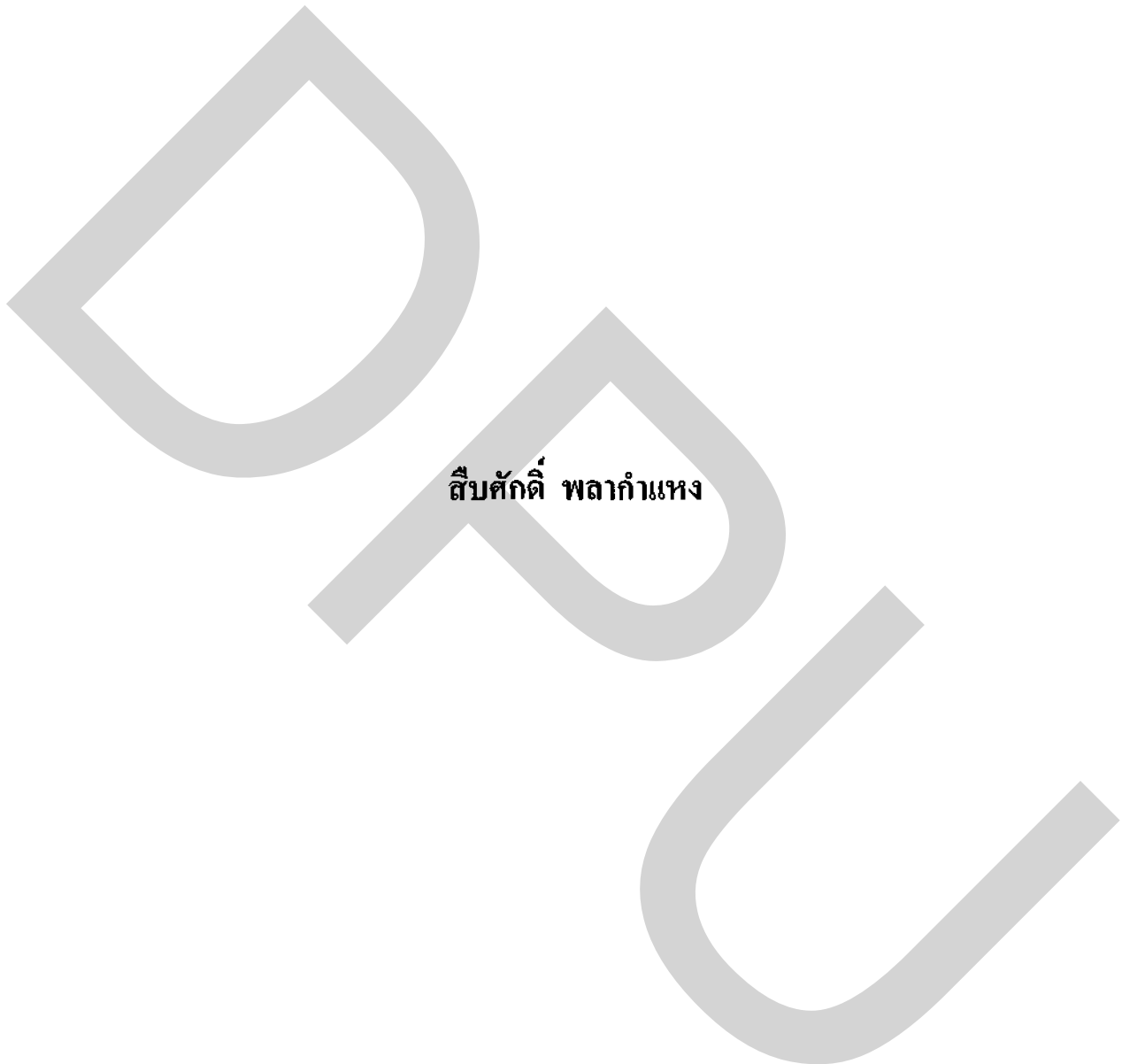




## กรณีศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคารโบราณ



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ.2550

# A Study on the Impact of Moisture toward the Old Building

Suebsak Plakamhaeng

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management  
Graduate School, Dhurakij Pundit University

2007

เลขทะเบียน	0199582
วัน	- 2 ส.ค. 2551
เลข	693.893
	ส ๗๓๖๗
	[2550]
	๗๓



## ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ กรณีศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคารโบราณ

เสนอโดย สืบศักดิ์ พลาคำแหง

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผศ.ดร.ดิग्กะ นูนนาค

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ)

.....กรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผศ.ดร.ดิग्กะ นูนนาค)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สโรชา เจริญวัย)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผศ.ดร.สมศักดิ์ ดำริชอบ)

วันที่ 16 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

### กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “กรณีศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคารโบราณ” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติเกะ นูนนาค อาจารย์ที่ปรึกษา คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวความคิด คำปรึกษาและแนะนำให้ความรู้ตลอดเวลาในการทำวิจัยอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากทีมสถาปัตยกรรม ธนาคารแห่งประเทศไทยที่ได้ให้ข้อมูลและประสานงานผู้ที่เกี่ยวข้องในการตรวจวัดข้อมูลรวมถึงข้อมูลในการบูรณะอาคาร ประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากสารนิพนธ์นี้เป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าว

ธีปศักดิ์ พลากำแพง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฅ
รายการสัญลักษณ์.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาของการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	3
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	4
2.1 ความชื้น.....	6
2.2 การควบคุมและปรากฏการณ์คะปิลลารี.....	9
2.3 ส่วนประกอบของความชื้น.....	11
2.4 ลักษณะโครงสร้างของอาคาร.....	13
2.5 ผลกระทบเนื่องจากความชื้นที่มีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของ โครงสร้างอิฐก่อนการก่อสร้าง.....	15
2.6 แนวทางการแก้ปัญหาโครงสร้างอิฐเนื่องจากความชื้น.....	16
2.7 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	16
3. ระเบียบวิธีการศึกษา.....	19
3.1 การสำรวจสภาพอาคาร.....	19
3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดค่าความชื้น.....	21
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์แก้ไข้ปัญหา.....	25

## สารบัญ (ต่อ)

3.4	ขั้นตอนตรวจวัดผลหลังจากตัดความชื้น.....	34
3.5	ขั้นตอนเปรียบเทียบผลการปรับปรุงตัดความชื้น.....	35
3.6	การตรวจสอบสภาพผนังอาคารเพื่อตรวจผลของความชื้นที่จะทำความเสียหาย กับผนังอาคาร.....	36
4.	ผลการศึกษา.....	37
4.1	การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาความชื้น.....	37
4.2	การวิเคราะห์ผลของการตรวจวัดค่าความชื้น (ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น).....	38
4.3	การวิเคราะห์ตัวแปรที่เป็นสาเหตุของความชื้นในผนังอาคาร.....	41
4.4	การวิเคราะห์ผลหลังปรับปรุงตัดความชื้น.....	42
4.5	การวิเคราะห์ผลการศึกษา.....	44
5.	อภิปรายผลสรุปและเสนอแนะ.....	45
5.1	สรุปผลการศึกษา.....	45
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	48
	บรรณานุกรม.....	49
	ภาคผนวก ก.....	51
	ภาคผนวก ข.....	70
	ประวัติผู้เขียน.....	89

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น.....	22
3.2 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นเฉลี่ยที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น.....	23
3.3 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น.....	34
3.4 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นเฉลี่ยที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น.....	35

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ปริมาณความชื้นที่อยู่ในอิฐ.....	6
2.2 สภาวะความชื้นในวัสดุ.....	8
2.3 ที่มาของความชื้นที่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง.....	11
2.4 รูปแบบการดูดซึมความชื้นจากน้ำใต้ดินสู่อาคาร.....	12
2.5 ลักษณะโครงสร้างอาคาร โบราณ Wall Bearing.....	14
2.6 ความเสียหายของผนังที่ได้รับความชื้น(อาคารที่ทำการศึกษา).....	14
2.7 ความเสียหายของผนังที่ได้รับความชื้น (อาคารที่ทำการศึกษา).....	15
3.1 อาคารที่ทำการศึกษาก่อนที่จะทำการปรับปรุง.....	20
3.2 แปลนอาคาร โบราณที่ตรวจวัดความชื้น.....	20
3.3 ภาพร่างด้านหน้าอาคารที่ทำการศึกษาเรื่องความชื้น.....	20
3.4 ลักษณะโครงสร้างอาคาร โบราณ Wall Bearing.....	21
3.5 ตำแหน่งจุดที่วัดค่าความชื้นผนังอาคาร.....	22
3.6 ตำแหน่งระดับความสูงที่วัดค่าความชื้นผนัง.....	23
3.7 Concrete Moisture Encounter.....	24
3.8 สภาพผนังอาคารที่ได้เอาปูนฉาบออกเพื่อสำรวจสภาพผนัง.....	26
3.9 วัสดุกันซึม Sikadur-742.....	28
3.10 เครื่องมือ Coring เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ¼ นิ้ว.....	29
3.11 เครื่องมือ Coring Moter.....	29
3.12 การเตรียมผนังที่ทำการตัดความชื้น.....	30
3.13 วิธีการเจาะผนังอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Coring.....	30
3.14 ผนังที่ทำการเจาะแล้ว.....	31
3.15 การผสม Sikadur-742.....	31
3.16 การตั้งแบบเพื่อเท Sikadur-742.....	32
3.17 การเท Sikadur-742 เข้าไปแทนผนังเดิมที่เจาะออก.....	32
3.18 ผนังที่ทำการเท Sikadur-742 แทนแนวผนังที่เจาะออก.....	33
3.19 การฉาบปูนผนังหลังจากตัดความชื้นแล้ว.....	33



สารบัญรูป (ต่อ)

4.1 ค่าความชื้นในแต่ละจุดเฉลี่ยที่ระดับความสูง 0.10,0.60,1.10 ม. (ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น).....	38
4.2 ค่าความชื้นในแต่ละจุดเฉลี่ยจำนวนครั้งภายนอก ภายในอาคาร (ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น).....	42
4.3 ค่าความชื้นในแต่ละจุดเฉลี่ยจำนวนครั้งภายนอก ภายในอาคาร (หลังปรับปรุงตัดความชื้น).....	43
5.1 อาคาร โบราณหม่อมลม้าย ที่บูรณะและปรับปรุงตัดความชื้นแล้วเสร็จ.....	47

## รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A	พื้นที่ของอาคาร โบราณ	m <sup>2</sup>
AC	ความสามารถในการดูดซึม	% RH
D	ปริมาณความชื้นในสถานะแห้งด้วยเตาอบ	% RH
DB	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง	°C, °F
EA	การดูดซึมสุทธิ	%RH
l	หน่วยวัดระยะอาคาร	m
PM	ความชื้นในช่องว่าง	% RH
P <sub>sat</sub>	ความดันไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว	bar
P <sub>w</sub>	ความดันไอน้ำที่อยู่ในอากาศ	bar
RH	ความชื้นสัมพัทธ์	% RH
SDD	ปริมาณความชื้นที่อยู่ภายในเนื้อวัสดุในสถานะอิ่มตัวผิวแห้ง	% RH
SM	ความชื้นที่ผิววัสดุ	% RH
T	อุณหภูมิอากาศ	°C
v	ปริมาณของวัสดุตัดความชื้น	l
w	น้ำหนักของวัสดุตัดความชื้น	kg
W	ปริมาณความชื้นในสถานะแห้งด้วยอากาศ	% RH

หัวข้อสารนิพนธ์      กรณีศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคาร โบราณ  
ชื่อผู้เขียน              สืบศักดิ์ พลากำแพง  
อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุญนาค  
สาขาวิชา                การจัดการเทคโนโลยีภายในอาคาร  
ปีการศึกษา              2550

### บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง “กรณีศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคาร โบราณ” มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความชื้นที่มีผลกระทบต่อ โครงสร้างอาคารประเภทผนังรับน้ำหนัก (Wall Bearing) อาคารที่ศึกษาเป็นอาคารที่มีอายุเกือบ 100 ปี โดยได้ทำการตรวจวัดปริมาณความชื้นของผนังภายนอกทุกด้านและผนังภายในตัวอาคารบริเวณชั้นที่ 1 และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาความชื้นที่มีผลกระทบและสร้างความเสียหายแก่อาคาร

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณความชื้นของผนังอาคารอยู่ในเกณฑ์สูง โดยมีปริมาณความชื้นของผนังภายนอกเฉลี่ยเท่ากับ 5.5%RH และปริมาณความชื้นของผนังภายในตัวอาคารเฉลี่ยเท่ากับ 4.1%RH (ค่าที่ยอมรับได้ของปริมาณความชื้นของผนังอาคารไม่ควรเกิน 3%RH) ได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดปริมาณความชื้นในผนังอาคาร โดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติกันความชื้นไม่ให้เข้าสู่ผนังอาคาร แนวทางการแก้ไขในการศึกษานี้สามารถลดปริมาณความชื้นในผนังให้ลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ ทำให้อาคารที่ทำการบูรณะสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: ความชื้น / อาคาร โบราณ / ผนังรับน้ำหนัก

4

Thematic Paper Title      A Study on the Impact of Moisture toward the Ancient Building  
Author                        Suebsak Plakambaeng  
Thematic Paper Advisor    Asst. Prof. Dr.Tika Bunnag  
Department                 Building Technology Management  
Academic year              2007

### ABSTRACT

The main objective of this study is to investigate the impact of moisture toward the ancient building with wall bearing structure. The building studied is nearly 100 years old building. Moisture content at all outside walls and inner walls of the 1<sup>st</sup> floor were measured to analyze the causes that impact against the building.

From the study it was found that moisture content of the walls were at the high level. The average moisture content of outside and inner walls were 5.5%RH and 4.1%RH, respectively (the acceptable value for the wall should not exceed 3%RH). In addition, reducing the moisture in the walls using anti-moisture material to prevent absorption of moisture to the walls is also studied. It can be shown that the moisture content of the walls is reduced to the standard level and, as a result, the restored building can be safely used.

Keywords: moisture / ancient building / wall bearing

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของการศึกษา

ประวัติศาสตร์ของประเทศไทยหรือที่เรียกอีกชื่อในอดีตนั้นว่าประเทศสยาม ซึ่งลักษณะความเป็นอยู่ของชาวสยามนั้นอยู่แบบเรียบง่าย ที่อยู่อาศัยมีลักษณะปลูกแบบเรียบง่าย เช่นกัน โดยจะเรียกบ้านของคนไทยในสมัยนั้นๆว่า บ้านทรงไทยหรือเรือนไทย เรือนไทยบ่งบอกถึงความคิดและวิถีชีวิตของผู้อยู่อาศัยถือว่า เป็นงานศิลปะประเภทหนึ่งที่มีได้สร้างขึ้นเพียงเพื่อคุ้มแดดคุ้มฝนเท่านั้น แต่ได้รับการออกแบบอย่างประณีตงดงามประโยชน์ใช้สอยสูง สอดคล้องกับการดำรงชีวิตของคนไทยสมัยก่อนและแสดงออกถึงภูมิปัญญาไทยอย่างชัดเจน

คติความเชื่อเกี่ยวกับการสร้างเรือนมีอยู่ทุกท้องถิ่น แต่ละแห่งมีพิธีการ ความคิด ความเชื่อถือ มีทั้งเหมือนกันและแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มักเหมือนกัน อาจแตกต่างกันเพียงส่วนปลีกย่อย โดยยึดถือหลักจากตำราทางโหราศาสตร์ ไสยศาสตร์ และพรหมณ์มารวมกัน นอกจากนั้นความเชื่อในเรื่องพระ เจ้า ผีตาง เทวดา รวมถึงแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ เช่น แผ่นดิน สายน้ำ ทางลม คันไม้ป่าไม้ ซึ่งมีอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันของชาวบ้านอย่างแนบแน่น เมื่อกระทำสิ่งใดที่เห็นว่าสำคัญกับความ สุขความเจริญ ต้องหาอุบายมาปิดเป่าหรือป้องกัน การปลูกบ้านสร้างเรือนของคนไทยแต่โบราณ คำนึงถึงความร่มเย็นเป็นสุข ความเป็นสิริมงคล และมีโชคลาภแก่เจ้าของบ้าน ครอบครัวตลอดจนข้าทาสบริวาร อย่างยืนยาวต่อไป จึงต้องมีคติความเชื่อเหล่านั้น เจือปนเป็นพิธีอยู่ด้วยจนกลายเป็นประเพณีที่ปฏิบัติสืบเนื่องกันมา

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบของเรือนไทยอาจแบ่งได้เป็นเรื่องของสภาพแวดล้อม ทั้งด้านภูมิศาสตร์และภูมิอากาศ อาชีพของคนไทยในแต่ละภูมิภาค ฐานะความเป็นอยู่ วัสดุในการปลูกสร้างเรือน คติความเชื่อของเชื้อชาติและศาสนาในแต่ละภูมิภาค ประโยชน์ใช้สอยเฉพาะอย่างและความนิยมของคนในชุมชนเป็นต้น แต่ในความหลากหลายนั้นยังคงแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ของไทยอยู่อย่างเห็นรูปธรรมในรูปแบบของ บ้านไทยภาคกลาง บ้านไทยภาคเหนือ บ้านไทยภาคใต้ และบ้านไทยภาคอีสาน

ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้รับวัฒนธรรมตะวันตกเข้ามา โดยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงส่งพระโอรสหลายพระองค์ไปศึกษาต่างประเทศ เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้ว ก็ได้นำความรู้ที่ได้ศึกษามายังต่างประเทศเข้ามาพัฒนาประเทศไทยและได้นำวัฒนธรรมทางตะวันตกเข้ามาปรับใช้กับประเทศไทย โดยวัฒนธรรมที่ยังคงอยู่จนถึงปัจจุบันนี้ ได้แก่ วัฒนธรรมด้านสถาปัตยกรรม

อิทธิพลของสถาปัตยกรรมแบบตะวันตกในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว(รัชกาลที่6) นี้ส่วนใหญ่เป็นการสืบทอดแนวทางของรูปแบบจากสมัยรัชกาลที่5 ซึ่งตรงกับช่วงระหว่างกลางคริสตศตวรรษที่19 และต้นคริสตศตวรรษที่20 ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา อันเป็นยุคฟื้นฟูศิลปะและสถาปัตยกรรมในยุคโบราณ เช่น กรีกและโรมัน ซึ่งเป็นต้นแบบของสถาปัตยกรรมตะวันตก ช่างสาขาต่างๆชาวตะวันตกที่เข้ามาในสยามนั้นส่วนมากเป็นชาวอิตาเลียน ชาวอังกฤษ และชาวเยอรมัน ต่างนำแบบอย่างสถาปัตยกรรมที่ตนเองคุ้นเคยเข้ามาเป็นแนวทางในการออกแบบก่อสร้างอาคารทั้งที่เป็นสถานที่ราชการ พระราชวัง ตลอดจนบ้านขุนนางผู้ใหญ่ และผู้มีฐานะดีทั่วไป

อิทธิพลสถาปัตยกรรมยุโรปเข้ามามีความเจริญและออกแบบปลูกสร้างกันมากในสมัยนี้ เช่น พระราชวัง วัง ตำหนัก เป็นต้น

ในสถานการณ์ปัจจุบันสภาพความเป็นอยู่ของคนไทยได้มีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปจากในอดีตมาก เนื่องจากอิทธิพลสถาปัตยกรรมแบบตะวันตก การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การขยายตัวของเศรษฐกิจ สภาพความเป็นอยู่ ความเจริญในด้านต่างๆ เช่น การเงิน การศึกษา การขยายตัวของสภาพแวดล้อมทางสังคมและเทคโนโลยี ทำให้สภาพความเป็นอยู่และวิถีชีวิตของคนไทยในปัจจุบันนั้นเปลี่ยนไป ทั้งในด้าน การอยู่อาศัย การประกอบอาชีพ ความเจริญเติบโตทางด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัย ความเจริญนี้ยังสร้างปัญหาอีกมากมายเช่นกัน คือ ปัญหาด้านมลพิษ ปัญหาด้านอากาศ ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้ส่งผลกระทบต่อโลกอย่างมากมาย แต่ในความเจริญที่เกิดขึ้นนั้นก็ยังมีสิ่งที่ยังคงต้องคำนึงถึงถึงเพื่อให้คนรุ่นหลังและลูกหลานยังคงได้รับรู้ถึงประวัติศาสตร์ของคนไทย คือ โบราณสถานและอาคารโบราณ

อาคารโบราณเป็นอาคารเก่าที่ต้องทำการอนุรักษ์บูรณะรักษาไว้ เพราะอาคารโบราณเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความเจริญ สภาพความเป็นอยู่ในอดีตของคนในสมัยนั้น อายุของอาคารโบราณไม่ต่ำกว่า 50 ปี ในการอนุรักษ์อาคารโบราณต้องทำด้วยความละเอียดถี่ถ้วน มีข้อมูลที่เป็นจริงให้มากที่สุด เพื่อทำการปรับปรุงบูรณะอาคารโบราณให้คงสภาพในอดีตให้คงเดิมที่สุด เพื่อเป็นโบราณสถานให้คนลูกหลานได้รับความรู้ที่เชื่อถือได้ ในการอนุรักษ์และทำการบูรณะอาคารโบราณนั้น สิ่งหนึ่งที่ต้องทำการปรับปรุงบูรณะคือ โครงสร้างอาคาร เพราะโครงสร้างอาคารโบราณนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักของอาคารที่น้ำหนักมากได้ การบูรณะต้องใช้วัสดุสมัยใหม่ที่ใกล้เคียงกับสภาพของเดิม แต่วัสดุบางประเภทอาจจะมีน้ำหนักมากกว่าวัสดุของเดิม จึงอาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างได้ โครงสร้างของอาคารโบราณแบ่งเป็นหลายประเภท แต่มีอยู่โครงสร้างประเภทหนึ่งเป็นโครงสร้างก่อนข้างรับน้ำหนักได้ไม่มาก คือ โครงสร้างประเภท Wall Bearing ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้ผนังรับน้ำหนักอาคาร แล้วจึงถ่ายลงฐานราก และตัวปัญหาสำคัญที่ทำให้โครงสร้าง

ประเภท Wall Bearing นั้นเกิดความเสียหายและไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่ออกแบบไว้ คือ ความชื้น ซึ่งประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น สภาพอากาศโดยทั่วไปจึงร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทยมีค่าประมาณ  $27^{\circ}\text{C}$  ในการอนุรักษ์อาคารโบราณนั้น ต้องดำเนินการมุ่งเน้นเรื่องการลดความชื้นให้ลดน้อยลงจากโครงสร้างประเภท Wall Bearing เพราะความชื้นนี้จะทำความเสียหายให้กับการรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคาร สี วัสดุต่างๆ ของอาคาร ดังนั้นในการบูรณะอาคารควรต้องคำนึงถึงความชื้นที่เกิดขึ้นกับอาคารว่าสร้างความเสียหายเพียงใดและหาวิธีการลดความชื้นที่เกิดขึ้นได้อย่างไร เพื่อให้อาคารที่ทำการบูรณะนั้นไม่มีปัญหาในภายหลัง

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาเรื่องผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคาร โบราณ จึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ในการทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. วิเคราะห์สาเหตุของความชื้นที่มีผลกระทบกับ โครงสร้างอาคารประเภท Wall Bearing
2. ศึกษาวิธีการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความชื้นที่ส่งผลกระทบกับอาคาร โบราณ

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. อาคาร โบราณในงานศึกษานี้คือ อาคารหม่อมล้นมาย วังเทวะเวสม์
2. การวัดปริมาณความชื้นจะทำการตรวจวัดในส่วนของผนังภายนอกอาคารทั้ง 4 ด้าน และผนังที่อยู่ภายในอาคาร โดยทำการตรวจวัดปริมาณความชื้นเฉพาะในชั้นล่างเท่านั้น
3. การปรับปรุงผนังอาคาร โบราณเพื่อลดปริมาณความชื้นในผนังจะใช้วัสดุอีพ็อกซี-เกร้าท์ Sikadur-742

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดปริมาณความชื้นสูงสุดที่ยอมรับได้ในอาคาร โบราณที่ใช้ผนังอาคารเป็นส่วนที่รับน้ำหนักอาคาร (Wall bearing)
2. ทราบแนวทางในการลดปริมาณความชื้นในอาคาร โบราณอย่างเหมาะสม
3. ทราบแนวทางและวิธีการในการจัดการแก้ปัญหาความเสียหายของอาคาร โบราณอันเนื่องมาจากความชื้น
4. ทราบแนวทางการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคาร โบราณ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

สภาพความเป็นอยู่ของคนไทยในอดีตนั้นการปลูกสร้างบ้านเรือนมีหลายลักษณะ โดยปลูกตามสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ สภาพความเป็นอยู่ ซึ่งเรียกว่า เรือนไทยหรือ บ้านทรงไทย

คำว่า “เรือน” หมายถึงที่อยู่อาศัยซึ่งสร้างด้วยไม้เป็นส่วนใหญ่ที่พักอาศัยของคนไทยที่ปลูกสร้างด้วยไม้ ที่เรียกว่าเรือนไทยนั้น มีอยู่ 2 ประเภท คือ “เรือนเครื่องสับ” และ “เรือนเครื่องผูก” เรียกตามวิธีการสร้างเรือนและวัสดุที่ใช้

“เรือนเครื่องผูก” คือ เรือนที่ใช้ไม้จริงเป็นเสาองน้ำหนักส่วนโครงสร้างใช้ไม้ไผ่กับจากเป็นส่วนใหญ่ และเครื่องเรือนอื่น ๆ ใช้วัสดุที่หาได้ง่ายตามธรรมชาติ เช่น จาก หญ้าคา แผลก ไม้ไผ่ ปั้นตัน ประกอบด้วยการผูกมัดเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้วิธี ดอก-ผูก-บิด-ตึง พบเห็นเรือนเครื่องผูกตามชนบทในท้องถิ่นห่างไกลหรือตามพื้นที่เกษตรกรรม โดยทั่วไปเรือนที่ปลูกสร้างไม่ใหญ่โตมากนัก ปลูกสร้างตามอัธยาศัย เสาที่ฝังมี และเสาที่ฐานะผู้อยู่อาศัยสามารถแสวงหาได้ เมื่อฐานะดีขึ้นจึงขยับขยายปลูกเรือนเครื่องสับ

“เรือนเครื่องสับ” หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เรือนฝากระดาน บรรดาไม้ต้อง เลื่อย-ฉาก-สับ-ไส เรือนเครื่องสับนี้เป็นเรือนไทยที่สร้างด้วยฝีมือ เรือนประเภทนี้ไม่ใช่ตะปูแม้แต่ตัวเดียว วิธีการสร้างนั้น โครงสร้างส่วนใหญ่รวมทั้งฝาใช้วิธีเข้าปากไม้ เพื่อให้ไม้ตั้งแต่ 2 ชั้นยึดติดกัน การเข้าปากไม้มีทั้งที่ใช้เดือยใส่ในรูเดือย และวิธีให้ปากไม้วางสับกัน หากต้องใช้ตะปูบ้าง หรือสลักบิดพริ้งกับเสา การประกอบเครื่องเรือนทั้งหมดที่เป็นไม้จริงนิยมใช้ไม้สักเพราะมีความคงทนอายุการใช้งานยาวนาน ส่วนเสาเรือนนิยมใช้ไม้เต็ง ไม้รัง และไม้แดง เพราะเป็นไม้เนื้อแข็งสามารถรับน้ำหนักได้ดี

เรือนไทยในทุกภาค ส่วนใหญ่สร้างด้วยไม้ หรือวัสดุที่หาได้จากธรรมชาติในท้องถิ่นนั้นๆ ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของเรือนไทยโบราณที่ทำให้แตกต่างจากชนชาติอื่น ๆ ตามชนบททั่วไปจะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยต้นไม้ที่ขึ้นเอง ตามธรรมชาติและที่ปลูกขึ้น ทั้งไม้ยืนต้น ไม้ผล ไม้ดอก ที่ขาดไม่ได้คือไม้ไผ่ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นไม้ตง ไม้สีสุก ไม้รวก ไม้เลื้อย ไม้ล้มลุก

เรือนไทยโบราณนิยมสร้าง “วิธีประกอบสำเร็จรูป” ทั้งในเรือนเครื่องสับและเรือนเครื่องผูก เพื่อความสะดวกในการรื้อถอนขนย้ายไปปลูกใหม่ใน กรณีย้ายถิ่นฐาน ได้อย่างรวดเร็วก็สามารถย้ายบ้านไปอยู่ที่อื่นได้และสามารถสร้างเสร็จได้ในวันเดียว ตามความนิยมจะปลูกเรือนเป็นเรือนไม้ชั้นเดียวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านข้างหนึ่งมีระเบียงหลังคาทรงสูงลาดชัน ชายคายื่นยาวชาน



กว้าง ยกพื้น ใต้ถุนสูงโปร่ง เนื่องจากอาชีพหลักเกษตรกรรมทำให้ทำเลที่ตั้งเรือนอยู่ใกล้ริมน้ำลำคลอง รูปทรงของเรือนจึงต้องยกใต้ถุนสูงป้องกันน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก ประโยชน์ของใต้ถุนยังใช้สำหรับพักผ่อนหรือทำงานในตอนกลางวัน เช่น ทอผ้า ตำข้าว เป็นต้น รวมทั้งใช้เป็นที่พักเก็บเครื่องมือเครื่องใช้ พาหนะ ตลอดจนสิ่งของต่าง ๆ

เรือนภาคเหนือ มีลักษณะแตกต่างจากภาคกลาง คือ ฝารอบนอกจะเอียงออกจากพื้นบ้าน ปลายใหญ่ ออกไปที่แปหัวเสา ซึ่งตรงข้ามกับ เรือนไทยภาคกลางที่มีฐานใหญ่ปลายสอบที่แปหัวเสา ส่วนที่ปั้นสมตรงสุดออกโค้งของเรือนภาคเหนือตกแต่งงดงามแต่เรือนไทยภาคกลางตกแต่งปลายปั้นลมส่วนเรือนไทยภาคใต้วิธีการสร้างเรือนวางโครงสร้างของเรือนทรงไทยไว้บนพื้นดินทำให้เมื่อต้องการย้ายสามารถยกไปได้ทั้งหลัง

คำที่มีความหมายว่าที่พักอาศัยหรือบ้านแบ่งเป็นระดับตามสถานะของผู้อยู่อาศัย อาทิ ที่อยู่ของพระมหากษัตริย์ เจ้านาย คือ

ปราสาท - เรือนชั้น เรือนมียอดเฉพาะเป็นที่ประทับของพระเจ้าแผ่นดิน

มณเฑียร - เรือนหลวง

พระบรมมหาราชวัง วัง พระบรมราชวัง - ที่อยู่ของพระมหากษัตริย์

ตำหนัก - เรือนของเจ้านาย

เรือนยอด - เรือนที่มียอดต่อจากหลังคาขึ้นไป (เรือนยอดทรงมณฑปพระที่นั่งจักรีมหาปราสาท)

อาคารโบราณในปัจจุบันที่คงอยู่และต้องทำการบูรณะ มีอยู่หลายอาคาร ซึ่งสภาพอาคารที่ยังคงเหลืออยู่ มีความเสียหายค่อนข้างมาก ซึ่งอาคารที่ทำการศึกษาคืออาคารใน บริเวณวังเทวะเวสร์ ลักษณะของการออกแบบอาคารเป็นแบบ คลาสสิกใหม่ อาคารลักษณะนี้เป็นอาคารที่ออกแบบโดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบของสถาปัตยกรรมที่สร้างในตะวันตกให้เข้ากับการใช้สอยและภูมิอากาศแบบไทยๆ ซึ่งอาคารที่กล่าวถึงนี้คือ อาคารหม่อม ลม้าย เป็นอาคารโบราณที่มีอายุของอาคารประมาณ 90 ปี อาคาร มีทั้งหมด 3 ชั้น มีพื้นที่ ชั้นล่าง 310 ตารางเมตร ชั้น 1 มีพื้นที่ 320 ตารางเมตร และชั้น 2 มีพื้นที่ 320 ตารางเมตร รวม 3 ชั้น พื้นี่ประมาณ 950 ตารางเมตร อาคารเดิมนี้เป็นที่ประทับของพระวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าไตรทศประพันธ์ ต่อมาในปี 2504 ได้ขายบริเวณวังเทวะเวสร์ให้กับกระทรวงสาธารณสุขใช้เป็นสถานที่ทำงาน และในปี 2529 ธนาคารแห่งประเทศไทยก็ได้ตกลงจ่ายค่าก่อสร้างที่ทำการแห่งใหม่ให้กับกระทรวงสาธารณสุข เพื่อแลกกับที่ดินบริเวณกระทรวงสาธารณสุขเดิม ปัจจุบันวังเทวะเวสร์รวมทั้งอาคารหม่อม ลม้าย อยู่ในความครอบครองของธนาคารแห่งประเทศไทย จากการสำรวจสภาพอาคาร อาคารเดิมการออกแบบวัตถุประสงค์เป็นที่พักอาศัย โครงสร้างเป็นประเภท Wall Bearing ซึ่งโครงสร้างประเภทนี้ใช้ผนังเป็นตัวรับน้ำหนักแล้วจึงถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก อาคารโบราณนี้จึงมีความเสียหายค่อนข้างมาก

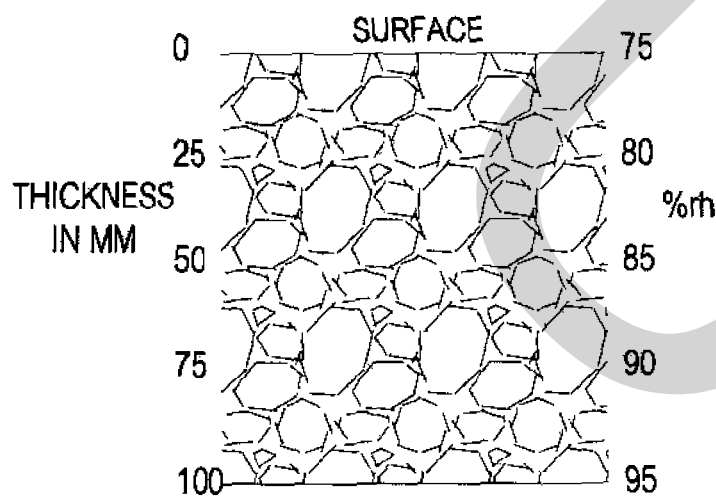
เนื่องจากขาดการดูแลรักษา โดยเฉพาะผนังของอาคารซึ่งผ่านการใช้งานมาเป็นเวลาหลายสิบปีจึงมีการเสื่อมสภาพของวัสดุ และปัญหาสำคัญของความเสียหายของอาคารคือการระเหยน้ำซึ่งก็คือ “ความชื้น”

## 2.1 ความชื้น

ปัญหาสำคัญของน้ำที่มีผลกระทบต่ออาคาร คือ ความชื้น (DAMPNESS) ความชื้นทำให้วัสดุส่วนต่างๆของอาคารเกิดการชำรุดและเสียหาย เพราะความชื้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเนื้อวัสดุ มีสารที่เป็นกรด เกลือ หรือด่างเจือปน จึงทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุและแตกร้าวในที่สุด

ความชื้น คือ ปริมาณน้ำที่แฝงตัวอยู่ในเนื้อสสาร เช่น ปริมาณความชื้นในอากาศ หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ส่วนปริมาณความชื้นในอิฐ คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้ออิฐ (รูปที่ 2.1)

โดยทั่วไปความชื้นเราจะหมายถึง “ความชื้นสัมพัทธ์” (Relative Humidity, RH) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศและปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิห้องในขณะนั้น โดยมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น 50% RH, 60% RH, 70% RH, 80% RH ค่าเปอร์เซ็นต์ยิ่งมากหมายถึงความชื้นยิ่งสูงมาก ห้องที่มีการปรับอากาศที่ดีจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 50-60% และในช่วงเวลาที่ฝนตกหรือใกล้ฝนตกจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกือบ 100%



รูปที่ 2.1 ปริมาณความชื้นที่อยู่ในอิฐ

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง “อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน” หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อ ความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ ดังสมการที่ (2.1)

$$RH = \frac{P_w}{P_{sat}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

เมื่อ

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

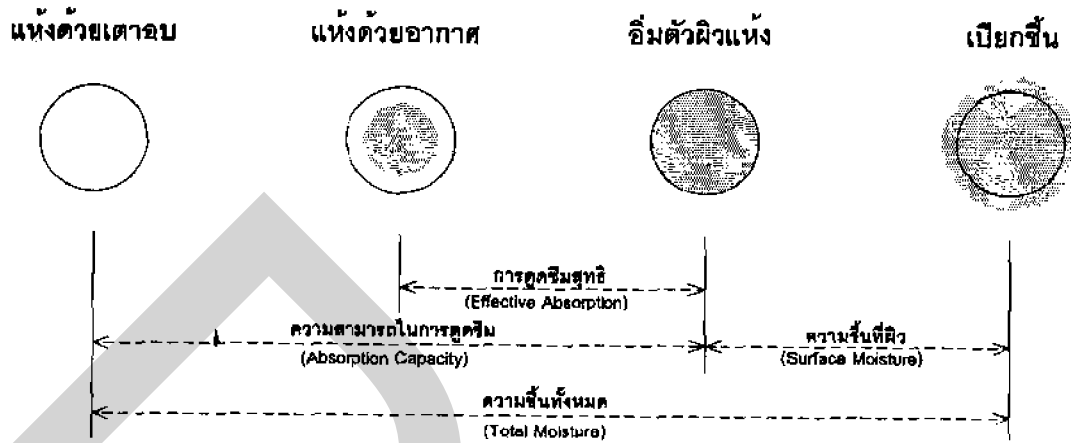
$P_w$  คือ ความดันไอน้ำที่อยู่ในอากาศ (bar)

$P_{sat}$  คือ ความดันไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว(bar)

ความชื้นและการดูดซึม ในโครงสร้างของวัสดุนั้นประกอบด้วยเนื้อของแข็งและช่องว่าง (void) หรือรูพรุน (pore) ซึ่งบางส่วนอยู่ในเนื้อวัสดุและบางส่วนอยู่ที่ผิววัสดุ ช่องว่างเหล่านั้นจะดูดความชื้นในอากาศเข้าไปเก็บไว้

ความชื้นหรือปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างของวัสดุอาจอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งใน 4 อย่างดังนี้ (แสดงในภาพที่ 2.2)

- วัสดุแห้งค้ำยเตอบ (D) หรือแห้งสนิทโดยตลอด เนื่องจากความชื้นถูกขับออกหมดด้วยความร้อนในเตอบ ในสถานะนี้วัสดุสามารถดูดความชื้นได้เต็มที่
- แห้งค้ำยอากาศ (A) หรือแห้งที่ผิว มีความชื้นอยู่บ้างภายในช่องว่างในปริมาณที่น้อยกว่าสถานะ “อิ่มตัวและผิวแห้ง” ดังนั้นวัสดุจึงอาจดูดซึมความชื้นได้อีก
- อิ่มตัวและผิวแห้ง (SSD) เป็นสถานะที่ดีที่สุด มีความชื้นอยู่เต็มภายในช่องว่างแต่ผิวรอบนอกแห้ง ในสถานะนี้วัสดุผสมจะไม่คายน้ำออกหรือดูดน้ำ
- ชื้นหรือเปียก (W ) เป็นสถานะที่มีความชื้นสูงมากเกินไป โดยมีความชื้นอยู่เต็มภายในช่องว่างและมีน้ำเกาะหรือหุ้มที่ผิวของก้อนวัสดุอยู่ด้วย วัสดุยิ่งละเอียด ความชื้นที่ผิวยิ่งมาก



รูปที่ 2.2 สภาวะความชื้นในวัสดุ

ผลต่างของปริมาณความชื้นที่อยู่ภายในเนื้อวัสดุในสภาวะอิมตัวและผิวแห้ง กับปริมาณความชื้นในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ เรียกว่า ความสามารถในการดูดซึม (Absorption Capacity) ซึ่งบางครั้งก็เรียกสั้นๆว่า การดูดซึม เป็นตัวบ่งบอกถึงความพรุนของวัสดุนั้นๆ หากความสามารถในการดูดซึมของวัสดุภายใน 24 ชั่วโมง เกินกว่า 2-3% แสดงว่าวัสดุนั้นไม่เหมาะในการนำมาใช้งาน ดังสมการที่ (2.2)

$$AC = \frac{(SDD - D)}{D} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

เมื่อ

AC คือ ความสามารถในการดูดซึม (%)

SDD คือ ปริมาณความชื้นที่อยู่ภายในเนื้อวัสดุในสภาวะอิมตัวและผิวแห้ง (%RH)

D คือ ปริมาณความชื้นในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ (%RH)

ผลต่างของปริมาณของความชื้นในสภาวะแห้งด้วยอากาศกับปริมาณความชื้นในสภาวะแห้งด้วยเตาอบ เรียกว่า ความชื้นในช่องว่าง (Pore Moisture) ดังสมการที่ (2.3)

$$PM = \frac{(A - D)}{D} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

เมื่อ

PM คือ ความชื้นในช่องว่าง (%RH)

A คือ ปริมาณของความชื้นในสถานะแห้งด้วยอากาศ (%RH)

ผลต่างของปริมาณความชื้นในสถานะอิมตัวและผิวแห้งกับปริมาณความชื้นในสถานะแห้งด้วยอากาศ เรียกว่า การดูดซึมสุทธิ (Effective Absorption) ดังสมการที่ (2.4)

$$EA = \frac{(A - SSD)}{SSD} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

เมื่อ

EA คือ การดูดซึมสุทธิ (%)

ผลต่างของปริมาณความชื้นในสถานะเปียกชื้น กับปริมาณความชื้นในสถานะอิมตัวและผิวแห้ง เรียกว่า ความชื้นที่ผิว (Surface Moisture) ดังสมการที่ (2.5)

$$SM = \frac{(W - SSD)}{SSD} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

เมื่อ

SM คือ ความชื้นที่ผิว (%RH)

W คือ ปริมาณความชื้นในสถานะเปียกชื้น (%RH)

**2.2 การควบคุมและปรากฏการณ์กะปริดกะปรอย**

การป้องกันความชื้นของอาคารที่สำคัญคือ การทำความเข้าใจถึงสาเหตุของการเกิดความชื้นในอาคารโดยปรากฏการณ์ของ condensation และ capillary action และค้นหากรรมวิธีเพื่อการป้องกันและควบคุม ไม่ให้ความชื้นในอาคารมีผลที่สร้างความเสียหายต่ออาคารและผู้อยู่อาศัยได้ในที่สุด

**2.2.1 การควบคุม**

การเปลี่ยนแปลงของไอน้ำในอากาศกลายเป็นหยดน้ำ เริ่มเมื่อสถานะของไอน้ำในอากาศอยู่ในปริมาณสูงสุด ที่อากาศจะควบคุมความเป็นไอน้ำไว้ได้(dew point) เมื่อใดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอากาศมีระดับเปลี่ยนแปลงที่ต่ำกว่า dew point อากาศก็ไม่สามารถจะควบคุมหรือ hold ไอน้ำในอากาศไว้ได้ จึงแปรสภาพเป็นหยดน้ำ ลักษณะปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการเกิด condensation

การเกิด condensation มีสองลักษณะคือการเกิดที่ผิวของวัสดุหรือกำแพงเรียก surface condensation และการเกิดในเนื้อวัสดุหรือกำแพงโดยเฉพาะจำพวกวัสดุสังเคราะห์ และกำแพงที่ประกอบด้วย วัสดุที่ต่างชนิดกันหลายอย่างหรือในส่วนของวัสดุโครงสร้างหลังคา เรียก interstitial condensation การเกิด surface condensation จำนวนไอน้ำในบรรยากาศ (water vapor) ขึ้นอยู่กับ

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิจำกัดที่ควบคุมไอน้ำไว้ไม่ให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ(water saturated)คือ dew point ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิอากาศที่สูง อากาศสามารถรวบรวมจำนวนไอน้ำไว้ได้มากกว่าในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิลดลงก่อนที่อากาศจะแปรสภาพเป็นหยดน้ำ ดังนั้นเมื่ออากาศที่เก็บไอน้ำไว้ในระดับอุณหภูมิ dew point เกิดการสัมผัสกับผิวด้านเย็นของวัสดุที่สะสมความชื้นไว้จากที่อื่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบรรยากาศตรงส่วนนี้ กล่าวคือ อากาศมีอุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิต่ำกว่าระดับ dew point ก็จะเกิดปรากฏการณ์ที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจับอยู่ที่ผิววัสดุนั้น การใส่ฉนวนจึงมีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหานี้ เนื่องจากฉนวนจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศภายในมีโอกาสเปลี่ยนแปลง เมื่อสัมผัสกับวัสดุที่กั้นระหว่างด้านอากาศเย็น โอกาสที่อุณหภูมิในบริเวณวัสดุต่ำหรือเย็นลงต่ำกว่าระดับ dew point จะไม่เกิดขึ้น การที่เกิด interstitial condensation ในที่ว่างหรือห้องที่มีคนจำนวนมาก อากาศภายในจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและชื้น ในขณะที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่า ความแตกต่างของความดันไอน้ำมีผลทำให้มีการเคลื่อนตัวของอากาศ ในส่วนที่เป็น โครงสร้างกั้นอยู่ระหว่าง เช่น กำแพง ผนัง โครงสร้างเพดานหรือหลังคา หากองค์ประกอบของโครงสร้างเหล่านี้มีความพรุนหรือกลวงมาก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดจากการหมุนเวียนของอากาศ อาจเกิดขึ้นในส่วนของโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุต่างๆ จึงทำให้เกิดการแปรสภาพอากาศเป็นหยดน้ำขึ้นในส่วนของโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุ ส่งผลทำให้โครงสร้างอาคารเกิดการเสียหายและเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น โครงสร้างเพดานหรือหลังคาวัสดุที่เป็นพวก vapor barrier หรือแผ่นวัสดุกันความชื้นมีความสำคัญในการป้องกันการเกิด interstitial condensation เพราะเป็นตัวป้องกันความดันไอน้ำ water vapor movement ไม่ให้เกิดขึ้น นอกจากนี้ การระบายอากาศในส่วนของ โครงสร้างต่างๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องควบคุมสภาพของบรรยากาศให้มีอุณหภูมิสูงกว่าระดับ dew point เสมอ ตำแหน่งการวางแผ่นกันความชื้นที่เหมาะสมคือ วางไว้ด้านที่อุณหภูมิสูงของฉนวนเพราะเป็นจุดที่ควบคุมระดับ vapor barrier เช่น asphalt-coated felts หรือ asphalt-coated papers แผ่นอลูมิเนียมฟอยหรือทองแดง แผ่น polythene film การทาผิวด้วยสีลูมิเนียม หรือ asphalt coating การเคลือบผิวของไม้หรือทาสีไม้ด้วย latex-emulsion paints เป็นต้น

### 2.2.2 ปรากฏการณ์คะปิลลารี

capillary action เป็นลักษณะการไหลผ่านของน้ำหรือความชื้น การดูดซึมของวัสดุกันแพงหรือพื้น สามารถเกิดจากส่วนบนลงส่วนล่างและส่วนล่างขึ้นส่วนบน เช่นเดียวกันการไหลผ่านในแนวอนดัดย เช่น กำแพงส่วนที่ติดกับพื้นดิน เนื่องจากโครงสร้างส่วนล่างของอาคารเป็นวัสดุคอนกรีตที่ไม่ได้ทำผิวสำเร็จ จึงเป็นลักษณะที่เป็นวัสดุพรุน porous materials ทำให้ง่ายในการดูดซึมน้ำจากดินผ่านเข้าสู่กำแพงคอนกรีต

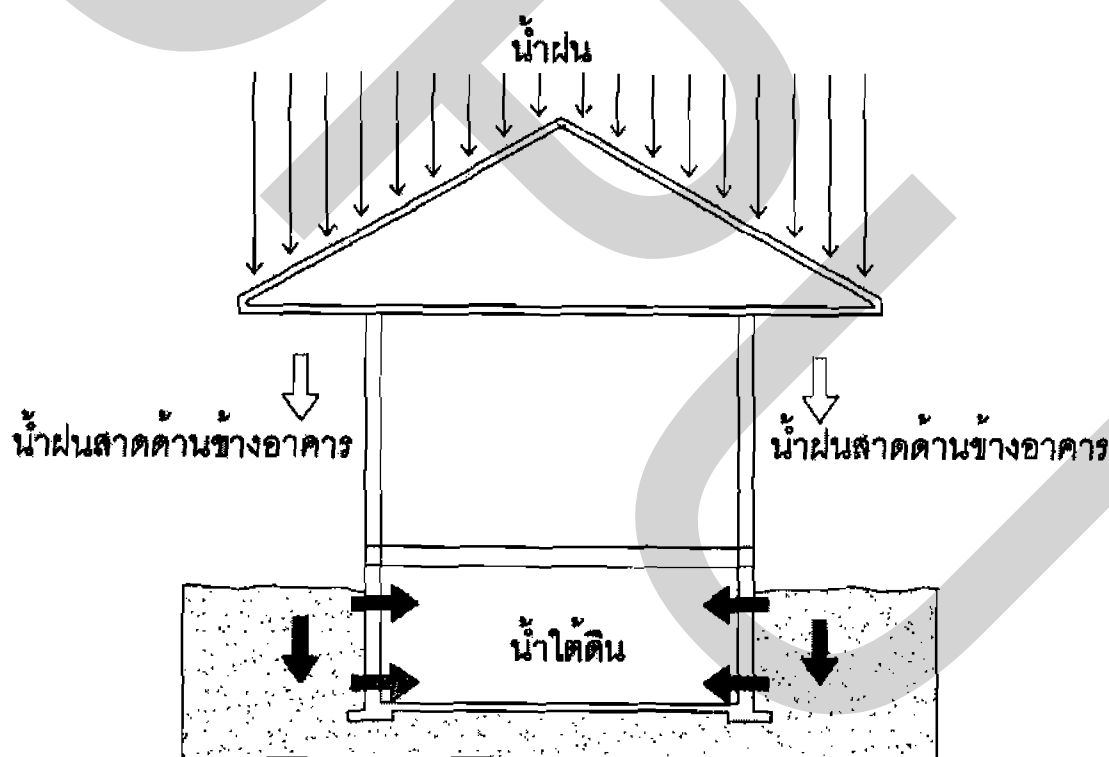
สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการเกิด CAPILLARY ACTION

1. เนื้อกำแพงแห้งเร็ว ทำให้การดูดซึมน้ำและความชื้นได้ง่าย เนื่องจากความพรุนของวัสดุทำให้อุณหภูมิและความชื้นสามารถถ่ายเทได้ง่ายอีกทั้งองค์ประกอบของวัสดุที่ไม่ได้มาตรฐาน การป้องกันการถ่ายเทไอน้ำไปสู่ผิวภายนอกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เนื้อกำแพงมีสภาพที่แห้ง

2. วัสดุกำแพงเป็นพวกต่างชนิดต่อเนื่องกัน ทำให้การซึมผ่านของน้ำระหว่างกำแพงที่ต่อเนื่องกัน เพราะวัสดุกำแพงแต่ละชนิดมีอุณหภูมิกายในเนื้อของวัสดุที่ต่างกันรวมทั้งความแตกต่างของปริมาณความชื้นที่สะสมภายในด้วย ทำให้มีการการดูดซึมและถ่ายเทความชื้นของวัสดุที่ต่างกัน

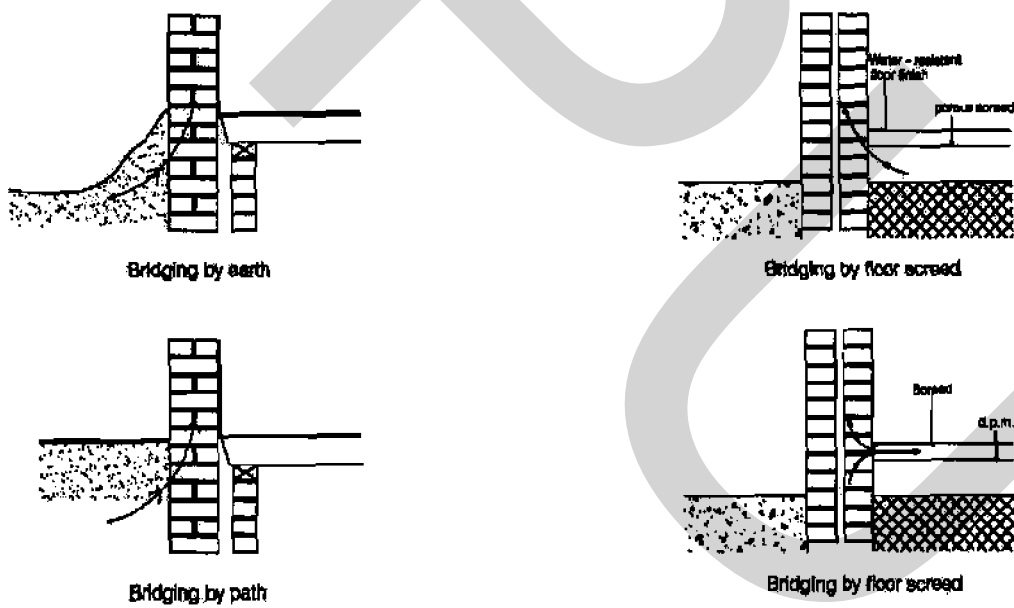
### 2.3 ส่วนประกอบของความชื้น

ความชื้นมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ น้ำและสารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณและชนิดของสารเคมีขึ้นอยู่กับที่มาของน้ำ



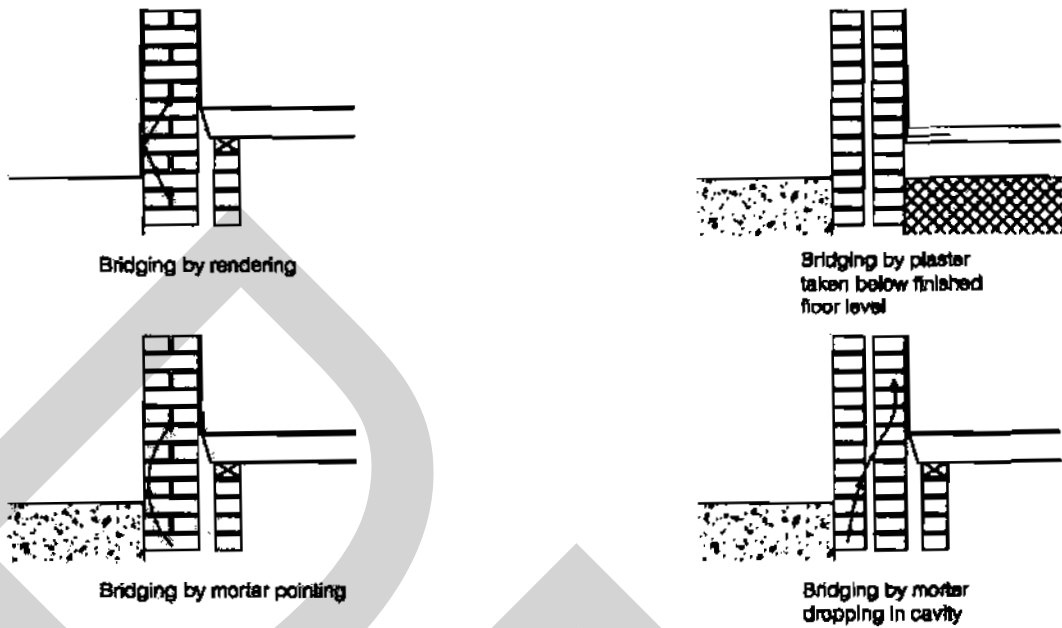
รูปที่ 2.3 ที่มาของความชื้นที่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง

1. น้ำฝนรั่วบริเวณหลังคา และขอบอาคารด้านบน น้ำซึมเข้าไปในเนื้อผนัง และ ไหลลง มาตามผิวผนัง น้ำที่ซึมเข้าไปในผนังทำให้การยึดเกาะของวัสดุฉนวนผิวกับ โครงสร้างอิฐลดลง ทำให้ เกิดความเสียหายตามมา เช่น สีโป่งพอง
2. น้ำฝนสาดเข้าด้านข้างอาคาร น้ำซึมได้ง่ายหากอาคารมีรอยแตก รอยร้าว และบริเวณ ขอบหน้าต่าง ขอบประตู ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างผนัง (รูปที่ 2.6)
3. น้ำใต้ดิน เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง มีความพรุนจึงเกิดการออสโมซิส ทำให้น้ำใต้ดินถูกดูดเข้ามาใน โครงสร้างจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง ส่วนความชื้นที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความสมดุลย์ของน้ำหนักของน้ำที่ถูกดูดเข้าไปกับ ความดันบรรยากาศและน้ำใต้ดินนำพาสารเคมีที่ละลายน้ำได้เข้ามาสะสมอยู่ภายในและตกผลึกเป็น คราบสีขาวที่ ผิวผนัง เนื่องจากน้ำไม่สามารถระเหยออกไปในอากาศได้ สารเคมีที่เข้ามาส่วนมาก จะเป็นเกลือ ทำให้มีคราบซึ่งทำหน้าที่ยึดก้อนอิฐไว้ด้วยกันเสื่อมสภาพ ส่งผลทำให้ความสามารถใน การรับน้ำหนักของ โครงสร้างลดลง (รูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.4 รูปแบบการดูดซึมความชื้นจากน้ำใต้ดินสู่อาคาร

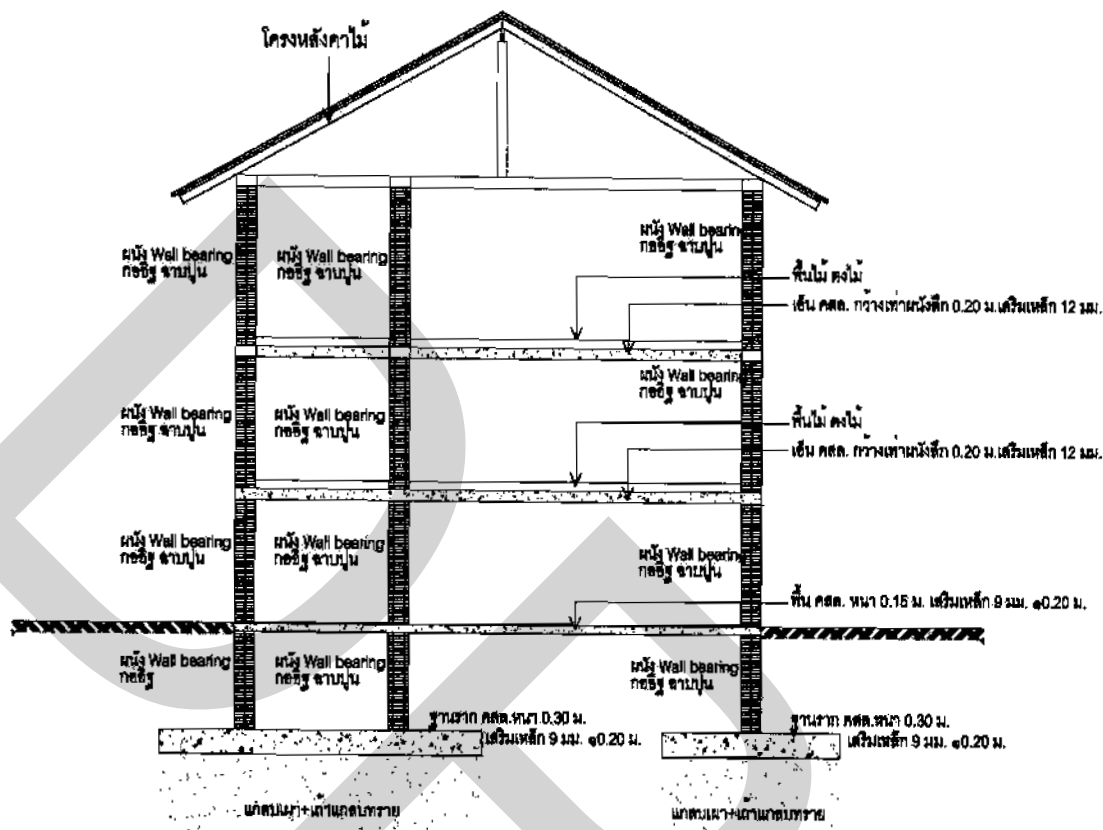




รูปที่ 2.4 (ต่อ)

#### 2.4 ลักษณะโครงสร้างของอาคาร

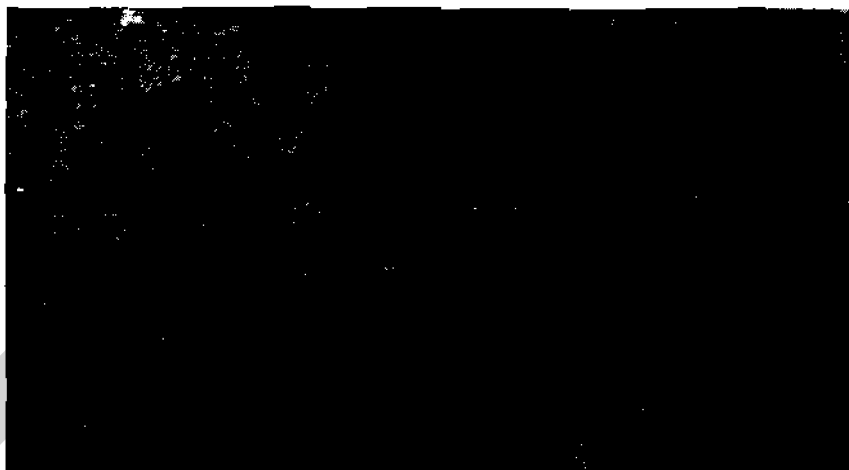
ลักษณะโครงสร้างที่ความชื้นสามารถซึมผ่านได้(รูปที่ 2.9)สร้างความเสียหายให้แก่ผนัง คือ โครงสร้างประเภท Wall Bearing เนื่องจากโครงสร้างประเภทนี้ไม่มีเสาเข็มรองรับเป็นลักษณะฐานแผ่ โดยฐานรากชนิดนี้สัมผัสกับน้ำที่อยู่บริเวณดินและได้ดินโดยตรง ส่วนของโครงสร้างที่รับน้ำหนักทั้งหมดคือ ผนังซึ่งเป็นอิฐ โดยอิฐที่ใช้ในการก่อเป็นผนังนั้น ในตัววัสดุอิฐเองนั้นมีรูพรุนมากจึงเป็นที่มาของการระเหยของน้ำผ่านตัวอิฐในปริมาณมากจึงทำให้อาคารที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing นี้มีค่าความชื้นสะสมในผนังสูง และทำให้ผนังเกิดการเสียหายจากความชื้นที่สูงมาก (รูปที่ 2.10 และ รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.5 ลักษณะโครงสร้างอาคารโบราณ Wall Bearing



รูปที่ 2.6 ความเสียหายของผนังที่ได้รับความชื้น(อาคารที่ทำการศึกษา)



รูปที่ 2.7 ความเสียหายของผนังที่ได้รับความชื้น(อาคารที่ทำการศึกษา)

## 2.5 ผลกระทบเนื่องจากความชื้นที่มีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างอิฐก่อนการก่อสร้าง

อิฐที่ใช้ต้องผึ่งลมไว้อย่างน้อย 100 วัน หลังจากนำออกจากเตาเผา ก่อนนำมาใช้งาน เพื่อให้อิฐดูดความชื้นจากบรรยากาศแล้วขยายตัวแบบถาวรอย่างเต็มที่ ทำให้ลดปัญหาที่เกิดจากการขยายตัวอิฐได้มาก

### - ขณะก่อสร้าง

ความชื้นของอิฐขณะก่อผนังควรมีความชื้นอยู่ที่ 3 ส่วน 4 ของความชื้นอิ่มตัวของอิฐนั้น เพื่อป้องกันไม่ให้อิฐดูดน้ำจากมอร์ตาร์(mortar)ที่ใช้เป็นตัวประสานโดยมอร์ตาร์เป็นส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ ถ้าหากอิฐดูดน้ำจากมอร์ตาร์(mortar)มากทำให้ขบวนการสร้างแรงยึดเกาะไม่สมบูรณ์

### - หลังการก่อสร้าง

เนื่องจากอิฐและมอร์ตาร์(mortar)มีความพรุนจึงเกิดออสโมซิส(osmosis) ทำให้น้ำใต้ดินถูกดูดเข้าไปในโครงสร้างจากด้านล่างขึ้นข้างบน น้ำใต้ดินพาสารเคมีที่ละลายน้ำได้เข้าไปสะสมอยู่ภายในและตกผลึก เป็นคราบสีขาวที่ผิวผนัง เนื่องจากน้ำไม่สามารถระเหยออกไปในอากาศได้ สารเคมีที่เข้ามาส่วนมากจะเป็นเกลือทำให้มอร์ตาร์ซึ่งทำหน้าที่ยึดก้อนอิฐไว้ด้วยกันเสื่อมสภาพ ส่งผลทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างลดลง

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีผลทำให้ความชื้นหรือน้ำที่อยู่ในโครงสร้างเกิดการขยายตัวไปตามความพรุนของโครงสร้าง ซึ่งความพรุนของโครงสร้างมีค่าคงที่ แต่ปริมาณความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าหากความชื้นมีมากเกินไปเมื่อเกิดการขยายตัวทำให้เกิดความดันส่งผลให้

เกิดการแตกรั่วภายใน โครงสร้างได้ ดังนั้นปริมาณความชื้นที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับความพรุนของ โครงสร้าง

## 2.6 แนวทางการแก้ปัญหาโครงสร้างอิฐเนื่องจากความชื้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นที่อาคารโบราณ(หม่อม ลม้าย) มีสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหาย คือ น้ำ ถ้าหากเราป้องกันไม่ให้น้ำซึมหรือรั่วเข้าไปในโครงสร้างอิฐก็ทำให้สามารถหยุดปัญหาที่เกิด จากความชื้นได้ ส่วนหนึ่ง ตามที่มาของความชื้นที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และควรดำเนินการ ป้องกันตามวิธีการดังนี้

1. ปรับปรุงสภาพหลังคาให้มีความสามารถในการป้องกันน้ำและระบายน้ำได้อย่าง สมบูรณ์และถูกวิธี
2. ปรับปรุงผิวผนังภายนอกอาคาร โดยการอุดปิดรอยแตก และรอยร้าวต่าง ๆ ให้ เรียบร้อยแล้วพ่นเคลือบผิวผนังด้วยน้ำยา Gatorseal ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ทำให้สีของวัสดุที่พ่นเคลือบ ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน สามารถป้องกัน โมเลกุลของน้ำไม่ให้ไหลผ่านได้แต่ สามารถให้ความชื้นที่มีอยู่ระบายออกได้ในรูปของไอน้ำ เพราะปริมาณน้ำที่มีอยู่ในโครงสร้าง ระเหยกลายเป็น ไอ ได้ตลอดเวลา

ถ้าหากไอน้ำไม่สามารถระบายออกได้ส่งผลให้เกิดความดันไอน้ำสะสมมีผลทำให้ วัสดุฉนวนผิวผนังทั้งภายนอกและภายใน โป่งพอง แตก และหลุดร่อนออกมาได้

3. สร้างแนวป้องกันน้ำที่มาจากน้ำใต้ดิน ที่ผนังของ โครงสร้างและต้องใช้เนื้อวัสดุ โครงสร้างเดิมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างแนว ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ภายหลัง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับน้ำหนักของ โครงสร้าง โดยวัสดุที่ นำมาใช้ ต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าวัสดุเดิมทางผนัง เรียกว่า การตัดความชื้น โดยใช้วัสดุความชื้นไม่สามารถผ่านได้ เป็นตัวกันความชื้นที่เกิดขึ้นบนผนัง

## 2.7 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

วีระศักดิ์ ศลศิลป์ชัย (2540) ได้ทำการศึกษาวิจัย การใช้พลังงานภายในอาคารส่วนใหญ่ เป็นผลมาจากการ ทำงานของระบบปรับอากาศ เพื่อปรับสภาวะภายในอาคารให้อยู่ ในเขตสบาย ปัจจุบันหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะ ภายในอาคารเกิดจากปริมาณความร้อนและ ความชื้นที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของอาคาร วัสดุตกแต่งภายในทุกชนิดมีคุณสมบัติในการสะสม ความร้อนและความชื้น การเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายในจึงมีผลต่อการเพิ่มหรือลดภาระการทำ ความเย็นของระบบปรับอากาศ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการสะสมความร้อนและ

ความชื้นของวัสดุตกแต่งภายในอาคาร ในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่ ปริมาณความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุต่างๆ ภายในห้องจึงกลายเป็นภาระการทำ ความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยเฉพาะในช่วงที่เริ่มเปิดระบบปรับอากาศ กระบวนการวิจัย ประกอบด้วย การศึกษาและรวบรวมข้อมูล ของวัสดุตกแต่งภายในอาคารที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดย รวบรวม ตัวอย่างของวัสดุตกแต่งภายในมาทดสอบจำนวน 32 ชนิด โดยแยกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ วัสดุ ประเภทพรม วัสดุประเภทผ้า วัสดุ บูเฟอร์นิเจอร์ วัสดุประเภทวอลล์เปเปอร์ วัสดุโครงสร้างภายใน และหนังสือ ขั้นตอนต่อมาการวิเคราะห์ความสามารถในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุ แต่ละชนิด ผลการวิจัย แสดงว่าการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุตกแต่งภายใน มีอิทธิพล อย่างรุนแรงต่อการทำงานของระบบปรับอากาศ ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุตกแต่งภายในจำเป็นต้อง พิจารณาถึงคุณสมบัติ ในการสะสมความร้อนและความชื้นของวัสดุเพื่อลดภาระการปรับ อากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเริ่มต้นเปิดระบบปรับอากาศ

กตัญญู เวชวิมล(2543) ได้ทำการศึกษาวิจัย ในเรื่องความชื้นและแสงแดดเป็นสาเหตุ หลักต่อการเสื่อมสภาพ ของจิตรกรรมฝาผนังในประเทศไทย การศึกษานี้ได้เลือกวัดที่มีสภาพวัด และสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันเพื่อเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ

วัดเปาโรหิตย์ ให้เป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัย โดยทางวัดได้มีการแก้ไขปัญหาค ความชื้น โดยการตัดผนังเพื่อสอดแผ่นเหล็กไว้สนับสนุนความชื้นจากใต้ดิน

วัดสุวรรณารามราชวรวิหารเป็นตัวอย่างของวัด ที่ไม่ได้ตัดผนังกันความชื้น

เนื่องจากวัดทั้งสองอยู่ใกล้แหล่งน้ำและ ภาพจิตรกรรมอยู่ในสมัยใกล้เคียงกัน โดยมีการศึกษาปริมาณความชื้นบนผนัง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศปริมาณความเข้มแสงบนผนัง และ รังสีอัลตราไวโอเลตบนผนัง ส่วนการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังภายในอุโบสถนั้น ศึกษาจาก เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพและชนิดของเกลือบนผนัง ผลการศึกษา พบว่าการตัดผนังกันความชื้น โดยใช้แผ่นเหล็กไว้สนับสนุนผนังนั้น สามารถกันน้ำซึมจากใต้ดินได้ แต่ยังคงมีปัญหาจากเกลือที่ ยังหลงเหลือ จากสภาพผนังวัดเปาโรหิตย์มีปริมาณความชื้นของผนังน้อยกว่าวัดสุวรรณารามฯ แต่ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถของทั้ง 2 วัดมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน โดยวัด สุวรรณารามฯ มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในอุโบสถน้อยกว่าภายนอกอุโบสถ ในขณะที่วัด เปาโรหิตย์มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศทั้งภายใน และภายนอกอุโบสถใกล้เคียงกัน ปริมาณ ความชื้นของผนังอุโบสถทั้ง 2 วัด มีความสัมพันธ์แปรตามความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายใน อุโบสถการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณความชื้นบนผนังจะขึ้นอยู่กับความสูงจากพื้นของตำแหน่งที่ วัด ความชื้น อุณหภูมิ และทิศทางที่ตั้งของผนัง สำหรับช่วงเวลาในแต่ละวันพบว่าไม่มีผลต่อการ

เปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นบนผนัง นอกจากนี้พบว่าวัดเปาโรหิตย์ มีปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเล็ตบนผนังมากกว่าวัดสุวรรณาราม การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเล็ตบนผนัง ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ช่วงเวลาของวันและทิศที่ตั้งของผนังในวัดเปาโรหิตย์ พบว่า ปริมาณความชื้นบนผนังมีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณความเข้มแสงและ อัลตราไวโอเล็ต แต่เป็นความสัมพันธ์ในระดับน้อยมาก ในขณะที่ วัดสุวรรณารามฯ ปริมาณความชื้นบนผนังไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ ความเข้มแสงและรังสีอัลตราไวโอเล็ต การเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง ในวัดสุวรรณารามฯ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่ามีความสัมพันธ์แปรตามปริมาณ ความชื้นบนผนัง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มแสงและรังสี อัลตราไวโอเล็ตของผนังอุโบสถ ในขณะที่ วัดเปาโรหิตย์ เปอร์เซ็นต์การเสื่อมสภาพไม่สามารถหาความสัมพันธ์กับทั้ง 3 ปัจจัยได้ เพราะส่วนล่างของจิตรกรรม ฝาผนังได้ถูกฉาบปูนไว้จึงไม่มีภาพเหลืออยู่ในส่วนนี้แล้วเกลื้อที่พบบนผนังของ ทั้ง 2 วัดนั้นพบว่าเป็นเกลื้อที่เป็นส่วนประกอบของวัสดุก่อสร้างไม่ใช่ เกลื้อที่มาจากน้ำใต้ดิน

วิญญา เตชาดิศย์(2544) ได้ทำการศึกษาวิจัย การทดสอบประสิทธิภาพของสารกันซึม 7 ชนิดที่ใช้เคลือบผิวอิฐดินเผา พบว่าสารกันซึมทำให้การดูดซึมน้ำของอิฐลดลงเมื่อเทียบกับอิฐที่ไม่ได้เคลือบผิว ความเข้มข้นที่ดีที่สุดของสารกันซึมแต่ละชนิดที่ทำให้การดูดซึมน้ำของอิฐต่ำที่สุด ได้แก่ Methyl silane (ICI) ปริมาตร 30 ml. Potassium silicate (Evercrete Top sealer) ปริมาตร 20 ml. Rhoximat RC 80 ปริมาตร 30 mm. Rhoximat HD 224 ที่ความเข้มข้น 40%v/v ปริมาตร 20 ml. Wacker 290 ที่ความเข้มข้น 40% v/v ปริมาตร 20 ml. Wacker SMK 550 ที่ความเข้มข้น 20%v/v ปริมาตร 20 ml. และ Wacker SMK 2100 ที่ความเข้มข้น 10% v/v ปริมาตร 20 ml. Rhoximat RC 80 และ Rhoximat HD 224 เป็นสารกันซึมที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการดูดซึมน้ำตามรูพรุน สูงที่สุด (99.54% และ 99.48% ตามลำดับ) โดยที่ยอมให้ ใอน้ำระเหยผ่านได้สูง (86.89% และ 88.46% ตามลำดับ) จากการทดสอบการทนการกัดกร่อน แบบวงจรเปียกสลับแห้งพบว่า Rhoximat RC 80 และ Rhoximat HD 224 เป็นสารกันซึมที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีที่สุด ลดการดูดซึมน้ำของอิฐลงได้ต่ำที่สุดและเกือบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงของการดูดซึมน้ำของอิฐในระหว่างการทดลอง 90 วงจร สารกันซึมที่ใช้เคลือบผิวอิฐในการศึกษานี้ไม่ได้ปิดกั้นรูพรุนในเนื้ออิฐ

## บทที่ 3

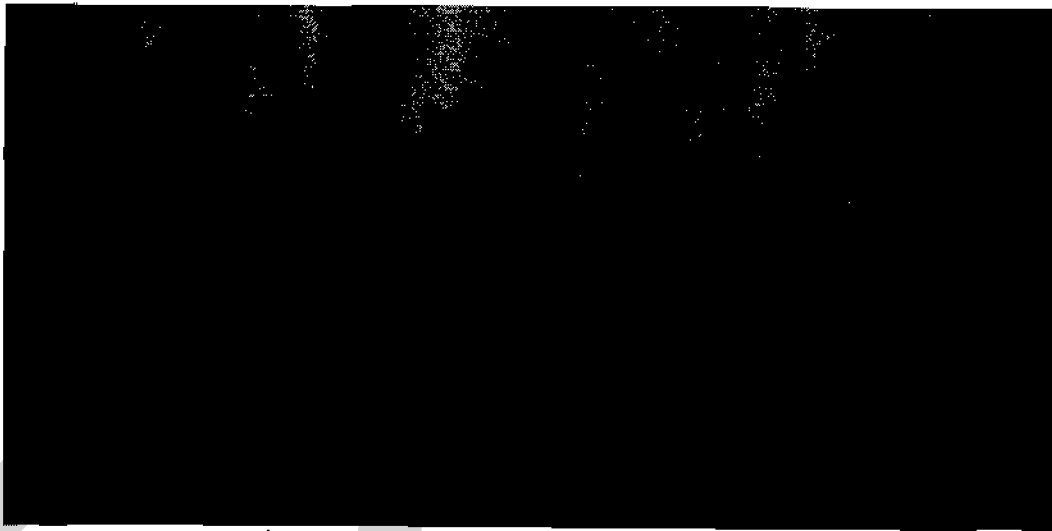
### ระเบียบวิธีการศึกษา

อาคารโบราณในบริเวณวังเทวะเวสม์ เป็นอาคารที่ปลูกสร้างในปี พ.ศ.2458 โดยผู้ออกแบบและผู้ดำเนินการก่อสร้างคือ นายเอ็ดเวิร์ด ฮิลีย์ เป็นเจ้าของบริษัท สยามอาร์คิเทคต์ แต่เนื่องจากมีปัญหาทางการเมืองจึงทำให้ออกแบบไม่แล้วเสร็จ ต่อมาจึงได้จ้างนาย เอมิลโย โจวันนี อุเจนโย กอลโล ให้ทำการดำเนินการออกแบบต่อ โดยในการออกแบบของนาย กอลโลนั้น ทำการออกแบบอาคาร โดยวางฐานรากของโครงสร้างแบบคอนกรีตลอยตัว มีพื้นคอนกรีตชั้นล่างที่เป็นฐานรากอีกชั้นหนึ่งช่วยกระจายน้ำหนักให้อาคารเกิดการสมดุลในการทรงตัวและยังออกแบบให้ใช้ผนังเป็น โครงสร้างเพื่อเป็นตัวรับน้ำหนักอาคาร

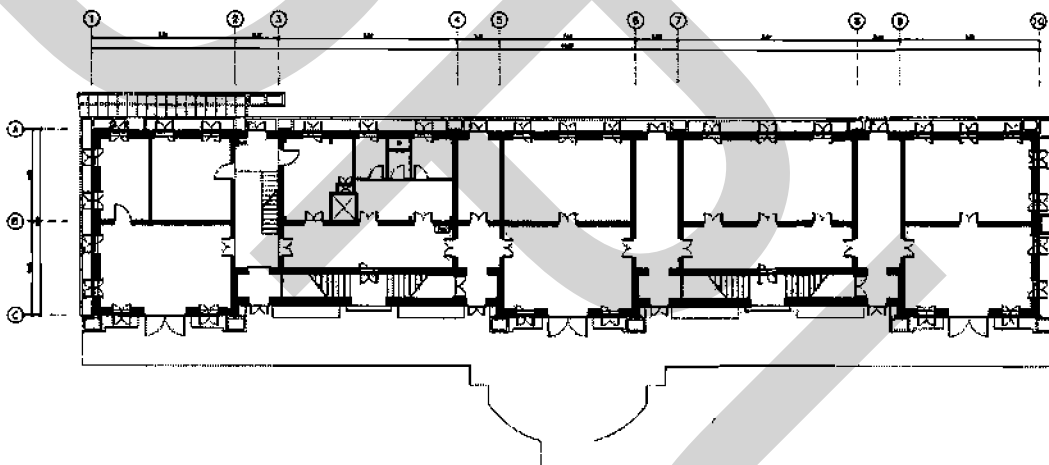
การศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของความชื้นที่มีผลกระทบต่ออาคารโบราณที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing โดยใช้ผนังเป็นส่วนรับน้ำหนักอาคารและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาคือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร

#### 3.1 การสำรวจสภาพอาคาร

การตรวจสอบสภาพความเสียหายของอาคารโบราณ สภาพอาคารที่ทำการวิจัยนี้มีสภาพที่เก่าและชำรุดเสียหายค่อนข้างมาก ในการสำรวจข้างต้นนั้น พบว่าอาคารเป็นอาคารที่ค่อนข้างเก่าและอาคารโบราณนี้ไม่มีแบบของอาคารหลงเหลืออยู่ ในการสำรวจนั้นจึงต้องทำการสำรวจอย่างละเอียดเพื่อจัดทำรูปแบบอาคารเพื่อเก็บเป็นข้อมูลข้างต้น ในการปรับปรุงอาคารโบราณต่อไป จากการสำรวจอาคารอย่างละเอียดพบว่าสภาพอาคารเกิดความเสียหายค่อนข้างมาก โดยเฉพาะผนังของอาคาร ผนังของอาคารนี้เป็นผนังที่ต้องรับน้ำหนักของอาคารทั้งหมดก่อนถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก เนื่องจากความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอาคารเกิดจากการขาดการบำรุงรักษา และการใช้อาคารอย่างผิดประเภท มีการนำน้ำหนักที่ไม่จำเป็นเข้ามาในอาคาร ความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นต้องทำการวิเคราะห์ โดยให้ทางวิศวกรโยธาเข้ามาตรวจสอบสภาพของผนังอาคารและการรับน้ำหนักของผนังอาคารว่าผนังยังสามารถรับน้ำหนักของอาคารได้หรือไม่ เพราะอาคารโบราณนี้เป็นอาคารที่ใช้ผนังเป็นตัวรับน้ำหนักของอาคารก่อนที่จะถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานรากโดยเรียกผนังชนิดนี้ว่า ผนังประเภท Wall Bearing ฐานรากของอาคารเป็นฐานรากชนิดแผ่ ไม่มีเข็ม การวางฐานรากวางไว้บนพื้นทรายดิน โดยข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจได้นั้นจะเก็บเป็นข้อมูลข้างต้นที่ทำการปรับปรุงอาคารโบราณต่อไป (รูปที่3.1-3.4)



รูปที่ 3.1 อาคารที่ทำการศึกษาก่อนที่จะทำการปรับปรุง

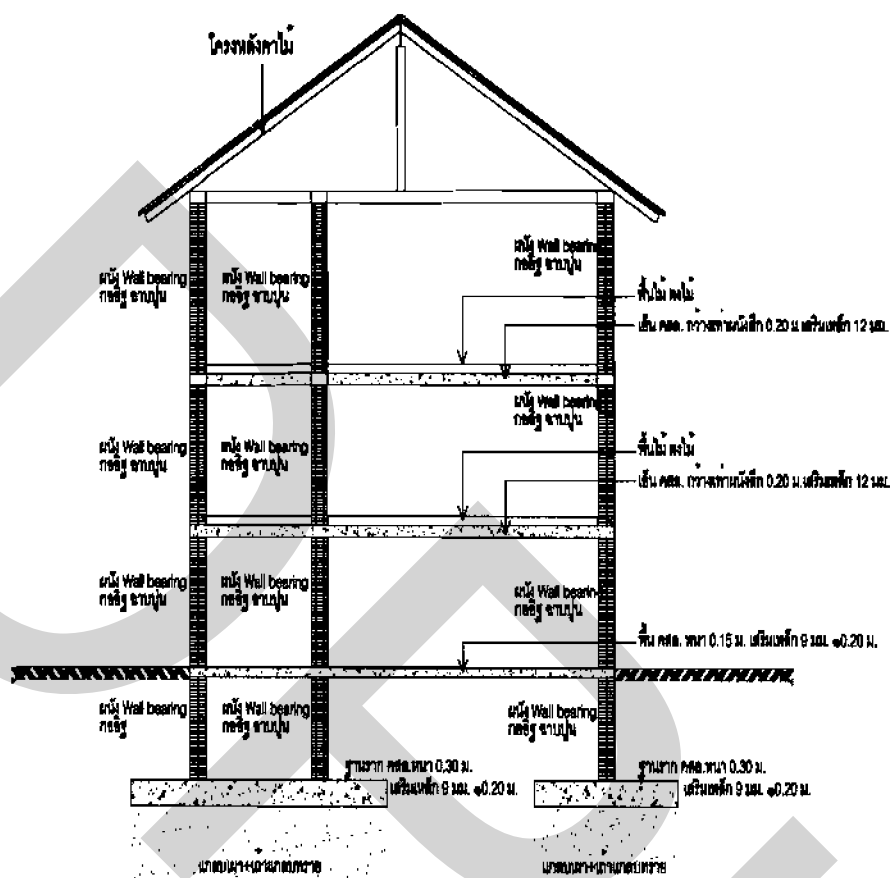


รูปที่ 3.2 แปลนอาคาร โบราณที่ตรวจวัดความชื้น



รูปที่ 3.3 ภาพร่างด้านหน้าอาคารที่ทำการศึกษาเรื่องความชื้น



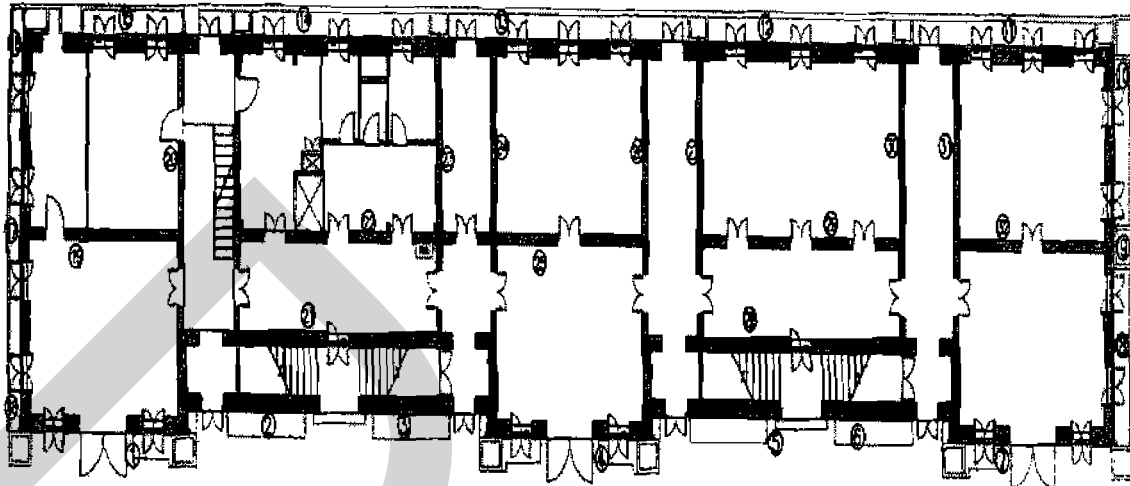


รูปที่ 3.4 ลักษณะ โครงสร้างอาคารโบราณ Wall Bearing

3.2 ขั้นตอนการตรวจวัดค่าความชื้น

การศึกษาความชื้นที่มีผลกระทบต่ออาคารนั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมต่าง เช่น ทิศ แสงแดด ทิศทางลม ฤดูกาล สภาพแวดล้อมรอบอาคาร เพราะปัจจัยต่างๆนี้เป็นผลกระทบทางตรงที่ทำให้เกิดความชื้นกับผนังอาคารเพราะฉะนั้นในกรณีศึกษาในครั้งนี้ทำการตรวจวัดค่าความชื้นผนัง โดยการตรวจวัดข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ที่สภาวะการของผนังอาคารจริงในทิศต่างๆ ทั้ง 4 ทิศ ซึ่งเป็นผนังภายนอกอาคาร และผนังภายในอาคาร

อาคารด้านหน้า	หันไปทางทิศใต้	ตรวจวัดในจุดที่ 1 - 7
อาคารด้านข้างที่1	หันไปทางทิศตะวันออก	ตรวจวัดในจุดที่ 8 - 10
อาคารด้านหลัง	หันไปทางทิศใต้	ตรวจวัดในจุดที่ 11 - 15
อาคารด้านข้างที่2	หันไปทางทิศตะวันตก	ตรวจวัดในจุดที่ 16 - 18
ผนังภายในอาคาร		ตรวจวัดในจุดที่ 19 - 32



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งจุดที่วัดค่าความชื้นผนังอาคาร

การดำเนินการวัดค่าความชื้นของผนังอาคาร โบราณ ก่อนที่ทำการปรับปรุงใช้เครื่องมือตรวจวัดความชื้น CONCRETE MOISTURE ENCOUNTER โดยทำการตรวจวัดค่าความชื้นของผนังอาคารทั้งหมด 3 วัน ในการวัดแต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน โดยตรวจวัดเป็นจุดๆตามช่วงเวลายกหนดเวลา ในการตรวจวัดค่าความชื้นวัดใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลา 7.00 น., 12.00 น., และ 18.00 น. (รูปที่ 3.5) (ทำการตรวจวัดความชื้นเฉพาะชั้นล่าง) ในแต่ละจุดทำการตรวจวัดค่า ความชื้นที่ความสูง 3 ระดับ เพื่อดูค่าความชื้นในทุกระดับความสูงจุดที่ 1 สูงจากระดับพื้น 0.10 เมตร จุดที่ 2 สูงจากระดับพื้น 0.60 เมตร จุดที่ 3 สูงจากระดับพื้น 1.10 เมตร (รูปที่ 3.6) โดยทำการตรวจวัดค่าความชื้นโดยรอบอาคาร ทำการบันทึกผล(ตารางที่ 3.1)

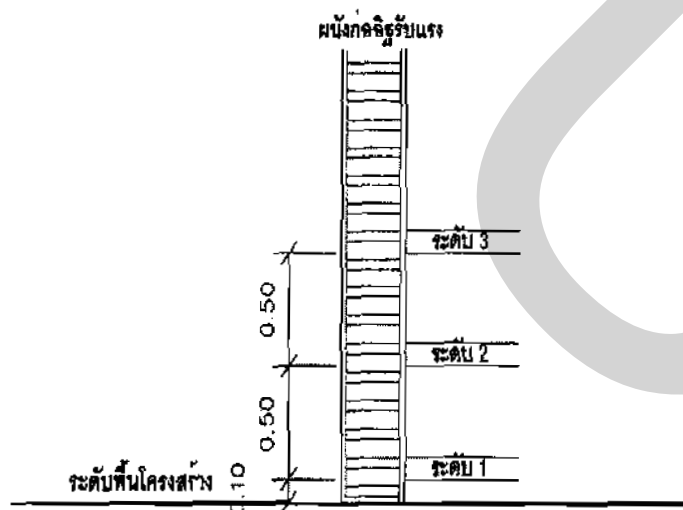
ตารางที่ 3.1 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น (ก่อนปรับปรุง)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัดความชื้นและเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น)		
	ระดับความสูง 0.10 m	ระดับความสูง 0.60m	ระดับความสูง 1.10m
จุดที่ 1 เวลา			
จุดที่ 2 เวลา			
จุดที่ 3 เวลา			
:			
จุดที่ 32 เวลา			

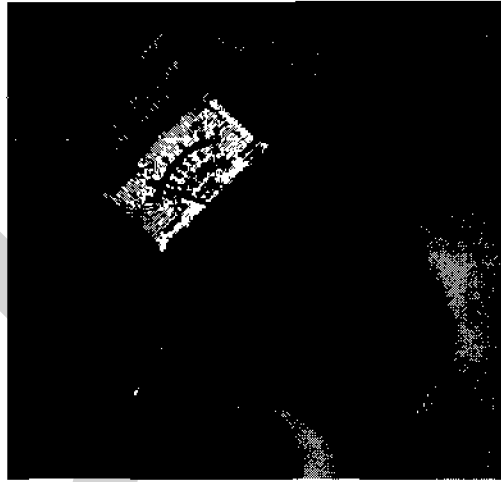
เมื่อได้ข้อมูลค่าความชื้นในช่วงเวลาแล้ว ทำการหาค่าความชื้นเฉลี่ยทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ตรวจวัดค่าความชื้นภายใน 1 วัน มีความชื้นเฉลี่ยเท่าไร (โดยใช้สมการ) ทำการบันทึกผล เก็บไว้เป็นข้อมูล(ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นเฉลี่ยที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น (ก่อนปรับปรุง)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัดความชื้นเฉลี่ย	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น)		
	ระดับความสูง 0.10 m	ระดับความสูง 0.60m	ระดับความสูง 1.10m
จุดที่ 1			
จุดที่ 2			
จุดที่ 3			
...			
จุดที่ 32			



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งระดับความสูงที่วัดค่าความชื้นผนัง



รูปที่ 3.7 Concrete Moisture Encounter

เครื่องมือวัดความชื้นในคอนกรีตนี้ปฏิบัติการบนหลักการของการวัดความต้านทานต่อไฟฟ้าสลับ เป็นการให้ขั้วไฟฟ้าโดยอาศัยความถี่ต่ำเป็นสัญญาณเข้าไปในผิวคอนกรีตเพื่อ Screed ค่าที่ความลึก 12.5 มม.เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในความต้านทานต่อไฟฟ้าสลับและอ่านค่าเป็นแบบแอนะล็อกหมุน ในขณะที่ทำการทดสอบต้องอยู่ในสภาวะปกติไม่มีความชื้นในอากาศที่สูงเกินค่ามาตรฐานจึงทำให้การวัดค่าของความชื้นสมบูรณ์และตรงตามความเป็นจริง ค่าการวัดสูงสุดของเครื่องวัดค่าความชื้นได้สูงสุด 6% ในการตรวจวัดในเนื้อคอนกรีตและวัดค่าความชื้นได้สูงสุด 9% ในการตรวจวัดในเนื้อยิบซั่ม

#### คุณลักษณะ

- การแสดงผลสามารถอ่านค่าได้ทันทีไม่ต้องมีการคำนวณผล
- ไม่ต้องทำการเจาะพื้นผิวที่จะทำการตรวจวัดค่า
- เป็นเครื่องมือที่มีการอ่านค่าที่ง่าย
- ขนาดเล็กสามารถพกพาได้สะดวก
- อุปกรณ์ทำจากอลูมิเนียม มันคงและแข็งแรง

#### ข้อจำกัด

- ไม่สามารถวัดค่าผ่าน สี Coating วัสดุผิวพื้นได้ ควรจะนำวัสดุผิวพื้นออกก่อนเพื่อการตรวจวัดค่าที่ถูกต้อง
- ขั้วไฟฟ้าที่เครื่องตรวจวัดควรต้องอยู่ตรงตำแหน่งที่จะทำการตรวจวัดค่าความชื้นและผิวพื้นจะต้องราบเรียบไม่มีฝุ่น

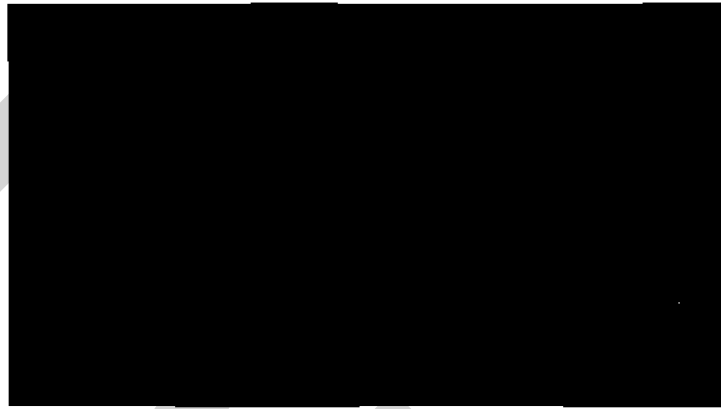
### Specifications

Measuring method:	Non-destructive signal (impedance)
Frequency:	0 to 6 KHz
Electrodes:	Non-invasive capacitive coplanar conductive rubber
Moisture reading accuracy:	±1% up to 6% for concrete Relative readings for other materials
Dimensions:	6 x 3x 1.3 inches (15x 7.5 x 3.3 cm)
Weight:	10.5 ounces (255 gm)
Battery:	9-V alkaline
Display:	Analogue
Measuring Range :	To over 6% moisture content for Concrete. 0-10 comparative for Gypsum floor screed

### 3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่แก้ไขปัญหา

เมื่อทราบค่าความชื้นที่ได้ทำการตรวจวัดแล้ว ในการที่ปรับปรุงผนังอาคารนั้น จากสภาพผนังอาคารที่ได้สำรวจไว้ ต้องให้วิศวกรโยธาเป็นผู้ออกแบบวิธีการปรับปรุงผนังอาคารและหาแนวทางในการตัดความชื้นของผนังอาคารเพื่อให้ผนังสามารถรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารได้อย่างปลอดภัยและไม่ให้ความชื้นนั้นซึมผ่านในบริเวณผนังอาคารซึ่งทำให้เกิดความเสียหายกับผนังอาคาร ในวิธีการแก้ไขปัญหาคความชื้นนั้นมีหลายวิธี ซึ่งการที่แก้ไขให้ได้ผลนั้นต้องหาแหล่งที่มาของความชื้นเสียก่อน จากอาคารที่เป็นตัวอย่างการทำการศึกษานี้ สาเหตุของความชื้นที่เกิดขึ้น คือ ลักษณะโครงสร้างของอาคารมีความชื้นสามารถซึมผ่านได้และสร้างความเสียหายให้แก่ผนังอาคาร ลักษณะโครงสร้างประเภท Wall Bearing นี้ไม่มีเสาเข็มรองรับเป็นลักษณะฐานแผ่ โดยฐานรากชนิดนี้สัมผัสกับน้ำที่อยู่บริเวณดินและใต้ดินโดยตรง ส่วนของโครงสร้างที่รับน้ำหนักทั้งหมดคือผนังซึ่งเป็นอิฐ โดยอิฐที่ใช้ในการก่อเป็นผนังนั้น ในตัววัสดุอิฐเองมีรูพรุนค่อนข้างมากจึงเป็นที่มาของการระเหยของน้ำผ่านตัวอิฐค่อนข้างมาก ทำให้อาคารที่มี

โครงสร้างประเภท Wall Bearing นี้มีค่าความชื้นในผนังสูง และทำให้ผนังเกิดการเสียหายจากความชื้นค่อนข้างมาก (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 สภาพผนังอาคารที่ได้เอาปูนฉาบออกเพื่อสำรวจสภาพผนัง(อาคารที่ทำการศึกษา)

วิธีการแก้ไขปัญหา คือ การสร้างแนวป้องกันน้ำที่มาจากน้ำใต้ดิน ผนังของโครงสร้างต้องใช้เนื้อวัสดุ โครงสร้างเดิมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างแนว ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้าง โดยวัสดุที่นำมาใช้ต้องสามารถมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าวัสดุเดิมของผนัง เรียกว่า การตัดความชื้นโดยใช้วัสดุที่ความชื้นไม่สามารถผ่านได้ เป็นตัวกั้นความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนัง

วัสดุกั้นซึมการรับรองจากผู้ผลิตว่าสามารถให้ความชื้นผ่านได้ไม่เกิน 5 % โดยวัสดุที่กล่าวมาข้างต้นนี้คือ อีพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur- 742

คุณลักษณะ เป็นอีพ็อกซีเกร้าท์ที่มีความเหนียวมากและมีความสามารถในการไหลตัวได้ดี มีส่วนผสมของอีพ็อกซีเรซินที่ให้ค่ากำลังสูงประกอบด้วยส่วนผสม 3 ส่วนที่ผ่านการคัดเลือกเป็นพิเศษ ไม่มีส่วนผสมของสารทำลายโซเวนท์ เมื่อผสมส่วนผสมทั้งสามส่วนเข้าด้วยกัน จะได้มอร์ต้าที่มีความข้นเหลวเหมาะกับงานประเภทเกร้าท์หรือใช้สำหรับอุดโพรงหรือช่องว่าง

การใช้งาน Sikadur - 742 มีส่วนผสมของสารที่ให้ค่ากำลังสูงและไม่เกิดการหดตัวแต่อย่างใดจึงเหมาะที่ใช้เกร้าท์งานประเภทต่าง ๆ ต่อไปนี้ แบริ่งเพลท(แผ่นฐาน) สำหรับรองรับพื้นสะพาน (Bearing Plate) ฐานรองรับเครื่องจักรกลเป็นตัวยึดสลักเกลียว (Bolt) แองเคอร์ต่าง ๆ (Anchor Bolt) ใช้ยึดรางเลื่อนของครนยกของหนักเป็นตัวเสริมความแข็งแรง (Reinforcement) และใช้สำหรับการอุดรูโพรงในเนื้อคอนกรีตให้คอนกรีตมีความแข็งแรงเหมือนเดิม

**คุณประโยชน์ Sikadur - 742** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานง่ายและสามารถสร้างคุณประโยชน์อื่น ๆ ให้กับผู้ใช้งาน ไม่มีสารทำลายโอโซน มีความเหนียวมากและไหลตัวได้ดี สามารถทนทานที่มีความหนาแน่นได้ Sikadur - 742 แข็งตัวได้เร็ว (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ) ใช้ได้ทั้งกับพื้นผิวที่แห้ง และเปียกชื้น ไม่เกิดการหดตัวเมื่อแห้งและแข็งตัว ให้ค่ากำลังทางกลสูง (Mechanical Strength) เป็นวัสดุที่ทนต่อแรงสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง

#### ขั้นตอนการใช้งาน

**การเตรียมพื้นผิว** พื้นผิวทุกชนิดที่เกร้าท์ด้วย Sikadur - 742 ต้องแห้งสะอาดปราศจากน้ำและสิ่งแปลกปลอมใด ๆ ในกรณีที่พื้นผิวเดิมมีเศษซีเมนต์เกาะติดให้ทำความสะอาด โดยใช้เครื่องมือกด เช่น การพ่นทราย จัดด้วยแปรงลวด เป็นต้น

**การรองพื้น** ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุรองพื้นใด ๆ

**การผสม** ให้ผสมส่วนผสม A และ B ทั้งสองเข้าด้วยกัน ด้วยเครื่องผสมโดยใช้ความเร็วรอบต่ำ (ไม่เกิน 400 รอบต่อนาที) เป็นเวลาอย่างน้อย 1 นาที จนได้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงค่อย ๆ เทส่วนผสม C ลงไปใน ขณะที่กำลังผสมอยู่ได้มอร์ต้าที่มีเนื้อสีเดียวกันสม่ำเสมอ มีความข้นเหมาะสมสำหรับใช้งาน

**วิธีการทำงาน** การเกร้าท์ได้แผ่นเหล็กหรือฐานรองรับน้ำหนักนั้น ต้องควบคุมแรงดันในการเกร้าท์อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ทำการเทมอร์ต้าลงในช่องที่เตรียมไว้ เพื่อให้ Sikadur - 742 เคลื่อนตัวอย่างต่อเนื่องจนเต็ม โดยต้องเปิดช่องเพื่อให้อากาศภายในช่องถ่ายเทออกมาได้ในขณะที่ทำงานอยู่ สำหรับการเทหรือหล่อในพื้นที่ที่มีขนาดกว้างใหญ่มาก จำเป็นต้องแบ่งการเทเป็นหลายชั้นนั้น การเททับหน้ากระทำได้ต่อเมื่อมอร์ต้าที่เทชั้นล่าง ๆ แข็งตัวแล้วและเย็นตัวลงถึงอุณหภูมิปกติ

**การทำความสะอาด** ให้ทำความสะอาดเครื่องมือต่างๆ ทันทีที่เสร็จงานด้วย ทินเนอร์ ซี (Thinner C) ข้อนแนะนำเพิ่มเติม ความหนาสูงสุดในการเทต่อชั้นต้องไม่เกิน 4 ซม. อายุของคอนกรีตใหม่ ต้องไม่ต่ำกว่า 3-6 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและอุณหภูมิ อุณหภูมิของพื้นผิวที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเกร้าท์ คือ ไม่ต่ำกว่า 5°C และไม่เกิน 40°C

#### ข้อมูลเชิงเทคนิค

สี ส่วน A = ครีมสีขาว ส่วน B = ครีมสีเทา ส่วน C = ผงทรายละเอียด

ความหนาแน่น 2.0 kg/l

อัตราส่วนผสม มีอัตราส่วนผสมดังนี้

ส่วนผสม A : B : C = 2 : 1 : 12 โดยน้ำหนัก

ส่วนผสม A : B : C = 2 : 1 : 7 โดยปริมาตร

พ็อคโลฟี (Poffe) จะมีค่าเปลี่ยนไปตามสภาพอุณหภูมิ และชนิดตามตารางต่อไปนี้

อุณหภูมิ °C	R.T. (10 kg.)
40	40 min
30	1 h
20	2 h
10	3 h

ค่ารับกำลังอัด 80-80 N/min<sup>2</sup>

ค่ารับแรงอัด 30-25 N/min<sup>2</sup>

ค่ารับแรงดึง 15-20 N/min<sup>2</sup>

ค่ารับกำลังการเกาะยึดต่อคอนกรีต 3.5 N/min<sup>2</sup> (คอนกรีตแตกก่อน)

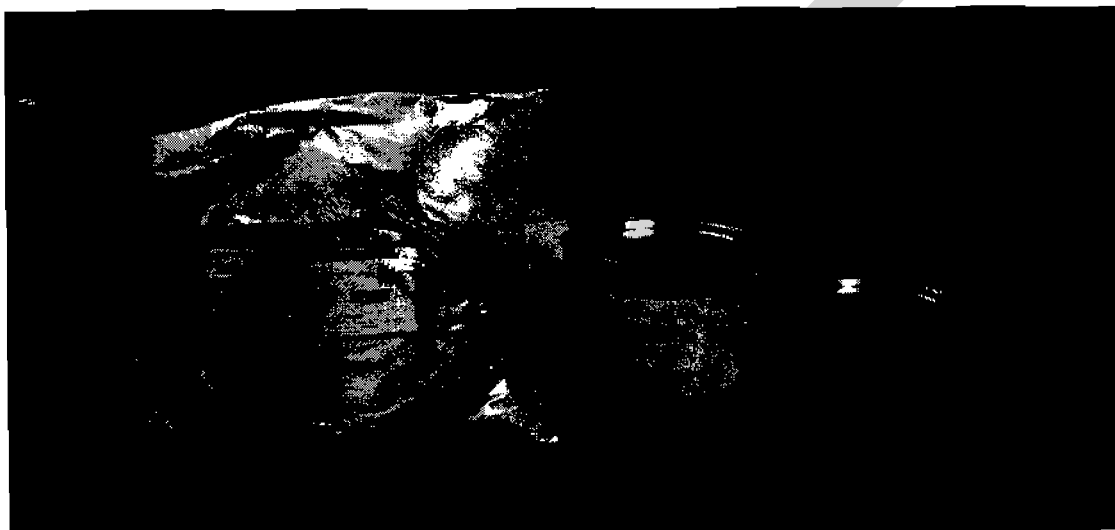
ค่ารับกำลังการเกาะยึดต่อเหล็ก 20 N/min<sup>2</sup> (ทดสอบที่อุณหภูมิ 20°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% , อายุ 1 วัน)

ยั้งส์โมดูลัส 19,000 N/min<sup>2</sup>

การเก็บรักษา เก็บได้ระหว่างช่วงอุณหภูมิ +5°C ถึง +40°C เก็บไว้ในที่แห้ง

อายุการเก็บ เก็บได้นาน 12 เดือน ในภาชนะเดิมที่ปิดสนิท และในที่แห้ง

ขนาดบรรจุ 10 kg./ชุด

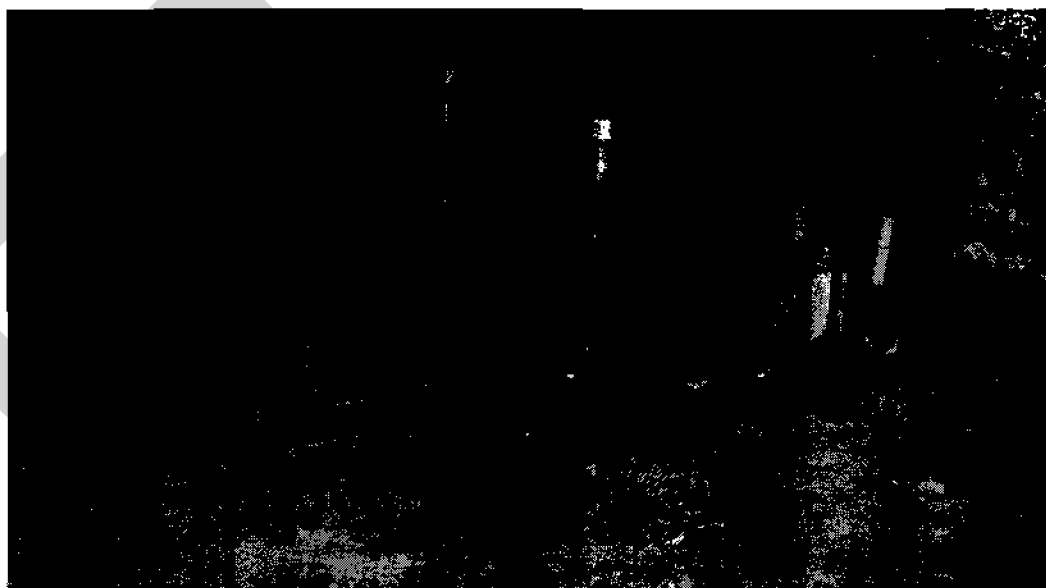


รูปที่ 3.9 วัสดุกันซึม Sikadur - 742



เมื่อได้วัสดุในการตัดความชื้นแล้ววิธีในการตัดความชื้นมีวิธี

1. จัดเตรียมรูปแบบผังอาคารเพื่อวางแผนในการตัดความชื้นให้ปลอดภัยเพื่อในการตัดความชื้นที่ผนังนั้น ผนังส่วนหนึ่งที่ตัดออกไปจะไม่สามารถรับน้ำหนักได้ จึงมีการวางแผนการตัดผนังโดยเจาะผนังทะลุ จะใช้เครื่องมือ Coring เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ¼"



รูปที่ 3.10 เครื่องมือ Coring เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ¼"



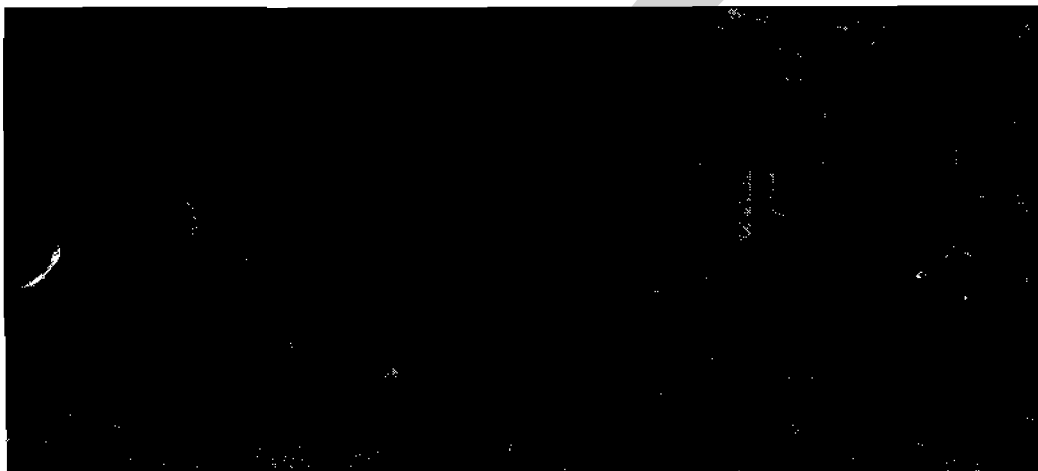
รูปที่ 3.11 เครื่องมือ Coring Moter

2. เตรียมพื้นผิวผนังอาคาร โดยจะต้องสกัดผิวปูนฉาบออกเสียก่อนเพื่อเจาะผนัง Coring ให้ทะลุเพื่อจะได้นำวัสดุอีพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur 742 เข้าไปทดแทนวัสดุเดิม



รูปที่ 3.12 การเตรียมผนังที่ทำการตัดความชื้น

3. ดำเนินการเจาะผนังแนวที่ 1 โดยใช้เครื่องมือ Coring เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ¼" เจาะผนัง ต่อเนื่องยาวประมาณ 0.60 เมตร เว้นการเจาะ 1.20 เมตร แล้วเจาะต่อเนื่องยาวประมาณ 0.60 เมตร ทำสลับกันไปจนสุดแนวผนัง นำวัสดุอีพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur 742 ที่ผสมตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตระบุ เเทเข้าไปทดแทนวัสดุเดิม (ผนังที่เจาะ Coring ออก)



รูปที่ 3.13 วิธีการเจาะผนังอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Coring



รูปที่ 3.14 ผืนที่ทำการเจาะแล้ว



รูปที่ 3.15 การผสม Sikadur – 742



รูปที่ 3.16 การดั่งแบบเพื่อเท Sikadur – 742



รูปที่ 3.17 การเท Sikadur – 742 เข้าไปแทนผนังเดิมที่เจาะออก

4. ดำเนินการเจาะผนังแนวที่ 2 โดยใช้เครื่องมือ Coring เส้นผ่านศูนย์กลาง  $1\frac{1}{4}$ " เจาะผนังต่อเนื่องยาวประมาณ 0.60 เมตร เว้นการเจาะ 1.20 เมตร แล้วเจาะต่อเนื่องยาวประมาณ 0.60 เมตร ทำสลับกันไปจนสุดแนวผนัง นำวัสดุที่ออกซึ่งเกร้าท์ Sikadur 742 ที่ผสมตามอัตราส่วนที่ผู้ผลิตระบุ เทเข้าไปทดแทนวัสดุเดิม (ผนังที่เจาะ Coring ออก)

5. ดำเนินตามขั้นตอนจนแล้วเสร็จตลอดแนวผนังอาคาร ทิ้งผนังอาคารให้แห้งสนิท โดยจะต้องมีการป้องกันไม่ให้ผนังกระทบกับความชื้นหรือฝน โดยตรง



รูปที่ 3.18 ผนังที่ทำการเท Sikadur – 742 แทนแนวผนังที่เจาะออก

6. เมื่อผนังแห้งสนิท ทำการฉาบปูนผนังตามเทคนิคทางช่างและทาสีที่สามารถกัน ความชื้นผิวผนัง ขั้นตอนการทาสีและการใช้ผลิตภัณฑ์จะต้องทำตามขั้นตอนที่ผู้ผลิตสีกำหนด



รูปที่ 3.19 การฉาบปูนผนังหลังจากตัดความชื้นแล้ว

### 3.4 ขั้นตอนตรวจวัดผลหลังจากตัดความชื้น

เมื่อทำการปรับปรุงผนังอาคารและทำการตัดความชื้นของผนังแล้วต้องทำการตรวจวัดค่าความชื้นของผนังอาคารอีกครั้งในตำแหน่งเดิมที่ตรวจวัดในครั้งแรก ทำการตรวจวัด 3 วัน โดยแต่ละจุด ทำการวัดค่าความชื้นที่ความสูง 3 ระดับ เพื่อดูค่าความชื้นในทุกระดับความสูงอีกครั้ง วัดค่าความชื้นที่ความสูง 3 ระดับ จุดที่1 สูงจากระดับพื้น 0.10 เมตร. จุดที่2 สูงจากระดับพื้น 0.60 เมตร. จุดที่3 สูงจากระดับพื้น 1.10 เมตร. โดยทำการตรวจวัดค่าความชื้นโดยรอบอาคาร แล้วทำการบันทึกผลเก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบ(ตารางที่3.3)

ตารางที่ 3.3 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น(หลังปรับปรุง)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัดความชื้นและเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น)		
	ระดับความสูง 0.10m.	ระดับความสูง 0.60m.	ระดับความสูง 1.10m.
จุดที่1เวลา			
จุดที่2เวลา			
จุดที่3เวลา			
:			
จุดที่32เวลา			

เมื่อ ได้ข้อมูลค่าของความชื้นแล้ว ทำการหาค่าความชื้นเฉลี่ยทั้ง3ช่วงเวลาที่ตรวจวัดค่าความชื้นในวันมีความชื้นเฉลี่ยเท่าไรทำการบันทึกผล เก็บไว้เป็นข้อมูล(ตารางที่3.4)

ตารางที่ 3.4 รูปแบบตารางบันทึกผลค่าความชื้นเฉลี่ยที่ตรวจวัดจากเครื่องวัดค่าความชื้น (หลังปรับปรุง)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น เฉลี่ย	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น)		
	ระดับความสูง 0.10 m.	ระดับความสูง 0.60m.	ระดับความสูง 1.10m.
จุดที่1			
จุดที่2			
จุดที่3			
:			
จุดที่32			

### 3.5 ขั้นตอนเปรียบเทียบผลการปรับปรุงตัดความชื้น

จากการที่ทำการปรับปรุงผนังอาคารแล้วเสร็จก็ทำการเปรียบเทียบข้อมูลค่าความชื้นระหว่างก่อนทำการปรับปรุงตัดความชื้น และหลังจากปรับปรุงตัดความชื้นแล้ว ว่าค่าความชื้นที่เกิดขึ้นในผนังอาคารที่ทำการปรับปรุงแล้วมีค่าลดลงหรือไม่ โดยแสดงตารางเปรียบเทียบค่าความชื้นผนังอาคารก่อนที่ทำการตัดความชื้นผนังอาคารและหลังจากที่ทำการตัดความชื้นผนังอาคาร

### 3.6 การตรวจสอบสภาพผนังอาคารเพื่อตรวจสอบผลของความชื้นที่จะทำความเสียหายกับผนังอาคาร

หลังจากที่ทำการปรับปรุงอาคาร โบราณแล้วเสร็จ ต้องทำการตรวจสอบสภาพอาคาร โบราณอย่างละเอียดว่าผนังอาคารมีความเสียหายจากความชื้นหลังจากที่ทำการบูรณะอาคารแล้วเสร็จหรือไม่ ในการสำรวจและเก็บข้อมูลอาคารจะต้องทำการสำรวจอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบถึงค่าของความชื้นในผนังที่เปลี่ยนแปลงอย่างไร แล้วเก็บบันทึกเป็นข้อมูล



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

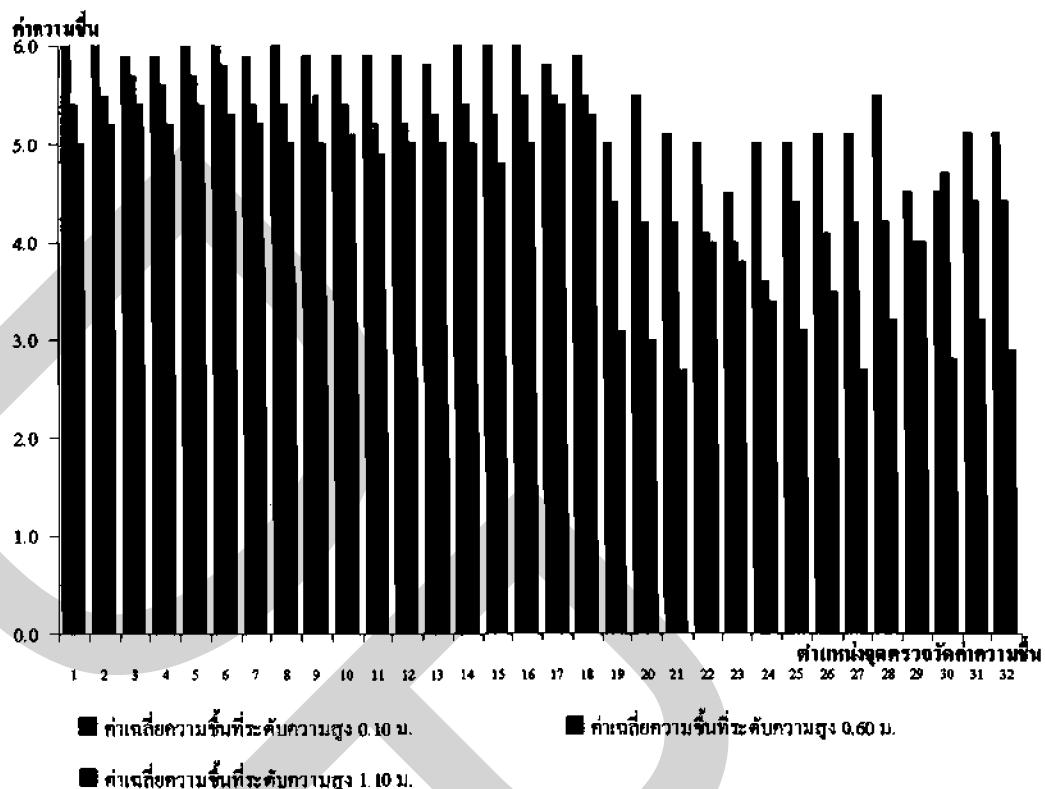
กรณีศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัย สาเหตุของความชื้นที่ทำให้ความเสียหายต่ออาคารโบราณที่มีโครงสร้างเป็นแบบประเภท Wall Bearing ซึ่งโครงสร้างประเภทนี้ใช้กันกับอาคารโบราณที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 50 ปี แต่ผลเสียของโครงสร้างประเภท Wall Bearing นี้คือความชื้นเข้าสู่โครงสร้างของอาคารได้ง่าย เพราะฉะนั้นความเสียหายของอาคารโบราณพบที่เกิดความเสียหายจากความชื้นเกือบทุกอาคาร และสาเหตุหนึ่งที่เป็นที่มาของความชื้นที่ไม่ควรมองข้ามคือ ปัจจัยของสภาพแวดล้อม

จากการจัดเก็บข้อมูลความชื้นของผนังอาคารโบราณได้ค่าความชื้นต่างๆ ในแต่ละจุดตามที่กำหนดไว้ในข้างต้น แต่จากการสำรวจในข้างต้น ได้สังเกตเห็นความเสียหายของผนังอาคารที่ระดับความสูงที่ประมาณ 1.00 เมตร. จะมีความเสียหายค่อนข้างมากจึงได้ทำการเก็บผลการตรวจวัดค่าความชื้นที่ระดับความสูงที่ 0.10 เมตร, 0.60 เมตร, และ 1.10 เมตร และได้ทำการตรวจวัดความชื้นที่ระดับความสูงที่ 3.50 เมตร พบว่าความชื้นที่ระดับความสูงที่ 3.50 เมตร มีค่าความชื้นจากการตรวจวัดได้เฉลี่ย 2% ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกิดความเสียหายกับผนังอาคารโบราณ

#### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาคความชื้น

ในการตรวจวัดที่ได้ในส่วนของค่าต่างๆ ในแต่ละส่วนนั้นทำการเก็บตรวจวัดทุกๆ 7 วัน ในแต่ละวันที่ทำการตรวจวัด โดยค่าที่นำมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลนั้นจะใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้ง 7 วัน

จากการที่บันทึกผลการทดลองในแต่ละระดับความสูงของผนังอาคารที่ตรวจวัดทั้งหมด 3 วันทุกๆ 7 วัน วันละ 3 ช่วงเวลานั้น ทำให้ได้ค่าเป็นไปตามตารางอุณหภูมิและความชื้นภาคผนวก ก (ตารางที่ ก.1-ตารางที่ ก.3) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นในแต่ละจุดในระดับชั้นนั้นๆ ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) อีกครั้งได้ค่าตามภาคผนวก ก (ตารางที่ ก.4-ตารางที่ ก.6) เมื่อได้ค่าความชื้นในแต่ละจุดแล้วต้องทำการหาค่าเฉลี่ยในจุดนั้นๆ ซึ่งได้ผลตามตารางอุณหภูมิและความชื้นภาคผนวก ก (ตารางที่ ก.7) ซึ่งจะค่าความชื้นที่ตรวจวัดได้ นำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับความสูง(รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 ค่าความชื้นเฉลี่ยที่ระดับความสูง 0.10,0.60,1.10 ม. (ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น)

จากรูปที่ 4.1 พบว่าค่าความชื้นที่ตรวจวัดได้ในแต่ละระดับความสูงนั้นมีค่าความชื้นที่แตกต่างกัน เนื่องจากแหล่งที่มาของความชื้นที่บริเวณระดับพื้นดินมีค่าความชื้นที่สูง ทำให้ผนังอาคารที่อยู่ใกล้ระดับพื้นดินจึงมีค่าความชื้นที่สูงกว่าระดับอื่น

#### 4.2 การวิเคราะห์ผลของการตรวจวัดค่าความชื้น(ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น)

จากผลการตรวจวัดและหาค่าเฉลี่ยในแต่ละจุดและพบว่าความชื้นที่ตรวจวัดได้นั้นในแต่ละจุดมีความชื้นที่แตกต่างกันโดยผนังอาคารที่อยู่ทางทิศใต้ มีค่าความชื้นที่สูงกว่าด้านอื่นเนื่องจากด้านทิศใต้ เป็นด้านที่มีแสงแดดส่องที่บริเวณผนังตลอดทั้งวัน จึงทำให้เกิด capillary action ซึ่งการเกิด capillary action เป็นลักษณะการไหลผ่านของน้ำหรือความชื้น โดยการดูดซึมของวัสดุกำแพงหรือพื้นสามารถเกิดจากส่วนบนลงส่วนล่างและส่วนล่างขึ้นส่วนบน เช่นเคียวกันการไหลผ่านในแนวนอนด้วย เช่นกำแพงส่วนที่ติดกับพื้นดิน เนื่องจากโครงสร้างส่วนล่างของอาคารเป็น

วัสดุ อิฐ จึงเป็นลักษณะที่เป็นวัสดุพรุน porous materials ทำให้ง่ายในการดูดซึมน้ำจากดินผ่านเข้าสู่กำแพงคอนกรีต

เมื่อได้ผลการตรวจวัดความชื้นแล้ว ค่าของความชื้นที่เกิดขึ้นมีค่าความชื้นค่อนข้างสูง เนื่องจากในบริเวณผนังอาคารมีความชื้นจากน้ำใต้ดินระเหยเข้ามาข้างในผนังอาคารค่อนข้างมาก จาก การสำรวจลักษณะ โครงสร้างของอาคารที่ทำการวิจัยนี้ พบว่า

1. โครงสร้างของอาคารเป็น โครงสร้างประเภท Wall Bearing เนื่องจาก โครงสร้างประเภทนี้ไม่มีเสาเข็มรองรับเป็นลักษณะฐานแผ่ โดยโครงสร้างฐานรากชนิดนี้สัมผัสกับน้ำที่อยู่บริเวณระดับดินและใต้ดิน โดยตรง และส่วนของ โครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักของตัวอาคารก่อนถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานรากคือ ผนัง ซึ่งผนังที่ใช้รับน้ำหนักมีอิฐส่วนประกอบ อิฐที่ใช้ในการก่อเป็นผนังนั้น ในตัววัสดุอิฐมีรูพรุนค่อนข้างมากจึงเป็นที่มาของการระเหยของน้ำ ผ่านตัวผนังอิฐ จึงทำให้อาคารที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing นี้มีค่าความชื้นในผนังค่อนข้างสูง และทำให้ผนังเกิดการเสียหายจากความชื้นค่อนข้างมาก จากการที่ผนังเป็นตัวรับน้ำหนักของอาคารทั้งหมดก่อนที่ถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก ในการที่ผนังได้รับความชื้นจึงทำให้ประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของอาคารลดลง ซึ่งการแก้ไขปัญหานี้จะต้องให้ทางวิศวกร โยธาเข้ามาตรวจสอบสภาพอาคารก่อนว่าสามารถรับน้ำหนักของอาคารได้หรือไม่

2. โครงสร้างผนังก่ออิฐ วัสดุที่เป็นอิฐ ปูน ทราซ สามารถซึมน้ำได้ก็ดูดซึมความชื้นจากพื้นดินขึ้นมาตามผนัง และธรรมชาติของน้ำเมื่อถูกความร้อนเพราะแสงแดดส่องมาที่ผนังอาคาร น้ำก็จะระเหยออก จึงสังเกตเห็นว่าแนวผนังบริเวณความสูงประมาณ 1.00 เมตรมีความเสียหายของวัสดุพื้นผิวตลอดแนวอาคาร

3. สภาพของอาคารในบริเวณชั้น 2 ที่มีความสูงประมาณ 3.50 เมตร มีความชำรุดในบางส่วนจึงได้ทำการตรวจวัดความชื้นบริเวณที่ชั้น 2 ที่ความสูง 3.50 เมตร พบว่าค่าของความชื้นที่บริเวณชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ประมาณ 0.5-2.5% สาเหตุของความชื้นที่มาจากน้ำใต้ดินไม่สามารถขึ้นมาถึงความสูงที่บริเวณชั้น 2 แต่อาจจะมีความชื้นจากหลังคาหรือจากที่ฝนสาดเข้ามาบริเวณด้านบนของอาคารบ้างบางส่วน น้ำฝนรั่วบริเวณหลังคา และขอบอาคารด้านบน น้ำซึมเข้าไปในเนื้อผนังและไหลลงตามผิวผนัง น้ำที่ซึมเข้าไปในผนังทำให้การยึดเกาะของวัสดุผิวกับโครงสร้างอิฐลดลง แล้วเกิดความเสียหายตามมา เช่น สีโป่งพอง

สาเหตุหลักของความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนังอาคารที่ทำการวิจัยนี้ เกิดจากน้ำใต้ดินซึมผ่านผนังจึงทำให้ผนังเกิดการเสียหายค่อนข้างมากดังนั้นจึงต้องหาแนวทางการแก้ไขปัญหาคความชื้นของผนังที่น้ำใต้ดินซึมผ่านมีอยู่หลายวิธี ดังเช่น

1. ควบคุมหรือขจัดน้ำใต้พื้นอาคาร Exclusion of water เช่นการใช้ดินร่วน (Top soil) ที่น้ำซึมผ่านได้ง่าย ถมแต่งบริเวณก่อนการเทพื้น เพื่อไม่ให้มีน้ำท่วมขังใกล้ บริเวณพื้น

2. ป้องกันและออกแบบโครงสร้างพื้นให้ทนทานต่อสารเคมีที่มีในน้ำและดิน Chemical resistance ในกรณีพื้นลอยตัวเหนือผิวดิน ใต้ถุนหรือช่องว่าง ต้องจัด ให้มีการระบายอากาศ และสะดวกในการดูแลรักษาได้ด้วย

3. ป้องกันการแทรกตัวของน้ำและความชื้นโดยตรง Water penetration control เช่น ตรงบริเวณรอยต่อต่างๆของพื้น และอื่นๆที่ต่อเนื่องกับโครงสร้างส่วนอื่นของอาคาร

3.1 การใช้วัสดุแผ่นกั้นน้ำ Water membrane กั้นระหว่างพื้นกับผิวดิน หรือการใช้สารผสม ในเนื้อคอนกรีตของพื้น เพื่อแก้ปัญหาความพรุนของวัสดุที่ทำพื้น รวมทั้ง การใช้แผ่นยางกั้นน้ำ Water stop เชื่อมระหว่างรอยต่อของแผ่นพื้น เป็นต้น

3.2 กรรมวิธีป้องกันความชื้นต่างๆ ที่เรียก Damp proofing course หรือ D.P.C. ตรงส่วนต่อของพื้นที่ยกลอยกับพื้นดิน เพื่อป้องกัน Rising damp จากดิน หรือ Rising water ที่ลุดซึมไหลขึ้น โดยกำแพงที่ติดต่อกับพื้น และการป้องกัน ตรงส่วนต่อของวัสดุปูผิวพื้น เช่นการทาเคลือบผิวพื้นคอนกรีต ด้วยสาร ฟลีน โกลด์ หรือสารกันซึม อย่างอื่น ก่อนการปูผิวพื้นด้วยวัสดุ เช่นแผ่นกระเบื้องไม้ กระเบื้องยาง เป็นต้น

3.3 ขจัดความชื้นด้วยความร้อนและกระแสไฟฟ้า Electrical/Heat systems เช่นการสะสมความร้อนจากพลังแสงอาทิตย์หรืออย่างอื่น ไว้บริเวณใต้ถุน ของ พื้น เพื่อรักษาอุณหภูมิของพื้นให้อุ่นอยู่เสมอ หรือการชักนำประจุไฟฟ้าสถิต Electro-static syste ให้แผ่กระจายตรงบริเวณของพื้นที่คาดว่าจะมีการสะสม ของ ความชื้นอยู่ และเป็นการป้องกันการเกิด Condensation โดยตรงอีกด้วย

เมื่อทราบสาเหตุและแหล่งที่มาของความชื้นที่เข้าสู่อาคารแล้วก็ต้องหาแนวทางการแก้ไขปัญหาคความชื้นที่เข้าสู่อาคาร แต่เนื่องจากปัญหาของความชื้นที่เกิดขึ้นนั้นมีผลกับการรับน้ำหนักของโครงสร้างด้วย ดังนั้นแนวทางการแก้ไขจึงต้องหาวิธีและวัสดุที่มีคุณสมบัติที่สามารถรับค่ากำลังอัด ค่ากำลังดัด ค่ากำลังดึง และสามารถเป็นวัสดุกันซึมได้อีกด้วย โดยในการใช้วัสดุประเภทนี้ต้องมีการรับรองจากสถาบันที่เป็นที่ยอมรับในเฉพาะทางนั้นๆ(การรับน้ำหนักวัสดุ)

วิศวกร โยธาซึ่งเป็นที่ปรึกษาของ โครงการบูรณะอาคาร โบราณจึงได้แนะนำวัสดุผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สามารถรับค่ากำลังอัด ค่ากำลังดัด ค่ากำลังดึง และสามารถเป็นวัสดุกันซึมความชื้นและน้ำใต้ดินและมีเอกสารยืนยันคุณสมบัติค่ากำลังอัด ค่ากำลังดัด ค่ากำลังดึง ของวัสดุจากสถาบัน AIT (Asian Institute of technology) และสามารถเป็นวัสดุกันซึมโดยรับการรับรองจาก

ผู้ผลิตว่าสามารถให้ความชื้นผ่านได้ไม่เกิน 5 % โดยวัสดุที่กล่าวมาข้างต้นนี้คือ อีพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur- 742

เมื่อทำขั้นตอนการตัดความชื้นเสร็จสิ้นแล้ว และขั้นตอนการบูรณะอาคารที่มีรายละเอียดอื่นที่ต้องดำเนินการเสร็จ ซึ่งถือว่าอาคารโบราณ(หม่อมลม้าย)ที่บูรณะแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปจะต้องทำการตรวจวัดความชื้นอีกครั้งเพื่อจะได้ทราบค่าของความชื้นของผนังอาคาร โดยจะทำตามขั้นตอนตามการตรวจวัดความชื้นในครั้งที่แรกที่ยกก่อนตัดความชื้น และเป็นตำแหน่งเดียวกัน(ภาคผนวก ข)

#### 4.3 การวิเคราะห์ตัวแปรที่เป็นสาเหตุของความชื้นในผนังอาคาร

จากผลการตรวจวัดค่าความชื้นที่ตรวจวัดก่อนการตัดความชื้นพบว่าค่าความชื้นตรวจวัดได้ในทิศต่างๆ มีค่าความชื้นที่ตรวจวัดที่แตกต่างกันในแต่ละด้าน และผนังภายนอกกับภายในก็ได้ผลค่าความชื้นที่ตรวจวัดแตกต่างกันโดยพิจารณาแล้วพบตัวแปรแต่ละตัวที่มีผลทำให้ค่าความชื้นในแต่ละด้านของอาคารแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย

- สภาพภูมิอากาศ ทิศทางลม แสงแดด
- แหล่งที่มาของความชื้น

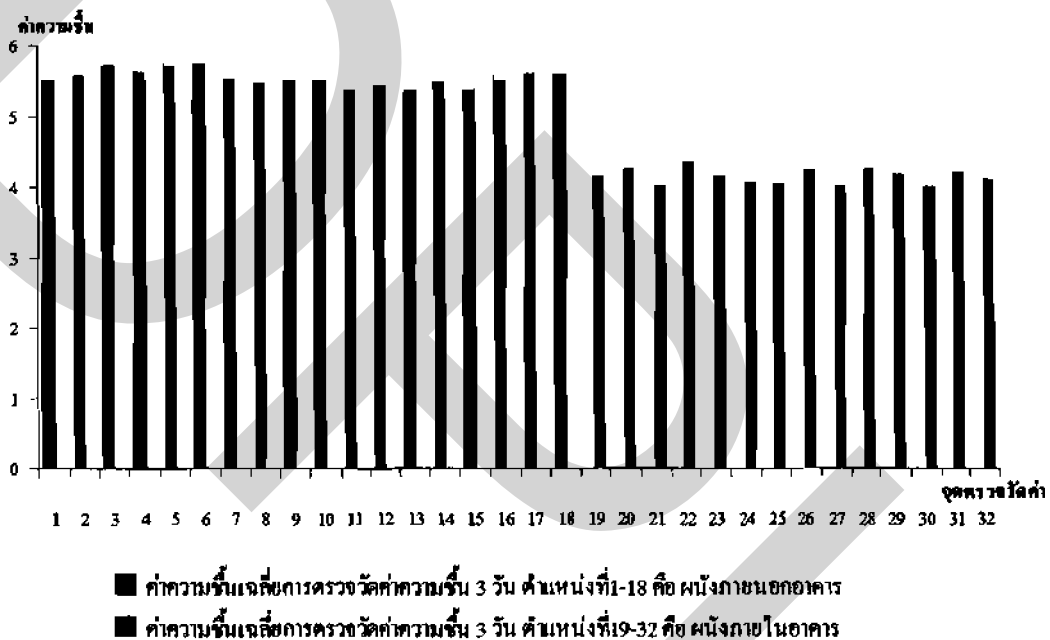
##### 4.3.1. สภาพภูมิอากาศ ทิศทางลม แสงแดด

จากทางวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าความชื้นของผนังโดยรอบอาคารที่อยู่บริเวณด้านทิศใต้มีความชื้นที่สูงกว่าด้านทิศอื่นเนื่องจากผนังด้านทิศใต้นั้นได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งวันทำให้ผนังในด้านทิศใต้มีอุณหภูมิที่สูงกว่าด้านอื่นๆ และอุณหภูมิของผนังมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงทำให้เกิดการระเหยของน้ำผ่านวัสดุ(ผนัง)ค่อนข้างมาก

##### 4.3.2 แหล่งที่มาของความชื้น

แหล่งที่มาของความชื้นที่วิเคราะห์ พบว่าสาเหตุหลักนั้นมาจากน้ำใต้ดิน เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง มีความพรุนจึงเกิดการออสโมซิส ทำให้น้ำใต้ดินถูกดูดเข้ามาในโครงสร้างจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง ส่วนความชื้นที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความสมดุลของน้ำหนักน้ำที่ถูกดูดเข้าไปกับความดันบรรยากาศ และน้ำใต้ดินจะพาสารเคมีที่ละลายน้ำได้เข้ามาสะสมอยู่ภายในและตกผลึกเป็นคราบสีขาวที่ ผิวผนัง เนื่องจากน้ำไม่สามารถระเหยออกไปในอากาศได้ สารเคมีที่เข้ามาส่วนมากจะเป็นเกลือ ทำให้มอร์ต้าซึ่งทำหน้าที่ยึดก้อนอิฐไว้ด้วยกันเสื่อมสภาพ ส่งผลทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างลดลง

จากการเก็บข้อมูลค่าความชื้นที่ตรวจวัดก่อนการปรับปรุง โดยผนังภายนอกมีค่าความชื้นที่ 5%RH-6%RH และผนังภายในอาคารมีค่าความชื้นอยู่ที่ 4%RH-4.5%RH จึงสร้างความเสียหายให้กับอาคาร โบราณเป็นอย่างมาก โดยผนังภายนอกอาคารมีความเสียหายมากกว่าผนังภายในของอาคาร เนื่องจากความชื้นที่สะสมที่มีอยู่ในอาคารของผนังภายนอกมีตัวแปรต่างๆที่ทำให้เกิดความเสียหายกับผนังอาคาร เช่น อุณหภูมิภายนอก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ ทิศทางลม แสงแดด โดยค่าความชื้นที่สรุปได้ตามตำแหน่งจุดตรวจวัดสามารถสรุปค่าความชื้นได้ตามภาคผนวก ก(ตารางที่ ก.9) และแสดงเป็นรูปแบบแผนผังตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าความชื้นในแต่ละจุดเฉลี่ยจำนวนครั้ง ภายนอก ภายใน อาคาร(ก่อนปรับปรุงตัดความชื้น)

#### 4.4 การวิเคราะห์ผลหลังจากปรับปรุงตัดความชื้น

เมื่อทราบค่าความชื้นที่ได้ทำการตรวจวัดแล้ว ในการที่จะปรับปรุงผนังอาคารนั้น จากสภาพผนังอาคารที่ได้สำรวจไว้ ต้องให้วิศวกร โยธาเป็นผู้ออกแบบวิธีการปรับปรุงผนังอาคารและหาแนวทางในการตัดความชื้นของผนังอาคารเพื่อให้ผนังสามารถรับน้ำหนักของโครงสร้างอาคารได้อย่างปลอดภัยและไม่ให้ความชื้นนั้นซึมผ่านในบริเวณผนังอาคารซึ่งทำให้เกิดความเสียหายกับผนังอาคาร ในการแก้ไขปัญหาความชื้นนั้นมีหลายวิธี ซึ่งการที่จะหาวิธีแก้ไขนั้นต้องหาแหล่งที่มาของความชื้นเสียก่อน จากอาคารที่เป็นตัวอย่างการทำศึกษาในครั้งนี้ สาเหตุของความชื้นที่เกิดขึ้นคือ ลักษณะโครงสร้างที่ความชื้นสามารถซึมผ่านได้และสร้างความเสียหายให้แก่ผนัง โครงสร้าง

ประเภท Wall Bearing นี้ไม่มีเสาเข็มรองรับเป็นลักษณะฐานแต่ โดยโครงสร้างของฐานรากสัมผัสกับน้ำที่อยู่บริเวณดินและใต้ดินโดยตรง และส่วนของโครงสร้างที่รับน้ำหนักทั้งหมดคือผนังซึ่งเป็นอิฐ โดยอิฐที่ใช้ในการก่อเป็นผนังนั้น ในตัววัสดุอิฐเองเป็นวัสดุที่มีรูพรุนสูงจึงเป็นที่มาของการระเหยของน้ำผ่านตัวอิฐค่อนข้างมากจึงทำให้อาคารที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing มีความชื้นในผนังค่อนข้างสูง และทำให้ผนังเกิดการเสียหายจากความชื้นค่อนข้างมาก

วิธีการแก้ไขปัญหา คือ สร้างแนวป้องกันน้ำที่มาจากน้ำใต้ดิน ที่ผนังของโครงสร้างและต้องใช้เนื้อวัสดุโครงสร้างเดิมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างแนว ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยวัสดุที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าวัสดุเดิมทางผนัง เรียกว่า การตัดความชื้นโดยใช้วัสดุที่ความชื้นไม่สามารถผ่านได้ เป็นตัวกันความชื้นที่เกิดขึ้นบนผนัง

ดังนั้นเมื่อทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดค่าความชื้นหลังการปรับปรุงและตัดความชื้นตามที่เก็บข้อมูลในภาคผนวก ข (ตารางที่ ข.9) และนำข้อมูลที่ตรวจวัดค่าความชื้นไปจัดทำเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่าความชื้นในแต่ละจุดเฉลี่ย 3 วัน ของผนังภายนอกอาคาร ผนังภายในอาคาร(หลังปรับปรุงตัดความชื้น)

จากการวิเคราะห์แก้ปัญหาค่าความชื้นที่ผนังอาคาร โดยการตัดความชื้นของผนังในแนวราบแล้วใช้วัสดุอิพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur 742 เข้ามาแทนวัสดุเดิมของผนัง พบว่าค่าของความชื้นที่ตรวจวัดได้นั้นมีค่าที่ลดลงโดยเฉลี่ยอยู่ที่ ไม่เกิน 3%RH ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานของค่าความชื้นที่ไม่ทำความเสียหายให้กับวัสดุผนังอาคาร

#### 4.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อได้ค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลของความชื้นทั้งก่อนปรับปรุงผนังอาคาร โดยการตัดความชื้นของผนังอาคาร (ภาคผนวก ก ตารางที่ ก.9) และหลังปรับปรุงผนังอาคาร (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข.9) ค่าความชื้นที่ตรวจวัดได้เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงตัดความชื้นและหลังปรับปรุงตัดความชื้นมีค่าความชื้นที่ลดลงซึ่งความชื้นที่ลดลงของผนังอาคาร โบราณมีค่าความชื้นของผนังภายนอกอาคารและภายในอาคารอยู่ที่ 2-3%RH โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9%RH ค่าที่ได้เมื่อทำการเปรียบเทียบจากค่าความชื้นผนังภายนอกอาคารเดิมก่อนปรับปรุงซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 5.5%RH และค่าความชื้นผนังภายในเดิมก่อนปรับปรุงอาคารมีค่าเฉลี่ย 4.2%RH ถือว่าวิธีการตัดความชื้นโดยใช้วัสดุที่สามารถให้ความชื้นผ่านได้ไม่เกิน 5 %RH เป็นวัสดุทดแทนวัสดุเดิมนั้น สามารถลดความชื้นของผนังอาคาร โบราณ ได้



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาถึง “ผลกระทบของความชื้นที่มีต่อผนังอาคาร โบราณและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาคความชื้น” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลวิเคราะห์หาสาเหตุและแหล่งที่มาของความชื้นที่มีผลกระทบต่ออาคาร โบราณที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing ผลจากการตรวจวัดค่าความชื้นพบว่า ค่าความชื้นของผนังภายนอก ภายใน และด้านที่ต่างทิศกัน ในช่วงเวลาเดียวกันนั้น ทำให้ทราบถึงผลการทดลองและปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อทำให้หาแนวทางในการลดความชื้นของผนังอาคาร โบราณที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing ให้ได้มากที่สุดนั้น ต้องมีปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบอย่างไร

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการบูรณะอาคาร โบราณที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing นั้น ต้องคำนึงถึงค่าความชื้นของผนังอาคารเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผนังอาคารที่มีโครงสร้างประเภท Wall Bearing นั้นต้องใช้ผนังเป็นตัวรับน้ำหนักอาคารทั้งหมดเพื่อถ่ายน้ำหนักลงสู่ฐานราก ดังนั้นถ้าค่าความชื้นในผนังอาคารมีค่าความชื้นสูง ส่งผลให้คุณสมบัติการรับน้ำหนักของผนังนั้นลดลงจนถึงขั้นอันตรายได้

จากการตรวจวัดค่าความชื้นของผนังอาคาร โบราณที่เป็นกรณีศึกษานั้น ผนังภายนอกมีค่าความชื้นเฉลี่ยในทุกๆจุด ได้ในช่วง 5.5%RH และค่าความชื้นภายในของผนังอาคารเฉลี่ยในทุกๆจุด ได้ค่าในช่วง 4.1%RH ซึ่งค่าความชื้นที่ตรวจวัด ได้นั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าค่ามาตรฐาน (3%RH) จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนัง สาเหตุหลักๆของความชื้นที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร โบราณแบ่งเป็นกรณีได้ดังนี้

กรณีที่1 ผนังอาคารที่ใช้เป็นผนังรับน้ำหนักประเภท Wall Bearing โดยการนำวัสดุอิฐที่มีลักษณะเนื้อวัสดุที่มีช่องว่าง(Void) หรือรูพรุน(Pore) ค่อนข้างมากจึงทำให้ความชื้นสามารถเข้าสู่ผนังอาคารโดยการดูดซึมได้มาก ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้าง ส่วนความชื้นที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความสมดุลของน้ำที่ผนังน้ำที่ถูกดูดเข้าไปกับความดันบรรยากาศ

กรณีที่2 สภาพภูมิอากาศ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอากาศร้อนชื้น ผนังอาคารในด้านทิศใต้ได้รับรังสีอาทิตย์ตลอดทั้งวัน ทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงสูง ทำให้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของอากาศ อาจเกิดขึ้นในส่วนของ โครงสร้าง

หรือเนื้อวัสดุอื่นๆ จึงทำให้เกิดการแปรสภาพของอากาศเป็นหยดน้ำขึ้นในส่วนของโครงสร้างหรือเนื้อวัสดุแทนที่จะเกิดตรงแก่ผิววัสดุเพียงอย่างเดียว

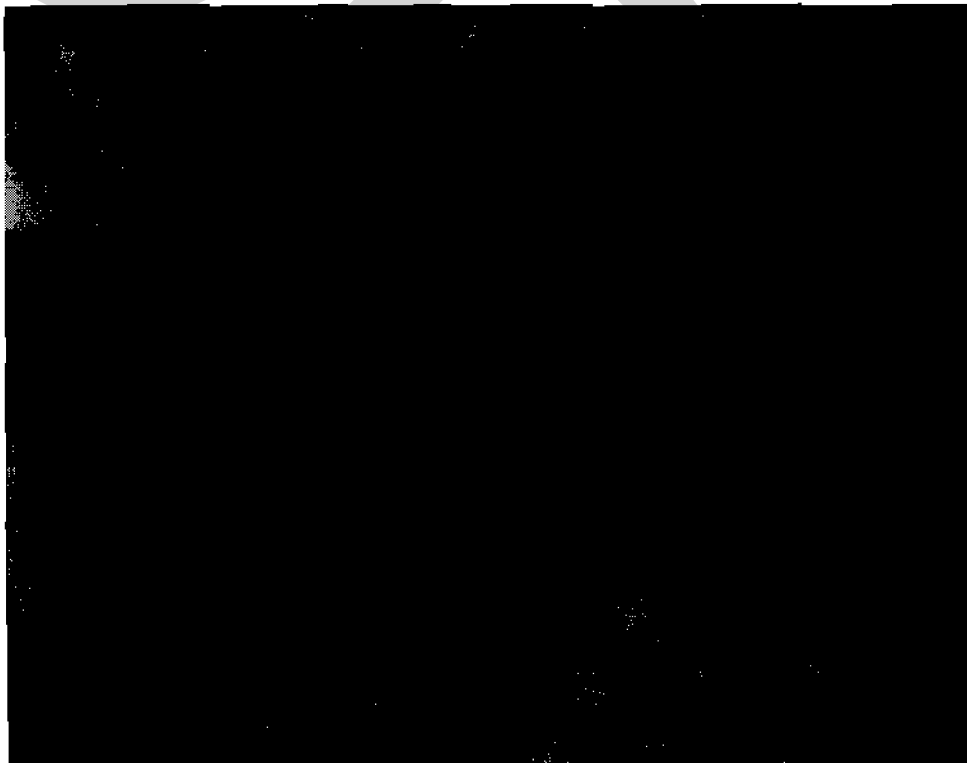
กรณีที่ 3 โครงสร้างของอาคารทั้งหมดที่อยู่ใต้ดินนั้นอยู่ในบริเวณระดับน้ำใต้ดิน จึงทำให้เกิดการดูดซึมผ่านวัสดุซึ่งน้ำใต้ดินนั้นนำพาสารเคมีที่ละลายน้ำได้เข้ามาสะสมอยู่ภายในและตกผลึกเป็นคราบสีขาวที่ผิวผนังและสร้างความเสียหายกับผนังอาคาร

เมื่อทราบที่มาของความชื้นแล้ว ต้องหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดามสาเหตุที่สำรวจพบวิธีการแก้ไขปัญหานั้น จากกรณีที่ 1 ผนังของอาคารมีความพรุนค่อนข้างมากเป็นสาเหตุหนึ่ง ดังนั้นจึงทำการหารือกับวิศวกรโยธาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา ทางวิศวกรได้แจ้งว่าในขณะที่ทำการปรับปรุงอาคารโบราณ ถ้ารื้อผนังอาคารออกทั้งหมดต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากและในขณะที่รื้อถอนผนังอาจสร้างความเสียหายกับโครงสร้างส่วนอื่นๆของอาคารได้ จึงลงความเห็นว่าจะไม่ความเปลี่ยนแปลงผนังอาคาร โดยจะต้องหาวิธีอื่นเพื่อลดความชื้นของผนัง จึงพิจารณาในกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 ต่อไป จากสาเหตุของความชื้นในกรณีที่ 2 สามารถแก้ไขได้ส่วนหนึ่งคือหาวิธีการป้องกันไม่ให้ความชื้นเข้าสู่ผนังอาคารที่สาเหตุมาจากฝนและแสงแดด ซึ่งเป็นองค์ประกอบโดยใช้วัสดุผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติป้องกันความชื้นที่ผิวผนังไม่ให้ความชื้นสามารถเข้าสู่ผนังอาคารได้ แต่เนื่องจากในการเลือกใช้วิธีนี้ต้องทำการลดความชื้นสะสมที่มีอยู่ภายในผนังออกให้หมดหรือน้อยที่สุดก่อน(สภาวะอิมตัวผิวแห้ง) เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายภายหลังได้และจากการวิเคราะห์สาเหตุจากกรณีที่ 3 โครงสร้างของอาคารอยู่ในระดับน้ำใต้ดินโดยสาเหตุในกรณีนี้นี้เป็นสาเหตุหลัก วิธีการแก้ไขปัญหาคือสร้างแนวป้องกันน้ำใต้ดินไม่ให้เข้าสู่ผนังอาคาร โดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่สามารถกันความชื้นได้

ดังนั้นในการบูรณะอาคารโบราณในครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธีการลดความชื้น ซึ่งวิธีการลดความชื้นในผนังนั้นมีหลายวิธีแต่วิธีที่เหมาะสมกับผนังอาคารเป็นประเภท Wall Bearing คือ สร้างแนวป้องกันน้ำที่มาจากน้ำใต้ดิน ที่ผนังของโครงสร้างและต้องใช้เนื้อวัสดุ โครงสร้างเดิมเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างแนว ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง โดยวัสดุที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าวัสดุเดิมทางผนัง เรียกว่า การตัดความชื้นโดยใช้วัสดุที่ความชื้นไม่สามารถผ่านได้ เป็นตัวกันความชื้นที่เกิดขึ้นบนผนัง ซึ่งในการเลือกใช้วัสดุเพื่อตัดความชื้นไม่ให้เกิดการดูดซึมน้ำจากดินผ่านเข้าสู่กำแพงคอนกรีตนั้นมีวัสดุหลายชนิด แต่ในการเลือกวัสดุนั้นต้องมีคุณสมบัติที่สามารถกันความชื้นไม่ให้ความชื้นสามารถผ่านและต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่าหรือมากกว่าวัสดุเดิมของอาคาร โดยต้องผ่านการทดลองและได้รับใบรับรองจากสถาบันรับรองที่เป็นมาตรฐานสากลและเป็นที่ยอมรับในด้านการรับน้ำหนักวัสดุ

การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ในการตัดความชื้นผนังอาคาร โบราณ ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สามารถรับค่ากำลังอัด ค่ากำลังคัต ค่ากำลังดึง และสามารถเป็นวัสดุกันซึมความชื้นและน้ำใต้ดิน และมีเอกสารยืนยันคุณสมบัติค่ากำลังอัด ค่ากำลังคัต ค่ากำลังดึง ของวัสดุจากสถาบัน AIT และสามารถเป็นวัสดุกันซึม โดยรับการรับรองจากผู้ผลิตว่าสามารถให้ความชื้นผ่านได้ไม่เกิน 5 % RH โดยวัสดุที่กล่าวมาข้างต้นนี้คือ อีพ็อกซีเกร้าท์ Sikadur- 742

เมื่อดำเนินการตัดความชื้นแล้วเสร็จพบว่าค่าความชื้นที่ได้นั้นมีค่าความชื้นอยู่ที่ 2-3% RH โดยค่าเฉลี่ยประมาณ 2.9%RH ค่าที่ได้เมื่อทำการเปรียบเทียบจากค่าเดิมก่อนปรับปรุงซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 5.5%RH และ 4.1%RH ถือว่าวิธีการตัดความชื้นโดยวิธีตัดความชื้นโดยใช้วัสดุที่สามารถให้ความชื้นผ่านได้ไม่เกิน 5 % เป็นวัสดุทดแทนวัสดุเดิมนั้นผลจากการสรุปในการตรวจวัดค่าความชื้นและทำการเปรียบเทียบแล้ว ความชื้นลดลง(จาก 5.5%RH และ 4.1%RH ลดลงเหลือ 2.9%RH) ซึ่งความชื้นที่ลดลงนั้นเป็นค่าที่ยอมรับได้และไม่เกิดความเสียหายกับผนังอาคาร โบราณถือได้ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดความชื้นในผนังอาคาร โบราณที่ได้ผลในระดับหนึ่ง



รูปที่ 5.1 อาคารโบราณ(หม่อม ลม้าย)ที่บูรณะและตัดความชื้นแล้วเสร็จ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

การเก็บข้อมูลต้องทำให้แม่นยำที่สุด ถ้าต้องการข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดต้องทำการตรวจวัดให้ใกล้เคียงกันที่สุดและมีระยะเวลาในการเก็บค่าความชื้นที่มากขึ้น ทำให้ค่าที่ได้แม่นยำกว่านี้

จากการศึกษาพบว่าความชื้นที่เกิดขึ้นนั้นมีผลที่สร้างความเสียหายกับผนังอาคารโบราณที่มีอายุของอาคารไม่ต่ำกว่า 50 ปีนั้นค่อนข้างมาก สภาพความเสียหายสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ดังนั้นทางผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาคาร โบราณหรืออาคารอนุรักษ์จึงต้องคำนึงถึงอาคารประเภทอาคารโบราณเป็นกรณีพิเศษ เพราะอาคารเก่าหรืออาคารโบราณประเภทนี้อยู่ในเกณฑ์ของอาคารอันตราย ถ้าไม่มีการดูแลบูรณะอาคารให้สามารถใช้งานของอาคารได้อย่างปลอดภัย วิธีการแก้ไขปัญหาลำดับต้นๆ ที่ทำการทดลองแก้ไขปัญหาคือความชื้นอาจไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด แต่มีวิธีอื่นๆ ที่ใช้แก้ไขปัญหาก็ได้หลากหลายแนวทาง อย่างไรก็ตามผู้ที่สนใจในด้านผลกระทบความชื้นที่มีต่ออาคารนี้สามารถศึกษาได้จากหัวข้ออื่นๆ ได้ดังนี้

1. การศึกษาผลกระทบของวัสดุตกแต่งภายในต่อการสะสมความร้อนและความชื้นในอาคาร โดยวัสดุตกแต่งในอาคารก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อความชื้นในอาคาร
2. การศึกษาการสะสมความชื้นในผนังมวลเบาในช่วงฤดูฝน เนื่องจากการสะสมความชื้นในฤดูต่างๆ จะมีค่าความชื้นที่แตกต่างกัน
3. การศึกษาอิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนัง
4. การป้องกันการเกิดเชื้อราเนื่องจากความชื้นในผนังอาคาร
5. การศึกษาประสิทธิภาพของสารกันซึมที่ใช้เคลือบผิวอิฐเพื่อป้องกันการความชื้น
6. การศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่ออาคารสมัยใหม่

ดังนั้นจะพบว่าอาคารอนุรักษ์ซึ่งเป็นอาคารที่มีอายุของอาคารยาวนานหลายสิบปี เป็นอาคารที่แสดงถึงวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามของชาวไทย ซึ่งได้สืบทอดกันมาในยุคต่างๆ การบูรณะและรักษาสภาพของอาคารให้อยู่คงเดิมของอาคารเริ่มแรกนั้นจึงมีความสำคัญมาก ซึ่งข้อมูลต่างๆ นี้ทำให้สามารถศึกษา เรียนรู้ถึง วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีในยุคต่างๆ เพื่อเป็นประวัติศาสตร์ให้กับชนรุ่นหลังต่อไป

## บรรณานุกรม

### หนังสือ

- วินิต ช่อวิเชียร. (2539). **คอนกรีตเทคโนโลยี. (พิมพ์ครั้งที่8).** กรุงเทพฯ: สมาคม  
ส่งเสริมเทคโนโลยี  
พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติประเทศไทย. (2547). **วังเทวะเวสม์.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรุงเทพ.  
อัครเดช สินธุภัก. (2534). **การปรับอากาศ. (พิมพ์ครั้งที่2).** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### วิทยานิพนธ์

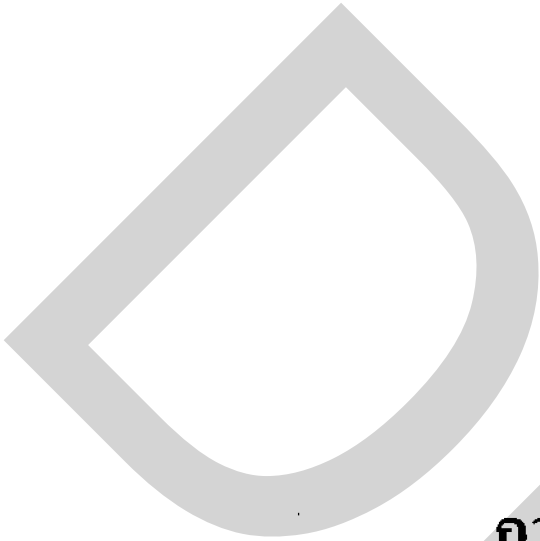
- สกนธ์ ศรีวิไลสกุลวงศ์. (2545). **การพัฒนาระบบผนังโพนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลด  
ความร้อน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.  
กัตัญชสี เวชวิมล. (2543). **อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของฉนวน  
ฝ้าผนังในวัด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
วิชัญดา เศษาคิษฐ์. (2544). **ประสิทธิภาพของสารกันซึมที่ใช้เคลือบผิวอิฐเพื่อป้องกันความชื้น.**  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- จันทร์จิรา เศษะเวชเจริญ. (2545). **ความชื้นในอาคาร.** สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2549, จาก  
<http://teenet.chiangmai.ac.th/emac/journal/2002/17/04.php>

โครงการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ. (2546). ความชื้นและเสถียรภาพของอากาศ.  
สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2549, จาก <http://www.jesa.in.th/about/copyright.htm>

รูป 3



**ภาคผนวก ก**

## ภาคผนวก ก

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคาร โบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 1  
วันที่ 7 พฤษภาคม 2547 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ก.1 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น)%RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	6	6	6	5.5	5.5	5.5	5.2	4.9	5
จุดที่2	6	6	6	5.6	5.4	5.4	5	5.2	5.2
จุดที่3	6	6	5.8	5.7	5.7	5.7	5.4	5.4	5.4
จุดที่4	6	5.9	5.9	5.5	5.7	5.6	5.2	5.2	5.2
จุดที่5	6	6	6	5.6	5.7	5.7	5.4	5.4	5.4
จุดที่6	6	6	6	6	6	5.9	5.4	5.2	5
จุดที่7	6	5.9	5.9	5.5	5.4	5.4	5	5.2	5.1
จุดที่8	6	6	6	5.4	5.4	5.3	4.9	5	5
จุดที่9	6	5.9	5.9	5.5	5.6	5.4	5	5	4.9
จุดที่10	5.9	5.9	5.9	5.4	5.4	5.4	5.1	5	5.1
จุดที่11	6	5.8	5.8	5.2	5.3	5.2	4.9	4.8	5
จุดที่12	6	5.9	5.8	5.3	5.2	5.3	5	5	5
จุดที่13	5.8	5.8	5.8	5.3	5.3	5.3	5	4.9	5
จุดที่14	6	6	6	5.4	5.3	5.4	5	5	4.9
จุดที่15	6	6	5.9	5.2	5.3	5.3	4.8	4.8	4.8
จุดที่16	6	6	6	5.5	5.5	5.5	5	5	5
จุดที่17	5.9	5.8	5.8	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4
จุดที่18	6	5.9	5.9	5.4	5.5	5.5	5.3	5.3	5.3



ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น)%RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่19	5	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	3.2	3
จุดที่20	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3	3	3
จุดที่21	5.2	5	5	4	4.5	4.2	3	2.5	2.5
จุดที่22	5	5	5	4	4	4	4	4	4
จุดที่23	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4	4	4
จุดที่24	5	5	5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
จุดที่25	5	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	2	2
จุดที่26	5.2	5.2	5	4	4	4.2	3.5	3.5	3.5
จุดที่27	5.2	5	5	4	4.5	4.2	3	2.5	2.5
จุดที่28	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3	3	3
จุดที่29	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4	4	4
จุดที่30	4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	3	2.5	3
จุดที่31	5	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	3	3
จุดที่32	5.2	5	5	4	4.5	4.2	3	2.8	3

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคาร โบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 2  
วันที่ 14 พฤษภาคม 2547 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ก.2 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	6	6	5.9	5.5	5.4	5.5	5.2	5.1	5
จุดที่2	6	5.9	5.9	5.6	5.5	5.4	5.2	5.2	5.2
จุดที่3	6	5.9	5.9	5.6	5.7	5.7	5.5	5.4	5.4
จุดที่4	6	6	5.9	5.7	5.7	5.6	5.4	5.2	5.2
จุดที่5	6	6	6	5.6	5.6	5.7	5.5	5.5	5.4
จุดที่6	6	6	6	6	6	5.9	5.4	5.2	5
จุดที่7	6	5.9	5.9	5.6	5.5	5.4	5.2	5.2	5.2
จุดที่8	6	5.9	5.9	5.5	5.4	5.3	5.1	5	5
จุดที่9	6	6	5.9	5.5	5.6	5.5	5.2	5	5
จุดที่10	6	6	5.9	5.5	5.4	5.4	5	5	5.1
จุดที่11	6	5.8	5.8	5.2	5.3	5.3	4.9	4.8	5.2
จุดที่12	6	5.9	5.8	5.3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1
จุดที่13	6	5.8	5.8	5.3	5.3	5.3	5	4.9	5
จุดที่14	6	6	6	5.6	5.5	5.5	5.1	5.2	4.9
จุดที่15	6	6	5.9	5.2	5.3	5.3	4.8	4.8	4.8
จุดที่16	6	5.9	5.9	5.5	5.5	5.5	5	5	5
จุดที่17	5.9	5.8	5.8	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4
จุดที่18	6	5.9	5.9	5.4	5.5	5.5	5.3	5.3	5.3
จุดที่19	5	5	5	4.6	4.5	4.2	3.2	3	2

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่20	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3	3	3
จุดที่21	5.2	5	5	4	4.5	4.2	3	2.5	2.5
จุดที่22	5.2	5.1	5	3.9	3.9	3.9	4	4	4
จุดที่23	4.5	4.5	4.6	4	4	4	3.9	3.9	3.9
จุดที่24	5	5	5	3.8	3.8	3.8	3.5	3.5	3.5
จุดที่25	5	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	2	2
จุดที่26	5.2	5.2	5.2	4	4	4.2	3.3	3.5	3.5
จุดที่27	5.2	5.2	5.2	4	4.5	4.2	2.8	2.5	2.5
จุดที่28	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3	3	3
จุดที่29	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4	4	4
จุดที่30	4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	3	2.5	3
จุดที่31	5.1	5	5	4.4	4.5	4.2	3.2	3.2	3
จุดที่32	5.2	5	5.2	4.2	4.5	4.2	3	2.8	2.5

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคารโบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 3  
วันที่ 21 พฤษภาคม 2547 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ก.3 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	6	6	6	5.4	5.4	5.4	5	4.9	5
จุดที่2	6	6	6	5.6	5.5	5.4	5.1	5.2	5.2
จุดที่3	6	6	5.8	5.7	5.7	5.6	5.5	5.4	5.4
จุดที่4	6	5.9	5.9	5.5	5.7	5.6	5.2	5.2	5.2
จุดที่5	6	6	5.9	5.6	5.7	5.7	5.5	5.4	5.4
จุดที่6	6	6	6	5.8	5.8	5.8	5.4	5.2	5.2
จุดที่7	6	5.9	5.9	5.3	5.4	5.4	5.2	5.2	5.1
จุดที่8	6	6	5.9	5.5	5.4	5.3	4.9	5.2	5
จุดที่9	6	5.9	5.9	5.5	5.6	5.4	5	5	4.9
จุดที่10	5.9	5.9	5.9	5.4	5.4	5.4	5.2	5	5.1
จุดที่11	6	5.8	5.9	5.2	5.3	5.2	4.9	4.8	5.1
จุดที่12	6	5.8	5.8	5.2	5.2	5.3	5	5	5.1
จุดที่13	5.8	5.8	5.8	5.3	5.3	5.3	5	4.9	5
จุดที่14	6	6	6	5.4	5.3	5.4	5	5	4.9
จุดที่15	6	6	5.9	5.2	5.4	5.3	4.9	4.8	4.8
จุดที่16	6	6	6	5.4	5.5	5.5	5	5	4.9
จุดที่17	5.9	5.8	5.8	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4
จุดที่18	6	5.9	5.9	5.4	5.5	5.5	5.3	5.3	5.3
จุดที่19	5	5	5.1	4.5	4.4	4.2	3.2	3	3.2

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม.			ระดับความสูง 1.10 ม.		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่20	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3	3	3
จุดที่21	5.2	5.1	5	4	4.5	4.2	3	2.5	2.5
จุดที่22	5	5	5	4.2	4	4	4	4	3.9
จุดที่23	4.5	4.5	4.5	4	4	4	3.8	3.8	3.8
จุดที่24	5	5	5	3.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2
จุดที่25	5	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	3.2	3
จุดที่26	5.2	5.2	5	4	4	4.2	3.5	3.5	3.5
จุดที่27	5.2	5.1	5	4	4.5	4.2	3	2.5	2.5
จุดที่28	5.5	5.5	5.5	4.5	4	4	3.5	3	3
จุดที่29	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4	4	4
จุดที่30	4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	3	2.5	3
จุดที่31	5.2	5	5	4.5	4.5	4.2	3.2	3.2	3.2
จุดที่32	5.2	5.1	5	4.5	4.5	4.2	3	2.8	2.8

ตารางที่ ก.4 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 1 (ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	6.0	5.5	5.0
จุดที่2	6.0	5.5	5.1
จุดที่3	5.9	5.7	5.4
จุดที่4	5.9	5.6	5.2
จุดที่5	6.0	5.7	5.4
จุดที่6	6.0	6.0	5.2
จุดที่7	5.9	5.4	5.1
จุดที่8	6.0	5.4	5.0
จุดที่9	5.9	5.5	5.0
จุดที่10	5.9	5.4	5.1
จุดที่11	5.9	5.2	4.9
จุดที่12	5.9	5.3	5.0
จุดที่13	5.8	5.3	5.0
จุดที่14	6.0	5.4	5.0
จุดที่15	6.0	5.3	4.8
จุดที่16	6.0	5.5	5.0
จุดที่17	5.8	5.5	5.4
จุดที่18	5.9	5.5	5.3
จุดที่19	5.0	4.4	3.1
จุดที่20	5.5	4.2	3.0
จุดที่21	5.1	4.2	2.7

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	5.0	4.0	4.0
จุดที่23	4.5	4.0	4.0
จุดที่24	5.0	3.5	3.5
จุดที่25	5.0	4.4	2.4
จุดที่26	5.1	4.1	3.5
จุดที่27	5.1	4.2	2.7
จุดที่28	5.5	4.2	3.0
จุดที่29	4.5	4.0	4.0
จุดที่30	4.5	4.7	2.8
จุดที่31	5.0	4.4	3.1
จุดที่32	5.1	4.2	2.9

ตารางที่ ก.5 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 2 (ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	5.8	5.4	5.2
จุดที่2	5.8	5.4	5.3
จุดที่3	5.8	5.6	5.5
จุดที่4	5.9	5.6	5.3
จุดที่5	5.9	5.6	5.5
จุดที่6	6.0	5.8	5.3
จุดที่7	5.8	5.4	5.3
จุดที่8	5.8	5.3	5.2
จุดที่9	5.8	5.4	5.2
จุดที่10	5.8	5.3	5.2
จุดที่11	5.6	5.2	5.1
จุดที่12	5.7	5.3	5.3
จุดที่13	5.6	5.2	5.1
จุดที่14	5.9	5.4	5.2
จุดที่15	5.7	5.1	5.0
จุดที่16	5.8	5.3	5.2
จุดที่17	5.7	5.5	5.5
จุดที่18	5.7	5.4	5.4
จุดที่19	4.9	4.0	3.0
จุดที่20	5.2	3.7	3.4
จุดที่21	4.7	3.9	3.0



ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	4.7	3.9	4.1
จุดที่23	4.4	4.0	4.0
จุดที่24	4.6	3.7	3.7
จุดที่25	4.8	4.0	2.6
จุดที่26	4.8	3.8	3.7
จุดที่27	4.8	3.8	3.0
จุดที่28	5.2	3.7	3.4
จุดที่29	4.3	4.0	4.1
จุดที่30	4.7	4.0	3.2
จุดที่31	4.8	4.0	3.5
จุดที่32	4.8	3.9	3.1

ตารางที่ ก.6 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 3 (ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	6.0	5.4	5.0
จุดที่2	6.0	5.5	5.2
จุดที่3	5.9	5.7	5.4
จุดที่4	5.9	5.6	5.2
จุดที่5	6.0	5.7	5.4
จุดที่6	6.0	5.8	5.3
จุดที่7	5.9	5.4	5.2
จุดที่8	6.0	5.4	5.0
จุดที่9	5.9	5.5	5.0
จุดที่10	5.9	5.4	5.1
จุดที่11	5.9	5.2	4.9
จุดที่12	5.9	5.2	5.0
จุดที่13	5.8	5.3	5.0
จุดที่14	6.0	5.4	5.0
จุดที่15	6.0	5.3	4.8
จุดที่16	6.0	5.5	5.0
จุดที่17	5.8	5.5	5.4
จุดที่18	5.9	5.5	5.3
จุดที่19	5.0	4.4	3.1
จุดที่20	5.5	4.2	3.0
จุดที่21	5.1	4.2	2.7

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	5.0	4.1	4.0
จุดที่23	4.5	4.0	3.8
จุดที่24	5.0	3.6	3.4
จุดที่25	5.0	4.4	3.1
จุดที่26	5.1	4.1	3.5
จุดที่27	5.1	4.2	2.7
จุดที่28	5.5	4.2	3.2
จุดที่29	4.5	4.0	4.0
จุดที่30	4.5	4.7	2.8
จุดที่31	5.1	4.4	3.2
จุดที่32	5.1	4.4	2.9

ตารางที่ ก.7 ค่าความชื้นเฉลี่ยจำนวนการวัดค่า ในช่วงเวลาและระดับความสูงในแต่ละจุดตรวจวัด (ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง
	0.10 ม.	0.60 ม.	1.10 ม.
จุดที่1	6.0	5.4	5.0
จุดที่2	6.0	5.5	5.2
จุดที่3	5.9	5.7	5.4
จุดที่4	5.9	5.6	5.2
จุดที่5	6.0	5.7	5.4
จุดที่6	6.0	5.8	5.3
จุดที่7	5.9	5.4	5.2
จุดที่8	6.0	5.4	5.0
จุดที่9	5.9	5.5	5.0
จุดที่10	5.9	5.4	5.1
จุดที่11	5.9	5.2	4.9
จุดที่12	5.9	5.2	5.0
จุดที่13	5.8	5.3	5.0
จุดที่14	6.0	5.4	5.0
จุดที่15	6.0	5.3	4.8
จุดที่16	6.0	5.5	5.0
จุดที่17	5.8	5.5	5.4
จุดที่18	5.9	5.5	5.3
จุดที่19	5.0	4.4	3.1
จุดที่20	5.5	54.2	3.0
จุดที่21	5.1	4.2	2.7

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง
	0.10 ม.	0.60 ม.	1.10 ม.
จุดที่22	5.0	4.1	4.0
จุดที่23	4.5	4.0	3.8
จุดที่24	5.0	3.6	3.4
จุดที่25	5.0	4.4	3.1
จุดที่26	5.1	4.1	3.5
จุดที่27	5.1	4.2	2.7
จุดที่28	5.5	4.2	3.2
จุดที่29	4.5	4.0	4.0
จุดที่30	4.5	4.7	2.8
จุดที่31	5.1	4.4	3.2
จุดที่32	5.1	4.4	2.9

ตารางที่ ก.8 ค่าความชื้นเฉลี่ยจำนวนการวัดค่าในช่วงเวลาและระดับความสูงในแต่ละจุดตรวจวัด  
(ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่1	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่2	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่3
จุดที่1	5.5	5.5	5.5
จุดที่2	5.5	5.5	5.6
จุดที่3	5.7	5.7	5.7
จุดที่4	5.6	5.6	5.6
จุดที่5	5.7	5.7	5.7
จุดที่6	5.7	5.7	5.7
จุดที่7	5.5	5.5	5.5
จุดที่8	5.4	5.5	5.5
จุดที่9	5.5	5.5	5.5
จุดที่10	5.5	5.5	5.5
จุดที่11	5.3	5.4	5.4
จุดที่12	5.4	5.5	5.4
จุดที่13	5.4	5.4	5.4
จุดที่14	5.4	5.5	5.4
จุดที่15	5.3	5.3	5.4
จุดที่16	5.5	5.5	5.5
จุดที่17	5.6	5.6	5.6
จุดที่18	5.6	5.6	5.6
จุดที่19	4.2	4.1	4.2
จุดที่20	4.2	4.2	4.2
จุดที่21	4.0	4.0	4.0
จุดที่22	4.3	4.3	4.3

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่1	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่2	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่3
จุดที่23	4.2	4.1	4.1
จุดที่24	4.0	4.1	4.0
จุดที่25	3.9	3.9	4.2
จุดที่26	4.2	4.2	4.2
จุดที่27	4.0	4.0	4.0
จุดที่28	4.2	4.2	4.3
จุดที่29	4.2	4.2	4.2
จุดที่30	4.0	4.0	4.0
จุดที่31	4.2	4.2	4.2
จุดที่32	4.1	4.1	4.1

ตารางที่ ก.9 ค่าความชื้นเฉลี่ยในแต่ละจุดตรวจวัด (ก่อนตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH
	ค่าเฉลี่ย
จุดที่1	5.5
จุดที่2	5.5
จุดที่3	5.7
จุดที่4	5.6
จุดที่5	5.7
จุดที่6	5.7
จุดที่7	5.5
จุดที่8	5.4
จุดที่9	5.5
จุดที่10	5.5
จุดที่11	5.3
จุดที่12	5.4
จุดที่13	5.4
จุดที่14	5.4
จุดที่15	5.3
จุดที่16	5.5
จุดที่17	5.6
จุดที่18	5.6
จุดที่19	4.2
จุดที่20	4.2
จุดที่21	4.0
จุดที่22	4.3
จุดที่23	4.2



ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (ก่อนปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH
	ค่าเฉลี่ย
จุดที่24	4.0
จุดที่25	3.9
จุดที่26	4.2
จุดที่27	4.0
จุดที่28	4.2
จุดที่29	4.2
จุดที่30	4.0
จุดที่31	4.2
จุดที่32	4.1



ภาคผนวก ข



## ภาคผนวก ข

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคารโบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 1  
วันที่ 10 มิถุนายน 2549 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ข.1 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	3.4	3.4	3.5	3.2	3.1	3.1	2.6	2.5	2.4
จุดที่2	3.3	3.3	3.3	3	3.1	3	2.5	2.5	2.4
จุดที่3	3.4	3.4	3.4	3	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่4	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3
จุดที่5	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.3	2.3	2.3
จุดที่6	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่7	3.4	3.4	3.5	3.2	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่8	3.3	3.3	3.3	3	3.1	3	2.5	2.5	2.4
จุดที่9	3.4	3.4	3.4	3	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่10	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3
จุดที่11	3.2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.5
จุดที่12	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3
จุดที่13	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.3	2.3	2.3
จุดที่14	3.2	3.3	3.3	2.9	2.9	2.9	2.8	2.5	2.4
จุดที่15	3.4	3.4	3.5	3.2	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่16	3.4	3.4	3.5	3.2	3.1	3.1	2.6	2.5	2.4
จุดที่17	3.3	3.3	3.3	3	3.1	3	2.5	2.5	2.4
จุดที่18	3.4	3.4	3.4	3	3.1	3	2.3	2.4	2.4

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่19	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่20	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่21	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่22	3	3	3	2.8	2.8	2.8	2.5	2.6	2.4
จุดที่23	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่24	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่25	3.5	3.5	3.3	3	3	3	2.8	2.8	2.6
จุดที่26	3.4	3.5	3.3	3.1	3	3	2.7	2.8	2.7
จุดที่27	3.2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.5
จุดที่28	3.1	3.2	3.1	2.8	3	2.8	2.6	2.6	2.5
จุดที่29	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่30	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่31	3.4	3.4	3.4	3	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่32	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคารโบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 2  
วันที่ 17 มิถุนายน 2549 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ข.2 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	3.5	3.4	3.5	3.2	3.1	3.1	2.6	2.5	2.5
จุดที่2	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5
จุดที่3	3.5	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่5	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่6	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่7	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่8	3.5	3.5	3.3	3	3	3	2.8	2.8	2.6
จุดที่9	3.4	3.5	3.3	3.1	3	3	2.7	2.8	2.7
จุดที่10	3.4	3.4	3.3	3.1	3	2.9	2.7	2.7	2.7
จุดที่11	3.2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.5
จุดที่12	3.1	3.2	3.1	2.8	3	2.8	2.6	2.6	2.5
จุดที่13	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่14	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่15	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่16	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5
จุดที่17	3.5	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่18	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่19	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่20	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่21	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่22	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่23	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่24	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่25	3.5	3.5	3.3	3	3	3	2.8	2.8	2.6
จุดที่26	3.4	3.5	3.3	3.1	3	3	2.7	2.8	2.7
จุดที่27	3.2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.5
จุดที่28	3.1	3.2	3.1	2.8	3	2.8	2.6	2.6	2.5
จุดที่29	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่30	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่31	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่32	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดความชื้นภายนอกและภายในผนังอาคาร โบราณ ทั้ง 4 ด้าน ครั้งที่ 3  
วันที่ 14 มิถุนายน 2549 เวลา 7.00 น. , 12.00 น. 18.00 น.

ตารางที่ ข.3 ค่าความชื้นที่ตรวจวัดจากผนังภายนอกและภายใน(หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่1	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่2	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่3	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5
จุดที่4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่5	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5
จุดที่6	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่7	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่9	3.4	3.5	3.3	3.1	3	3	2.7	2.8	2.7
จุดที่10	3.4	3.4	3.3	3.1	3	2.9	2.7	2.7	2.7
จุดที่11	3.2	3.2	3.1	2.8	2.9	2.8	2.5	2.6	2.5
จุดที่12	3.1	3.2	3.1	2.8	3	2.8	2.6	2.6	2.5
จุดที่13	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่14	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่15	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่16	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่17	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่18	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่19	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH								
	ระดับความสูง 0.10 ม.			ระดับความสูง 0.60 ม			ระดับความสูง 1.10 ม		
	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.	7.00น.	12.00น.	18.00น.
จุดที่20	3.3	3.3	3.3	3	3.1	3	2.5	2.5	2.4
จุดที่21	3.4	3.4	3.4	3	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่22	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3
จุดที่23	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.3	2.3	2.3
จุดที่24	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่25	3.2	3.2	3.2	3	3	3	2.3	2.3	2.3
จุดที่26	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.3	2.3	2.3
จุดที่27	3.3	3.3	3.3	2.9	3	3	2.8	2.5	2.4
จุดที่28	3.4	3.4	3.5	3.2	3.1	3	2.3	2.4	2.4
จุดที่29	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่30	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3	2.4	2.4	2.4
จุดที่31	3.1	3.3	3.3	3.1	3	3	2.5	2.6	2.4
จุดที่32	3.4	3.4	3.3	3	3.1	3.1	2.5	2.5	2.5



ตารางที่ ข.4 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 1 (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	3.4	3.1	2.5
จุดที่2	3.3	3.0	2.5
จุดที่3	3.4	3.0	2.4
จุดที่4	3.2	3.0	2.3
จุดที่5	3.1	2.9	2.3
จุดที่6	3.3	3.0	2.6
จุดที่7	3.4	3.1	2.4
จุดที่8	3.3	3.0	2.5
จุดที่9	3.4	3.0	2.4
จุดที่10	3.2	3.0	2.3
จุดที่11	3.2	2.8	2.5
จุดที่12	3.2	3.0	2.3
จุดที่13	3.1	2.9	2.3
จุดที่14	3.3	2.9	2.6
จุดที่15	3.4	3.1	2.4
จุดที่16	3.4	3.1	2.5
จุดที่17	3.3	3.0	2.5
จุดที่18	3.4	3.0	2.4
จุดที่19	3.2	3.1	2.4
จุดที่20	3.2	3.0	2.5
จุดที่21	3.3	3.0	2.6

ตำแหน่งจุดที่ ตรวจวัดความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	3.0	2.8	2.5
จุดที่23	3.3	3.0	2.6
จุดที่24	3.5	3.1	2.4
จุดที่25	3.4	3.0	2.7
จุดที่26	3.4	3.0	2.7
จุดที่27	3.2	2.8	2.5
จุดที่28	3.1	2.9	2.6
จุดที่29	3.2	3.1	2.4
จุดที่30	3.5	3.1	2.4
จุดที่31	3.4	3.0	2.4
จุดที่32	3.2	3.0	2.3

ตารางที่ ข.5 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 2 (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	3.4	2.9	2.7
จุดที่2	3.2	2.9	2.7
จุดที่3	3.4	2.8	2.6
จุดที่4	3.2	2.8	2.6
จุดที่5	3.2	2.8	2.6
จุดที่6	3.2	2.9	2.6
จุดที่7	3.4	2.8	2.6
จุดที่8	3.3	2.9	2.8
จุดที่9	3.3	2.9	2.9
จุดที่10	3.3	2.9	2.8
จุดที่11	3.0	2.7	2.6
จุดที่12	3.0	2.8	2.7
จุดที่13	3.2	2.8	2.6
จุดที่14	3.4	2.8	2.6
จุดที่15	3.2	2.8	2.6
จุดที่16	3.2	2.9	2.7
จุดที่17	3.4	2.8	2.6
จุดที่18	3.2	2.8	2.6
จุดที่19	3.2	2.8	2.6
จุดที่20	3.2	2.8	2.6
จุดที่21	3.2	2.9	2.6

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	3.2	2.8	2.6
จุดที่23	3.2	2.9	2.6
จุดที่24	3.4	2.8	2.6
จุดที่25	3.3	2.9	2.8
จุดที่26	3.3	2.9	2.9
จุดที่27	3.0	2.7	2.6
จุดที่28	3.0	2.8	2.7
จุดที่29	3.2	2.8	2.6
จุดที่30	3.4	2.8	2.6
จุดที่31	3.2	2.8	2.6
จุดที่32	3.2	2.9	2.7

ตารางที่ ข.6 ค่าความชื้นเฉลี่ยของช่วงเวลาในระดับความสูง 0.10 , 0.60 , 1.10 ม. ครั้งที่ 3 (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่1	3.5	3.1	2.4
จุดที่2	3.2	3.0	2.5
จุดที่3	3.4	3.1	2.5
จุดที่4	3.2	3.1	2.4
จุดที่5	3.4	3.1	2.5
จุดที่6	3.2	3.0	2.5
จุดที่7	3.3	3.1	2.4
จุดที่8	3.2	3.1	2.4
จุดที่9	3.4	3.0	2.7
จุดที่10	3.4	3.0	2.7
จุดที่11	3.2	2.8	2.5
จุดที่12	3.1	2.9	2.6
จุดที่13	3.2	3.1	2.4
จุดที่14	3.5	3.1	2.4
จุดที่15	3.2	3.0	2.5
จุดที่16	3.3	3.0	2.6
จุดที่17	3.2	3.0	2.5
จุดที่18	3.3	3.0	2.6
จุดที่19	3.2	3.1	2.4
จุดที่20	3.3	3.0	2.5
จุดที่21	3.4	3.0	2.4

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ	เฉลี่ยระดับ
	ความสูง 0.10 ม.	ความสูง 0.60 ม.	ความสูง 1.10 ม.
จุดที่22	3.2	3.0	2.3
จุดที่23	3.1	2.9	2.3
จุดที่24	3.5	3.1	2.4
จุดที่25	3.2	3.0	2.3
จุดที่26	3.1	2.9	2.3
จุดที่27	3.3	3.0	2.6
จุดที่28	3.4	3.1	2.4
จุดที่29	3.2	3.1	2.4
จุดที่30	3.5	3.1	2.4
จุดที่31	3.2	3.0	2.5
จุดที่32	3.4	3.1	2.5

ตารางที่ ข.7 ค่าความชื้นเฉลี่ยจำนวนการวัดค่า ในช่วงเวลาและระดับความสูงในแต่ละจุดตรวจวัด (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง
	0.10 ม.	0.60 ม.	1.10 ม.
จุดที่1	3.4	3.0	2.5
จุดที่2	3.2	3.0	2.6
จุดที่3	3.4	3.0	2.5
จุดที่4	3.2	3.0	2.4
จุดที่5	3.2	2.9	2.5
จุดที่6	3.2	3.0	2.6
จุดที่7	3.4	3.0	2.5
จุดที่8	3.3	3.0	2.6
จุดที่9	3.4	3.0	2.7
จุดที่10	3.3	3.0	2.6
จุดที่11	3.1	2.8	2.5
จุดที่12	3.1	2.9	2.5
จุดที่13	3.2	2.9	2.4
จุดที่14	3.4	2.9	2.5
จุดที่15	3.3	3.0	2.5
จุดที่16	3.3	3.0	2.6
จุดที่17	3.3	2.9	2.5
จุดที่18	3.3	2.9	2.5
จุดที่19	3.2	3.0	2.5
จุดที่20	3.2	2.9	2.5
จุดที่21	3.3	3.0	2.5

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง	ค่าเฉลี่ยระดับความสูง
	0.10 ม.	0.60 ม.	1.10 ม.
จุดที่22	3.1	2.9	2.5
จุดที่23	3.2	2.9	2.5
จุดที่24	3.5	3.0	2.5
จุดที่25	3.3	3.0	2.6
จุดที่26	3.3	2.9	2.6
จุดที่27	3.2	2.8	2.6
จุดที่28	3.2	2.9	2.6
จุดที่29	3.2	3.0	2.5
จุดที่30	3.5	3.0	2.5
จุดที่31	3.3	2.9	2.5
จุดที่32	3.3	3.0	2.5



ตารางที่ ข.8 ค่าความชื้นเฉลี่ยจำนวนการวัดค่า ในช่วงเวลาและระดับความสูงในแต่ละจุดตรวจวัด (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่1	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่2	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่3
จุดที่1	3.0	3.0	3.0
จุดที่2	2.9	3.0	2.9
จุดที่3	2.9	3.0	3.0
จุดที่4	2.8	2.9	2.9
จุดที่5	2.8	2.9	3.0
จุดที่6	2.9	2.9	2.9
จุดที่7	3.0	3.0	2.9
จุดที่8	2.9	3.1	2.9
จุดที่9	2.9	3.1	3.1
จุดที่10	2.8	3.0	3.0
จุดที่11	2.8	2.8	2.8
จุดที่12	2.8	2.9	2.9
จุดที่13	2.8	2.9	2.9
จุดที่14	2.9	3.0	3.0
จุดที่15	3.0	2.9	2.9
จุดที่16	3.0	3.0	2.9
จุดที่17	2.9	3.0	2.9
จุดที่18	2.9	2.9	2.9
จุดที่19	2.9	2.9	2.9
จุดที่20	2.9	2.9	2.9
จุดที่21	2.9	2.9	2.9
จุดที่22	2.8	2.9	2.8

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH		
	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่1	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่2	ค่าเฉลี่ยตรวจวัดครั้งที่3
จุดที่23	2.9	2.9	2.8
จุดที่24	3.0	3.0	3.0
จุดที่25	3.1	3.1	2.8
จุดที่26	3.1	3.1	2.8
จุดที่27	2.8	2.8	2.9
จุดที่28	2.9	2.9	3.0
จุดที่29	2.9	2.9	2.9
จุดที่30	3.0	3.0	3.0
จุดที่31	2.9	2.9	2.9
จุดที่32	2.8	3.0	3.0

ตารางที่ ข.9 ค่าความชื้นเฉลี่ยในแต่ละจุดตรวจวัด (หลังตัดความชื้น)

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH
	ค่าเฉลี่ย
จุดที่1	3.0
จุดที่2	2.9
จุดที่3	3.0
จุดที่4	2.9
จุดที่5	2.9
จุดที่6	2.9
จุดที่7	3.0
จุดที่8	3.0
จุดที่9	3.0
จุดที่10	3.0
จุดที่11	2.8
จุดที่12	2.8
จุดที่13	2.9
จุดที่14	3.0
จุดที่15	2.9
จุดที่16	3.0
จุดที่17	3.0
จุดที่18	2.9
จุดที่19	2.9
จุดที่20	2.9
จุดที่21	2.9
จุดที่22	2.8
จุดที่23	2.9

ตำแหน่งจุดที่ตรวจวัด ความชื้น และเวลาที่ตรวจวัด	ค่าความชื้นในผนังที่ตรวจวัด (หลังปรับปรุงและตัดความชื้น) %RH
	ค่าเฉลี่ย
จุดที่24	3.0
จุดที่25	3.0
จุดที่26	3.0
จุดที่27	2.9
จุดที่28	2.9
จุดที่29	2.9
จุดที่30	3.0
จุดที่31	2.9
จุดที่32	2.9

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

สืบศักดิ์ พลากำแหง

อุตสาหกรรมศิลป์ ครุศาสตรบัณฑิต

วิทยาลัยครูจันทระเกษม

ปี 2537

เจ้าหน้าที่ (ช่างเทคนิคอาวุโส)

ส่วนงานก่อสร้างและบำรุงรักษา ฝ่ายธุรการ

ธนาคารแห่งประเทศไทย 273 ถนนสามเสน

แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร

กรุงเทพมหานคร 10200