 ทางด้านทิศใต้ได้รับความชื้นมาจากน้ำใต้ดินอยู่ตลอดเวลา ถ้าไม่มีการระเหยออกไปจากผนัง ความชื้นจะยังคงสะสมอยู่ในผนังต่อไป ซึ่งตำแหน่งของห้องภาพดังกล่าวพบว่าอยู่บริเวณหลังพระประธาน อีกทั้งอยู่ตรงมุม และอยู่ติดกับประตูที่ปิดไว้ตลอดเวลา ทำให้ไม่มีการระบายอากาศ จึงมีความชื้นสะสมอยู่มากกว่าห้องภาพอื่น ๆ ขณะที่ห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้นั้นพบว่าไม่ได้รับความชื้นจากน้ำใต้ดิน เพราะอยู่เหนือรอยความชื้นขึ้นมา เมื่อเปรียบเทียบกับห้องภาพที่ 3 ด้านทิศตะวันตกซึ่งไม่ได้รับความชื้นจากน้ำใต้ดินเหมือนกัน พบว่าห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้อยู่ตรงมุม ขณะห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันตกมีหน้าต่างขนาบข้าง 2 บาน จึงน่าจะมีการระบายอากาศที่ดีกว่า และควรจะมีความชื้นสะสมอยู่ในผนังน้อยกว่า แต่กลับพบว่าห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด แสดงว่าห้องภาพนี้มีปริมาณความชื้นน้อยอยู่แล้ว จนกระทั่งการระบายอากาศไม่มีผลกับการระเหยความชื้นออกจากผนัง

สำหรับในวัดเปาโรหิตย์พบว่าห้องภาพที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นมากสุดและน้อยสุดมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในวัดนี้มีการตัดความชื้นที่ผนังแล้ว ทำให้ ทุก ๆ ห้องภาพไม่ได้รับปัจจัยของความชื้นจากใต้ดินเหมือนกัน ความชื้นที่มีอยู่ในแต่ละห้องภาพจึงมีค่าใกล้เคียงกัน

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ในแต่ละด้าน

วัดสุวรรณารามฯ มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศตะวันออกไม่แตกต่างจากด้านทิศตะวันตก และผนังด้านทิศใต้ไม่ก็แตกต่างจากด้านทิศเหนือ แต่ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังแตกต่างจากผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้ เนื่องจากภายในอุโบสถของวัดสุวรรณารามมีลักษณะปิดซึ่งที่ด้านนอกของหน้าต่างมีหน้าต่างอีกชั้นหนึ่ง ทำให้ภายในอุโบสถอากาศถ่ายเทได้ยาก ผนังแต่ละด้านจึงระบายอากาศได้พอ ๆ กัน แต่เนื่องจากผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของวัดสุวรรณารามฯ มีโครงสร้างที่เหมือนกัน คือมีมุขยื่นออกมา ขณะที่ผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้ก็มีโครงสร้างที่เหมือนกัน คือมีหน้าต่างจำนวนเท่ากันและไม่มีมุขยื่นออกมา ทำให้ผนังด้านทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก และผนังด้านทิศเหนือและทิศใต้ต่างได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ เหมือนกัน จึงมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันในแต่ละผนังดังกล่าว

ส่วนเหตุผลที่วัดเปาโรหิตย์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศตะวันตกแตกต่างจากทิศอื่น ๆ คือ ด้านทิศตะวันออก ด้านทิศใต้ และด้านทิศเหนือ ขณะที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังด้านทิศอื่น ๆ ที่เหลือไม่แตกต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างของอุโบสถในแต่ละด้านของวัดนี้เหมือนกัน อีกทั้งอุโบสถก็มีขนาดเล็ก มีการระบายอากาศทั่วถึง ผนังแต่ละด้านจึงสามารถระบายอากาศได้เหมือน ๆ กัน แต่ผนังด้านทิศตะวันตก เป็นด้านที่อยู่หลังพระประธาน ทำให้การระบายอากาศของผนังด้านนี้เป็นไปได้ยากกว่าผนังด้านอื่น ๆ จึงมีปริมาณความชื้นแตกต่างจากด้านทิศอื่น ๆ

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างช่วงเวลา

ผลการศึกษาวัดสุวรรณารามฯ พบว่าผนังทุก ๆ ด้านมีปริมาณความชื้นระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน เนื่องจากอุโบสถของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร มีลักษณะปิด อีกทั้งหน้าต่างและประตูซึ่งเป็นช่องรับแสงจากภายนอก ไม่เอื้อต่อการรับแสง คือมีหน้าต่าง 2 ชั้น และมีกรอบหน้าต่างยื่นออกมา ส่วนด้านที่มีประตูคือทิศเหนือและใต้ มีมุขยื่นออกมาบัง จึงทำให้การรับแสงจากภายนอกมีน้อย ไม่แตกต่างกันทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่าย

ขณะที่วัดเปาโรหิตย์พบว่า ผนังด้านทิศใต้ มีปริมาณความชื้นในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย ส่วนผนังด้านอื่น ๆ พบว่าปริมาณความชื้นระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้

เนื่องจากผนังด้านทิศตะวันออกมีต้นไม้บัง ขณะที่ผนังด้านทิศตะวันตกมีกำแพงสูงบัง จึงทำให้ได้รับแสงน้อยไม่แตกต่างกันในช่วงเช้าและช่วงบ่าย จึงทำให้ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันด้วย ส่วนผนังด้านทิศเหนือที่ปริมาณความชื้นในช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก Lechner (1991) กล่าวว่าประเทศที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร จะมีการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก โดยเฉียงไปทางใต้ (ภาคผนวก ค) ทำให้ผนังด้านทิศเหนือได้รับความร้อนในช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน จึงทำให้มีการระเหยความชื้นออกจากผนังไม่แตกต่างกัน ส่วนทางด้านทิศใต้นั้น เนื่องจากตอนเช้าดวงอาทิตย์อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเยื้องมาทางใต้ ซึ่งโดนต้นไม้บังพอดี ทำให้ได้รับความร้อนน้อย ขณะที่ในตอนบ่ายดวงอาทิตย์อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเยื้องมาทางใต้ ซึ่งตรงตำแหน่งนั้นไม่มีอะไรมาบัง จึงทำให้การระเหยความชื้นออกจากผนังในตอนบ่ายดีกว่า จึงทำให้ผนังด้านนี้มีปริมาณความชื้นในตอนเช้ามากกว่าตอนบ่าย

การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 วัดให้ผลเหมือนกัน คือ มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่น ๆ ขณะที่ฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าไม่ต่างกัน เนื่องจากในฤดูฝนนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและระดับของแหล่งน้ำใต้ดินจะเพิ่มขึ้น ทำให้ผนังได้รับปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูหนาว ผนังจะได้รับความชื้นจากแหล่งต่าง ๆ น้อย เพราะไม่มีฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศก็ต่ำ และระดับน้ำใต้ดินก็ลดลง จึงทำให้ปริมาณความชื้นบนผนังในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว

ทั้งนี้ได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นบนผนังกับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนของกรมอุตุนิยมวิทยา ก็พบว่าปริมาณความชื้นบนผนังมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับปริมาณน้ำฝน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าถ้าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นบนผนังจะเพิ่มขึ้นด้วย

5.1.2 ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

เหตุผลที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร มีค่าน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของวัดเปาโรหิตย์มีค่าไม่แตกต่างกับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ เนื่องมาจากอุโบสถของทั้ง 2 วัด โดยปกติจะปิดตลอดเวลา เปิดเพียงวันละ 2 ครั้ง คือตอนทำวัตรเช้ากับเย็น ทำให้ไม่มีการระบายอากาศออกสู่

ภายนอกหรือไม่มีอากาศจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในอุโบสถ อีกทั้งอุณหภูมิภายในอุโบสถก็คงที่และมีแสงแดดส่องเข้าไปในอุโบสถได้น้อยนอกจากเวลาเปิดประตูหน้าต่างเท่านั้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถมีไม่มากนัก ซึ่งการทดสอบทางสถิติพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของทั้ง 2 วัดมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกอุโบสถ หมายความว่าถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถจะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าภายในอุโบสถถูกปิดไว้ตลอดเวลา ไม่สามารถรับความชื้นสัมพัทธ์จากภายนอกอุโบสถได้ ก็จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถมีค่าน้อยกว่าภายนอก แต่อย่างไรก็ตามพบว่าอุโบสถของวัดสุวรรณารามฯ มีหน้าต่าง 2 ชั้น ในขณะที่วัดเปาโรหิตย์มีหน้าต่างชั้นเดียวจึงมีโอกาสที่จะรับความชื้นสัมพัทธ์จากภายนอกอุโบสถได้ดีกว่า จึงทำให้วัดเปาโรหิตย์มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถไม่แตกต่างกับภายนอก

5.1.3 **ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับความชื้นบนผนัง**

ปริมาณความชื้นบนผนังในห้องภาพส่วนใหญ่ของวัดสุวรรณารามฯ และวัด เปาโรหิตย์ มีความสัมพันธ์แปรตามกันกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เนื่องจาก วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนใหญ่จะมีรูพรุน ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับอากาศตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศขณะนั้น ถ้าวัสดุอยู่ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง วัสดุจะดูดซึมความชื้น ทำให้มีปริมาณความชื้นสูงขึ้น ในทางกลับกันถ้าวัสดุอยู่ในสภาพอากาศที่แห้งคือมีความชื้นสัมพันธ์ในอากาศต่ำ วัสดุจะสูญเสียความชื้นให้อากาศ ทำให้ปริมาณความชื้นในวัสดุลดลง (Oxley และ Gobert, 1983)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 อิทธิพลของแสงแดด

5.2.1 ผลการศึกษาปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละตำแหน่ง

ผลการศึกษาของทั้ง 2 วัด พบว่าห้องภาพส่วนใหญ่ จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละตำแหน่งใกล้เคียงกัน ยกเว้นในห้องภาพที่ 2 และ 3 ด้านทิศตะวันตก และห้องภาพที่ 3 ด้านทิศเหนือของวัดสุวรรณารามฯ และห้องภาพที่ 1 ด้านทิศใต้ของวัดเปาโรหิตย์ ที่พบว่า ที่ตำแหน่ง 1 เมตร จะมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ

เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะหน้าต่างด้านทิศใต้ จะได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงในช่วงเดือนกันยายนถึงมีนาคม ขณะที่หน้าต่างด้านทิศตะวันออกและตะวันตกจะได้รับแสงโดยตรงในช่วงเดือนที่เหลือ ส่วนทางด้านเหนือนั้นจะได้รับแสงน้อยกว่าด้านทิศอื่น ๆ ในทุกฤดู (Lechner, 1991) แสดงว่าผนังทางด้านทิศใต้นั้นจะได้รับแสงมากที่สุดใน 1 ปี

ในวัดสุวรรณารามฯ นั้นทางผนังด้านทิศใต้มีมุขยื่นออกมาบังผนัง การรับแสงของทางทิศใต้จึงมีน้อย ส่วนทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกซึ่งน่าจะได้รับแสงพอ ๆ กัน แต่เนื่องจากแสงต้องเข้ามาทางหน้าต่างของอุโบสถ จึงทำให้ผนังจะได้รับแสงมากตรงช่วงล่างของผนังฝั่งตรงข้ามของด้านนั้น ๆ แต่ที่ด้านทิศตะวันออกมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่แตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากมีแสงแดดตกกระทบบนพื้นคอนกรีตด้านทิศตะวันตก ทำให้แสงสะท้อนเข้ามาทางหน้าต่างทิศตะวันตก ซึ่งการสะท้อนนี้จะไปกระทบกับช่วงบนของผนังฝั่งตรงข้าม ทำให้ผนังด้านทิศตะวันออกได้รับแสงแดดไม่แตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งของผนัง (ภาคผนวก ค) ขณะที่ผนังด้านทิศตะวันตกได้รับแสงในช่วงล่างของผนังมาก นอกจากนี้ตรงช่วงประตูหลังของอุโบสถมีพระประธานตั้งอยู่ทำให้ห้องภาพส่วนที่โดนพระประธานบัง จะได้รับแสงน้อย ซึ่งห้องภาพที่ 1 ของด้านทิศตะวันตกก็เช่นเดียวกัน จึงทำให้ห้องภาพที่ 1 และห้องภาพที่ 2 ด้านทิศตะวันตกมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตที่ 1 เมตรมากกว่าที่ตำแหน่งอื่น สำหรับห้องภาพที่ 3 ของด้านทิศเหนือที่พบว่าที่ 1 เมตร มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตมากที่สุด เพราะเป็นห้องภาพที่อยู่ติดกับด้านทิศตะวันออก จึงได้รับแสงทางช่วงล่างของภาพอย่างเต็มที่

สำหรับในวัดเปาโรหิตย์ซึ่งทางด้านทิศตะวันออกมีต้นไม้บัง และทิศตะวันตกปิดประตูไว้ตลอดเวลาประกอบกับมีกำแพงสูงบัง จึงทำให้การรับแสงไม่แตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง ส่วนทางด้านทิศใต้มีต้นไม้บังเช่นกัน แต่ห้องภาพที่ 1 ของด้านทิศใต้นี้ อยู่ติดกับประตูด้านทิศตะวันออกซึ่งแสงตกมาบนผนังได้พอดี แต่แสงส่องมาจากบนท้องฟ้า ซึ่งเป็นจุดที่สูงกว่า ทำให้แสงต้องผ่านขอบบนของประตู แสงจึงส่องเข้ามาได้มากในช่วงล่างของผนัง จึงทำให้ห้องภาพนี้มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตที่ตำแหน่ง 1 เมตรมากที่สุด

ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ในแต่ละห้องภาพ

ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ที่ผนังทางด้านทิศใต้จะได้รับแสงมากที่สุดในเวลา 1 ปี จึงเป็นจริงสำหรับวัดเปาโรหิตย์ ที่พบว่าห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศใต้ มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากที่สุด สำหรับห้องภาพที่ 3 ด้านทิศใต้ที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังน้อยที่สุด เนื่องจากด้านนอกที่ตรงกับห้องภาพนี้มีต้นไม้มาบังไว้ อีกทั้งด้านในก็โดนพระประธานบังอีกด้วย โอกาสที่ได้รับแสงจึงมีน้อยมาก

สำหรับวัดสุวรรณารามฯ พบว่าห้องภาพที่ 1 ทางด้านทิศตะวันออก มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังมากที่สุด และห้องภาพที่ 3 ทางด้านเหนือ มีค่าเฉลี่ยรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากที่สุด ก็มีเหตุผลเช่นเดียวกัน คือแทนที่ด้านทิศใต้จะได้รับแสงมาก แต่ปรากฏว่าในวัดนี้มีมุขยื่นออกมาบังไว้ ทำให้ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกได้รับแสงมากกว่า ซึ่งโดยปกติในแต่ละด้านก็จะได้รับแสงที่เข้ามาทางหน้าต่างด้านนั้น ๆ อยู่แล้ว แต่เนื่องจากทางด้านทิศตะวันออกได้รับแสงสะท้อนมาจากพื้นคอนกรีตด้านทิศตะวันตกด้วย ทำให้ได้รับแสงทั่วถึงทั้งผนัง จึงมีค่ามากที่สุด รวมถึงห้องภาพที่ 3 ทางด้านทิศเหนือที่ได้รับแสงจากทางด้านทิศตะวันออกโดยตรงและได้รับแสงสะท้อนจากด้านทิศตะวันตกเช่นเดียวกัน ขณะที่ส่วนห้องภาพที่ 1 ด้านทิศตะวันตก มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นห้องภาพที่โดนพระประธานบัง ไม่ว่าแสงจะส่องมาจากด้านทิศไหน โอกาสที่ได้รับแสงก็มีน้อยมาก

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละด้าน

จากการรับแสงที่แตกต่างกันในแต่ละด้านของผนัง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล น่าจะทำให้ผนังด้านทิศใต้ซึ่งได้รับแสงมากกว่าผนังด้านอื่นใน 1 ปี และผนังด้านทิศเหนือที่ได้รับแสงน้อยกว่าด้านอื่น ๆ มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแตกต่างกับด้านอื่น ๆ ขณะที่ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกน่าจะมีค่าไม่แตกต่างกัน

ซึ่งเหตุผลดังกล่าว สอดคล้องกับวัดเปาโรหิตย์ ที่พบว่า ผนังด้านทิศตะวันออกมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่แตกต่างกับด้านทิศตะวันตก ส่วนผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือแตกต่างกับผนังด้านอื่น ๆ

สำหรับวัดสุวรรณารามฯ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงบนผนังด้านทิศตะวันตกไม่แตกต่างกับด้านทิศเหนือ ส่วนผนังด้านทิศตะวันออกและทิศใต้แตกต่างกับผนังด้านอื่น ๆ ซึ่งเป็นเพราะทิศเหนือและทิศตะวันตกได้รับแสงแดดตรงบริเวณช่วงล่างมาก จึงทำให้มีปริมาณความเข้มแสงไม่แตกต่างกัน ขณะที่ทิศตะวันออกได้รับแสงแดดเพิ่มจากการสะท้อนมาจากทางทิศตะวันตก ส่วนทิศใต้เป็นด้านที่ปิดและอยู่หลังประธานจึงได้รับแสงน้อย ทำให้มีค่าแตกต่างกัน ขณะที่ค่าเฉลี่ยของรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังด้านทิศตะวันออกไม่แตกต่างกับด้านทิศใต้ ส่วนผนังด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือแตกต่างกับผนังด้านอื่น ๆ ทุกผนัง ซึ่งด้านทิศตะวันออกได้รับแสงมากก็จะมีรังสีอัลตราไวโอเลตมาก ส่วนทางด้านทิศใต้ซึ่งเป็นด้านที่ได้รับแสงน้อยกลับพบว่ามีรังสีอัลตราไวโอเลตไม่ต่างกับทิศตะวันออก ที่เป็นเช่นนี้เพราะ Cassar (1995) กล่าวไว้ว่ารังสีอัลตราไวโอเลตที่อยู่ในห้องซึ่งมีแสงสีน้ำเงินมาก จะอ่านค่ารังสีอัลตราไวโอเลตได้มากถึงแม้ว่าอยู่ในห้องปิดก็ตาม ดังนั้นทางทิศใต้จึงมีค่ารังสีอัลตราไวโอเลตมากดังกล่าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างช่วงเวลา

จากข้อมูลข้างต้น ในฤดูหนาว ผนังด้านทิศใต้ จะได้รับแสงแดดมากทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ขณะที่ในฤดูร้อน ด้านทิศตะวันออกจะได้รับแสงในช่วงเช้ามาก ขณะที่ทิศตะวันตกจะได้รับแสงในช่วงบ่ายมาก

ซึ่งในวัดสุวรรณารามฯ พบว่า ผนังทุกด้าน มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย แสดงว่าอุโบสถไม่ได้ตั้งอยู่ในทิศทางที่แท้จริง เนื่องจากในเวลาเช้าคือ 9 นาฬิกา ดวงอาทิตย์จะอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และบ่ายคือ 15 นาฬิกา ดวงอาทิตย์จะอยู่ทางด้านทิศตะวันตก ซึ่งตำแหน่งทั้ง 2 ต้องอยู่ในลักษณะที่สมมาตรกัน ทำให้ผนังน่าจะได้รับแสงในช่วงเช้าและช่วงบ่ายเท่า ๆ กัน แต่จากการสังเกต พบว่าเวลา 15 นาฬิกา ดวงอาทิตย์จะส่องตรงมุมอุโบสถ ทำให้การได้รับแสงในช่วงเช้าซึ่งเข้ามาทางช่องหน้าต่างโดยตรงมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตมากกว่าในช่วงบ่ายที่แสงเข้ามาเป็นมุมเฉียงกับอุโบสถ อีกทั้งอุโบสถของวัดนี้มีขอบหน้าต่างยื่นออกมา เมื่อแสงทำมุมเฉียงก็จะโดนขอบหน้าต่างบังด้วย

สำหรับวัดเปาโรหิตย์ พบว่าผนังด้านทิศตะวันออกมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงเช้ามากกว่าในช่วงบ่าย ขณะที่ผนังด้านทิศตะวันตกมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในช่วงบ่ายมากกว่าช่วงเช้า เนื่องจากในฤดูร้อน ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่ข้ามหลังคาอุโบสถทำให้ทิศตะวันออกได้รับแสงแดดมากในช่วงเช้า ขณะทิศตะวันตกจะได้รับแสงแดดมากในช่วงบ่าย ส่วนในฤดูหนาวด้านทิศใต้จะได้รับแสงมากทั้งเช้าและบ่าย ขณะที่ในฤดูร้อนด้านทิศใต้จะได้รับเงาจากดวงอาทิตย์ทั้งเช้าและบ่าย จึงทำให้ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่แตกต่างกันระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย ส่วนผนังด้านทิศเหนือมีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่แตกต่างกันระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่าย ซึ่งเป็นความจริงเพราะดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกโดยเคลื่อนที่เฉียงไปทางใต้ ซึ่งทำให้ด้านทิศเหนือได้รับแสงแดดไม่แตกต่างกันระหว่างเช้ากับบ่าย

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ระหว่างฤดูกาล

การทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังแต่ละด้านระหว่างฤดูกาล พบว่า ผนังด้านทิศตะวันออก และทิศใต้ มีปริมาณความเข้มแสงบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน ขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านทิศตะวันตก และทิศเหนือ มีปริมาณความเข้มแสงบนผนังไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล สำหรับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง พบว่าด้านทิศใต้ ทิศตะวันตก และทิศเหนือจะไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ส่วนผนังด้านทิศตะวันออก จะมีรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน ขณะที่ในฤดูฝนไม่แตกต่างกับฤดูอื่น ๆ

ส่วนในวัดเปาโรหิตย์ พบว่าผนังด้านทิศตะวันออก และทิศเหนือ มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อนและฤดูฝน ขณะที่ในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านทิศใต้พบว่าไม่มีความแตกต่างของปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังระหว่างฤดูกาล ขณะด้านทิศตะวันตก จะมีปริมาณความเข้มแสงบนผนังในฤดูหนาวมากกว่าฤดูอื่น ๆ ขณะที่ในฤดูอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน ส่วนรังสีอัตราไวโอเลตนั้นพบว่าไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล

5.2.2 **ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มแสงกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง**

ผลการศึกษาของทั้ง 2 วัด พบว่าความเข้มแสงมีความสัมพันธ์แปรตามกันมากกับรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังในแต่ละห้องภาพ เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นส่วนหนึ่งของแสง โดยสามารถแบ่งรังสีที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงได้ 3 ประเภท คือ รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีที่ตาสามารถมองเห็นได้ และรังสีอินฟราเรด (Thomson, 1978) ดังนั้นถ้าผนังได้รับแสงมากก็จะได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตมากไปด้วย

5.3 การเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำการศึกษาระหว่าง 2 วัด

ผลการศึกษา พบว่า วัดสุวรรณารามราชวรวิหารมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังมากกว่าวัดเปาโรหิตย์ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารไม่ต่างจากวัดเปาโรหิตย์

เหตุผลที่ทำให้วัดสุวรรณารามฯ มีปริมาณความชื้นบนผนังมากกว่าวัดเปาโรหิตย์ เนื่องจากวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร มีผนังหนามากกว่าวัดเปาโรหิตย์ อีกทั้งมีหินอ่อนบุไว้ตรงผนังใต้จิตรกรรมลงมา ความชื้นจะระบายออกตรงส่วนล่างไม่ได้ จึงดันสู่ผนังส่วนบน ทำให้วัดปริมาณความชื้นได้ค่ามาก ขณะที่วัดเปาโรหิตย์มีวัสดุโปร่งบุไว้ตรงผนังใต้จิตรกรรม และมีการตัดผนังส่วนล่างด้วยแผ่นเหล็กไร้สนิมเพื่อกันความชื้นจากใต้ดินขึ้นมา อีกทั้งมีการทำท่อระบายอากาศตรงฐานประทักษิณอีกด้วย ความชื้นบนผนังของวัดเปาโรหิตย์จึงสามารถระเหยออกได้มากกว่า ทำให้ปริมาณความชื้นบนผนังของวัดเปาโรหิตย์มีค่าน้อยกว่าวัดสุวรรณารามฯ

สำหรับเหตุผลที่ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของทั้ง 2 วัดไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทั้ง 2 วัดได้รับปัจจัยคล้ายคลึงกัน เช่น การเปิดปิดอุโบสถวันละ 2 ครั้ง ตอนทำวัตรเช้าและตอนทำวัตรเย็นเหมือนกัน

ส่วนเหตุผลที่วัดเปาโรหิตย์มีค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มแสงบนผนังและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร เนื่องจากวัดเปาโรหิตย์มีขนาดเล็กกว่าวัดสุวรรณารามมาก และมีโครงสร้างเช่นประตู หน้าต่าง ที่เอื้อต่อการรับแสงมากกว่า อีกทั้งวัดสุวรรณารามมีกรอบหน้าต่างยื่นออกมา การรับแสงก็ยิ่งมีได้น้อยลง

5.4 การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

5.4.1 เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

ผลการศึกษาวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร พบว่าเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ มีความสัมพันธ์แปรตามกันมากกับปริมาณความชื้นบนผนัง ขณะที่ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพในการศึกษาครั้งนี้ประเมินจาก การถูกทำลายของภาพบนผนัง เช่นการผุ ร่อน เปื่อย

ซึ่งเป็นการเสื่อมสภาพเนื่องจากความชื้น ขณะที่แสงแดดจะทำให้จิตรกรรมมีสีซีด จาง ซึ่งประเมินการเสื่อมสภาพได้ยาก เพราะไม่สามารถเทียบสีปัจจุบันกับสีภาพของเดิมได้ นอกจากนี้การเสื่อมสภาพเนื่องจากแสงแดดจะมีผลต่ออินทรีย์วัตถุบนจิตรกรรมฝาผนังเท่านั้น ซึ่งการเสื่อมสภาพนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ จึงไม่สามารถเห็นผลได้ในระยะเวลาที่ทำการศึกษาเพียง 1 ปี ทำให้เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพจึงมีความสัมพันธ์กับความชื้นเท่านั้น

ขณะที่ในวัดเปาโรหิตย์พบว่าปริมาณความชื้นบนผนัง ปริมาณความเข้มแสงบนผนังและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ เนื่องจากใช้วิธีเดียวกันกับวัดสุวรรณาราม ในการประเมินการเสื่อมสภาพในวัดนี้ ซึ่งภาพที่เสียหายของวัดนี้ เป็นความเสียหายที่มีมาตั้งแต่อดีตก่อนมีการตัดความชื้น ซึ่งในปัจจุบันพบว่าวัดเปาโรหิตย์ มีปริมาณความชื้นที่ผนังน้อยเนื่องมาจากการตัดความชื้น ท่อระบายความชื้นที่ฐานประทักษิณ และวัสดุโปร่งที่บุตรงผนังส่วนล่างช่วยระบายความชื้นด้วย ความชื้นที่วัดได้จึงไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพ

5.4.2 **ชนิดของเกลือที่พบบนผนัง**

เกลือที่พบบนผนังของวัดสุวรรณารามราชวรวิหาร และวัดเปาโรหิตย์ พบเกลือ 2 ชนิดเหมือนกัน คือ เกลือ Calcite และเกลือ Gypsum ซึ่งเกลือทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นส่วนประกอบของวัสดุก่อสร้าง ไม่ใช่เกลือที่มาจากใต้ดิน เนื่องจากเกลือที่มาจากใต้ดินต้องมีองค์ประกอบของ คลอไรด์ ไอออน และไนเตรตไอออน (Oxley and Gobert, 1983) แต่ไม่ได้หมายความว่าบนผนังไม่มีเกลือที่มาจากใต้ดิน เนื่องจากการเก็บตัวอย่างเกลือ จะเก็บตรงที่ผนังเกิดการชำรุดเสียหายหลุดออกมา ตัวอย่างเกลือจึงไม่ได้ครอบคลุมบริเวณผนังทั้งหมดที่เกลือจากใต้ดินมีโอกาสเกิดได้ นอกจากนี้การวิจัยของ จิราภรณ์ อรัณยะนาค (2535) ที่ศึกษาเกลือในวัดเปาโรหิตย์ก่อนมีการตัดความชื้นที่ผนัง ก็เคยพบเกลือ NaCl บนผนังด้วย และได้ทำการดูดเกลือออกจากผนังบ้างแล้ว

อย่างไรก็ตามเกลือที่เกิดบนผนังไม่ว่าจะมาจากน้ำใต้ดิน หรือมาจากวัสดุก่อสร้างเอง ก็สามารถทำลายจิตรกรรมฝาผนังได้เหมือนกัน

5.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

Winkler (1997) ได้กล่าวไว้ว่าแสงแดดจะมีผลต่อการระเหยความชื้นออกจากผนัง เพราะฉะนั้นความชื้นน่าจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลต โดยถ้าความเข้มแสงเพิ่มขึ้นและรังสีอัลตราไวโอเลตเพิ่มขึ้น ความชื้นบนผนังน่าจะลดลง

แต่จากผลการศึกษาในวัดเปาโรหิตย์พบว่า ปริมาณความชื้นบนผนังมีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง แต่เป็นความสัมพันธ์ในระดับน้อยมาก ส่วนวัดสุวรรณารามราชวรวิหารพบว่าปริมาณความชื้นบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ทั้งนี้เนื่องจากอุโบสถของทั้ง 2 วัด มีลักษณะปิด ผนังซึ่งอยู่ด้านในอุโบสถจะได้รับแสงไม่ได้เต็มที่จนกระทั่งทำให้ความชื้นระเหยออกมาได้ จึงทำให้ไม่มีความสัมพันธ์กันดังกล่าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณความชื้นที่รอยน้ำใต้ดินขึ้นมาได้สูงสุด จะมีค่ามากกว่าที่ตำแหน่งอื่น ๆ บนผนัง

2. การตัดผนังในวัดเปาโรหิตย์และสอดแผ่นเหล็กไร้สนิมเข้าไปกั้นไว้นั้น สามารถกันความชื้นจากใต้ดินขึ้นมาได้ แต่ที่รอยความชื้นยังมีเกลือหลงเหลืออยู่ จึงทำให้ยังมีปริมาณความชื้นมากแม้ได้ตัดผนังแล้ว

3. ผนังส่วนใหญ่ในทั้ง 2 วัด มีปริมาณความชื้นบนผนัง ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายไม่แตกต่างกัน

4. ฤดูกาลจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนัง ในทั้ง 2 วัด โดยในฤดูฝนจะมีปริมาณความชื้นมากกว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อน ขณะที่ฤดูหนาวและฤดูร้อนมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน

5. ปริมาณความชื้นบนผนังในห้องภาพส่วนใหญ่ของวัดสุวรรณารามฯ และวัดเปาโรหิตย์ มีความสัมพันธ์แปรตามความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

6. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถของทั้ง 2 วัด ไม่แตกต่างกัน แต่วัดสุวรรณารามราชวรวิหารมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ ขณะที่วัดเปาโรหิตย์มีมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในอุโบสถไม่แตกต่างกับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอุโบสถ

7. วัดสุวรรณารามราชวรวิหารมีค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังมากกว่าวัดเปาโรหิตย์ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของวัดสุวรรณารามราชวรวิหารไม่ต่างจากวัดเปาโรหิตย์

8. รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังของทั้ง 2 วัด มีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความเข้มแสง

9. วัดเปาโรหิตย์มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนังมากกว่าวัดสุวรรณารามฯ

10. เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพมีความสัมพันธ์แปรตามกันกับปริมาณความชื้นบนผนังของวัดสุวรรณารามฯ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ขณะที่วัดเปาโรหิตย์ เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นบนผนัง ปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

11. เกลือที่พบบนผนังของทั้ง 2 วัดเหมือนกัน คือ Calcite และ Gypsum ซึ่งเป็นเกลือที่มาจากวัสดุก่อสร้าง การศึกษานี้ไม่พบเกลือที่มาจากน้ำใต้ดิน

12. ปริมาณความชื้นบนผนังในวัดเปาโรหิตย์มีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง แต่เป็นความสัมพันธ์ในระดับน้อยมาก ส่วนวัดสุวรรณารามฯ พบว่าปริมาณความชื้นบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องวัดความชื้นบนผนังในการศึกษาครั้งนี้ สามารถวัดค่าต่ำสุดได้เพียง 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าค่าที่วัดได้น้อยกว่านี้ เครื่องจะไม่แสดงค่า เพราะฉะนั้นควรใช้เครื่องวัดความชื้นบนผนังที่สามารถวัดค่าต่ำสุดได้ต่ำกว่านี้ เพื่อสามารถเปรียบเทียบตำแหน่งที่มีค่าน้อย ๆ ได้

2. ควรเปิดอุโบสถให้มีการระบายอากาศ ไม่ให้ความชื้นสะสมอยู่ในอุโบสถ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อจิตรกรรมฝาผนัง นอกจากนี้ควรเอาหินอ่อนที่บุอยู่ส่วนล่างของผนังออก แล้วเปลี่ยนเป็นวัสดุอื่นที่โปร่งแทน เพื่อทำให้ความชื้นสามารถระบายออกมาที่ส่วนล่างได้

3. การตัดความชื้นจะสามารถกันความชื้นจากน้ำใต้ดินได้ก็จริง แต่ควรคำนึงถึงเกลือจากใต้ดินที่หลงเหลืออยู่ในผนังด้วย เพราะเกลือเหล่านี้สามารถดูดความชื้นจากอากาศได้ ทำให้ผนังยังคงมีความชื้นสูงอยู่ และสามารถทำลายจิตรกรรมได้ ดังนั้นจึงควรหาวิธีกำจัดเกลือเหล่านี้ออกจากผนังควบคู่ไปกับการป้องกันความชื้นจากน้ำใต้ดิน

4. การแก้ไขปัญหาความชื้น ต้องคำนึงถึงแหล่งกำเนิดอื่น ๆ นอกจากน้ำใต้ดินด้วย เช่นจากน้ำฝนรั่ว จึงควรหมั่นตรวจตราโครงสร้างของอุโบสถที่ชำรุดเพื่อป้องกันและสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที

6. ควรมีสิ่งปิดกั้นแสงแดดในผนังด้านทิศใต้ เพื่อป้องกันแสงแดดที่ได้รับโดยตรงในช่วงหน้าหนาว และเงาจากแสงแดดที่ได้รับในหน้าร้อน ซึ่งเป็นการป้องกันการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุลพันธาดา จันทร์โพธิ์ศรี. 2531. วิทยาศาสตร์กับการอนุรักษ์มรดกไทย. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊พ.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. 2535. บทบาทของเกลือและความชื้นบนโบราณสถาน. กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. 2540. การควบคุมสภาพแวดล้อมในพิพิธภัณฑสถาน. การดูแลรักษาศิลปโบราณวัตถุ, หน้า 34 – 48. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. 23 กรกฎาคม 2542. ผู้อำนวยการส่วนวิทยาศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์. สัมภาษณ์.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. 8 พฤษภาคม 2544. ผู้อำนวยการส่วนวิทยาศาสตร์เพื่อการอนุรักษ์. สัมภาษณ์

ชมพูนุท พงษ์ประยูร. 2512. จิตรกรรมไทย. กรุงเทพมหานคร.

นิภาพร สุนทรพิทักษ์กุล. 2541. การเปรียบเทียบสารเคลือบผิวไม้เพื่อการอนุรักษ์ไม้สักโบราณ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัทมรดกโลก. 2541. รายงานการบูรณะโบสถ์วัดเปาโรหิตย์. กรุงเทพมหานคร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

โรจน์ คุณเอนก. 2540. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของหมู่พระวิมาน พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระนคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณิภา ณ สงขลา. 2528. การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนัง. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์การพิมพ์

วีระโรจน์ พจนรัตน์. 2527. รายงานการปฏิบัติงานบูรณะและอนุรักษ์อุโบสถวัดเปาโรหิตย์ด้านสถาปัตยกรรม. กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา)

ศิลปากร, กรม. 2527. การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนัง. ในรายงานการติดตามผลและบำรุงรักษาจิตรกรรมฝาผนัง วัดเปาโรหิตย์. กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

ศิลปากร, กรม. 2534. โครงการอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังเร่งด่วน . ในรายงานการติดตามผลและบำรุงรักษาจิตรกรรมฝาผนัง วัดสุวรรณฯ (พระอุโบสถ). กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

ศิลปากร, กรม. 2540. วัดหลวงสมัยรัตนโกสินทร์. กรุงเทพมหานคร: กรมศิลปากร.

ภาษาอังกฤษ

Cassar, M. 1995. Environmental Management: Guidelines for Museums and Gallories. London: Routledge.

Honeyborne, D. B. 1991. Weathering and decay of masonry. In J. Ashurst and F. G. Dimes (eds), Conservation of building and decorative stone (vol. 1), pp. 153-184. London: Butterworth-Heinemann.

Kuchitsu, N., Ishizaki, T. and Nishiura, T. 1999. Salt weathering of the brick monuments in Ayutthaya, Thailand. The First Seminar on Thai – Japanese Cooperation in Conservation of Monuments in Thailand. March 8 – 9, 1999. Bangkok: The Fine Arts Department.

Massari, G. 1977. Humidity in monuments. Rome: Ristampato MARZO.

Mora, P. 1974. Causes of deterioration of mural paintings. International centre for the study of the preservation and the restoration of cultural property.

Lechner, N. 1991. Heating, Cooling, Lighting: Design Method for Architects. New York : Wiley-Interscience.

Oxley, T. A. and Gobert, E. G. 1983. Dampness in Buildings: Dianogsis, Treatment, Instruments. England: Butterworths.

Richardson, B. A. 1991. Defects and deterioration in building. London: E. & F.N. Spon.

Winkler, E. M. 1997. Stone in architecture: Properties durability. 3rd ed. Germany: Springer – Verlag.

Thomson, G. 1978. The museum environment. London: Butterworths.

Torraca, G. 1982. The action of moisture. In B. M. Feilden (ed.), Conservation of historic buildings, pp. 99-105. London: Butterworths.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

ห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันออก

ห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันออก

ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันออก

ห้องภาพที่ 1 ทิศใต้

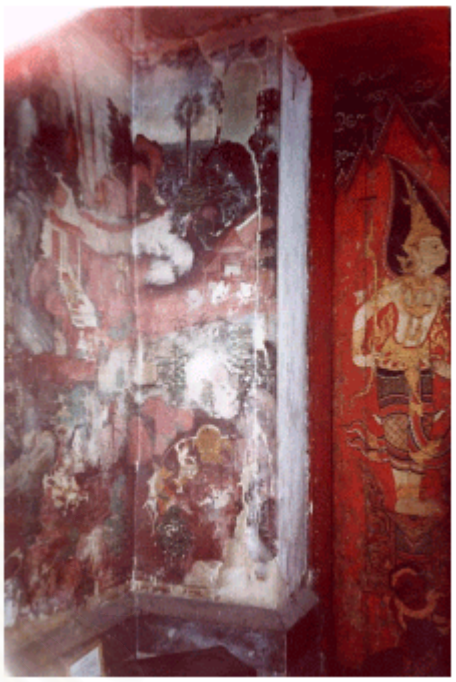
ห้องภาพที่ 2 ทิศใต้

ห้องภาพที่ 3 ทิศใต้

ห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันตก

ห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันตก

ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันตก



ห้องภาพที่ 1 ทิศเหนือ

ห้องภาพที่ 2 ทิศเหนือ

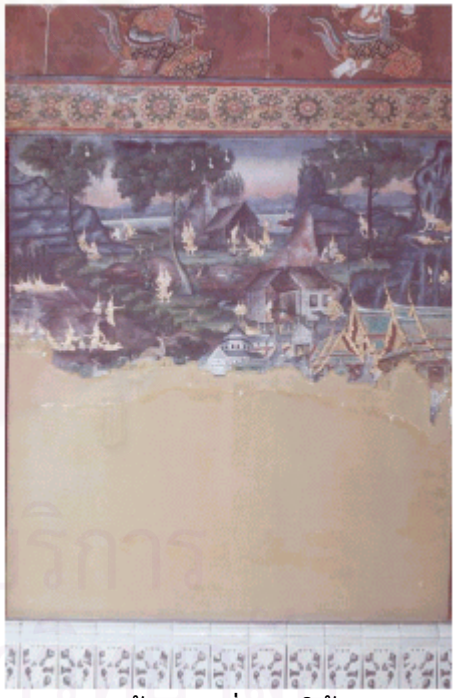
ห้องภาพที่ 3 ทิศเหนือ

วัดเปาโรหิตย์

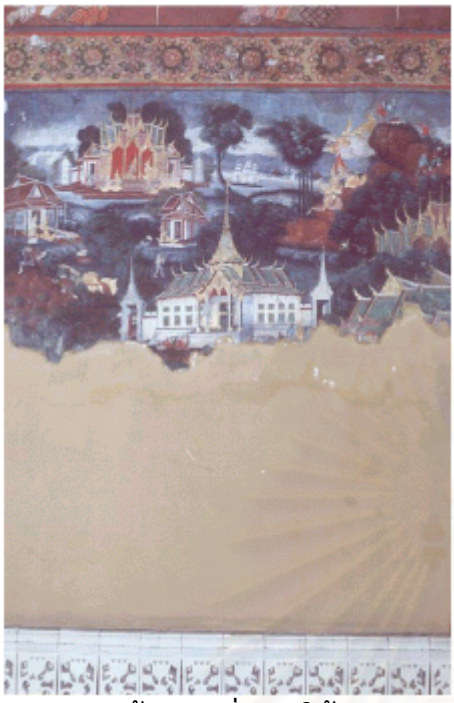
ห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันออก

ห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันออก

ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันออก



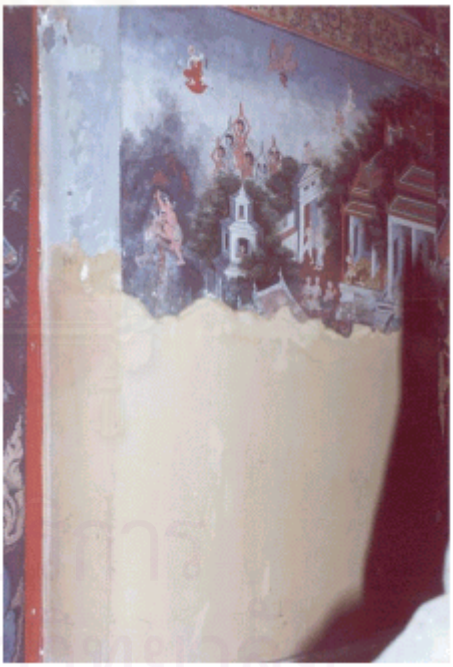
ห้องภาพที่ 1 ทิศใต้



ห้องภาพที่ 2 ทิศใต้

ห้องภาพที่ 3 ทิศใต้

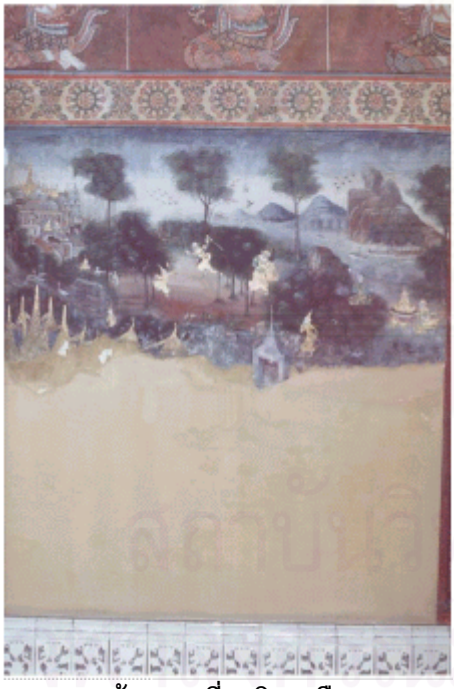
ห้องภาพที่ 1 ทิศตะวันตก



ห้องภาพที่ 2 ทิศตะวันตก

ห้องภาพที่ 3 ทิศตะวันตก

ห้องภาพที่ 1 ทิศเหนือ



ห้องภาพที่ 2 ทิศเหนือ

ห้องภาพที่ 3 ทิศเหนือ

ภาคผนวก ข

ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือน วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร

เดือน	สูง	เวลา	ปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)											
			E1	E2	E3	S1	S2	S3	W1	W2	W3	N1	N2	N3
มี.ค. 43	1	เช้า	25.73	19.70	22.10	8.93	10.63	28.67	21.93	17.83	13.70	12.50	18.83	11.30
		บ่าย	22.33	19.90	21.73	8.83	10.23	26.83	20.43	19.53	11.80	11.70	18.83	11.07
	2	เช้า	11.47	9.43	10.17	12.23	11.07	11.03	13.27	12.87	10.20	12.73	11.40	10.43
		บ่าย	10.23	9.33	9.73	9.90	10.20	10.27	12.63	11.97	9.67	12.57	10.50	9.67
	2.5	เช้า	12.15	9.45	9.50	9.75	11.20	9.80	11.80	11.65	15.80	11.00	11.40	10.65
		บ่าย	10.60	8.85	9.45	9.55	10.40	9.70	11.60	11.65	13.70	11.30	11.05	9.75
เม.ย. 43	1	เช้า	26.87	19.00	21.07	9.83	12.00	28.60	25.10	19.57	14.60	13.60	18.83	13.53
		บ่าย	24.03	19.67	20.43	9.47	11.17	23.07	22.30	16.27	13.93	12.60	17.13	12.63
	2	เช้า	12.40	11.03	11.43	14.63	12.43	11.47	14.80	12.63	11.77	14.50	13.37	12.33
		บ่าย	11.53	9.83	10.43	12.80	11.17	11.37	13.73	13.93	11.10	13.60	12.27	11.73
	2.5	เช้า	12.23	10.43	11.07	12.23	12.17	10.47	13.57	13.30	15.27	14.03	13.70	11.53
		บ่าย	11.73	9.80	10.40	11.33	11.27	9.97	12.90	12.90	15.90	12.73	12.77	10.73
พ.ค. 43	1	เช้า	32.50	19.30	26.90	9.20	11.70	20.30	24.10	19.20	15.70	13.00	18.60	13.80
		บ่าย	27.70	18.10	21.80	9.20	11.30	18.80	23.20	17.00	13.10	12.70	17.30	12.60
	2	เช้า	12.40	11.80	11.30	14.70	10.90	10.70	14.70	14.20	11.50	15.70	13.90	12.20
		บ่าย	11.80	9.70	10.70	14.10	11.10	10.80	13.40	13.50	10.40	13.50	12.50	11.40
	2.5	เช้า	12.20	10.40	10.50	11.10	11.50	10.00	13.00	13.40	13.30	12.80	12.80	10.70
		บ่าย	11.60	9.90	10.20	10.90	10.20	9.40	12.70	13.20	13.00	12.80	11.90	10.80
มิ.ย. 43	1	เช้า	30.70	27.45	28.30	9.55	12.80	35.55	28.80	25.75	17.00	14.40	28.80	14.95
		บ่าย	25.00	25.30	24.35	9.30	12.65	34.55	27.25	25.60	15.15	13.75	25.70	14.10
	2	เช้า	12.65	12.05	12.05	15.95	12.40	13.30	16.45	15.00	12.05	15.75	14.80	13.45
		บ่าย	13.10	11.35	11.55	15.45	12.15	12.85	16.00	14.40	11.65	15.35	13.20	12.30
	2.5	เช้า	13.85	10.90	11.25	12.75	12.05	11.15	14.90	14.10	18.95	14.30	13.95	12.45
		บ่าย	12.70	10.45	11.15	12.45	12.15	10.95	14.35	13.70	18.10	14.20	13.35	11.65
ก.ค. 43	1	เช้า	30.30	24.60	27.45	9.20	11.60	31.50	26.65	26.55	13.80	13.75	26.60	13.90
		บ่าย	28.80	24.25	22.35	9.10	11.20	33.35	25.85	24.35	13.45	13.40	25.15	13.15
	2	เช้า	12.80	10.90	11.25	13.30	11.55	11.15	14.15	14.45	11.60	14.10	13.15	12.25
		บ่าย	12.35	10.25	10.65	12.90	10.95	11.05	14.75	14.30	10.85	13.40	12.45	11.15
	2.5	เช้า	13.15	9.80	10.90	11.60	11.50	10.80	13.70	13.40	15.05	12.80	12.80	10.25
		บ่าย	11.85	9.55	10.30	11.40	11.40	9.95	13.05	13.25	15.65	13.25	12.40	10.00
ส.ค. 43	1	เช้า	36.30	24.20	30.10	9.65	12.60	43.75	30.00	30.25	18.00	14.45	29.85	14.85
		บ่าย	34.85	24.45	29.60	9.60	12.60	41.00	30.10	30.40	17.35	14.45	29.70	15.15
	2	เช้า	13.75	11.50	12.05	15.25	12.05	12.20	16.35	15.40	12.45	14.25	14.45	12.30
		บ่าย	12.95	11.70	11.65	15.05	12.20	11.75	17.00	14.95	12.10	15.75	14.40	12.25
	2.5	เช้า	13.50	10.60	10.95	11.90	12.45	11.35	14.55	14.00	21.80	14.25	13.85	10.55
		บ่าย	13.10	9.95	10.90	12.60	12.80	11.20	13.90	13.90	13.65	14.25	13.50	10.85

ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือน วัดสุวรรณารามราชวรวิหาร (ต่อ)

เดือน	สูง	เวลา	ปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)											
			E1	E2	E3	S1	S2	S3	W1	W2	W3	N1	N2	N3
ก.ย. 43	1	เช้า	37.50	31.15	27.20	8.95	12.10	41.55	30.85	31.35	16.45	13.90	32.65	13.70
		บ่าย	34.40	28.70	26.30	9.00	12.35	40.45	30.35	31.05	15.50	13.90	28.65	13.50
	2	เช้า	12.60	10.95	10.95	14.45	11.60	11.35	15.65	14.95	12.05	13.95	13.45	12.00
		บ่าย	12.10	9.70	10.70	13.95	11.30	11.60	15.45	14.25	11.15	14.45	13.30	11.35
	2.5	เช้า	12.50	9.50	10.45	12.00	11.30	10.50	13.65	13.40	17.25	13.70	12.75	10.40
		บ่าย	11.95	9.65	9.95	12.10	11.35	10.15	13.50	12.75	20.20	13.50	12.35	9.40
ต.ค. 43	1	เช้า	37.20	30.50	27.50	10.20	12.70	45.40	32.70	30.30	18.20	15.30	32.50	16.60
		บ่าย	35.00	27.70	24.70	9.80	10.70	43.50	31.40	27.50	17.30	15.50	31.40	15.20
	2	เช้า	13.70	12.70	12.50	16.30	12.60	12.60	16.50	16.20	13.60	16.80	16.80	13.10
		บ่าย	12.70	10.30	11.80	14.60	12.70	11.50	16.60	15.10	12.00	14.60	13.90	12.00
	2.5	เช้า	13.50	10.70	11.30	13.60	12.60	11.00	15.30	14.30	21.70	13.10	14.70	11.00
		บ่าย	11.60	10.10	11.20	12.40	12.20	10.00	14.40	13.30	18.90	14.60	13.20	10.00
พ.ย. 43	1	เช้า	25.25	21.20	20.80	8.35	10.55	30.65	22.45	24.35	11.25	12.15	21.25	11.95
		บ่าย	24.85	21.50	19.75	8.00	10.15	30.10	19.55	23.45	11.15	12.05	22.45	11.60
	2	เช้า	10.75	8.80	9.85	10.60	10.40	10.45	13.30	12.60	9.75	12.50	11.05	9.95
		บ่าย	10.75	8.80	9.30	10.10	9.85	10.15	13.45	13.05	9.75	12.75	11.00	9.70
	2.5	เช้า	10.05	8.95	9.20	10.15	10.15	9.25	11.60	11.45	13.45	11.50	10.25	9.00
		บ่าย	10.25	9.35	9.05	9.75	10.00	9.25	11.90	11.85	13.20	11.20	10.15	9.15
ธ.ค. 43	1	เช้า	27.95	22.65	22.55	8.35	10.55	31.60	22.95	24.85	12.40	11.50	20.95	11.35
		บ่าย	24.95	20.45	18.40	8.35	9.90	29.95	18.90	22.75	11.15	11.50	21.60	11.00
	2	เช้า	11.15	9.00	9.45	10.80	9.90	9.80	13.05	12.30	8.70	11.55	10.90	9.25
		บ่าย	9.90	8.35	9.00	9.85	9.65	9.90	12.20	12.05	8.75	11.55	10.35	9.10
	2.5	เช้า	10.20	8.60	8.95	9.75	9.85	9.10	11.35	11.30	14.25	10.95	9.85	8.85
		บ่าย	9.30	8.65	8.65	9.20	9.20	8.80	11.10	10.75	12.30	10.45	9.95	8.50
ม.ค. 44	1	เช้า	36.70	30.40	27.55	9.15	12.65	42.65	33.40	33.85	16.90	14.45	34.35	15.15
		บ่าย	31.45	27.85	29.40	8.55	12.05	40.45	28.35	28.65	13.90	13.80	31.15	13.55
	2	เช้า	13.30	11.80	11.65	14.60	11.85	11.35	16.55	14.15	12.10	15.55	14.50	11.80
		บ่าย	12.00	10.65	10.60	13.00	11.10	10.70	15.35	14.00	10.90	14.70	13.20	11.10
	2.5	เช้า	12.75	9.35	10.50	12.05	11.65	10.40	14.75	13.90	16.35	13.80	13.30	10.10
		บ่าย	11.30	9.40	9.95	11.10	10.65	9.70	13.45	12.85	17.30	13.05	12.40	9.65
ก.พ. 44	1	เช้า	35.85	26.85	26.40	8.00	10.70	40.80	30.15	28.85	12.50	12.60	28.05	12.00
		บ่าย	23.50	23.65	23.00	8.00	9.90	34.85	23.60	25.40	10.75	11.40	25.40	10.95
	2	เช้า	11.50	9.70	9.70	11.80	10.45	10.05	14.55	13.35	10.15	12.75	12.00	10.05
		บ่าย	10.00	8.00	8.95	9.85	9.50	9.10	12.40	11.95	8.95	11.05	10.05	9.15
	2.5	เช้า	10.85	9.00	9.35	10.15	10.35	9.20	12.35	11.75	16.30	11.45	10.70	9.15
		บ่าย	9.65	8.85	8.85	9.50	10.15	8.90	11.35	10.65	11.75	10.60	9.65	8.35

ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือน วัดเปาโรหิตย์

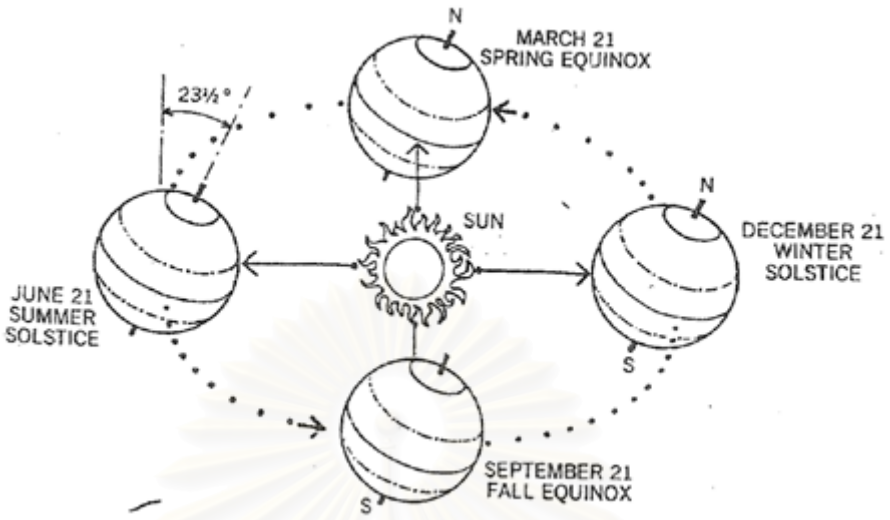
เดือน	สูง	เวลา	ปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)											
			E1	E2	E3	S1	S2	S3	W1	W2	W3	N1	N2	N3
มี.ค. 43	1	เช้า	16.23	8.80	8.80	15.57	8.97	8.97	8.77	8.20	13.40	8.53	14.67	8.97
		บ่าย	13.93	8.20	8.20	13.50	8.53	8.20	8.23	8.20	13.23	8.20	12.17	8.70
	2	เช้า	8.90	8.70	8.77	10.50	9.90	13.33	8.27	8.20	8.30	18.90	8.50	8.50
		บ่าย	8.30	8.20	8.20	9.90	9.93	12.77	8.23	8.20	8.60	17.30	8.80	8.73
	2.5	เช้า	8.83	17.03	8.73	10.00	8.93	9.03	8.33	8.27	8.20	8.60	8.77	9.23
		บ่าย	8.20	17.53	8.23	9.43	9.00	8.60	8.27	8.23	8.47	8.23	8.43	9.53
เม.ย. 43	1	เช้า	16.45	8.65	8.60	15.60	8.55	8.95	8.00	8.00	11.05	8.00	16.00	8.40
		บ่าย	16.35	8.75	8.60	14.90	8.65	8.45	8.00	8.00	13.10	8.00	14.55	8.00
	2	เช้า	8.55	8.00	8.00	10.80	11.80	15.30	8.00	8.00	8.00	21.55	8.00	8.90
		บ่าย	8.00	8.00	8.00	10.95	10.85	14.50	8.00	8.00	8.00	19.25	8.00	8.60
	2.5	เช้า	8.00	17.95	8.00	10.30	8.30	9.50	9.45	8.00	8.00	9.25	8.00	9.70
		บ่าย	8.00	17.90	8.00	10.00	9.20	9.00	9.35	8.00	8.00	9.05	8.00	9.20
พ.ค. 43	1	เช้า	16.00	8.00	8.00	15.25	8.50	8.70	8.00	8.00	15.00	8.35	15.30	8.00
		บ่าย	12.10	8.00	8.00	12.25	8.00	8.75	8.00	8.00	12.55	8.40	11.60	8.00
	2	เช้า	8.00	8.00	8.00	10.25	11.05	14.95	8.00	8.00	8.00	21.15	9.70	9.45
		บ่าย	8.00	8.00	8.00	9.30	9.85	12.20	8.00	8.00	8.00	14.45	9.25	8.80
	2.5	เช้า	8.00	17.85	8.00	10.05	9.80	8.95	9.25	8.90	8.00	9.25	8.00	9.25
		บ่าย	8.00	12.70	8.00	9.25	11.05	8.65	8.80	8.65	8.00	8.90	8.00	8.75
มิ.ย. 43	1	เช้า	21.20	9.30	8.90	19.30	9.70	10.00	8.00	8.80	18.20	8.70	15.90	9.00
		บ่าย	17.90	8.90	8.00	15.50	8.00	9.90	8.00	8.50	16.90	8.00	13.90	8.00
	2	เช้า	9.60	9.00	9.50	12.30	12.30	17.20	8.70	9.10	8.80	23.30	9.90	9.80
		บ่าย	9.10	8.00	8.60	10.70	10.10	15.40	8.90	8.00	8.00	19.60	9.40	8.80
	2.5	เช้า	9.00	18.20	8.40	11.30	10.90	9.60	10.20	9.80	8.80	10.10	8.00	9.90
		บ่าย	8.00	16.80	8.00	10.40	8.60	9.10	9.30	9.00	8.00	9.00	8.00	9.30
ก.ค. 43	1	เช้า	16.65	8.35	8.00	16.55	8.45	8.85	8.40	8.35	16.30	8.35	14.35	8.00
		บ่าย	18.25	8.85	8.00	14.60	8.00	8.75	8.00	8.00	14.65	8.00	14.30	8.00
	2	เช้า	8.85	8.00	9.20	10.80	11.00	15.55	8.50	8.60	8.45	20.90	9.30	8.95
		บ่าย	8.70	8.00	8.70	10.25	10.60	14.90	8.35	8.00	8.00	19.65	8.95	9.20
	2.5	เช้า	8.35	18.05	8.55	10.30	13.85	9.20	9.25	8.95	9.00	9.30	8.35	9.75
		บ่าย	8.35	18.00	8.40	9.85	12.50	8.70	9.05	8.75	8.75	9.30	8.00	9.15
ส.ค. 43	1	เช้า	20.10	9.25	8.00	17.35	8.95	10.25	8.55	8.45	18.10	8.40	16.00	8.00
		บ่าย	18.75	9.35	8.55	16.45	8.65	9.80	8.55	8.50	16.60	8.70	14.85	8.25
	2	เช้า	9.10	8.00	8.80	11.35	11.10	17.20	9.05	8.00	8.40	17.35	9.30	9.90
		บ่าย	9.00	8.00	8.85	11.30	10.40	16.00	8.60	8.00	8.35	20.80	9.25	9.35
	2.5	เช้า	8.00	17.75	8.80	10.30	9.90	9.30	9.40	9.20	8.60	9.35	8.40	9.50
		บ่าย	8.35	17.85	8.50	10.05	9.65	8.80	9.10	8.75	8.55	9.30	8.50	9.65

ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นบนผนังในแต่ละเดือน วัดเปาโรหิตย์ (ต่อ)

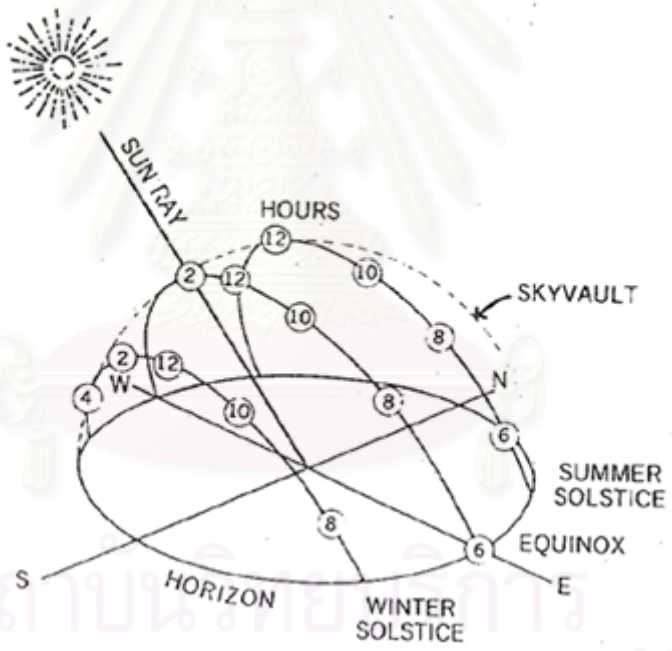
เดือน	สูง	เวลา	ปริมาณความชื้นบนผนัง (เปอร์เซ็นต์)											
			E1	E2	E3	S1	S2	S3	W1	W2	W3	N1	N2	N3
ก.ย. 43	1	เช้า	21.60	9.35	8.80	19.50	9.20	10.40	9.05	8.90	20.80	9.05	16.95	8.75
		บ่าย	19.25	8.00	8.00	15.90	8.00	9.25	8.00	8.00	16.85	8.00	13.85	8.00
	2	เช้า	9.00	8.00	8.50	11.25	11.65	17.05	8.90	8.55	8.40	25.50	9.55	9.90
		บ่าย	8.45	8.00	8.55	10.30	9.80	15.10	8.45	8.40	8.00	22.55	8.40	9.20
	2.5	เช้า	8.00	18.60	8.35	10.20	9.45	9.40	9.40	9.20	8.95	9.70	8.40	9.60
		บ่าย	8.00	17.90	8.45	9.40	9.65	8.55	9.00	8.80	8.00	8.90	8.00	9.10
ต.ค. 43	1	เช้า	23.80	12.60	10.10	21.60	10.70	12.60	10.10	9.70	21.40	10.30	18.30	9.90
		บ่าย	20.40	10.20	9.40	19.60	10.10	11.10	10.00	9.40	19.00	10.00	17.40	9.30
	2	เช้า	10.10	8.90	9.80	12.90	13.70	17.40	10.00	10.10	9.10	26.50	10.50	11.50
		บ่าย	10.20	9.00	9.50	12.00	13.50	17.30	9.70	9.00	9.00	24.90	9.80	11.00
	2.5	เช้า	8.90	17.60	10.00	11.60	10.20	10.40	10.20	10.20	9.50	10.60	8.80	10.80
		บ่าย	8.90	16.80	9.10	11.00	9.70	10.00	9.50	10.10	9.30	9.70	8.90	10.70
พ.ย. 43	1	เช้า	11.15	8.00	8.00	8.75	8.00	8.00	8.00	8.00	10.40	8.00	9.25	8.00
		บ่าย	10.55	8.00	8.00	9.05	8.00	8.00	8.00	8.00	10.30	8.00	9.45	8.00
	2	เช้า	8.00	8.00	8.00	8.40	8.95	11.60	8.00	8.00	8.00	13.40	8.00	8.00
		บ่าย	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	11.55	8.00	8.00	8.00	13.80	8.00	8.00
	2.5	เช้า	8.00	17.70	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
		บ่าย	8.00	18.35	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
ธ.ค. 43	1	เช้า	14.65	8.00	8.00	12.20	8.00	8.00	8.00	8.00	12.95	8.00	12.65	8.00
		บ่าย	11.70	8.00	8.00	10.05	8.00	8.00	8.00	8.00	10.90	8.00	9.75	8.00
	2	เช้า	8.00	8.00	8.00	9.45	9.90	13.25	11.30	8.00	8.00	16.35	8.00	8.35
		บ่าย	8.00	8.00	8.00	8.90	9.05	12.55	10.80	8.00	8.00	13.70	8.00	8.00
	2.5	เช้า	8.00	16.90	8.00	8.60	8.75	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.50
		บ่าย	8.00	16.80	8.00	10.40	8.60	9.10	9.30	9.00	8.00	9.00	8.00	9.30
ม.ค. 44	1	เช้า	16.65	8.35	8.00	16.55	8.45	8.85	8.40	8.35	16.30	8.35	14.35	8.00
		บ่าย	18.25	8.85	8.00	14.60	8.00	8.75	8.00	8.00	14.65	8.00	14.30	8.00
	2	เช้า	8.85	8.00	9.20	10.80	11.00	15.55	8.50	8.60	8.45	20.90	9.30	8.95
		บ่าย	8.70	8.00	8.70	10.25	10.60	14.90	8.35	8.00	8.00	19.65	8.95	9.20
	2.5	เช้า	8.35	18.05	8.55	10.30	13.85	9.20	9.25	8.95	9.00	9.30	8.35	9.75
		บ่าย	8.35	18.00	8.40	9.85	12.50	8.70	9.05	8.75	8.75	9.30	8.00	9.15
ก.พ. 44	1	เช้า	20.10	9.25	8.00	17.35	8.95	10.25	8.55	8.45	18.10	8.40	16.00	8.00
		บ่าย	18.75	9.35	8.55	16.45	8.65	9.80	8.55	8.50	16.60	8.70	14.85	8.25
	2	เช้า	9.10	8.00	8.80	11.35	11.10	17.20	9.05	8.00	8.40	17.35	9.30	9.90
		บ่าย	9.00	8.00	8.85	11.30	10.40	16.00	8.60	8.00	8.35	20.80	9.25	9.35
	2.5	เช้า	8.00	17.75	8.80	10.30	9.90	9.30	9.40	9.20	8.60	9.35	8.40	9.50
		บ่าย	8.35	17.85	8.50	10.05	9.65	8.80	9.10	8.75	8.55	9.30	8.50	9.65

ภาคผนวก ค

การเกิดฤดูกาล

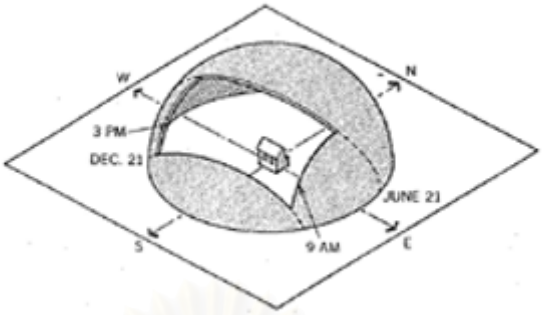


การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ในฤดูกาลต่างๆ

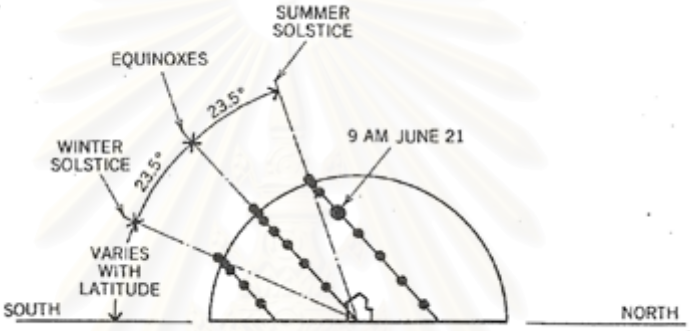


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Solar window ในเวลา 9 นาฬิกา ถึง 15 นาฬิกา



การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกโดยเคลื่อนที่เฉียงไปทางทิศใต้



การส่งผ่านของแสงเข้าไปในอาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกตัญชลี เวชวิมล เกิดเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2519 เข้ารับการศึกษาที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2536 และสำเร็จการศึกษาได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) ในปีการศึกษา 2540 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย