

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย



นางสาว ชญาณีน จิตรานุเคราะห์

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-1263-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING COMFORT ZONE OF THAI TEMPLE

Miss Jayanin Chitranukroh

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Building Technology

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-1263-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย
โดย	นางสาว ชญาณิน จิตรานุเคราะห์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาคาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. วรสิทธิ์ บุรณากาญจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ม.ร.ว. แฉ่งน้อย ศักดิ์ศรี

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีระ สัจกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมสิทธิ์ นิตยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. วรสิทธิ์ บุรณากาญจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ม.ร.ว. แฉ่งน้อย ศักดิ์ศรี)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ)

ชญาณิน จิตรานุกเคราะห์ : ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย. (Environmental Factors Affecting Comfort Zone of Thai Temple) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. วรสันต์ บุญนาคาญจน์, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ศาสตราจารย์ ม.ร.ว. แฉ่งน้อย ศักดิ์ศรี , 252 หน้า. ISBN 974-13-1263-6.

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบสถาปัตยกรรมที่สามารถนำความเย็นจากภายนอกอาคารมาใช้ประโยชน์ให้ภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบายมากที่สุด การศึกษาถึงสภาพภูมิอากาศและสภาพบริเวณที่ตั้ง เพื่อหาตัวแปรสำคัญทางสภาพแวดล้อม และการเปรียบเทียบถึงความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย จะนำมาซึ่งการประยุกต์หรือปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อไป

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลองร่วมกับการวิจัยเชิงสำรวจ โดยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ คือ เลือกจากวัดในกรุงเทพมหานครที่ก่อสร้างในสมัยรัตนโกสินทร์ โดยมีความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส จำนวน 3 วัด ได้แก่ วัดราชาธิวาสวิหารซึ่งมีภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวอ่อน และความหนาแน่นของต้นไม้ระดับสูงในปริมาณมาก วัดกำแพงซึ่งมีภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวอ่อน และความหนาแน่นของต้นไม้ระดับสูงในปริมาณปานกลาง และวัดราชวรวิหารที่ไม่มีภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวอ่อน วิธีการวิจัยทำโดยการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ พื้นที่ให้ร่มเงา อุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวอ่อนและภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวแข็ง ในบริเวณภายในและภายนอกโบสถ์แต่ละแห่ง รวมทั้งการวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทยทั้ง 3 แห่งในวันเวลาเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่าร่มเงาจากต้นไม้ระดับสูงที่อยู่รอบโบสถ์ไทยจะทำให้บริเวณภายในและภายนอกโบสถ์เข้าสู่เขตสบายในเชิงอุณหภูมิได้ อีกทั้งภูมิสถาปัตยกรรมที่มีพื้นผิวอ่อนมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน โดยมีตัวแปรจากความสูงของต้นไม้ ความหนาแน่นของพุ่มใบ ระยะห่างของต้นไม้กับพื้นที่โดยรอบ และปริมาณของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนต่อปริมาณภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งและอาคาร เป็นต้น ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมภายนอกไม่มีผลกระทบมากนักต่ออุณหภูมิภายในโบสถ์ที่มีมวลสารสูงแต่ต้นไม้ในระดับสูงจะช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลง

ภาควิชา	สถาปัตยกรรมศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาคาร	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2543	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

427 41070 25 : MAJOR BUILDING TECHNOLOGY

KEY WORD: ENVIRONMENTAL FACTORS / COMFORT ZONE / MICRO-CLIMATE / LANDSCAPE

JAYANIN CHITRANUKROH : ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING COMFORT ZONE OF THAI TEMPLE. THESIS ADVISOR : VORASUN BURANAKARN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : PROFESSOR M.R. NENGNOI SUKSRI, 252 pp. ISBN 974-13-1263-6.

Environmental factors are the major influence to architectural design which cooling effect can be used to bring inside temperature close to comfort zone. Micro-climate and site condition research was aimed to find environmental factors and compared to comfort condition in Thai temples which could be applied to environmental design.

Experiment and survey methods were used in the study using purposive samples. Three Classical Thai temples in Bangkok, constructed in Ratanakosin period, were selected. The selected criteria were: high level of softscape with high density, high level of softscape with low density, and no softscape as Wat Rajadhiwat, Wat Kampang and Wat Ratburana, respectively. Influenced factors are Air Temperature, Relative Humidity, Shading and Surface Temperature of softscape and hardscape inside-outside Thai temples. Each result was evaluated as well as cross comparison of all samples with the same day data. The results show that shading from tall plants around Thai temple renders both inside and outside it close into thermal comfort zone. The effects of softscape in the environment are different in variable of plant height; density of leaves; distance of plants and surrounding area; and scale of softscape, hardscape and Building, etc. Though, the environment does not have much effect on indoor temperature of high-mass in Thai temple, the benefits of tall plants are reducing temperature-swing outside, and making the environment cool down.

Department	Architecture	Student's signature
Field of study	Building Technology	Advisor's signature
Academic year	2000	Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความช่วยเหลืออย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร. วรสันต์ บุรณากาญจน์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ ศาสตราจารย์ ม.ร.ว. แฉ่งน้อย ศักดิ์ศรี ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งคำชี้แนะจาก ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ และเนื่องด้วยทุนการวิจัยครั้งนี้ได้รับมาจาก คุณอาปอลแมรี่ สุวิษ สุวรอุฬร ผู้อุปการะค่าใช้จ่ายในการศึกษาในระดับปริญญาโทมาโดยตลอด จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอแสดงความเคารพ แต่ พระธรรมกวี พระรัชมงคลสุนทร พระครูปลัดอรรถจริยบุญกิจ พระบุญเลิศ วัดราชาธิวาส พระครูสิริวิราภรณ์ วัดราชบุรณะ และพระครูศรีปริยัตยานุรักษ์ วัดกำแพง ในความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกในด้าน การสำรวจและเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่าง ๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง แต่ คุณนพรัตน์-คุณเสาวภาคย์ จิตรานูเคราะห์ ผู้เป็นบิดา-มารดา และคุณยายฉิ้น เชื้อแหลม สำหรับคำอวยพรและกำลังใจ ขอขอบคุณ แต่ คุณจักรพรรดิ จิตรานูเคราะห์ คุณศนิवार จิตรานูเคราะห์ คุณพิชณุตม์ เชื้อแหลม คุณสิทธิพัฒน์ เจริญรุ่งเรือง และคุณวัศกร เจริญรุ่งเรือง ที่ช่วยงานวิจัยทุกด้าน รวมทั้งญาติพี่น้องทุกท่านที่ สนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้

โอกาสนี้ขอขอบคุณในน้ำใจ และการให้กำลังใจช่วยเหลือของมิตรสหาย แต่ คุณเสาวลักษณ์ อัสวเทววิช คุณวิศรา เนียมวงศ์ คุณสมพร จิระวันชัยกุล คุณวารุณ นุตกุล และคุณจุฑามาศ วิรุฬห์พานิช รวมทั้งนิสิตสาขาเทคโนโลยีอาคาร ปีการศึกษา 2542 ทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขออุทิศประโยชน์และความดีทั้งหมดของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ แต่ คุณธำรงค์ เจริญรุ่งเรือง ด้วยความรักเคารพ และระลึกถึง

ชญาณิน จิตรานูเคราะห์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
สารบัญแผนภูมิ	ฒ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.8 วิธีดำเนินการวิจัย	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม	7
2.2 เขตสเปาย	40
2.3 วัตในพุทธศาสนา	53
3 วิธีดำเนินการวิจัย	73
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	73
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	74
3.3 การติดตั้งเครื่องมือ	78
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	82

บทที่	หน้า
4 โปสถ์ที่ศึกษา	86
4.1 วัดราชาธิวาสวิหาร	86
4.2 วัดกำแพง	95
4.3 วัดราษฎร์บูรณะ	103
5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	109
5.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอน Pilot Study วัดราชาธิวาสวิหาร	110
5.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดราชาธิวาสวิหาร	123
5.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดกำแพง	136
5.4 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดราษฎร์บูรณะ	151
5.5 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	164
5.6 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนเปรียบเทียบปัจจัยทางสภาพแวดล้อม	177
6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	180
6.1 สรุปผลการวิจัย	180
6.2 อภิปรายผลการวิจัย	192
6.3 ข้อเสนอแนะ	205
รายการอ้างอิง	206
ภาคผนวก	211
ภาคผนวก ก	212
ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่างๆ	213
ภาคผนวก ข	214
แบบสำรวจส่วนที่ 1.1	215
แบบสำรวจส่วนที่ 1.2	216
แบบสำรวจส่วนที่ 2	217

สารบัญ (ต่อ)

ณ

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค	218
แผนผังเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร	219
แผนผังเขตพุทธาวาส วัดท่าแพ	221
แผนผังเขตพุทธาวาส วัดราชบูรณะ	224
ภาคผนวก ง	225
ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543).....	226
ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)	229
ข้อมูลของวัดท่าแพ (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)	232
ข้อมูลของวัดราชบูรณะ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)	235
ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (29-31 มีนาคม 2544)	238
ข้อมูลของวัดท่าแพ (29-31 มีนาคม 2544)	239
ข้อมูลของวัดราชบูรณะ (29-31 มีนาคม 2544)	240
ภาคผนวก จ	241
ข้อมูลความเร็วลมภายนอกโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)	242
ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)	244
ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)	246
ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดท่าแพ (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)	248
ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชบูรณะ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)	250
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	252

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2-1 เปรียบเทียบพื้นผิวต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด	35
2-2 เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของพืชพรรณและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น	39
2-3 เปรียบเทียบความเร็วลมกับผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์และผลของอุณหภูมิ	51
2-4 แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ	66
2-4 แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ (ต่อ)	67
2-4 แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ (ต่อ)	68
2-5 แสดงลักษณะและความสำคัญของพืชคลุมดินในพุทธประวัติ	69
2-6 แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ดอกในพุทธประวัติ	69
5-1 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27-28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	111
5-2 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27-28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	113
5-3 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายใน รวมทั้งผนัง ภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27-28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	116
5-4 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27-28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	116
5-5 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27-28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	119
5-6 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16-17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	124
5-7 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16-17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	126
5-8 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายในโบสถ์ ณ วันที่ 16-17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	129
5-9 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16-17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	129
5-10 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์ ณ วันที่ 16-17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
5-11 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	138
5-12 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	140
5-13 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายในโบสถ์ ณ วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	143
5-14 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	144
5-15 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์ ณ วันที่ 15-16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	147
5-16 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	152
5-17 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	154
5-18 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายในโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	157
5-19 แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	157
5-20 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	160
5-21 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น.–18:00 น.) ของอุณหภูมิภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	164
5-22 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น.–18:00 น.) ของอุณหภูมิภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	166
5-23 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น.–18:00 น.) ของอุณหภูมิใต้ต้นไม้ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพง	166

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
5-24 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น.–18:00 น.) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชฎาภิรมณ์	170
5-25 แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น.–18:00 น.) ของค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชฎาภิรมณ์	172
5-26 แสดงขนาดพื้นที่รวมในเขตพุทธาวาส พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (A) พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (B) และสัดส่วนของพื้นที่ A:B ของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชฎาภิรมณ์	177
5-27 แสดงขนาดโบสถ์ ขนาดพื้นที่ภายนอก พื้นที่โบสถ์ (A) พื้นที่ภายนอก (B) และ สัดส่วนพื้นที่ A:B ของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชฎาภิรมณ์	178
5-28 แสดงขนาดพื้นที่ในสัดส่วนเปรียบเทียบ พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน พื้นที่ ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง และพื้นที่ให้ร่มเงาใน 1 วัน ของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชฎาภิรมณ์	179
6-1 เปรียบเทียบพื้นผิวภายนอกต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด ของวัดราชาธิวาสวิหาร	181
6-2 เปรียบเทียบพื้นผิวภายนอกต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด ของวัดกำแพง	182
6-3 พื้นผิวคอนกรีตภายนอกที่ถูกแสงแดด ของวัดราชฎาภิรมณ์	183
6-4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการอยู่ในเขตสบาย ของ Olgyay (1992)	185
6-5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการอยู่ในเขตสบาย ของ Szokolay (1980)	186
6-6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการอยู่ในเขตสบาย ของ วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542)	188
6-7 แสดงอิทธิพลของร่มเงาที่มีต่อผิววัสดุ	201

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
2-1 แสดงการส่งผ่านความร้อน (Heat Exchange) มายังผิวโลกในเวลากลางวัน	14
2-2 แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน	15
2-3 อุณหภูมิพื้นผิวมีความแตกต่างขึ้นอยู่กับผิววัสดุ และการอยู่ภายใต้ร่มเงา	30
2-4 อัตราการดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ของต้นไม้ลักษณะต่าง ๆ	31
2-5 เปรียบเทียบผลการใช้พืชพรรณควบคุมดวงอาทิตย์ในฤดูร้อนและฤดูหนาว	32
2-6 รูปแบบของเงาในเวลา และเดือนที่แตกต่างกัน	33
2-7 เปรียบเทียบการวางผังบริเวณและพืชพรรณที่แตกต่าง ทำให้กักเก็บความร้อน-เย็นต่างกัน	34
2-8 เปรียบเทียบความแตกต่างของผิววัสดุกับการดูดกลืนความร้อน	37
3-1 เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ (Temperature Data Logger) และส่วนประกอบต่าง ๆ ..	74
3-2 เครื่องวัดลม (Solomat MPM 500e) และส่วนประกอบต่าง ๆ	76
3-3 เครื่องวัดลม (Testo) และส่วนประกอบต่าง ๆ	77
3-4 แสดงการประกอบเครื่องวัดอุณหภูมิกับเครื่องคอมพิวเตอร์	80
3-5 แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (อุณหภูมิอากาศ)	80
3-6 แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก	81
3-7 แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิผิว	81
3-8 แสดงการใช้อัตราส่วนที่ขยายจากโบสถ์โดยรอบด้วยขนาดที่เท่ากัน	85
4-1 แผนที่แสดงตำแหน่งวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	86
4-2 แผนที่วัดราชาธิวาสวิหาร	87
4-3 ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร	89
4-4 ภาพถ่ายทางอากาศ วัดราชาธิวาสวิหาร	90
4-5 สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร แสดงระดับความสูงของต้นไม้ ก. 4-8 เมตร ข. 8 เมตรขึ้นไป ค. ภาพรวม	91
4-6 ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร และแผนผัง	92
4-7 แผนที่วัดกำแพง	95
4-8 ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดกำแพง	97
4-9 ภาพถ่ายทางอากาศ วัดกำแพง	98

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-10 สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส วัดกำแพง แสดงระดับความสูงของต้นไม้ ก. 4-8 เมตร ข. 8 เมตรขึ้นไป ค. ภาพรวม	99
4-11 ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดกำแพง และแผนผัง	100
4-12 แผนผังวัดราษฎร์บูรณะ	103
4-13 ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดราษฎร์บูรณะ	105
4-14 ภาพถ่ายทางอากาศ วัดราษฎร์บูรณะ	105
4-15 ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดราษฎร์บูรณะ และแผนผัง	106
5-1 เปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่โบสถ์ต่อพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก ขนาด 1 : 4 ของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	178
6-1 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณพุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้ วัดราชาธิวาสวิหาร ณ วันที่ 28 กรกฎาคม 2543 และ 30 มีนาคม 2544	193

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
2-1 แผนภูมิ Bioclimatic สำหรับที่อยู่อาศัยของโซนที่มีสภาพอากาศไม่รุนแรง ในสหรัฐอเมริกา	44
2-2 แผนภูมิ Bioclimatic แสดงเกี่ยวกับความหมายการใช้งานในขอบเขตต่าง ๆ	45
2-3 แผนภูมิไบโอไคลเมติกที่ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Olgyay	46
3-1 การใช้แผนภูมิไฮโครเมติกหาค่าความชื้นสัมพัทธ์	83
5-1 แสดงการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	109
5-2 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	112
5-3 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	114
5-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายในรวมทั้งผนังภายนอกโบสถ์ กับอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	117
5-5 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	118
5-6 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. – 22:00 น. ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	121
5-7 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. – 6:00 น. ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	121
5-8 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. – 10:00 น. ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	122
5-9 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. – 17:00 น. ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร	122
5-10 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	125
5-11 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	127
5-12 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายใน กับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	130

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
5-13 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์ กับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	131
5-14 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. – 22:00 น. ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	134
5-15 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามีด 23:00 น. – 6:00 น. ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	134
5-16 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามีดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. – 10:00 น. ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	135
5-17 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. – 17:00 น. ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	135
5-18 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	139
5-19 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	141
5-20 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายใน กับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	145
5-21 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอก กับอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	146
5-22 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. – 22:00 น. ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	149
5-23 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามีด 23:00 น. – 6:00 น. ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	149
5-24 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามีดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. – 10:00 น. ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	150
5-25 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. – 17:00 น. ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง	150
5-26 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชบูรณะ	153

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
5-27 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอก ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	155
5-28 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายใน กับอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	158
5-29 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวนอก กับอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	159
5-30 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. – 22:00 น. ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	162
5-31 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. – 6:00 น. ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	162
5-32 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. – 10:00 น. ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	163
5-33 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. – 17:00 น. ณ วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ	163
5-34 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	165
5-35 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอก ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	167
5-36 เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร และ วัดกำแพง	169
5-37 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ	171
5-38 เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ.....	173
5-39 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. – 18:00 น. ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร	175
5-40 แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. – 18:00 น. ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดกำแพง	175

สารบัญแผนภูมิ (ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
5-41 แสดงคุณภูมิ และความขึ้นสัมพันธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. – 18:00 น. ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชวรานุวัตร 176	176
6-1 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภูมิในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่าง ๆ ของวัดราชาธิวาสวิหาร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 193	193
6-2 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภูมิในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่าง ๆ ของวัดกำแพง ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 194	194
6-3 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภูมิในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่าง ๆ ของวัดราชวรานุวัตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 195	195
6-4 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภูมิ ก. วัดราชาธิวาสวิหาร ข. วัดกำแพง ค. วัดราชวรานุวัตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 197	197
6-5 เปรียบเทียบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภูมิ เนื่องจากการลดพื้นที่พุ่มใบให้ร่มเงา ของต้นไม้ด้านข้างโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร 199	199

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบสถาปัตยกรรมล้วนมีส่วนที่สร้างสรรค์เพื่อตอบสนองความต้องการด้านความสบายต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสบายพื้นฐานในเชิงอุณหภูมิ ที่มีการกำหนดขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายโดยไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวของมนุษย์เป็นเขตมาตรฐานเรียกว่า เขตสบาย หรือโซนสบาย (Comfort Zone)

ประเทศไทยอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Hot-humid Climate) ซึ่งมีอุณหภูมิและความร้อนอยู่นอกเขตสบายเกือบตลอดปี แต่ในอดีตที่สภาพแวดล้อมและระบบธรรมชาติยังสมบูรณ์ และการพยายามอยู่ร่วม หรือใช้ประโยชน์อันทรงคุณค่าของสภาพแวดล้อมจึงเป็นการเรียนรู้เพื่อให้สามารถใช้ชีวิตอยู่ได้อย่างสะดวกสบาย ดังที่ สุนทร บุญญาธิการ (2542: 5) กล่าวไว้ว่า “การออกแบบสถาปัตยกรรมไทยจากภูมิปัญญาและการสร้างสรรค์ของบรรพบุรุษ เป็นการออกแบบที่อาศัยระบบธรรมชาติมาช่วยปรุงแต่งคุณภาพชีวิตให้สมบูรณ์ ซึ่งถือเป็นความสำเร็จอย่างสมบูรณ์แบบสำหรับการอยู่อาศัยในภูมิภาคนี้”

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร (2541: 8) ยังให้แนวคิดที่สอดคล้องกันว่า “งานสถาปัตยกรรมไทยในอดีตที่มีโอกาสพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ก่อนสมัยอยุธยาจนถึงสมัยรัตนโกสินทร์ ย่อมมีเอกลักษณ์ที่สะท้อนภูมิปัญญาของคนไทยในอดีต ไม่ว่าจะเป็นการจัดผังวางอาคารและที่ว่าง การกำหนดรูปทรงอาคาร และรายละเอียดการตกแต่งประดับประดา ที่มีการประสานกลมกลืนกันอย่างดีกับสภาพแวดล้อม และที่สำคัญกับอิทธิพลทางวัฒนธรรมในแต่ละยุคสมัย”

สถาปัตยกรรมไทยรูปแบบหนึ่งที่มีวิวัฒนาการมายาวนานควบคู่กับประวัติศาสตร์ไทย คือ พุทธสถาน หรือที่เรียกว่า วัด หรืออาราม โดยมีต้นกำเนิดและคติการสร้างควบคู่กับการเผยแพร่พุทธศาสนาจากประเทศอินเดีย มีการปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในภูมิภาค โดยให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยตามพระวินัยที่พระภิกษุพึงกระทำ เช่น ต้องมีพระอุโบสถหรือโบสถ์ อันเป็นที่พระภิกษุจะชุมนุมร่วมกันสวดปาติโมกข์, ปวารณา หรือทำอุโบสถ มีวิหารที่พุทธบริษัทเข้าร่วมทำอุโบสถ และสักการะบูชาพระพุทธรูปสำคัญ เป็นต้น อาคารทั้งสองนี้อยู่ในเขตที่เรียกว่า เขตพุทธาวาส โดยถือว่าเป็นเขตสำคัญและจำเป็นต้องมีจึงจะเรียกว่าวัด จึงพบว่าเขตพุทธาวาสเป็นเขตที่มีอาคารสถาปัตยกรรมอันเก่าแก่ที่สุด ซึ่งรูปแบบอาคารทางศาสนานั้น

นอกจากต้องตอบสนองประโยชน์ใช้สอยแล้วยังต้องแสดงถึงคติความเชื่อต่าง ๆ ทางศาสนา รวมทั้งเอกลักษณ์ตามสมัยนิยมอีกด้วย ถึงแม้ว่าพระอุโบสถและวิหารมีความแตกต่างกันอย่างมากในด้านคตินิยมในการสร้างและประโยชน์ใช้สอย แต่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันมาก ทั้งนี้เพราะรูปแบบการสร้างพระอุโบสถเริ่มมาจากวิหารนั่นเอง ต่อมาในสมัยรัตนโกสินทร์ วิหารเริ่มหมดความสำคัญในการใช้ประกอบสังฆกรรม แต่ยังคงใช้เป็นที่ประดิษฐานพระพุทธรูปสำคัญในวัดใหญ่เท่านั้น ในวัดใหม่ ๆ จะไม่สร้างวิหาร หรือถ้าสร้างก็จะมีขนาดเล็ก ดังนั้น พระอุโบสถจึงเป็นหลักประธานของวัดแทนพระสถูปเจดีย์และวิหาร และยึดถือเป็นประเพณีนิยมในการสร้างวัดในปัจจุบัน

การจัดสภาพแวดล้อมภายในวัดไทยโบราณมีหลักฐานทางประวัติศาสตร์มาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ดังปรากฏในศิลาจารึกวัดป่ามะม่วง ของพระมหากษัตริย์ราชธานีไทยโดยถ่ายทอดเป็นภาษาไทยปัจจุบันว่า “พระองค์จึงรับสั่งให้ศิลปิน นายช่าง ปู่กุกฎิวิหารระหว่างป่ามะม่วงอันมีในทิศประจิมเมืองสุโขทัย นายช่างได้ทำที่ราบคาบ ปราบภูมิภาคเสมอแล้ว เททรายเกลี่ยตามที่ตามทางราวกับพระวิษณุกรรมมานฤมิตที่ปานกัน” (ไชแสง ศุขะวัฒน์, 2520 : 33) อย่างไรก็ตามหลักฐานทั้งจากศิลาจารึก วรรณคดีที่กวีในอดีตสร้างสรรค์ และความเชื่อถือของคนสมัยโบราณ ไม่ได้อธิบายถึงหลักการและเหตุผลในการออกแบบรวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมของวัดไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการมุ่งพรรณนาลักษณะที่ปรากฏ แต่การที่วัดไทยมีเอกลักษณ์โดดเด่นย่อมมาจากภูมิปัญญาหรือแนวความคิดอันลึกซึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเย็นสบายภายในและความร่มเย็นภายนอกพระอุโบสถ ซึ่งภูมิปัญญาเดิมนั้นเป็นการผสมผสานวิทยาการและเทคโนโลยีสูงสุดเท่าที่จะทำได้ในยุคสมัยนั้น ๆ

เมื่อยุคสมัยเปลี่ยนแปลงมีการเจริญเติบโตของเมืองและชุมชน อาณาบริเวณภายในวัดถูกนำไปใช้ประโยชน์สาธารณะต่าง ๆ สภาพแวดล้อมเดิมจึงถูกทำลายทั้งจากความจำเป็น และจากการไม่เห็นค่าความสำคัญถึงผลกระทบต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ จึงเกิดแนวทางที่จะทำการศึกษาปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพที่แท้จริงของเขตสบาย ในขณะที่เดียวกันยังเป็น “การพยายามสืบสวนส่วนลึกของวัฒนธรรมไทย ... ทั้งนี้ ย่อมไม่ใช่การพยายามนำหรือลอกเลียนรูปแบบสถาปัตยกรรมไทยในอดีตเพื่อใช้ในงานสถาปัตยกรรมปัจจุบัน” (วิมลสิทธิ์ หรยางกูร, 2541: 6) แต่เป็นการพิจารณาแก่นของเอกลักษณ์ไทยที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอย่างแท้จริง

ปัจจุบันวิทยาการพัฒนามากขึ้น ความรู้ด้านอาคารมีความหลากหลายจึงเข้าสู่อีกยุคหนึ่งที่ความรู้และภูมิปัญญาของไทยในอดีตจะพัฒนาโดยใช้วิทยาการปัจจุบันและการศึกษาค้นคว้ากันไป การประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้กลายมาเป็นตัวแปรที่

สำคัญและมีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม ดังนั้นการพิจารณาอย่างจริงจังถึงปัจจัยทางสภาพแวดล้อมจึงควรเป็นจุดเริ่มต้นในการออกแบบ เนื่องจากการศึกษาพบว่า การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้งอาคารให้เย็นกว่าสภาพภูมิอากาศทั่ว ๆ ไป และเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็ย่อมสามารถนำความเย็นจากภายนอกมาใช้ ทำให้ภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบายมากที่สุด รวมทั้งเมื่อความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารมีน้อย การใช้พลังงานในการปรับปรุงให้เข้าสู่เขตสบายย่อมน้อยลงด้วย จึงเป็นการส่งเสริมให้ประหยัดพลังงานที่ใช้ในอาคารอย่างถาวรต่อไป (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาตัวแปรสำคัญทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาเชิงเปรียบเทียบตัวแปรทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

1.2.3 เพื่อเสนอลักษณะทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาสที่เหมาะสมกับเขตสบายสำหรับโบสถ์ไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 เป็นการศึกษาปัจจัยทางสภาพแวดล้อมภายนอก เฉพาะเขตพุทธาวาส โดยมีโบสถ์เป็นหลักประธานของวัดเท่านั้น

1.3.2 ศึกษาเขตสบายด้วยตัวแปรหลัก คือ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์เท่านั้น โดยไม่รวมอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลมที่จะนำไปพิจารณาเพื่อใช้เป็นแนวทางที่สามารถทำให้มนุษย์รู้สึกเสมือนอยู่ในเขตสบายเพิ่มขึ้น

1.3.3 เลือกวัดในจังหวัดกรุงเทพมหานครที่มีความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมเป็นตัวอย่างในการศึกษาเปรียบเทียบ ได้แก่ วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราชบูรณะ

1.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลในแต่ละสถานที่ ในเวลาเดียวกันต้องให้ผลตรงกัน หรือสามารถนำมาเปรียบเทียบ (Calibrate) ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

1.4.2 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาสที่ต่างกัน ทำให้เกิดผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทยที่แตกต่างกัน

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.5.1 เครื่องมือวัดลมที่ใช้ไม่สามารถเก็บข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติ ทำให้การอ่านค่าอาจมีความคลาดเคลื่อน รวมทั้งมีจำนวนจำกัดทำให้ไม่สามารถวัดลมทุกตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ และชั้นตอน แต่เลือกวัดลมเฉพาะตำแหน่ง และชั้นตอนสำคัญที่ใช้อ้างอิงเท่านั้น

1.5.2 ลักษณะการใช้งานของโบสถ์เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง โดยทั่วไปจะเปิดประตู-หน้าต่างในเวลากลางวัน และปิดประตู-หน้าต่างตลอดในเวลากลางคืน รวมทั้งมีการทำวัตรเช้า-เย็นตามกำหนดของแต่ละวัดที่ทำการทดลอง ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 สภาพแวดล้อม หมายถึง อาณาบริเวณภายนอกของโบสถ์ไทย ในเขตพุทธาวาส

1.6.2 เขตสบาย หมายถึง ขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อน-หนาวของมนุษย์โดยทั่วไปหมายถึงโซน (Zone) ที่มนุษย์ตัดสินใจไม่ได้ว่าร้อนหรือหนาว ประกอบด้วยตัวแปรทางสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลม (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

1.6.3 โบสถ์ไทย หมายถึง สถาปัตยกรรมไทยเนื่องในพระพุทธศาสนา เป็นสถานที่หรืออาคารที่พระภิกษุใช้กระทำสังฆกรรม เช่น สวดปาติโมกข์, ทำอุโบสถ, ปวารณา, และอุปสมบท เป็นต้น ทำการก่อสร้างหรือบูรณะปฏิสังขรณ์ในสมัยรัตนโกสินทร์ และยังคงทำการใช้ประโยชน์จากโบสถ์อยู่ในปัจจุบัน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.7.1 ทราบถึงภูมิปัญญาไทยในการใช้ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมรอบโบสถ์ไทย
- 1.7.2 เข้าใจถึงแนวความคิดในการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและอาคาร
- 1.7.3 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่ใช้เฉพาะระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติในเขตร้อนชื้น
- 1.7.4 เป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อม โดยการนำประโยชน์จากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อเขตสบายของอาคาร

1.8 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.8.1 ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญทางสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของเขตสบาย เพื่อจัดหมวดหมู่และกำหนดลักษณะของข้อมูล
- 1.8.2 ศึกษาถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเขตสบาย
- 1.8.3 ศึกษาและสำรวจถึงรูปแบบต่าง ๆ ของวัดไทยที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เพื่อเลือกเป็นกรณีศึกษาเปรียบเทียบ
- 1.8.4 ศึกษาและสำรวจการวางผังอาคาร, การจัดวางที่ว่าง และสภาพที่ตั้ง เพื่อกำหนดตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ
- 1.8.5 ทำการทดลองนำร่องในขั้นตอน Pilot Study และขั้นตอนที่ 1 โดยวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะเปียก, อุณหภูมิกระเปาะแห้ง และอุณหภูมิผิววัสดุด้วยเครื่องเก็บข้อมูลอุณหภูมิ รวมทั้งเก็บข้อมูลลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลม และบันทึกสภาพภูมิอากาศ โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ทุก 15 นาที และความเร็วลม ทุก 30 นาที ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมงติดต่อกัน แต่ละตำแหน่งเก็บข้อมูลในวันและเวลาเดียวกัน (เริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกันเพื่อนำค่าที่บันทึกได้ไปวิเคราะห์ผล)

1.8.6 ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบในขั้นตอนที่ 2 โดยทำการทดลองพร้อมกัน ทั้ง 3 แห่ง ด้วยการวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิกระเปาะเปียก, อุณหภูมิกระเปาะแห้ง และบันทึกสภาพภูมิอากาศ โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ 1 ชั่วโมง ไม่ต่ำกว่า 36 ชั่วโมงติดต่อกัน แต่จะตำแหน่งเก็บข้อมูลในวันและเวลาเดียวกัน (เริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกันเพื่อนำค่าที่บันทึกได้ไปวิเคราะห์ผล)

1.8.7 วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจ และการเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อม ตำแหน่งต่าง ๆ ว่ามีผลอย่างไรต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

1.8.8 เปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ที่มีอิทธิพลต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมและอาคาร

1.8.9 ประเมินผลโดยใช้แผนภูมิ และตาราง ประกอบกับข้อมูลจาก Bioclimatic Chart เป็นเครื่องมือในการแสดงถึงตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการเก็บข้อมูลกับโอกาสเข้าสู่เขตสบายของโบสถ์ไทย รวมทั้งแนวคิดในการทำให้ภายในโบสถ์ไทยเข้าสู่เขตสบาย

1.8.10 สรุปผล และเสนอแนะแนวทางการประยุกต์ใช้สภาพแวดล้อมให้เกิดผลต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อม เป็นคำที่ใช้แทนความหมายคำภาษาอังกฤษที่ว่า Environment ตามพจนานุกรมภาษาอังกฤษของ Webster (1958: 856) แปลว่า “สิ่งแวดล้อมโดยรอบ อิทธิพล หรือพลังต่าง ๆ ซึ่งมีอิทธิพลต่อหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งอื่น ๆ ศัพท์เฉพาะทางสังคมศาสตร์ คือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่แวดล้อมหรือกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ในการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ อาจแบ่งสภาพแวดล้อมออกเป็น สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ และดิน สภาพแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์กายภาพ-สังคม ประกอบด้วยอาคาร ถนน และสิ่งต่าง ๆ ที่มีการสร้างขึ้น” (The surrounding conditions, influences, or forces, which influence or modify. Specific: Social. The factors surrounding or affecting human beings. In the study of human behavior, environment may be divided into the physical, or inorganic environment, comprising such factors as climate and soil. Physicosocial environment, comprising buildings, roads, and all manufactured objects.)

ขณะที่สภาพแวดล้อม หรือคำอื่น ๆ ที่มีความหมายคล้าย ๆ กัน เช่น สิ่งแวดล้อม สภาพแวดล้อม และภาวะแวดล้อม มุ่งจะแทนคำภาษาอังกฤษว่า Environment นั้น พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525) ได้นิยามสภาพแวดล้อมว่า สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติให้คำนิยามไว้ว่า “สิ่งแวดล้อม คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรม (จับต้องและมองเห็นได้) และนามธรรม (วัฒนธรรม แบบแผน ประเพณี ความเชื่อ) มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกัน เป็นปัจจัยในการเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ ... อาจแยกออกเป็นลักษณะกว้าง ๆ ได้ 2 ส่วน คือ สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา ดิน น้ำ อากาศ ทรัพยากรทุกประเภท และ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ชุมชน เมือง สิ่งก่อสร้าง ศิลปกรรม ... เป็นต้น” (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และพลังงาน, 2530: 15)

สภาพแวดล้อมทางสถาปัตยกรรม ส่วนใหญ่หมายถึงสภาพภูมิอากาศ (Climate) และสภาพที่ตั้ง (Site) ประกอบไปด้วยปัจจัยภายนอกต่าง ๆ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่หรือออกจากอาคาร ซึ่งสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลของอุณหภูมิโดยรวมเป็นอย่างมาก

2.1.1 **สภาพภูมิอากาศ** มักมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาคและเขตที่ตั้ง เนื่องจากสภาพทางกายภาพขององค์ประกอบในอาณาบริเวณและรอบ ๆ อาณาบริเวณ สามารถแบ่งตามขนาดของพื้นที่เป็น 2 ประเภท คือ สภาพภูมิอากาศมหภาค (Macro-climate) และสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Micro-climate)

“สภาพภูมิอากาศมหภาคกับสภาพภูมิอากาศจุลภาค มีอิทธิพลซึ่งกันและกันทำให้เกิดผลลัพธ์ที่มีลักษณะเฉพาะบริเวณนั้น ๆ ความแตกต่างระหว่างสภาพภูมิอากาศมหภาคและสภาพภูมิอากาศจุลภาคเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมหภาคเป็นวัตถุประสงค์ในการสร้างสรรค์ จัดการสภาพแวดล้อมจุลภาค” (Brown and Gillespie, 1995:17)

2.1.1.1 **สภาพภูมิอากาศมหภาค** คือ สภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ของภูมิภาค หรือสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร Koppen และ Geiger (1936 cited in Olgyay, 1992: 6) ได้ทำการแบ่งเขตภูมิอากาศรอบโลก “โดยใช้ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับพืชพรรณเป็นบรรทัดฐาน สามารถสรุปโดยแบ่งเป็น 5 เขตภูมิอากาศพื้นฐาน คือ เขตร้อนชื้น เขตแห้ง เขตอบอุ่น เขตหนาว และเขตขั้วโลก”

2.1.1.2 **สภาพภูมิอากาศจุลภาค** คือ “สภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่ และสามารถมีความแตกต่างจากกันอย่างมาก” (Leszczynski, 1999: 98)

“เงื่อนไขของสภาพภูมิอากาศจุลภาคขึ้นอยู่กับขอบเขตของพื้นที่ที่ทำการศึกษาและไม่จำเป็นต้องแบ่งตามขนาดของความแตกต่างทางสภาพภูมิอากาศ” (Laurie, 1986: 195; Leszczynski, 1999: 98)

สรุปได้ว่า สภาพภูมิอากาศจุลภาค คือ สภาพภูมิอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร หรือโครงการที่มีอาณาบริเวณจำกัด

เนื่องจาก “สภาพภูมิอากาศจุลภาค หรือสภาพอากาศที่แวดล้อม เป็นพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งมีเงื่อนไขต่าง ๆ ที่แวดล้อมและอุณหภูมิแตกต่างจากอีกพื้นที่หนึ่ง หรือสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กหนึ่งอีกแห่งหนึ่ง เช่น มุมพื้นถนนระหว่างอาคารสองหลัง พื้นที่มีแสงแดดจัดอาจจะร้อน อีกพื้นที่หนึ่งอยู่ใต้ร่มจากทะเลสาบขนาดเล็กอาจจะมีลมพัดอ่อนและเย็นสบาย แม้แต่ขณะที่ด้านเหนือลมของทะเลสาบจะรู้สึกร้อนกว่าและแห้งกว่า” (Foster, 1994: 6)

ดังนั้น “ความเข้าใจต่อสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กทำให้สามารถเตรียมเครื่องมือสำหรับสร้างที่อยู่อาศัย ที่มีความสบายในเชิงอุณหภูมิต่างสำหรับมนุษย์ และภูมิทัศน์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสำหรับอาคาร” (Brown and Gillespie, 1995: 17)

สภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ของประเทศไทย มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Hot-humid Zone) ข้อมูลจากฝ่ายกรรมวิธีข้อมูล กรมอุตุนิยมวิทยา (2544) กล่าวว่า ลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันจะมีแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย สภาพท้องฟ้าทั่วไปมีเมฆมากและมีเมฆหลายชนิด ปกติจะมีท้องฟ้าโปร่งและมีเมฆปกคลุมน้อยในช่วงเดือน พ.ย. – มี.ค. เมฆที่ปกคลุมส่วนใหญ่เป็นเมฆชั้นสูงและมีเมฆก่อตัวในแนวตั้งที่ก่อให้เกิดฝนฟ้าคะนองได้บ้างโดยเฉพาะช่วงเดือน มี.ค. – พ.ค. เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนส่วนใหญ่ท้องฟ้าจะมีเมฆมากหรือมีเมฆเต็มท้องฟ้า เว้นแต่ในช่วงปลายเดือน มิ.ย. – ก.ค. อาจมีโอกาสที่ท้องฟ้าโปร่งได้

การแผ่รังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์มากโดยได้รับอิทธิพลจากรังสีของดวงอาทิตย์ในทิศใต้มากกว่าทิศเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหนึ่งปีมีชั่วโมงที่มีแดดประมาณ 66% ของชั่วโมงที่มีดวงอาทิตย์ จึงมีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปี ความเร็วลมค่อนข้างต่ำ โดยกระแสลมในช่วงเวลากลางวันมักจะแรงกว่าในเวลากลางคืน อุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 28-29 °C เฉพาะในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิประมาณ 30-31 °C กลางคืนมีอากาศเย็นกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิไม่มากนัก ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในแต่ละวัน หรือใน 1 ปี ในฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างประมาณ 6 °C และฤดูหนาวประมาณ 13 °C อุณหภูมิในช่วงเช้าถึงกลางวันจะค่อย ๆ ร้อนขึ้น โดยที่อุณหภูมิอากาศจะสูงสุดในช่วงประมาณบ่ายโมงถึงบ่ายสามโมง ซึ่งช่วงนี้จะเป็นเวลาที่มีแดดจัด ช่วงของความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูงถึง 6-7 เดือน ใน 1 ปี (พรพรณชลัท สุริยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมัน และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541) หรือมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72% - 80% (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2544)

จากที่กล่าวมาแล้วพบว่า สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปอยู่นอกเขตสบายเกือบตลอดทั้งปี เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่ จะมีลักษณะค่อนข้างร้อนและมีความชื้นมากเกินไป (สุนทร บุญญาธิการ และบัณฑิต เอื้ออภากาศ, 2539 อ้างถึงใน สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 38)

การทำให้สภาพอากาศในประเทศไทยเย็นขึ้นไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากแสงแดดมากทำให้เกิดการสะสมความร้อนในวัสดุต่าง ๆ โดยเพิ่มอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนให้มากขึ้นไปอีก สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญรองลงมาจากอุณหภูมิ คือ ความชื้นสัมพัทธ์และความดันน้ำในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ที่มีอยู่มากมายในอากาศ ทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อเป็นไปได้ยาก จึงต้องการกระแสลมเข้ามาช่วยเร่งอัตราการระเหยของเหงื่อให้เพิ่มมากขึ้น ลมสามารถช่วยพัดพาให้รู้สึกอึดอัดเนื่องจากสภาพอากาศปิดน้อยลง ถึงแม้ว่ากระแสลมจะไม่สามารถช่วยให้เย็นขึ้นได้จริงก็ตาม

สภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร จากการศึกษาของสุนทร บุญญาธิการ (2542: 41) พบว่า ในรอบ 4 ปีที่ผ่านมา สภาพภูมิอากาศมิได้เปลี่ยนแปลงมากนัก จึงได้แบ่งกลุ่มของสภาพภูมิอากาศออกเป็น 4 กลุ่มที่มีความคล้ายคลึงกันดังนี้

1. กลุ่มเย็นขึ้นปานกลาง คือ เดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ รวม 2 เดือน
2. กลุ่มร้อนขึ้นมาก-ลมใต้ คือ เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน รวม 4 เดือน
3. กลุ่มร้อนขึ้นมาก-ลมแปรปรวน คือ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม รวม 4 เดือน
4. กลุ่มเย็นแห้ง คือ เดือนพฤศจิกายน และธันวาคม รวม 2 เดือน

กลุ่มเย็นขึ้นปานกลาง (ม.ค. – ก.พ.)

เป็นช่วงฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำกว่าในช่วงอื่น ๆ ในเวลากลางวันทิศทางของแดดอ่อนทางทิศใต้ แสงแดดแยงลงในมุมต่ำมากในช่วงเวลาสายและบ่าย ทางทิศใต้จึงควรคำนึงถึงการออกแบบการกันแดดเพื่อกันความร้อนที่มากับแสงแดด ทำให้อุณหภูมิสูงเกินเขตสบายได้ ขณะเดียวกันในบางช่วงเวลาก็จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าเขตสบายสามารถใช้อิทธิพลของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์เพื่อให้อุณหภูมิเข้าสู่เขตสบายได้ ส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่า มีทิศทางลมชัดเจนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นกระแสลมร้อน และทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นกระแสลมหนาว ในเวลากลางวันจะมีค่าเฉลี่ยของกระแสลมค่อนข้างสูง จึงสามารถนำกระแสลมเข้ามาช่วยในการระบายอากาศแบบธรรมชาติได้ และค่าเฉลี่ยของกระแสลมมีค่าสูงสุดในเวลากลางคืน

กลุ่มร้อนขึ้นมาก-ลมใต้ (มี.ค. – มิ.ย.)

เป็นช่วงฤดูร้อนยาวนานประมาณ 4 เดือน ซึ่งมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง และอยู่ห่างจากขอบเขตสบายมาก แม้จะนำกระแสลมเข้ามาใช้เพื่อให้รู้สึกเย็นขึ้นก็ไม่อาจช่วยให้เข้าสู่เขตสบายได้ ในกลุ่มเดือนเหล่านี้จึงอาจมีความจำเป็นต้องปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายในอาคารเพื่อให้อยู่ในเขตสบาย ส่วนแนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่า มีทิศทางลมชัดเจนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในเวลากลางวันจะมีค่าเฉลี่ยของกระแสลมสูงสุด

กลุ่มร้อนขึ้นมาก-ลมแปรปรวน (ก.ค. – ต.ค.)

เป็นช่วงฤดูฝนซึ่งมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยสูงมากเกือบตลอดเวลา ทำให้อยู่เหนือเขตสบายมาก แต่จะมีกระแสลมบางช่วงเวลาที่สามารถนำมาช่วยทำให้รู้สึกสบายขึ้นได้บ้าง ส่วนแนวทางในการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่า ลมค่อนข้างจะแปรปรวน และมีลมพัดมาจากทุกทิศทาง ในการออกแบบอาคารจึงควรจัดให้มีกระแสลมเข้าสู่อาคารในทุกทิศทางเช่นกัน เพื่อใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิภายนอกได้อย่างเต็มที่

กลุ่มเย็นแห้ง (พ.ย. – ธ.ค.)

เป็นช่วงต่อของฤดูฝนกับฤดูหนาว มีลักษณะภูมิอากาศใกล้เคียงกับกลุ่มเย็นขึ้นปานกลาง คือ บางช่วงเวลามีอุณหภูมิและความชื้นต่ำกว่าเขตสบาย ซึ่งสามารถใช้อิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และกระแสลมเพื่อปรับแต่งอุณหภูมิเข้าสู่เขตสบายได้ ส่วนแนวทางในการเคลื่อนที่ของกระแสลมพบว่ามีทิศทางลมค่อนข้างชัดเจนทางทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งเป็นกระแสลมหนาว ในช่วงนี้จึงเหมาะแก่การใช้กระแสลมธรรมชาติช่วยในการระบายอากาศ และปรับสภาพแวดล้อมในอาคารให้เข้าสู่เขตสบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

2.1.2 **ปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ** มีความสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อสามารถนำมาใช้ประโยชน์ หรือควบคุมสภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งจากข้อได้เปรียบที่มีอยู่ “จุดประสงค์หลักในการควบคุมสภาพแวดล้อม คือ การปรับปรุงความสบายของมนุษย์ให้ดีขึ้น” (Foster, 1994: 5)

นักวิชาการหลายท่านได้มีการศึกษาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ มากมาย ดังนี้ Laurie (1986:192) ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ทางสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ, ใอน้ำ, ลม, และรังสีของดวงอาทิตย์

Olgay (1992) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กในเขตที่ตั้ง ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์, และผลจากกระแสลม โดยทำการวิเคราะห์กับลักษณะสภาพภูมิอากาศประจำปี เพื่อหาวิธีดำเนินการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการสร้างบ้านที่สมดุลย์กับสภาพแวดล้อม (The Process of Building a climate-balanced house)

Foster (1994: 5) ได้กล่าวว่า “สภาพภูมิอากาศเกิดจากหลายปัจจัย ประกอบด้วย ดวงอาทิตย์, ลม, อุณหภูมิ, ความชื้น, รังสีของดวงอาทิตย์, การระเหยเป็นไอ, การรวมตัวของไอน้ำ และความแตกต่างของความร้อน”

Brown และ Gillespie (1995) ได้ศึกษาพบว่า สภาพภูมิอากาศขนาดเล็กมีปัจจัย ดังนี้ คือ แสงอาทิตย์และการแผ่รังสี, ลม, อุณหภูมิอากาศ, ความชื้น และปริมาณการตกของฝน หรือหิมะ ส่วนสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นขึ้นอยู่กับพิจารณาพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้นในเรื่อง การพาความร้อน, การระเหยกลายเป็นไอ, และความร้อนจากวัตถุบริเวณที่ตั้ง

การศึกษาของ Beer (1998: 68) พบว่า “ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศมีดังนี้ คือ ทิศทางและความถี่ของลม, ความชื้น, อุณหภูมิ, และระยะทางรอบมวลของแผ่นดินที่ลมพัดผ่านก่อนกระทบที่ตั้งของอาคาร”

เลอสม สถาปิตานนท์ (2543: 11) กล่าวว่า “ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศโดยทั่ว ๆ ไปที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้อยู่อาศัยในอาคารสำหรับการออกแบบเบื้องต้นประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, กระแสลม, และแสงธรรมชาติ”

จากการรวบรวมผลการศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติต่าง ๆ พบว่า สามารถแบ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อเขตสบาย ได้แก่

- ดวงอาทิตย์ (Sun)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- ลม (Wind)
- ความชื้น (Humidity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ บนโลกมากมาย ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตัวอย่างหนึ่งซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของแสงอาทิตย์โดยตรง คือ ทำให้เกิด “วัฏจักรของน้ำ” หรือการหมุนเวียนของน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำบนผิวโลก รวมทั้งทำให้เกิดการไหลเวียนของบรรยากาศบนพื้นผิวโลกเกิดเป็นลมพายุชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรเนื่องจากพื้นน้ำในมหาสมุทรบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำบริเวณขั้วโลก นอกจากนี้แล้วอิทธิพลของแสงอาทิตย์ยังมีส่วนทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การพังทลายของพื้นผิวโลก อันเนื่องมาจากกระแสน้ำและกระแสนลม ซึ่งทำให้เกิดการขยายตัว หดตัว แยกแยกและพังทลายลงในที่สุด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535)

“พลังงานที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ เป็นผลที่เกิดจาก ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชั่น (Thermonuclear Fusion) ...จะปลดปล่อยพลังงานออกมาในอัตรา 3.85×10^{23} กิโลวัตต์ และจากปริมาณดังกล่าวจะมีพลังงานตกกระทบลงสู่โลกในอัตรา 1.79×10^{14} กิโลวัตต์” (อนุตร จำลองกุล, 2541: 10)

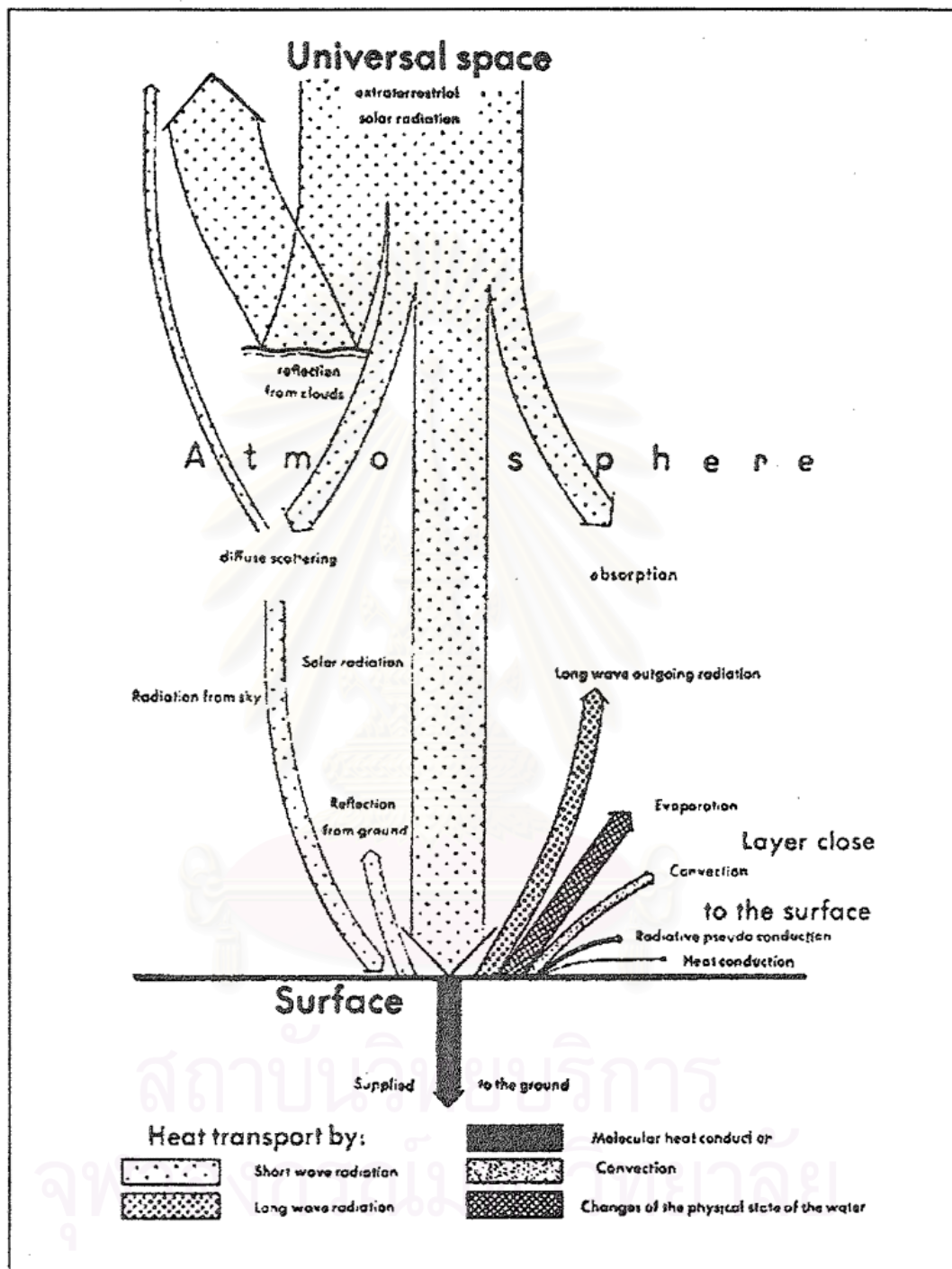
“พลังงานของแสงอาทิตย์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จึงมีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 2; อนุตร จำลองกุล, 2541: 11)

“โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ประมาณร้อยละ 99.98 ของพลังงานที่ได้รับจากภายนอกทั้งหมด อีกร้อยละ 0.02 เป็นพลังงานจากภายในแกนโลกและแรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์” (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2537: 7)

“การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ในรูปของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะส่งมาถึงผิวโลกเพียงบางส่วนเท่านั้น รังสีบางส่วนจะถูกสะท้อนโดยก้อนเมฆ บางส่วนถูกดูดซับโดยบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก บางส่วนแพร่กระจายโดยโมเลกุลในบรรยากาศ แต่การแผ่รังสีบางส่วนเกิดจากการกระจายของรังสีของดวงอาทิตย์ในบรรยากาศ รังสีคลื่นสั้นที่กระทบผิวดินจะสะท้อนออกเป็นรังสีคลื่นยาว แต่พลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ พลังงานดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนและทำให้ อากาศ พื้นดิน และวัสดุที่อยู่โดยรอบมีอุณหภูมิสูงขึ้น” (Olgyay, 1992:32)

จากการศึกษาของ Szokolay (1980 cited in Beer, 1998: 72) พบว่า “การที่ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดความร้อนแก่ผิวโลกนั้น เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนจากความจริงที่ว่า พื้นผิวที่แตกต่างกัน สะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์ในระดับที่แตกต่างกัน”

Geiger (1950) อธิบายด้วยภาพประกอบ ถึงการส่งผ่านความร้อนในฤดูร้อน โดยปริมาณการส่งผ่านความร้อนใกล้เคียงกับความกว้างของลูกศรที่ปรากฏ ดังแสดงในรูปภาพ 2-1

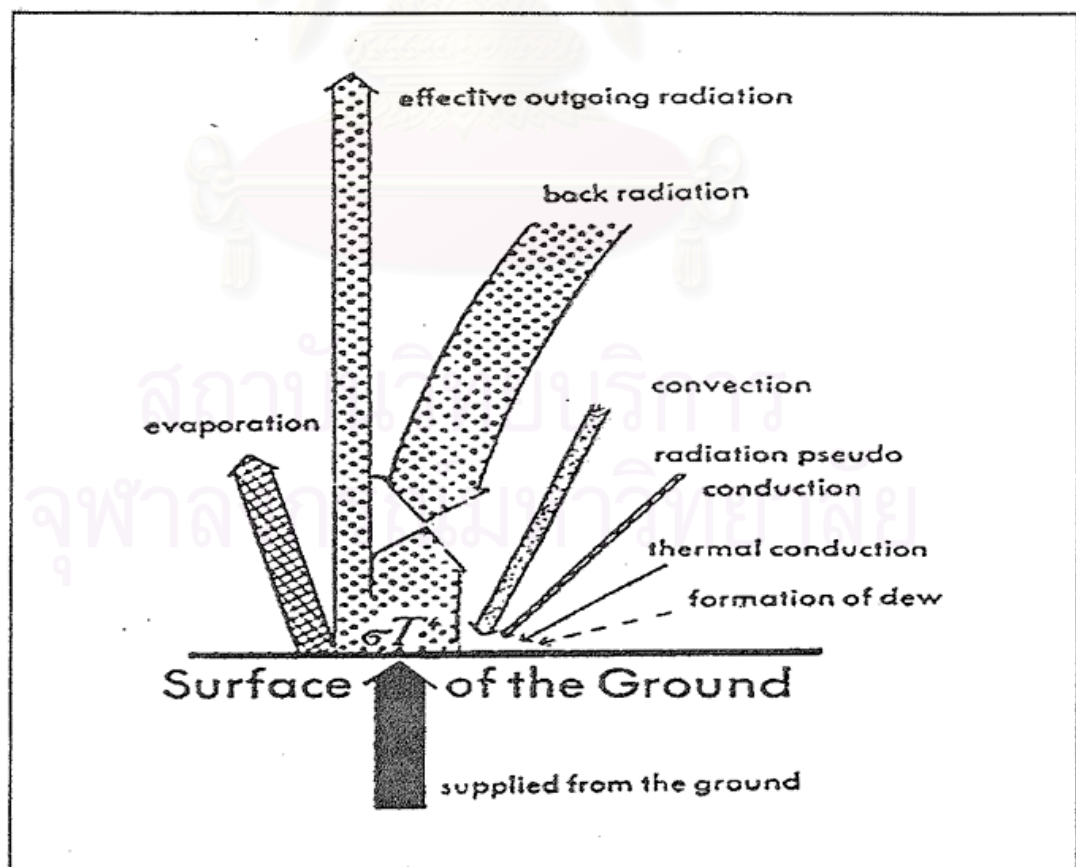


รูปภาพ 2-1 : แสดงการส่งผ่านความร้อน (Heat Exchange) มายังผิวโลกในเวลากลางวัน (Geiger, 1950 cited in Olgay, 1992: 33)

พลังงานความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) การแผ่กระจายของรังสีของดวงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศ (Diffuse Radiation) และแสงสะท้อนจากพื้นผิวต่าง ๆ (Reflected Radiation) ทำให้เกิดถ่ายเทรังสีความร้อน (Radiant Heat Transfer) ที่มีผลกระทบต่ออาคาร 5 ประเภทที่สำคัญ คือ

1. รังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์
2. รังสีคลื่นสั้นโดยการแผ่กระจายจากท้องฟ้า
3. รังสีคลื่นสั้นโดยการสะท้อนจากผิวดินโดยรอบ
4. รังสีคลื่นยาวจากความร้อนผิวดิน และวัตถุต่าง ๆ
5. การแผ่รังสีคลื่นยาวจากอาคารกลับสู่ท้องฟ้า (Olgay, 1992: 33)

จากการศึกษาของ Geiger (1950) พบว่า การส่งผ่านความร้อนในเวลากลางวันเกิดจากการที่ท้องฟ้ามีอุณหภูมิต่ำมาก ความร้อนที่สะสมในผิวดินจึงแลกเปลี่ยนความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า การถ่ายเทความร้อนนี้มีทั้งการนำความร้อน (Conduction), การพาความร้อน (Convection), การแผ่รังสีความร้อน (Radiation), และการระเหยของน้ำที่พื้นผิวดินของพืชคลุมดิน (Evaporation) ดังแสดงในรูปภาพ 2-2



รูปภาพ 2-2 : แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางวัน

(Geiger, 1950)

พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์นำมาซึ่งประโยชน์ ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาแก่งานสถาปัตยกรรม พลังงานความร้อนดังกล่าวจะถ่ายเทจากที่ร้อนไปยังที่เย็นกว่าเสมอ และสามารถถ่ายเทออกไปโดย

1. **การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)** เกิดจากการที่วัตถุแผ่รังสีความร้อนที่รับไว้ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังอีกวัตถุหนึ่งที่ยุ่่นกว่าโดยตรง การแผ่รังสีความร้อนจึงไม่มีตัวกลาง
2. **การพาความร้อน (Convection)** เกิดจากการที่ความร้อนในของไหล ได้แก่ ของเหลวหรือก๊าซมีระดับต่างกัน ตัวกลางที่ร้อนจะเคลื่อนที่เกิดการไหลเวียนพาความร้อนขึ้น ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนที่จากที่มีความร้อนสูงไปยังที่มีความร้อนต่ำ
3. **การนำความร้อน (Conduction)** เกิดจากการถ่ายเทความร้อนภายในวัตถุเดียวกัน หรือระหว่างวัตถุที่แตกต่างกันแต่มีผิวสัมผัสกัน

การถ่ายเทความร้อนมีผลต่อความสบายของมนุษย์ในเขตร้อนชื้น โดยการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุโดยรอบจะทำให้ร่างกายรับความร้อนเพิ่มขึ้น ขณะที่การพาความร้อนจะช่วยให้ร่างกายหรือผิวหนังเย็นลง เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายหรือผิวหนัง หากอุณหภูมิอากาศสูงกว่า การพาความร้อนจะเกิดขึ้นยาก ร่างกายต้องอาศัยการระเหยของเหงื่อเพื่อลดอุณหภูมิผิวหนังแทน ส่วนการระเหยของเหงื่อจะเกิดขึ้นมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศ และความเร็วลมในบริเวณนั้น (เลอสม สตาปีตานนท์, 2543)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นมาตรวัดพื้นฐานต่อเขตสบายของมนุษย์ และเป็นพื้นฐานหลักที่ผู้ออกแบบเริ่มต้นในการพิจารณา โดยข้อมูลทั่วไปควรประกอบด้วย

1. **อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)** ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) หรือองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$)
2. **ความแตกต่างของอุณหภูมิกกลางวันและกลางคืน (Diurnal Temperature Range)** มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) หรือองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) ซึ่งแปรผันกับสภาพท้องฟ้า หากท้องฟ้าแจ่มใสจะมีค่าความแตกต่างมาก หากท้องฟ้ามีเมฆมากจะมีค่าความแตกต่างน้อย

3. อุณหภูมิในสถานที่ตั้งเป็นผลจากการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการแผ่รังสีความร้อน, การนำความร้อน และการพาความร้อน รวมทั้งความสามารถในการสะสมความร้อน (Heat Storage Capacity) หรือที่เรียกว่า มวลสาร (Thermal Mass) ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่ควรวิเคราะห์ในบริเวณสถานที่ตั้ง (Landphair and Motloch, 1985)

จากการศึกษา (พรรณชาติ สุริโยธิน, คมกฤษ ชูเกียรติมัน และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541: 125) พบว่า “อิทธิพลจากความร้อนของอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Temperature) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร หรือการเหนี่ยวนำความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในอาคาร และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารถ้าในอาคารมีอากาศเย็นกว่าภายนอก”

ลม

ลมเกิดจากความแตกต่างอย่างมากของอุณหภูมิพื้นดิน และอุณหภูมิพื้นน้ำในระหว่างวัน “พื้นดินและพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการดูดซับและสะท้อนความร้อนไม่เหมือนกัน พื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากและเร็ว พื้นน้ำได้รับช้าและไม่มากนัก ... (ดังนั้น) พื้นดิน (จึง) เย็นเร็วกว่าพื้นน้ำ เมื่อไม่ได้รับแสงอาทิตย์ เพราะฉะนั้นอุณหภูมิบนพื้นดินในเวลากลางวัน และกลางคืนจึงแตกต่างกันมาก ส่วนพื้นน้ำแตกต่างกันน้อย” (มีชัย วรสายัณห์, 2521: 69)

พื้นแผ่นดินขนาดใหญ่ เช่น ทวีป และพื้นน้ำขนาดใหญ่ เช่น มหาสมุทร ก่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศอย่างมหาศาล เมื่อตำแหน่งการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปี การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์กับแกนของโลกที่ต่างกัน ทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นดินของทวีป และพื้นน้ำของมหาสมุทรมีอุณหภูมิแตกต่างกัน อากาศที่ร้อนกว่าจะลอยตัวขึ้นสูง และอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและส่งผลให้เกิดลมชนิดต่าง ๆ ในทิศทางที่แตกต่างกัน

การเกิดลมบกและลมทะเลเนื่องจากในเวลากลางวันความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินสูงกว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศจากอุณหภูมิต่ำไปยังอุณหภูมิสูง จึงเกิดลมทะเลในตอนกลางวันเป็นลมที่พัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง เริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่เที่ยงและลมแรงสุดเมื่ออุณหภูมิผิวดินสูงสุด ส่วนลมบกเกิดตอนกลางคืน เป็นลมที่พัดจากฝั่งออกสู่ทะเล ความเร็วลมต่ำสุดเมื่ออุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าใกล้เคียงกัน (Olgay, 1992)

ลมที่พัดผ่านพื้นผิวโลกจะลดความเร็วลง เนื่องจากปะทะกับสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ลมในเขตร้อนชื้น สามารถลดความรู้สึกไม่สบายเนื่องจากอากาศมีความชื้นสูง และช่วยเร่งให้เหงื่อที่ผิวหนังระเหยเร็วขึ้น ประกอบด้วยข้อมูลความเร็วลม มีหน่วยเป็น km/hr หรือ ft/min (FPM) และทิศทางของลม 8 ทิศ หรืออาจให้ค่าเป็น องศา ตามทิศทางลม (พรพนชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมัน และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541)

Olgay (1992) ได้กำหนดข้อมูลของลมที่จำเป็นในการประเมินค่า 3 ประเภท คือ

1. กระแสของลม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลา
2. ความเร็วลม คิดเป็นระยะทางต่อหน่วยเวลา มีหน่วยคือ mph
3. ข้อมูลทั่วไป เช่น เป็นลมเย็น หรือ ลมร้อน โดยกำหนดให้ลมร้อนคือ ลมที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงกว่า 23.9°C

“การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของลมโดยกระแสลมในแต่ละเดือน และความเร็วลมในทิศทางหลัก 8 ทิศจะถูกบันทึกไว้ ส่วนค่าเฉลี่ยของกระแสลมในแต่ละเดือน และความเร็วตามเวลาและทิศทาง จะถูกบันทึกแยกต่างหากด้วยแผนภูมิกราฟ ซึ่งจะช่วยให้สะดวกต่อการแปลความสัมพันธ์ของลมที่สำคัญ คือ ทิศทาง และความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับความเร็วลม” (Olgay, 1992: 95)

จากการศึกษาของ Geiger (1957 cited in Robinette, 1983) พบว่าลักษณะสำคัญของลม คือ ลมเพิ่มการระเหยเป็นไอ และการพาความร้อนให้มากขึ้น โดยความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามความสูงเพิ่มขึ้น

Foster (1994) กล่าวว่า การควบคุมอากาศภายนอกอาคารมีหลายตัวแปรที่ต้องคำนึงถึง การไหลของอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับการไหลของน้ำ เมื่ออากาศร้อนลอยตัวขึ้นสูงอากาศเย็นจะพัดข้ามพื้นผิวของพื้นดินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ลมจะพัดเข้าไปยังจุดที่ต่ำและอยู่ในบริเวณนั้น

Givoni (2000: 149) กล่าวว่า “ความเร็วลมภายในอาคาร 2.237 – 2.355 mph สามารถใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติ หรือใช้พัดลมช่วย การระบายอากาศที่สบายใช้ได้กับภูมิภาคและฤดูกาล เมื่ออุณหภูมิสูงสุดภายนอกอาคารไม่เกิน $28 - 32^{\circ}\text{C}$ ขึ้นอยู่กับการปรับตัวให้เคยชินกับสภาพอากาศของผู้อยู่อาศัย ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะในเขตชื้นที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยกว่า 10°C ในเขตที่อุณหภูมิสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิลมสูงกว่านี้ ควรใช้การระบายอากาศในเวลากลางวันเท่านั้น”

ความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ คือ

- ความชื้น (Absolute Humidity) เป็นปริมาณของน้ำที่อยู่ในอากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำ หรือไอน้ำในอากาศ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถอยู่ในอากาศได้ ความชื้นสัมพัทธ์ 100% หมายความว่า ปริมาณน้ำอยู่ในจุดอิ่มตัว (Saturated) ไม่สามารถรับปริมาณน้ำในอากาศอีกได้ ถ้าอากาศเช่นนี้ถูกทำให้เย็นลง จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือน้ำฝน

ความชื้นสัมพัทธ์สูงเนื่องจากมีไอน้ำในบรรยากาศมาก ทำให้เหงื่อระเหยเป็นไอเพื่อระบายความร้อนแก่ร่างกายได้ยาก มีผลให้มนุษย์ไม่อยู่ในสภาวะสบาย (วารภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

จากการพิจารณาแผนภูมิไอบีโคลเมติก (ดังแสดงในแผนภูมิ 2-3) จะพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่า 40% โอกาสที่จะอยู่ในเขตสบายด้วยอุณหภูมิอากาศสูงกว่า 27 °C จะลดต่ำลง

อิทธิพลของความชื้นที่สะสมอยู่ในอากาศในสภาพของไอน้ำนั้นยากที่จะควบคุมให้อยู่ในเขตสบายได้ โดยเฉพาะการที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นและมีฝนตกชุก เมื่ออากาศภายนอกอาคารมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และสามารถเข้าสู่ภายในอาคารด้วยกระแสลมผ่านทางช่องเปิดต่าง ๆ การรั่วซึมผ่านรอยต่อ หรือแม้แต่ซึมผ่านผนังย่อมทำให้ภายในอาคารมีความชื้นสูงเช่นเดียวกัน (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

เนื่องจากลักษณะความชื้นที่สูงมากในเขตร้อนชื้น กระแสลมที่เหมาะสมรอบอาคาร สวนสาธารณะ และพื้นที่พักผ่อน เป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับความสบาย ... วัตถุประสงค์ทางภูมิทัศน์ในเขตร้อนชื้นควรมีสภาพดังนี้

- ลดการกีดขวางทางลมสู่อาคาร โดยเฉพาะด้านหน้าของหน้าต่าง
- ให้มีร่มเงารอบอาคาร และสำหรับผู้ใช้สถานที่ในสวนสาธารณะ

ถึงแม้ว่าร่มเงาจากต้นไม้เป็นสิ่งที่ต้องการ แต่ “การกีดขวางทางลมและการสร้างความชื้นจากการระเหยเป็นไอน้ำของใบไม้จะเพิ่มความไม่สบายของมนุษย์ โดยเฉพาะตลอดเวลาที่มีกระแสลมอ่อน” (Givoni, 2000: 136)

2.1.3 **สภาพภูมิประเทศ** เป็นลักษณะทางกายภาพของภูมิภาคและที่ตั้ง ทำให้เกิดความแตกต่างของสภาพอากาศ โดยสามารถแบ่งตามขนาดของพื้นที่เป็น 2 ประเภท คือ สภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ และสภาพภูมิอากาศขนาดเล็ก

2.1.3.1 **สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่** คือ สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ของประเทศ ภูมิภาค หรือสภาพภูมิประเทศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร

“รายละเอียดของสภาพภูมิประเทศจะนำมาซึ่งการทำนายผล ... โดยการวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อลักษณะของแผ่นดินที่มีต่ออุณหภูมิ รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ การระบายอากาศ และความชื้น” (Landphair and Motloch ,1985: 40)

2.1.3.2 **สภาพภูมิประเทศขนาดเล็ก** คือ องค์ประกอบทางกายภาพในที่ตั้ง และบริเวณโดยรอบใกล้เคียงที่ตั้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร

สภาพภูมิประเทศของประเทศไทย ประเทศไทยมีอาณาเขตระหว่างเส้นรุ้งที่ $5^{\circ} 27'$ และ $20^{\circ} 27'$ องศาเหนือ เส้นแวงที่ $97^{\circ} 21'$ และ $105^{\circ} 37'$ องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร

เมื่อ พ.ศ. 2520 คณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ ได้กำหนดให้แบ่งภูมิภาคของประเทศไทยเป็น 6 ภาค ตามลักษณะภูมิศาสตร์ ซึ่งถือความคล้ายคลึงของทิศทางที่ตั้งของภูมิภาค และลักษณะทางกายภาพของเศรษฐกิจ และวัฒนธรรม ดังนี้คือ

1. **ภาคเหนือ** ตั้งแต่จังหวัดเชียงใหม่ลงมาถึงจังหวัดอุตรดิตถ์ ภูมิประเทศส่วนมากเป็นทิวเขาสลับกับหุบเขาเป็นส่วนใหญ่ และมีที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ ทิวเขาเรียงรายในแนวเหนือ-ใต้ สลับกับหุบเขาขนาดใหญ่ในแนวเดียวกัน มีแม่น้ำที่เกิดจากทิวหลายสาย เช่น แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน เป็นต้น
2. **ภาคกลาง** ตั้งแต่จังหวัดพิษณุโลกลงมาติดอ่าวไทย ภูมิประเทศส่วนมากเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ที่สุดของประเทศ ได้แก่ ที่ราบภาคกลางตอนบน ที่ราบภาคกลางตอนล่าง และบริเวณขอบที่ราบภาคกลาง มีแม่น้ำหลายสายไหลผ่านภาคกลางสู่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น

3. *ภาคตะวันตก* ตั้งแต่จังหวัดตากลงมาถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและหุบเขาทางทิศตะวันตก มีที่ราบลุ่มน้ำไม่มากนัก และมีที่ราบชายฝั่งทะเลทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นอ่าวไทยฝั่งตะวันตก
4. *ภาคตะวันออก* ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีไปตามฝั่งทะเลจนถึงจังหวัดตราด ภูมิประเทศส่วนมากเป็นทิวเขา ที่ราบลุ่มน้ำและที่ราบลอนลาด และที่ราบชายฝั่งทะเล
5. *ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ* ตั้งแต่จังหวัดเลยลงมาถึงจังหวัดนครราชสีมา ภูมิประเทศส่วนมากเป็นที่ราบสูง ที่เรียกกันทั่วไปว่าที่ราบสูงโคราช มีทิวเขากันเป็นขอบอยู่ทางทิศตะวันตก และทิศใต้ มีที่ราบลุ่มแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ซึ่งจะไหลมารวมกันลงสู่แม่น้ำโขง พื้นดินค่อนข้างแห้งแล้งและมีความสมบูรณ์น้อยกว่าภาคอื่น ๆ
6. *ภาคใต้* ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีลงมาถึงจังหวัดนราธิวาส ภูมิประเทศส่วนมากเป็นที่ภูเขาสูงยาวเป็นพืดลงไปทางใต้ มีชายฝั่งทะเลทั้ง 2 ด้าน ทำให้เกิดที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามัน และที่ราบฝั่งอ่าวไทย

(ไพฑูริย์ พงศบุตร, 2534)

สภาพภูมิประเทศของกรุงเทพมหานคร กรุงเทพมหานครเป็นจังหวัดที่อยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ถูกแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ โดยเฉลี่ยสูงกว่าระดับน้ำทะเล 0-2 เมตร มีตำแหน่งเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 29' - 13^{\circ} 57'$ องศาเหนือ เส้นแวงที่ $100^{\circ} 19' - 100^{\circ} 57'$ องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 1,570 ตารางกิโลเมตร

ทิศเหนือ จุดแนวเขตจังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี

ทิศตะวันออก จุดแนวเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา

ทิศใต้ จุดแนวเขตจังหวัดสมุทรปราการและอ่าวไทย

ทิศตะวันตก จุดแนวเขตจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดนครปฐม

(สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, 2542: 2-1)

2.1.4 **ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศ** เป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อเขตสลาย และการอนุรักษ์พลังงาน Robinette (1983) ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศและรูปทรงแผ่นดิน (Topography and Landform), การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Surface Reflectivity), แหล่งน้ำ (Water Bodies) และพืชพรรณ (Vegetation)

Landphair and Motloch (1985: 3) ได้แบ่งปัจจัยทางธรรมชาติของสถานที่ตั้ง (On-site Natural Element) เป็น ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geologic Substrate), ลักษณะทางภูมิประเทศ (Topography), อุทกศาสตร์ (Hydrology), ดิน (Soils), พืชพรรณ (Vegetation) และ สภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้ง (Microclimate)

Laurie (1986:192) ศึกษาตัวแปรนอกเหนือจากตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศ เช่น สภาพภูมิประเทศ, พืชพรรณ และแหล่งน้ำ

Olgay (1992: 51) ได้ศึกษาสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น พบว่า “ขณะที่สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำ (Bodies of Water), พืชพรรณ (Plant) และพืชคลุมดิน (Grassy covers) มีผลทำให้อุณหภูมิลดลง แต่สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น ได้แก่ อาคารบ้านเมือง (Cities) และพื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Surface) กลับมีผลทำให้ อุณหภูมิสูงขึ้น”

วิชัย อธิธิวิศวกุล (2539) ศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมในพื้นที่ขนาดเล็กที่ประกอบด้วยตัวแปรทางธรรมชาติ เช่น ต้นไม้, พืชคลุมดิน, แหล่งน้ำ และลม มีแนวโน้มทำให้ อุณหภูมิอากาศลดลง 3 – 5 °C ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมที่มีตัวแปรทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน

Foster (1994:6) ได้แบ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานที่ตั้ง ดังนี้

- ลักษณะภูมิประเทศ (Topographical Features) ได้แก่ ทิวเขา, ทะเลสาบ, หุบเขาลำธาร, ป่าไม้
- ที่ตั้ง (Site) ได้แก่ ความขรุขระเป็นลอน, ความชัน, ความเรียบ, ความแห้งแล้ง, ความเปียกชื้น
- ผิวพื้นดิน (Ground Surfaces) ได้แก่ คอนกรีต, ผิวสีเข้ม, ผิวหญ้า ๆ
- ผิวอาคาร (Building Surfaces) ได้แก่ หิน, อิฐ, คอนกรีต, ไม้, อลูมิเนียม ๆ
- หลังคา (Roof) ได้แก่ สี, ความชัน

สุนทร บุญญาธิการ (2536: 20) สรุปว่าปัจจัยที่ช่วยปรุงแต่งบริเวณอาคาร (Site Elements) ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในเชิงอุณหภูมิ (Thermal Environment) ได้แก่

- ความลาดเอียงของพื้นดิน (Land Sloping) ช่วยปรุงแต่งการรับแดด, การสะท้อน และการเคลื่อนไหวของลม

- พืชคลุมดิน (Ground Covering) ช่วยเปลี่ยนแปลงความร้อนที่พื้นผิวดิน ทำให้ผิวดินเย็นลง หรือลดการดูดความร้อนให้กับดิน หรือสภาพแวดล้อมรอบอาคาร
- ลักษณะพืชพรรณ (Vegetation) ช่วยเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากแสงแดดเป็นไอน้ำ หรือก๊าซอื่น ๆ อันเป็นผลให้บริเวณที่ตั้งอาคารเย็นลง กับทั้งช่วยปรับปรุงการเคลื่อนไหวของลม
- รูปทรงของแผ่นดิน (Topography) ช่วยสร้างเสริมการหมุนเวียนของอากาศ และปรับปรุงการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในบริเวณที่ตั้งอาคาร
- ลักษณะแหล่งน้ำ (Water Bodies) แหล่งน้ำเมื่อใหญ่พอจะช่วยทำให้อากาศบริเวณที่ตั้งอาคารมีอุณหภูมิใกล้เคียงสบายมากขึ้น
- ความสามารถในการเก็บความร้อน (Thermal Capacity) ช่วยเปลี่ยนแปลงการรับ และดูดกลืนปริมาณความร้อนบริเวณอาคาร

สุนทร บุญญาธิการ (2542) ศึกษาพบว่า ปัจจัยทางธรรมชาติที่สำคัญเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน คือ ต้นไม้ใหญ่, พืชคลุมดิน, วัสดุปูผิวดิน, ดิน, ลม, ความลาดเอียงของพื้นดิน และแหล่งน้ำ

จากการรวบรวมปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศ สามารถสรุปปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคาร ดังนี้ คือ

1. รูปทรงของพื้นดิน (Landform)
2. แหล่งน้ำ (Water Bodies)
3. พืชพรรณ (Vegetation) แบ่งเป็น
 - ต้นไม้ใหญ่ (Plant)
 - พืชคลุมดิน (Ground Covering Plant)
4. สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Feature) แบ่งเป็น
 - อาคาร (Built Form)
 - พื้นผิวที่มีมนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Ground Surface)

รูปทรงของแผ่นดิน

ลักษณะความสูงของแผ่นดินมีผลต่ออุณหภูมิอากาศ เนื่องจาก "อุณหภูมิอากาศจะเปลี่ยนตามระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (Altitude) เช่น บริเวณภูเขาสูงอุณหภูมิอากาศจะลดลงโดยประมาณ $1^{\circ}F$ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นทุก ๆ 100 เมตร ในฤดูร้อน และทุก ๆ 120 เมตร

ในฤดูหนาว ... ภูเขาสูงมีผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ขนาดใหญ่ ความแตกต่างของระดับผิวดินสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กบริเวณที่ตั้งอาคารได้เช่นกัน อากาศเย็นจะหนักกว่าอากาศร้อน ในตอนกลางคืนการแผ่รังสีกลับสู่ท้องฟ้าจะทำให้เกิดขึ้นของอากาศเย็นใกล้ผิวดิน อากาศเย็นจะมีสภาพคล้ายน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ... ดังนั้นอากาศเย็นจะเคลื่อนตัวไปสู่จุดที่ต่ำทำให้เกิดแอ่งอากาศเย็น ทำให้เวลากลางคืนอากาศเย็นพัดพาออกไปตามหุบเขาซึ่งตรงกันข้ามกับเวลากลางวันที่อากาศร้อนเคลื่อนตัวขึ้นไปตามหุบเขา” (Olgay, 1992: 44)

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดิน มีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยระนาบพื้นผิวสามารถช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้ เนื่องจาก “ปริมาณของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งกระทบกับพื้นดิน เป็นปัจจัยหนึ่งของความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์กับทิศทางและระดับของสความลาดเอียง” (Landphair and Motloch, 1985: 45)

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดินมีผลต่อกระแสลม เนื่องจาก ลักษณะภูมิประเทศสามารถควบคุม สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ ทำให้ความเร็วลมในหุบเขามีทิศทางและปริมาณลมในหุบเขาแปรผันตามเวลา โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวัน และพัดลงเนินเขาในเวลากลางคืน

พื้นดินแห้ง เช่น ทราย และหินลูกรัง เป็นต้น ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและความชื้นต่ำลง ขณะที่พื้นดินเปียก เช่น พื้นดินที่อุดมสมบูรณ์ และพื้นดินเหนียวที่ระบายน้ำได้น้อยซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเปียกชื้น ส่งผลให้อุณหภูมิต่ำลงและความชื้นสูงขึ้น

แหล่งน้ำ

น้ำมีค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) สูงกว่าดินหรือแผ่นดิน ทำให้น้ำจะเย็นกว่าในช่วงกลางวันและอุ่นกว่าในช่วงกลางคืน ดังนั้นบริเวณที่ตั้งใกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่จะช่วยลดการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ บริเวณริมทะเลที่แผ่นดินร้อนกว่าทะเล อากาศร้อนลอยตัวขึ้น อากาศเย็นจากทะเลก็พัดเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดกระแสลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง ทำนองเดียวกันกับเวลากลางคืน ลมจะพัดจากฝั่งออกจากทะเล นอกจากนั้นบริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือด้านท้ายลมจะมีผลเรื่องความชื้น และการสร้างความเย็นจากการระเหย (Evaporative Cooling Effect)

กระบวนการระเหย (Evaporation) ต้องการพลังงาน หรือความร้อน เมื่อโมเลกุลของน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลว (Liquid) เป็นก๊าซ (Gaseous) กระบวนการนี้ต้องการพลังงานที่มากพอที่จะระเหยน้ำให้กลายเป็นไอ มากกว่าเพื่อทำความร้อนให้กับน้ำเท่านั้น กระบวนการระเหยใช้พลังงานจากอากาศโดยรอบ ดังนั้นความร้อนจึงถูกนำไปใช้และอากาศจึงเย็นลง แม้แต่

แหล่งน้ำขนาดเล็กสามารถสร้างผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น จากกระแสลมอ่อน ๆ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิขึ้น รวมทั้งการระเหยซึ่งใช้ความร้อนจากอากาศที่ล้อมรอบ น้ำที่มีปริมาณมากและการระเหยของแหล่งน้ำนั้นจะเพิ่มอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำควรอยู่เหนือลมจึงสามารถเพิ่มผลกระทบทั้งจากความเย็นและความชื้นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ (Foster, 1994)

ในทำนองเดียวกัน Laurie (1986: 195) กล่าวว่า “บริเวณใต้ลมของแหล่งน้ำขนาดใหญ่อาจทำให้เกิดความชื้น ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของอุณหภูมิทั่วไปภายในบริเวณนั้น ปริมาณของแหล่งน้ำมากเท่าใดย่อมมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมขนาดเล็กมากขึ้นเท่านั้น”

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยการให้กระแสลมพัดผ่านบริเวณผิวน้ำของน้ำที่มีการระเหยทำให้อากาศเย็นลง และเมื่อความชื้นในอากาศมากกว่าเดิม ถ้าสภาพแวดล้อมทั่วไปมีลมพัดผ่านอากาศถ่ายเทได้สะดวก ความชื้นจะไม่สะสมมากนัก ดังนั้น ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น ต้องลดการสะสมความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยของน้ำด้วยการระบายอากาศที่ดี หากต้องการนำความเย็นที่ได้ไปใช้ภายในอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

พืชพรรณ

“พืชพรรณ หมายถึง พรรณไม้ทุกชนิดทั้งที่เป็นไม้ป่า ไม้ปลูกเลี้ยงที่มีเนื้อไม้และไม่มีเนื้อไม้” (สมจิต โยธะคง, 2541: 105)

สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (Bowen, 1979)

- **ไม้ยืนต้น** (Tree) เป็นต้นไม้ที่มีอายุยืนยาว มีเนื้อไม้ และมีลำต้นเดี่ยว สามารถจำแนกตามขนาดเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีความสูง 12 เมตรขึ้นไป
2. ไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูง 9 – 12 เมตร
3. ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีความสูง 4.5 – 6 เมตร

ไม้ยืนต้นมักมีกิ่งก้านสาขาที่ให้ร่มเงาและมีความสูงของพุ่มใบเหนือพื้นดินที่ทำให้ลมสามารถพัดผ่านได้พุ่มใบหรือพัดผ่านยอดไม้ได้

- **ไม้พุ่ม** (Shrub) เป็นต้นไม้ที่มีเนื้อไม้ แต่มีลำต้นหลายลำต้น ไม้พุ่มจะมีความสูง 1.2 – 4.5 เมตร โดยทั่วไปใช้เพื่อบังสายตาและกันลม

- **พืชคลุมดิน** (Low growing plant) เช่น หญ้าและไม้คลุมดินต่าง ๆ ซึ่งมีความสูง 0 - 1.2 เมตร ร่มเงาจากพืชคลุมดินช่วยทำความเย็นแก่พื้นดิน และช่วยทำให้ลมที่พัดผ่านเหนือพืชคลุมดินเย็นลง

พืชพรรณสามารถจำแนกประเภทตามการใช้งานจริงทางภูมิสถาปัตยกรรมเป็น 4 ประเภท คือ (เอื้อมพร วิสมหมาย และคณะ, 2540)

- **ไม้ระดับสูง** หมายถึง ไม้ยืนต้น และไม้พุ่มระดับสูง ความสูงประมาณมากกว่า 4 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นตัวเด่น เป็นจุดเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อให้ร่มเงา ฯลฯ
- **ไม้ระดับกลาง** หมายถึง ไม้พุ่มขนาดใหญ่ ความสูงประมาณ 2-4 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นตัวเด่น เป็นจุดเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อให้ร่มเงา เป็นแนวแสดงขอบเขตบังสายตา ฯลฯ รวมทั้งไม้พุ่มระดับกลาง-เล็ก ความสูงประมาณ 1-2 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นตัวเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแสดงขอบเขต ฯลฯ
- **ไม้ระดับต่ำ** หมายถึง ไม้พุ่มขนาดเล็ก ความสูงประมาณ 0.3 – 0.5 เมตร มีคุณสมบัติใช้เป็นตัวเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแสดงขอบเขตในระดับพื้นโดยไม้บังสายตา รวมทั้งไม้คลุมดิน ความสูงต่ำกว่า 0.3 เมตร มีคุณสมบัติแผ่ปกคลุมพื้นที่ในแนวราบได้ดี ใช้เป็นแปลงไม้ระดับล่างสุดในสวนหย่อม ฯลฯ
- **ไม้เลื้อย** หมายถึง ไม้ที่ต้องอาศัยสิ่งค้ำจุนเพื่อตั้งตัวขึ้นในแนวสูง มีคุณสมบัติในการปกคลุมพื้นที่ในแนวตั้ง ใช้บังกำแพง ทำไม้แขวน หรือขึ้นซุ้ม ฯลฯ

พืชพรรณสามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และนำมาซึ่งความเย็น ใบไม้ดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและแดง (Blue and Red Spectrum of Light) โดยไม่ใช้ความยาวคลื่นสีเขียว (Green Light) มากนัก จึงสะท้อนความยาวคลื่นสีเขียวออกไปทำให้มองเห็นใบไม้เป็นสีเขียว พืชพรรณต่าง ๆ โดยเฉพาะไม้ยืนต้นสามารถลดอุณหภูมิลงได้โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งการดูดซึมน้ำจากราก และทำความเย็นด้วยการคายน้ำจากใบไม้โดยการระเหยเป็นไอไปในอากาศ ทำให้อากาศและอุณหภูมิลดลง ต้นไม้เย็นลง (Foster, 1994)

แม้แต่พืชคลุมดินสามารถลดอุณหภูมิพื้นผิว โดยสร้างแอ่งความเย็น (Cool Air Pocket) ที่บริเวณผิวดิน วิชัย อธิวิศวกุล (2539) ศึกษาพบว่า อุณหภูมิในบริเวณสนามหญ้าเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ แต่อุณหภูมิจะไม่เย็นเท่ากับอุณหภูมิใต้พุ่มใบของพุ่มไม้

จากการศึกษาของ สุนทร บุญญาธิการ (2542: 72) พบว่า “กระบวนการสังเคราะห์แสงดังกล่าวจะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (2,200 บีทียู) เพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนเป็นไอ ดังนั้นอาจประมาณได้ว่าในช่วงเวลากลางวัน (12 ชั่วโมง) หากต้นไม้ขนาดใหญ่ต้นหนึ่งสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแล้ว แปลงสภาพน้ำให้เป็นไอ ในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน ต้นไม้ต้นนั้นจะมีความสามารถในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือประมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (2,200 บีทียูต่อชั่วโมง)”

นอกจากนั้นต้นไม้ยังสามารถช่วยควบคุมผลกระทบจากแสงแดดโดยช่วยกรองรังสีของดวงอาทิตย์, ช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดินและควบคุมปริมาณความร้อนที่สะสม, สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่าง ๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวดินอาคาร, สามารถลดอุณหภูมิผิวดินอาคารลงเนื่องจากผลกระทบจากอุณหภูมิผิววัสดุ (Sol-Air Effect) และสามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้

จากการศึกษา (Foster, 1994: 39) พบว่า “การผสมผสานระหว่าง การให้ร่มเงา การระเหย และการพาความร้อนของลมสามารถลดอุณหภูมิใต้ต้นไม้ใหญ่ได้ถึง 14°C ” ทำนองเดียวกัน (Foster, 1994: 9) พบว่า “ต้นไม้มีผลอย่างมากต่อการสร้างความรู้สึกเย็น (Cooling Effect) โดย 75% ของการสร้างความรู้สึกเย็นของต้นไม้มาจากการระเหย อีก 25% มาจากร่มเงา” อย่างไรก็ตาม Foster ได้กล่าวว่า ถึงแม้การปลูกต้นไม้ใกล้อาคารจะช่วยให้ร่มเงา โดยเฉพาะต้นไม้ยิ่งสูงยิ่งดีเนื่องจากสามารถให้ร่มเงาทั้งหน้าต่าและหลังคา แต่ต้นไม้ใกล้ฐานอาคารจนเกินไปเนื่องจากรากของต้นไม้จะรบกวนและสร้างปัญหาแก่อาคารได้

นอกจากนั้นการปลูกต้นไม้ที่มีพุ่มใบหนาที่รอบ ๆ บริเวณอาคารจะมีผลต่ออุณหภูมิใต้ต้นไม้ในเวลากลางวันที่จะไม่เย็นลงเท่าที่ควรเนื่องจากพุ่มใบสกัดกั้นการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าเอาไว้ ทำให้การใช้ประโยชน์ของอุณหภูมิใต้ต้นไม้ในเวลากลางวันแตกต่างจากเวลากลางวันซึ่งสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า

Federer (1976) และ Hastings and Crenshaw (1977) ศึกษาพบว่าผลที่ชัดเจนที่สุดของพรรณไม้ที่มีต่อสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร คือ ให้ร่มเงา และช่วยดูดซับและสะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์ หากมนุษย์ต้องการร่มเงาในยามอากาศร้อน และต้องการดวงอาทิตย์ในยามอากาศหนาว ควรเลือกใช้พรรณไม้ให้เหมาะสม เนื่องจากพรรณไม้มีทั้งชนิดที่ไม่ผลัดใบสามารถให้ร่มเงาตลอดปี และพรรณไม้ที่ผลัดใบตามฤดูกาล สามารถให้ร่มเงาในเวลาฤดูร้อนและผลัดใบในฤดูหนาว

สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ นั้น ลักษณะรูปทรงของพืชพรรณมีผลต่อกระแสลมประจำถิ่น โดยป่าไม้ที่มีความหนาแน่นสามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม สามารถลดและเพิ่มความเร็วยของกระแสลมได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มต้นไม้ ตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพในการกันลม ขณะเดียวกันในพื้นที่ขนาดเล็กจึงเกิดความเย็นสบายเสมอเมื่อมีลมพัดอ่อน ๆ ใต้ต้นไม้ เมื่อใบไม้คายน้ำ ผลิตภัณฑ์ออกซิเจนในอากาศ เสริมสร้างให้กระแสลมเบาบางที่พัดผ่านเกิดความเย็นสบาย ซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่แท้จริง

พืชพรรณต่าง ๆ สามารถปรับปรุงสภาพภูมิอากาศได้ 3 แนวทาง คือ ควบคุมลม, ควบคุมอุณหภูมิ และควบคุมการกลั่นตัวของไอน้ำและความชื้น (Bowen,1979; Leszczyn, 1999)

- **ควบคุมลม (Wind Control)** โดยการกั้นขวาง (Obstruction), บังคับทิศทาง (Guidance), เบี่ยงเบน (Deflection) และกรองให้ลดลง (Filtration) การประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับรูปทรง, ลักษณะและความสูง หรือตำแหน่งของพืชพรรณ

- **ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)** พืชพรรณทุกชนิดเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการควบคุมแสงจากดวงอาทิตย์ โดยดูดกลืนความร้อน (Absorb Heat), ทำให้เกิดร่มเงา (Provide Shade) และสร้างฉนวนป้องกันความร้อน (Crete Insulation) พืชพรรณดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และคายความร้อนในเวลากลางคืน จึงทำความเย็นในเวลากลางวันและเพิ่มความอบอุ่นในเวลากลางคืน พืชพรรณแต่ละชนิดมีลักษณะและความหนาแน่นของพุ่มใบที่ทำให้เกิดร่มเงาแตกต่างกัน เช่น ไม้ผลัดใบ และไม้ไม่ผลัดใบ

ปัจจัยสำคัญที่แทบจะไม่ได้รับการพิจารณา คือ การเคลื่อนที่ของร่มเงาบนพื้นและความเร็วของความเย็นเมื่อเกิดร่มเงาบนพื้นที่ใหม่

Kelly (cited in Bowen, 1979: 7) ศึกษาพบว่า “อุณหภูมิบนพื้นโล่งสามารถเย็นลงถึง 22.2°C ภายในเวลา 5 นาที ภายหลังจากเส้นเงามาถึง”

- **ควบคุมการกลั่นตัวของไอน้ำและความชื้น (Control of Precipitation and Humidity)** ไอน้ำและการกลั่นตัวของน้ำอยู่ในรูปของน้ำฝน, หมอก, น้ำค้าง, หิมะ, เกล็ดน้ำแข็ง และลูกเห็บ พืชพรรณจะสะสมน้ำฝนจากการแผ่กว้างของกิ่งใบและช่วยลดปริมาณของน้ำที่ตกบนพื้นดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของพืชพรรณในบริเวณนั้น เมื่อน้ำไหลผ่านพืชพรรณ น้ำจะช่วยดูดซับความร้อนจากพุ่มใบกิ่งก้าน และทำความเย็นให้กับพืชพรรณ โดยพืชพรรณต่าง ๆ สามารถรักษาความชุ่มชื้นและป้องกันหน้าดินไม่ให้ถูกน้ำกัดเซาะได้ดีกว่าดินโล่งที่ไม่มีพืชปกคลุม น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำเมื่อฝนหยุดตกและความร้อนเพิ่มขึ้นตลอดวัน ทำให้เกิดความเย็นแก่กระแสน้ำที่พัดผ่านใกล้พืชพรรณตลอดเวลาที่น้ำระเหยกลายเป็นไอ รวมทั้งน้ำค้างที่เกิดจากการควบแน่นเป็นหยดน้ำบนใบที่แหลมเรียวของต้นสนและพื้นผิวใบไม้ต่าง ๆ จะตกสู่พื้นดินโดยหยดจากส่วนที่แตกต่างของพืชพรรณนั้น ๆ น้ำค้างจึงเป็นแหล่งความชุ่มชื้นที่สำคัญที่ทำให้พืชพรรณเจริญเติบโต

สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- อาคาร
- พื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น วัสดุปูพื้น (Paving)

การจัดวางตำแหน่งและทิศทาง (Orientation) ของอาคาร ทำให้เกิดแสงเงากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นยังเปลี่ยนรูปแบบของการสะสมและการสะท้อนความร้อน ขณะที่ป่าไม้ช่วยดูดกลืนและใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ มีแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ตกกระทบพื้นดินเบื้องล่าง และการสะท้อนของแสงในรูปของความร้อนกลับคืนสู่อากาศก็มีเพียงเล็กน้อยเช่นกัน อาคารคอนกรีตและวัสดุปูพื้นกลับดูดกลืนและสะสมความร้อนประมาณครึ่งหนึ่งของพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่วนที่เหลือสะท้อนกลับสู่ท้องฟ้า จะเห็นได้ว่าพื้นถนนร้อนเสมอในวันที่มีแดดจัด เมื่อถึงเวลากลางคืนอาคารคอนกรีตและพื้นถนนจึงจะคายความร้อนที่สะสมไว้สู่ท้องฟ้า แต่ภายในเมืองที่เต็มไปด้วยฝุ่นควัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอากาศที่เป็นมลภาวะได้สกัดกั้นไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน การเก็บสะสมความร้อนปริมาณมหาศาลในเวลากลางวันและไม่สามารถสูญเสียความร้อนได้มากในเวลากลางคืนเรียกว่า สภาวะเกาะแห่งความร้อน (Heat-island Effect) ดังนั้นภายในเมืองจึงมีอุณหภูมิสูงกว่า แตกต่างจากอุณหภูมิบริเวณนอกเมืองและชุมชนเกษตรกรรมรอบนอก สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในเมือง สามารถปรับปรุงได้โดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของพืชพรรณมากขึ้น บริเวณพืชพรรณกว้างเท่าใดก็ยิ่งสร้างผลกระทบที่ดีมากขึ้นเท่านั้น (Foster, 1994)

สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมทางพุทธศาสนาของประเทศไทย เช่น โบสถ์ วิหาร เป็นอาคารที่ใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีผนังอาคารที่หนามาก และมีหลังคาจั่วทรงสูง จุดประสงค์หลักคือ ทำให้รู้สึกเย็นสบายเมื่ออยู่ในอาคารในเวลากลางวัน เนื่องจากผนังหนาๆ หรือมวลสารมากทำให้ความร้อนจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารได้ยาก ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโบสถ์ที่ผนังหนาๆ จึงเกิดขึ้นได้ช้า ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารเกือบจะเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอกอาคารเวลากลางวันและกลางคืน

ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิภายนอกอาคารเวลากลางวัน ประมาณ 35°C

อุณหภูมิภายนอกอาคารเวลากลางคืน ประมาณ 25°C

ดังนั้น อุณหภูมิเฉลี่ย = $(35 + 25)/2 = 30^{\circ}\text{C}$ = อุณหภูมิภายในอาคาร

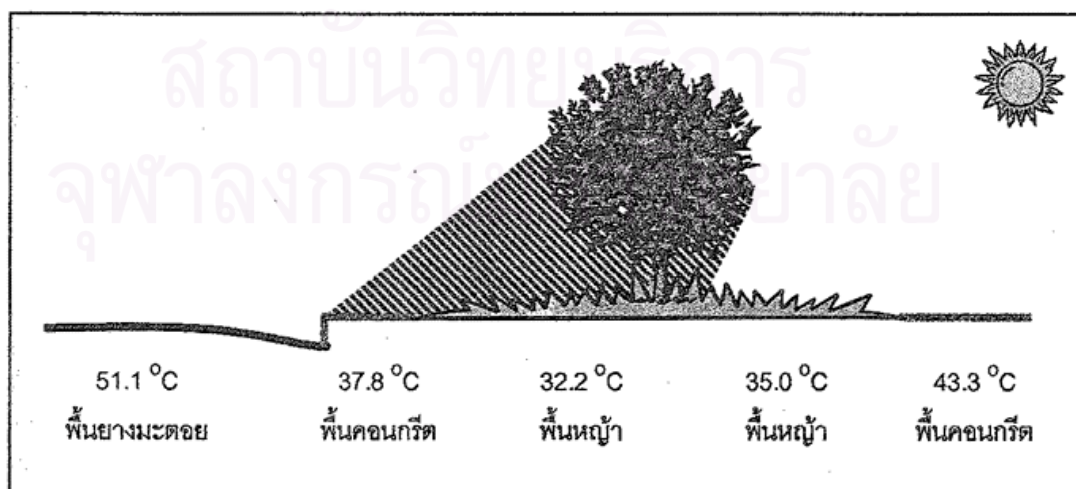
Givoni (2000: 138) ศึกษาพบว่า “อาคารที่มีมวลสารมาก (High Mass Building) เย็นลงอย่างช้า ๆ ตลอดช่วงบ่าย ซึ่งเป็นเหตุให้รู้สึกไม่อยู่ในสภาวะน่าสบายและหลับพักผ่อนได้ไม่เพียงพอ” อย่างไรก็ตามมีการวิจัย (Givoni, 1998) พบว่า ถ้าเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศในเวลากลางคืนด้วยพัดลม อาคารที่มีมวลสารมากสามารถเพิ่มความสบายขึ้นได้มากกว่าอาคารที่มีมวลสารน้อยโดยเฉพาะในเวลากลางวัน การวิจัยพิสูจน์ได้ว่าอาคารที่มีมวลสารมากจะมีอุณหภูมิภายในอาคารสูงสุดได้ต่ำกว่าอาคารที่มีมวลสารน้อย แม้แต่เวลาที่มีการระบายอากาศอย่างต่อเนื่องในเวลากลางวันและกลางคืน

2.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม

2.1.5.1 ความร้อนจากแสงอาทิตย์และร่มเงา (Sun and Shading)

การเปรียบเทียบพื้นคอนกรีตที่โดนแดดและไม่โดนแดด “จากการทดสอบการนำความร้อน ที่มหาวิทยาลัยอินเดียน่าพบว่า ขณะที่อุณหภูมิอากาศ 28.9°C พื้นคอนกรีตที่โดนแดดจะมีอุณหภูมิถึง 42.2°C ขณะที่พื้นคอนกรีตใต้ร่มเงาต้นไม้จะมีอุณหภูมิเพียง 31.1°C ” (Federal Energy Administration [FEA], 1975: 3 cited in Hastings and Crenshaw, 1977: 1-9) ดังนั้น การถ่ายเทความร้อนผ่านร่มเงาของต้นไม้จึงช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นดิน และทำให้อุณหภูมิอากาศเย็นลง

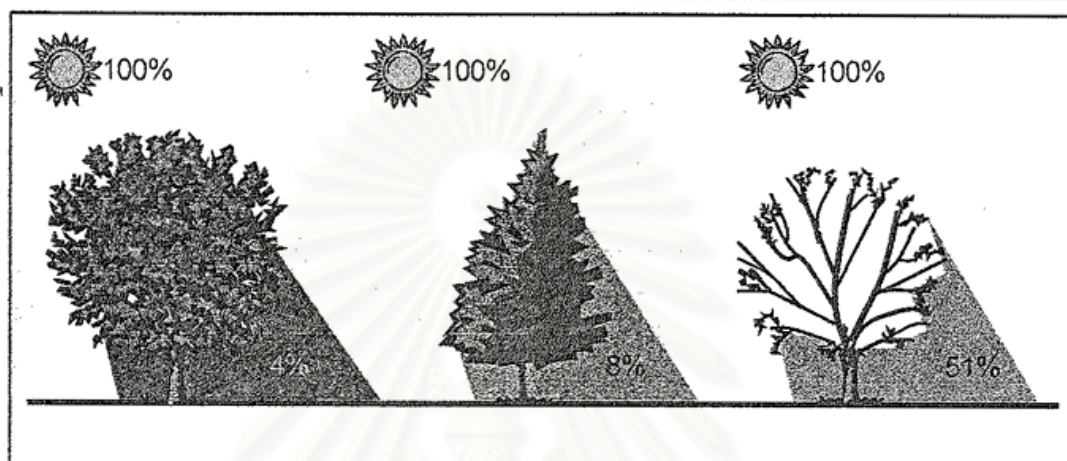
การเปรียบเทียบพื้นผิวต่าง ๆ ที่โดนแดดและไม่โดนแดด “ข้อมูลจากรัฐออริโซน่า สหรัฐอเมริกา แสดงถึงความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น เมื่ออุณหภูมิอากาศ 42.2°C อุณหภูมิพื้นดินมีความแตกต่างขึ้นอยู่กับพื้นผิวและการอยู่ภายในร่มเงาของต้นไม้หรือไม่ ด้วยเหตุนี้จึงพบว่า อุณหภูมิภายใต้ดวงอาทิตย์บนพื้นคอนกรีตสูง 43.3°C บนพื้นยางมะตอยสูงถึง 51.1°C บนพื้นหญ้า 35°C ขณะที่อุณหภูมิภายใต้ร่มเงาของพื้นคอนกรีตเหลือเพียง 37.8°C บนพื้นหญ้าเหลือเพียง 32.2°C ณ ความสูง 1.2 เมตร อุณหภูมิภายใต้ดวงอาทิตย์เหนือพื้นคอนกรีตเป็น 35.6°C และเหนือพื้นยางมะตอยเป็น 38.9°C อุณหภูมิที่น่าประหลาดใจมาก คือ พื้นหญ้าภายใต้ร่มเงาที่ 32.2°C และยางมะตอยที่สูงสุดถึง 51.1°C แม้แต่ภายใต้ร่มเงา ความแตกต่างของพื้นคอนกรีตและพื้นหญามีถึงประมาณ 5°C ” ดังแสดงในรูปภาพ 2-3 (Laurie, 1986: 196)



รูปภาพ 2-3 : อุณหภูมิพื้นผิวมีความแตกต่างขึ้นอยู่กับผิววัสดุ และการอยู่ภายใต้ร่มเงา (Laurie, 1986: 196)

การวัดอัตราส่วนของแสง-เงาของพืชพรรณ Robinette (1983) สรุปการวัดอัตราส่วนแสง-เงาของพืชพรรณเพื่อเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงสภาพภูมิอากาศ ดังนี้

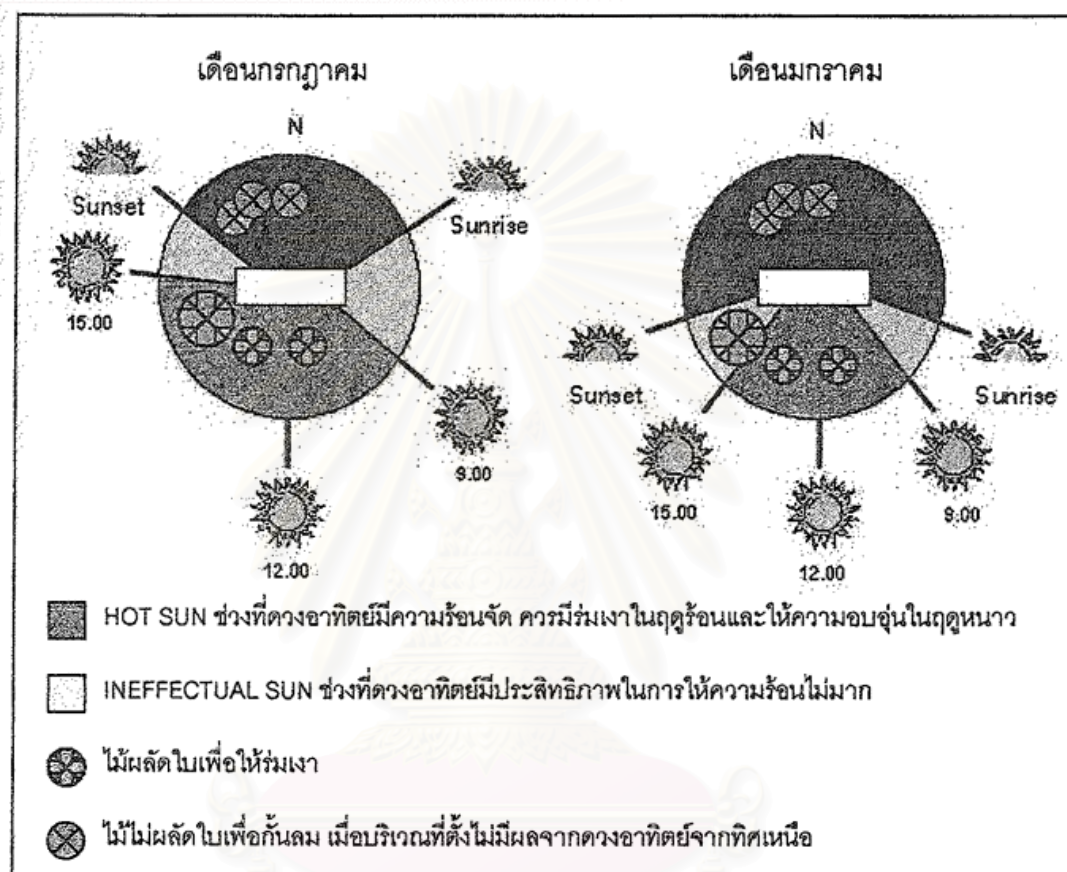
- อัตราการดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ (*Degree of Sun Absorption*) ร่มเงาที่เกิดจากต้นไม้สามารถป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากกว่า 70% ก่อนที่จะถูกดูดกลืนจากพื้นดิน ดังแสดงในรูปภาพ 2-4



รูปภาพ 2-4 : อัตราการดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ของต้นไม้ลักษณะต่าง ๆ (Robinette, 1983: 25)

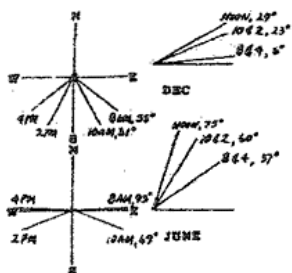
- ผลกระทบกับอุณหภูมิอากาศ (*Effect on Air Temperature*) อุณหภูมิอากาศในร่มเงาของต้นไม้สามารถเย็นลงประมาณ 5 – 10 °C เมื่ออุณหภูมิอากาศ 32.2 °C หรือสามารถเย็นลงประมาณ 3 – 5 °C เมื่ออุณหภูมิอากาศ 21.1 °C
- ผลกระทบกับอุณหภูมิบนพื้นดิน (*Effect on Ground Temperature*) ป่าไม้ที่มีความหนาแน่นจะสกัดกั้นรังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ถึง 80% ด้วยความหนาแน่นของพุ่มใบ ดังนั้นจึงเหลือเพียง 5% เท่านั้นที่ตกถึงพื้นดินตลอดวัน (Geiger, 1957: 317 cited in Robinette, 1983: 23)
- การสร้างความรู้สึกเย็น (*Cooling Effect*) ในช่วงเวลากลางวันเมื่อพระอาทิตย์ขึ้น พืชพรรณสร้างความรู้สึกเย็นจากความเย็นใต้ต้นไม้ทำให้เกิดชั้นของอากาศเย็นบริเวณพื้นดินเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จนกระทั่งถึงเวลาเที่ยง พื้นดินยังคงเย็นกว่าและไม่ร้อนเท่าอุณหภูมิอากาศ จนกว่าแสงอาทิตย์จะสามารถส่องผ่านพุ่มใบได้

การควบคุมดวงอาทิตย์โดยใช้พืชพรรณ Foster (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทิศทางและมุมของดวงอาทิตย์ตลอดปีเพื่อทำการควบคุมโดยใช้พืชพรรณ ดังตัวอย่างที่ตั้ง ณ เมืองบอสตัน สหรัฐอเมริกา โดยทำการเปรียบเทียบเดือนกรกฎาคม และเดือนมกราคม เลือกพิจารณาในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในด้านความร้อน ระหว่างเวลา 9.00 น. – 15.00 น. ดังแสดงในรูปภาพ 2-5

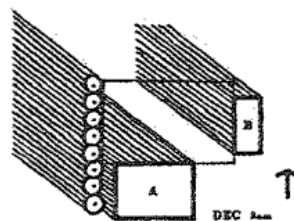


รูปภาพ 2-5 : เปรียบเทียบผลการใช้พืชพรรณควบคุมดวงอาทิตย์ในฤดูร้อนและฤดูหนาว (Foster, 1994: 20)

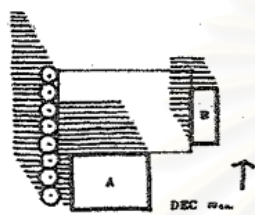
การจัดวางตำแหน่งและทิศทาง กับรูปแบบของร่มเงา Laurie (1986) ศึกษาว่า เมื่อดวงอาทิตย์เสมือนมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังนั้นพื้นที่ของเงาที่เกิดขึ้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงทั้งตำแหน่งและการยืดยาวของเงา ขนาดความกว้างยาวที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณและเขียนรูปแบบของเงาในเวลาที่แตกต่างกันของวัน และปี การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ภายนอกจึงขึ้นอยู่กับรูปแบบของเงาที่เกิดขึ้น โดยมีการเปรียบเทียบรูปแบบของเงาบนผังบริเวณ (Plan) ในเวลา 8.00 น., 10.00 น., 12.00 น., 14.00น. และ 16.00น. ของวันเดียวกัน รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบดูความแตกต่างของเดือนที่เป็นตัวแทนของฤดูกาล ดังแสดงในรูปภาพ 2-6



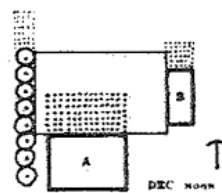
รูปภาพ 2-6 (ก)
มุมอะซิมูท เดือนตุลาคม และมิถุนายน



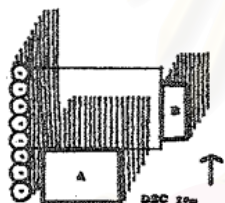
รูปภาพ 2-6 (ข)
เดือนตุลาคม เวลา 8.00 น.



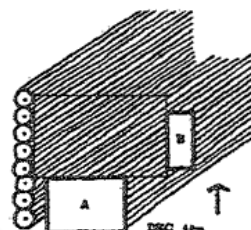
รูปภาพ 2-6 (ค)
เดือนตุลาคม เวลา 10.00 น.



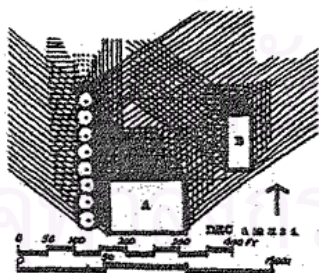
รูปภาพ 2-6 (ง)
เดือนตุลาคม เวลา 12.00 น.



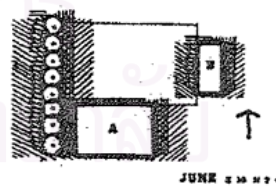
รูปภาพ 2-6 (จ)
เดือนตุลาคม เวลา 14.00 น.



รูปภาพ 2-6 (ฉ)
เดือนตุลาคม เวลา 16.00 น.



รูปภาพ 2-6 (ช)
รูปแบบเงารวม เดือนตุลาคม



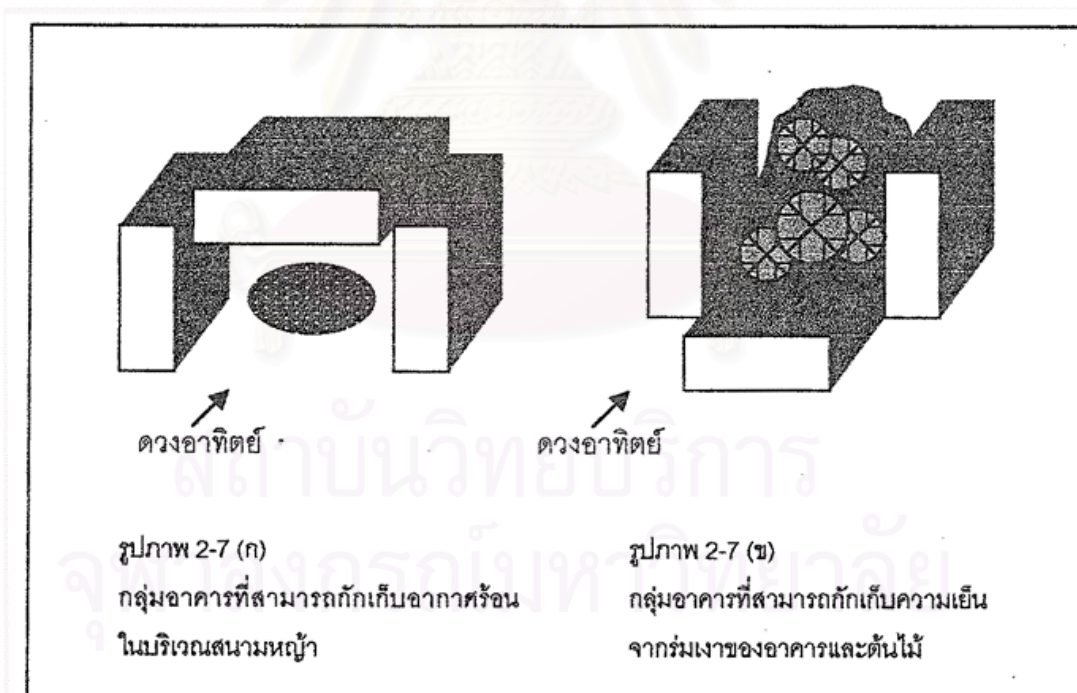
รูปภาพ 2-6 (ฐ)
รูปแบบเงารวม เดือนมิถุนายน.

รูปภาพ 2-6 : รูปแบบของเงาในเวลา และเดือนที่ต่างกัน

(Laurie, 1986 : 197-198)

Beer (1998: 74) กล่าวว่า “ร่มเงา เป็นเครื่องมือที่รู้จักกันดีสำหรับใช้ประโยชน์ในการควบคุมสภาพภูมิอากาศขนาดเล็ก ... ซึ่งมีความสำคัญที่ควรมีร่มเงาที่เหมาะสมแก่สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น การคำนวณตำแหน่งของพื้นที่ได้รับเงาบนสถานที่ตั้งเป็นเรื่องที่ควรกระทำ ทั้งก่อนการเริ่มต้นปรับปรุงบริเวณสถานที่ตั้ง และระหว่างกระบวนการตัดสินใจเลือกรูปแบบการปรับปรุง เมื่อมุมของดวงอาทิตย์มีความแตกต่างตามเส้นรุ้ง และเวลาในรอบปี และสภาพการณ์ที่ถูกต้องสามารถคำนวณได้ทุก ๆ สถานที่ตั้ง ... การแสดงรูปแบบของร่มเงาจะมีประโยชน์อย่างมากซึ่งควรมีอย่างน้อย 3 ช่วงเวลาในรอบปี ถ้าสถานที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรมากเท่าใด ยิ่งไม่มีความสำคัญเท่าใดที่จะเขียนทุกช่วงฤดู ... ในการพิจารณาชั้นพื้นฐานของการใช้ร่มเงา ควรพิจารณาความแตกต่างของร่มเงาระหว่างฤดูกาล รวมทั้งระหว่างเวลาเช้า เวลาเที่ยงวัน และเวลาบ่าย”

Beer (1998: 78) พบว่า “การสร้างแอ่งเล็ก ๆ ที่สามารถมีอุณหภูมิอากาศแตกต่างจากบริเวณโดยรอบ โดยอาศัยร่มเงาจากอาคารและพื้นที่โล่ง หรือจากการจัดตำแหน่งต้นไม้อย่างรอบคอบและอาคารอื่น ๆ ร่วมกันให้ร่มเงาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพยายามเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นของเมืองร้อน” การวางผังอาคารและพืชพรรณสามารถกักเก็บอากาศร้อน หรือสร้างร่มเงาให้กับบริเวณรอบอาคารได้ ดังแสดงในรูปภาพ 2-7



รูปภาพ 2-7 : เปรียบเทียบการวางผังบริเวณและพืชพรรณที่แตกต่าง ทำให้กักเก็บความร้อน-เย็นต่างกัน
Beer (1998: 78-79)

การศึกษารูปแบบของร่มเงาที่เกิดจากพืชพรรณต่าง ๆ Olgyay (1992) ให้ความสำคัญกับชนิดของพืชพรรณบริเวณที่ตั้ง โดยพิจารณารูปทรงและลักษณะของต้นไม้ในฤดูหนาวและฤดูร้อน รวมทั้งรูปแบบของเงาสำหรับการกันแดดด้วยวิธีทางธรรมชาติ หลังจากนั้นจึงพิจารณาสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่ตั้งตลอดปีเพื่อพิจารณาช่วงเวลาที่ร่มเงามีความจำเป็นเนื่องจากอุณหภูมิอยู่นอกเขตสบาย ซึ่งสามารถจัดแสดงช่วงเวลาที่ร้อนเกินไป (Overheated Period) ลงบนแผนตาราง โดยแบ่งเวลากลางวันเป็น 12 ชั่วโมง และปีเป็น 12 เดือน การใช้ประโยชน์จากร่มเงาของต้นไม้ควรครอบคลุมช่วงเวลาที่ร้อนเกินไป ส่วนการเคลื่อนตำแหน่งของดวงอาทิตย์จะพิจารณาตั้งแต่เวลาพระอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลาพระอาทิตย์ตก โดยทำการจำลองสภาพให้เห็นเงา 3 มิติ ทุก ๆ ชั่วโมง

2.1.5.2 ความแตกต่างของผิววัสดุ (Difference Surface Material)

การเปรียบเทียบผิววัสดุต่าง ๆ กับอุณหภูมิ ความร้อนจะถูกดูดกลืนไม่เท่ากันในวัสดุที่ต่างชนิดกัน ดังนั้น วัสดุต่าง ๆ จึงมีผลกระทบต่ออัตราการดูดกลืนความร้อนและการแผ่รังสี

วัสดุปูพื้นเมื่อโดนแสงแดดจะมีอุณหภูมิสูงกว่าดิน และ พืชคลุมดิน เนื่องจากมีการสะสมความร้อนมากกว่า ดังแสดงในตาราง 2-1 เปรียบเทียบพื้นผิวต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด เมื่ออุณหภูมิอากาศเป็น 28.9°C

วัสดุ	อุณหภูมิผิว ($^{\circ}\text{C}$)	ความแตกต่างจาก อุณหภูมิอากาศ
ยางมะตอยสีเข้ม	51.1	+22.2
ยางมะตอยสีอ่อน	44.4	+15.5
คอนกรีต	42.2	+13.3
หญ้าทรงต่ำ (ความสูง 2 – 5 ซม.)	40.0	+11.1
ดินโล่ง	37.8	+8.9
หญ้าทรงสูง (ความสูง 90 ซม.)	35.6	+6.7

ตาราง 2-1 : เปรียบเทียบพื้นผิวต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด

(FEA, 1977: 4 cited in Hastings and Crenshaw, 1977: 1-16)

จากการศึกษาของ Kusuda (1976: 97 cited in Hastings and Crenshaw, 1977) ซึ่งทำการวัดอุณหภูมิผิวของพื้นที่แตกต่างกัน 5 ชนิด คือ ดินโล่ง, พื้นผิวสีเข้ม, หญ้าทรงสูง, หญ้าทรงต่ำ และสีข้าวทาบบนพื้นผิวสีเข้ม เป็นเวลาสองปี พบว่า พื้นผิวสีเข้ม (ผิวยางมะตอย) มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสูงกว่าผิวหญ้าประมาณ 4°C , อุณหภูมิผิวสูงสุดประจำวันของการปูพื้นด้วยยางมะตอยสูงถึง 60°C ในขณะที่ดินโล่งไม่เคยสูงเกิน 37.8°C , รวมทั้งอุณหภูมิเฉลี่ยเวลาเช้าในฤดูร้อนสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ขณะที่ดินโล่งเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศถึงประมาณ 5°C , อีกทั้งการทาสีข้าวทาบบนพื้นยางมะตอยช่วยลดอุณหภูมิผิวอย่างมาก แม้แต่ในช่วงปีที่สอง เมื่อสีเริ่มจางลง อุณหภูมิผิวที่ทาสีไม่เคยสูงเกิน 40.6°C

ทำนองเดียวกัน จากการศึกษานของ Oak Ridge National Laboratories (cited in Foster, 1994: 46) พบว่า “ในวันที่มีอุณหภูมิ 32.2°C อุณหภูมิผิวของยางมะตอยสามารถสูงถึง 60°C และเพิ่มอุณหภูมิอากาศโดยรอบได้ถึง 3°C ขณะที่อุณหภูมิผิวสีอ่อนจะต่ำกว่า”

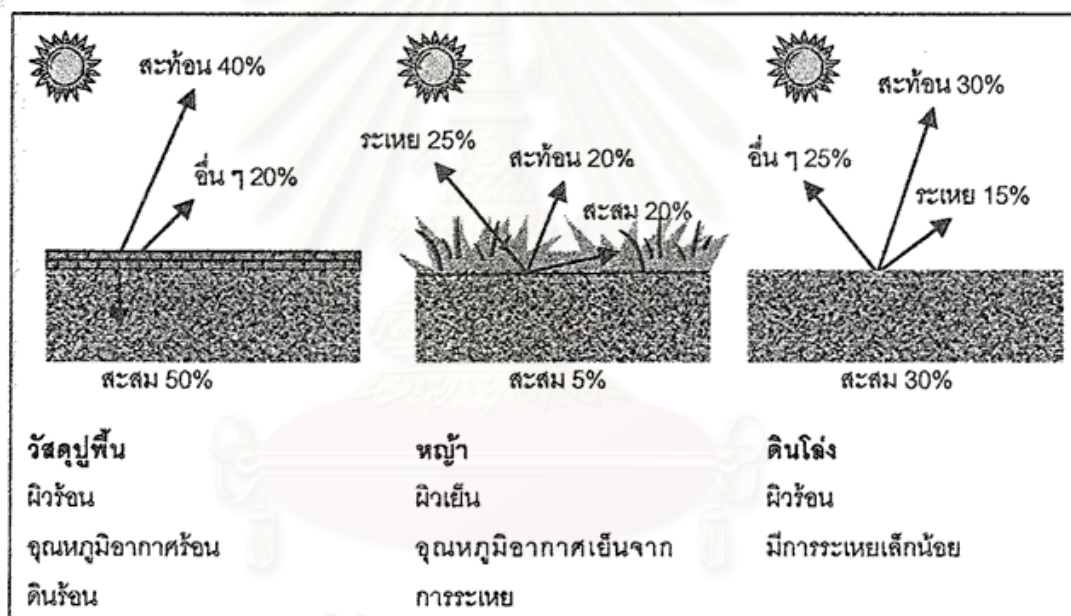
Foster ยังกล่าวว่าในเขตร้อนจึงควรมีพื้นถนนสีปานกลาง (Medium Colored) เนื่องจากพื้นผิวสีดำดูดกลืนความร้อนได้สูง ขณะที่พื้นผิวสีขาวสะท้อนแสงจ้าเกินไปทำให้สะท้อนแสงและความร้อนเข้าสู่ภายในและภายนอกอาคารได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายประจำปีในการปรับอากาศ

จากการทดลองเพื่อศึกษาอุณหภูมิผิวถนน และผิวดินแห้ง ของ สุนทร บุญญาธิการ และ บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ (2539 อ้างถึงใน สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 77) พบว่า “มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศเกือบตลอดวัน โดยผิวถนนมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 42°C และผิวดินแห้งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 47°C แสดงว่าผิวถนนมีการสะสมความร้อนไว้มาก จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดวัน” เนื่องจากวัสดุที่มีมวลสารมากจะสะสมความร้อนได้มาก เมื่อโดนแสงแดดในเวลากลางวันจึงดูดซับความร้อนเอาไว้ได้มากทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณที่ตั้ง ร้อนขึ้นทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

การเปรียบเทียบผิววัสดุต่าง ๆ กับการสะท้อนแสงของผิววัสดุ
 Robinette (1983) กล่าวว่า การสะท้อนแสงของวัสดุ คือ การที่วัสดุสะท้อนการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มากกว่าดูดกลืนเอาไว้ ปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการแผ่รังสีความร้อน ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่การแผ่รังสีตกกระทบ ประกอบด้วย คุณสมบัติของแสงจากดวงอาทิตย์ (Sunshine) และคุณสมบัติของการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ (Albedo) การพิจารณาเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติ หรือวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อรับแสงจากดวงอาทิตย์ ขึ้นอยู่กับการสะท้อนแสงของผิววัสดุ จึงควรพิจารณาค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ก)

จากการศึกษาของ Robinette (1972 cited in Beer 1998: 72-73) ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลอัตราการสะท้อนแสงของผิววัสดุต่าง ๆ พบว่า “ทรายสีอ่อนมีอัตราการสะท้อนแสง 30 – 60%, ทุ่งหญ้า 12 – 30%, พื้นอาคารที่ก่อสร้างขึ้นอย่างหนาแน่น 1.5 - 2.5%, ป่าไม้ 5 - 20% และดินสีเข้ม 7 - 10% ... ความแตกต่างของการสะท้อนแสงของวัสดุมีความสำคัญ เมื่อวัสดุบางชนิดสามารถกักเก็บความร้อนไว้ได้นานกว่าชนิดอื่น ๆ ... พื้นผิวที่สะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อช่วยในการรักษาความเย็น”

หญ้าจะเย็นกว่าวัสดุปูพื้นหรือแม้แต่ดินโคลง สาเหตุมาจากพลังงานที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงและการระเหยเป็นไอน้ำ ขณะที่วัสดุอื่น ๆ จะดูดกลืนพลังงานความร้อนและสร้างความร้อน เช่น พื้นถนนสีดำจะมีความร้อนสูง เนื่องจากดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์แต่ไม่ได้ใช้พลังงานนี้ในการระเหยเป็นไอหรือกระบวนการสันดาบ เช่น การสังเคราะห์แสง (Foster, 1994) ดังแสดงในรูปภาพ 2-8



รูปภาพ 2-8 : เปรียบเทียบความแตกต่างของผิววัสดุกับการดูดกลืนความร้อน (Foster, 1994: 10)

ดังนั้น “การเลือกวัสดุปูผิวดินที่เหมาะสมก็จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำ และมีค่าการกระจายความร้อนสูง หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีสีเข้ม และมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ฝ้ายางมะตอย โดยเฉพาะในที่ที่มีลมพัดผ่าน เพราะจะทำให้เกิดการดูดซับความร้อนไว้มาก” (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 76)

คุณสมบัติอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่ม-ลดการสะท้อนแสงของผิววัสดุ ได้แก่ ความชุ่มชื้น (Moisture), ตำแหน่ง (Position), การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิว (Surface Temperature Variation), ผิวหญ้า (Grass Surface) และหลังคาสีขาว (White Roof)

- **ความชุ่มชื้น** จากการศึกษาของ Geiger (1957: 129 cited in Robinette, 1983: 20) พบว่า “การสะท้อนแสงของผิววัสดุที่มีความชุ่มชื้นจะมีค่าน้อยกว่าผิววัสดุที่แห้ง เช่น ทราายแห้งมีการสะท้อนแสงของผิววัสดุ 37% ขณะที่ทราายเปียกมีการสะท้อนแสงของผิววัสดุ 24%”
- **ตำแหน่ง** ผิววัสดุในแนวนอน (Horizontal Surface) ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าผิววัสดุในแนวตั้ง (Vertical Surface) ประมาณ 2 เท่า และผิววัสดุในแนวนอนจะสะท้อนความร้อนปริมาณมหาศาลไปยังอาคารที่อยู่รอบบริเวณ ตลอดช่วงเวลาที่ร้อนเกินไป (Overheated Period)
- **การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิว** Langeweische (1949: 192 cited in Robinette, 1983: 20) พบว่า “ผิววัสดุต่าง ๆ ที่ได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่เหมือนกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวต่าง”
- **ผิวหญ้า** Langeweische (1950: 108 cited in Robinette, 1983: 20) พบว่า “ผิวหญ้าจะเย็นกว่าวัสดุปูผิวถึง 33% และการที่มนุษย์รู้สึกเย็นเพราะการแผ่รังสีความร้อนจากร่างกายไปสู่หญ้าที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า”
- **หลังคาสีขาว** Langeweische (1949: 152 cited in Robinette, 1983: 21) พบว่า “หลังคาสีขาวจะเย็นกว่าหลังคาสีเข้มประมาณ 5 – 10 °C ในขณะที่ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในเมือง และชานเมือง สามารถวัดได้ว่าชานเมืองมีอุณหภูมิน้อยกว่าเกือบ 13%” ความแตกต่างของอุณหภูมิเกิดจากชานเมืองมีต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดินปกคลุมซึ่งมีการสะท้อนแสงของผิววัสดุต่ำ ขณะที่ในเมืองมีอาคารและพื้นถนนที่มีการดูดกลืนความร้อนสูง (Robinette, 1983)

2.1.5.3 **พืชพรรณและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น** (Plant and Man-made Feature)

การเปรียบเทียบความรู้สึกระบายความร้อน (Cooling Effect) จากพืชพรรณและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น Bowen (1979: 4) ศึกษาเปรียบเทียบสาเหตุหลักไว้ว่า “สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาจากวัสดุที่ไม่มีชีวิต เช่น คอนกรีต หรือวัสดุที่มีชีวิตแต่ตายแล้ว เช่น แผ่นไม้ ทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นถูกจำกัดโดยคุณสมบัติทางด้านความร้อนของวัสดุนั้น ๆ ขณะที่พืชพรรณซึ่งเป็น

องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตแม้จะมีตำแหน่งที่แน่นอน แต่สามารถปรับหมุนใบเพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุดจากรังสีดวงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดความเย็นสูงสุด”

รายละเอียดจากการเปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของพืชพรรณและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น ดังแสดงในตาราง 2-2

พืชพรรณ	สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น
ให้ร่มเงาโดยสกัดกันรังสีดวงอาทิตย์	ให้ร่มเงาโดยสกัดกันรังสีดวงอาทิตย์
ใช้การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ในการเจริญเติบโตและบำรุงเลี้ยงลำต้นตลอดวัน และปลดปล่อยความร้อนที่ถูกสะสมไว้ในเวลากลางคืน	เก็บสะสมการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยพลังงานที่สะสมไว้อยู่ในรูปของความร้อน
ตำแหน่งของใบไม่หมุนไปตามแนวลำแสง เพื่อเปิดด้านหน้าของใบไม้สู่ดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดร่มเงาสูงสุด	ต้องมีการจัดการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในด้านความเย็นและความร้อน
ผลจากการบำรุงเลี้ยงลำต้น พืชพรรณขับไอน้ำออกมาเป็นจำนวนมาก ทำให้อากาศเย็นลงและลมพัดไปยังรอบบริเวณได้ทันที	
ทำให้อากาศบริสุทธิ์	
ดูดซับและทำให้เสียงไม่สามารถลอดเข้ามาหรือผ่านออกไป	
ดูดซับและเก็บรักษาน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำเมื่อผ่านระบบพืชพรรณ ทำให้ลมที่พัดผ่านเย็นลงในบางเวลาหลังจากกระบวนการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำสิ้นสุดลง	
การผูกพันทำให้เกิดชั้นผิวซึ่งช่วยเป็นฉนวนให้พื้นดิน	
ขวางกัน กรอง สะท้อน หรือสร้างแนวทางให้ลมพัดผ่าน	

ตาราง 2-2 : เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของพืชพรรณและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น (Bowen, 1979: 4-5)

2.2 เขตสบาย (Comfort Zone)

เขตสบาย หรือ โซนสบาย เป็นขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อน-หนาวของมนุษย์ โดยทั่วไปหมายถึงโซน (Zone) ที่มนุษย์ตัดสินไม่ได้ว่าร้อนหรือหนาว ซึ่งถือว่าเป็นขอบเขตของความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal Comfort)

ความสบายของมนุษย์ (Human Comfort) จากการที่ความสบายของมนุษย์มีหลายประเภท เนื่องจาก “ความรู้สึกสบาย หรือแม้แต่ความรู้สึกไม่สบาย ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของอวัยวะรับความรู้สึก เช่น ตา, หู, จมูก, การรู้สึกจากสัมผัส, การรู้สึกจากความร้อน และสมอง” (Bradshaw, 1993: 10) ความสบายของมนุษย์จึงตั้งอยู่บนพื้นฐานของเรื่อง ความสบายทางด้านสายตา, ความสบายทางด้านเสียง, ความสบายทางด้านระดับคุณภาพอากาศ และความสบายในเชิงอุณหภูมิ

จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) พบว่าความต้องการของมนุษย์ในด้านความสบายในปัจจุบันเพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีตั้งอยู่บนพื้นฐาน 7 ประการ ได้แก่

1. ความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ (Thermal Comfort)
2. แสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง (Lighting Comfort)
3. คุณภาพเสียงที่เหมาะสม (Acoustical Comfort)
4. ทักษะวิสัยที่สบายตา (Visual Comfort)
5. คุณภาพอากาศภายในที่ดี (Indoor Air Quality)
6. ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Security and Safety)
7. เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)

ความต้องการของมนุษย์ในด้านความสบาย ที่มีอิทธิพลสูงในประเทศไทย ซึ่งมีภูมิประเทศอยู่ในเขตร้อนชื้น คือความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ หรือความสบายเชิงอุณหภูมิ

โดยทั่วไป มนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้ไม่ว่าสภาพภูมิอากาศจะเลวร้ายเพียงใด แต่ร่างกายจะรู้สึกสบายที่สุดในช่วงอุณหภูมิแคบ ๆ เท่านั้น จึงมีผู้ที่พยายามบัญญัติคำว่า “ความสบายเชิงอุณหภูมิ” ขึ้นโดย Bradshaw (1993: 10) อธิบายว่า “ความสบายเชิงอุณหภูมิ หมายถึงความรู้สึกพึงพอใจกับอุณหภูมิโดยรอบ” (Thermal comfort is that state of mind that is satisfied with the thermal environment)

The American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (1997) ได้ให้คำนิยาม "ความสบายเชิงอุณหภูมิ" ในมาตรฐาน ASHARE ข้อ 55/74 ว่าเป็น เงื่อนไขทางจิตใจที่แสดงออกซึ่งความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมทางอุณหภูมิ (The conditions of mind that express satisfaction with the thermal environment) สำคัญสำนึกในการค้นหาข้อสรุปเกี่ยวกับความสบายเชิงอุณหภูมิ และความไม่น่าสบายจากการสัมผัสถึงอุณหภูมิโดยตรง, ความเปียกชื้นจากผิวหนัง, อุณหภูมิภายในร่างกาย และความพยายามในการปรับอุณหภูมิของร่างกาย (Hansel 1973, 1981; Hardy 1971; Gagge 1937; Berlund 1995)

“โดยทั่วไปความสบายจะปรากฏเมื่ออุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ ๆ ความเปียกชื้นของผิวหนังต่ำ และความพยายามปรับอุณหภูมิทางสรีรวิทยาเป็นปกติ ความสบายยังรวมถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาในการรับรู้ถึงความร้อนและความเปียกชื้นเพื่อลดสถานะไม่น่าสบาย เช่น การเปลี่ยนเครื่องแต่งกาย, การเปลี่ยนกิจกรรม, การเปลี่ยนท่าทางหรือสถานที่, การปรับเครื่องมืออัตโนมัติที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ, การเปิดหน้าต่าง, การร้องเรียน หรือการออกไปจากบริเวณนั้นเป็นพฤติกรรมที่เป็นไปได้ในการลดสถานะไม่น่าสบาย” (ASHARE, 1997: 8.1)

อุณหภูมิร่างกายมนุษย์ (Human Body Temperature) เป็นเรื่องพื้นฐานที่ควรทำความเข้าใจ เพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกให้มนุษย์เกิดความรู้สึกสบาย

Beer (1998: 69) ศึกษาว่า “มนุษย์จะรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายเพื่อการดำรงชีวิตที่ $35 - 40^{\circ}\text{C}$ (โดยปกติ 37°C) อุณหภูมิผิวหนังจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในร่างกาย และผิวหนังจะให้ความเย็นเข้าสู่ร่างกายทันทีที่อุณหภูมิอากาศโดยรอบมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหนัง”

Houghten et al (1929 cited in Canter, 1975) พบว่า มนุษย์จะมีความรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิผิวหนัง 33.5°C ซึ่ง Fanger (1967 cited in Canter, 1975) ชี้แจงว่าอุณหภูมิผิวหนังดังกล่าวเป็นกรณีที่มีมนุษย์มีกิจกรรมขั้นต่ำ เช่น พักผ่อนหรืออยู่ในสภาพไม่เคร่งเครียด หากมนุษย์มีกิจกรรมขั้นสูง เช่น ออกกำลังกายหรือทำงานหนัก จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิผิวหนังลดลงกว่าที่ระบุไว้ ตัวอย่างเช่น กรณีที่มีมนุษย์ทำงานหนักทั่ว ๆ ไป 250 W/m^2 จะต้องการอุณหภูมิผิวหนังต่ำกว่าเดิม 3°C และ Benzinger (1961 cited in Canter, 1975) กล่าวถึงอุณหภูมิร่างกายปกติ คือ 37.5°C

2.2.1 **มาตราวัดความสบาย (Thermal Scale)** ในขณะที่การค้นหามาตราวัดความสบาย (Thermal Scale) เพื่อเป็นมาตราที่รวมผลกระทบขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความสบายของมนุษย์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indices) ได้ดำเนินสืบเนื่องต่อมาเช่นกัน โดยทำการทดลองเริ่มต้นด้วยการสร้างห้องพิเศษซึ่งสามารถปรับระดับสภาวะอากาศภายในห้องให้มีอุณหภูมิตั้งแต่ร้อนจัดจนกระทั่งหนาวจัดได้ ปฏิบัติการของผู้ถูกทดลองซึ่งอยู่ภายในห้องดังกล่าวจะถูกประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติ มาตราวัดความสบายที่ชี้ถึงขนาดของอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่าที่ทำการค้นคว้าทดลองกันมานั้นมีประเภทที่สำคัญดังนี้

2.2.1.1 **Effective Temperature (ET) Scale** หรือเรียกว่า "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์" เป็นมาตราวัดความสบายแรกถูกสร้างขึ้นโดย Houghton และ Yaglou ในปี พ.ศ. 2466 โดยทำการทดลองที่ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) ผลของการทดลองได้ถูกร่างลงในตาราง ซึ่งใช้วัดในด้านของจิตใจ และทำให้เกิดเส้น "Equal Comfort Line" ได้มาโดยการปรับตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศในห้องทดลองตามความรู้สึกของมนุษย์ ซึ่งเดิมอยู่ในห้องที่มีอากาศนิ่งและมีความชื้น 100 %

Houghton และ Yaglou ระบุว่า มาตราอุณหภูมิสมประสงค์ มีเขตสบายที่ความชื้นสัมพัทธ์ 30-70 % อุณหภูมิสมประสงค์มีค่า 18.9 °C ซึ่งอยู่ระหว่าง 17.2 - 21.7 °C สำหรับทั้งบุรุษและสตรี (ไม่ใช่ฐานข้อมูลฤดูหนาว กิจกรรมเป็นการพักผ่อน และสวมเสื้อผ้าปกติ) ในขณะที่ Rowley มีการศึกษาทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการสำรวจพบว่า มาตราอุณหภูมิสมประสงค์ประมาณค่าเกินควรในเชิงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อความรู้สึกอบอุ่นและความสบายในอุณหภูมิทั่วไป รวมทั้งประมาณค่าต่ำกว่าในเชิงอิทธิพลที่มีต่ออุณหภูมิสูง Yaglou จึงได้เสนอทฤษฎีที่จะพัฒนามาตราอุณหภูมิสมประสงค์บนพื้นฐานของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิว (Mean Skin Temperature) ขึ้นในเวลาต่อมา (Houghton and Yaglou, 1924; Rowley, 1947; Yaglou, 1947 cited in Olgyay, 1992)

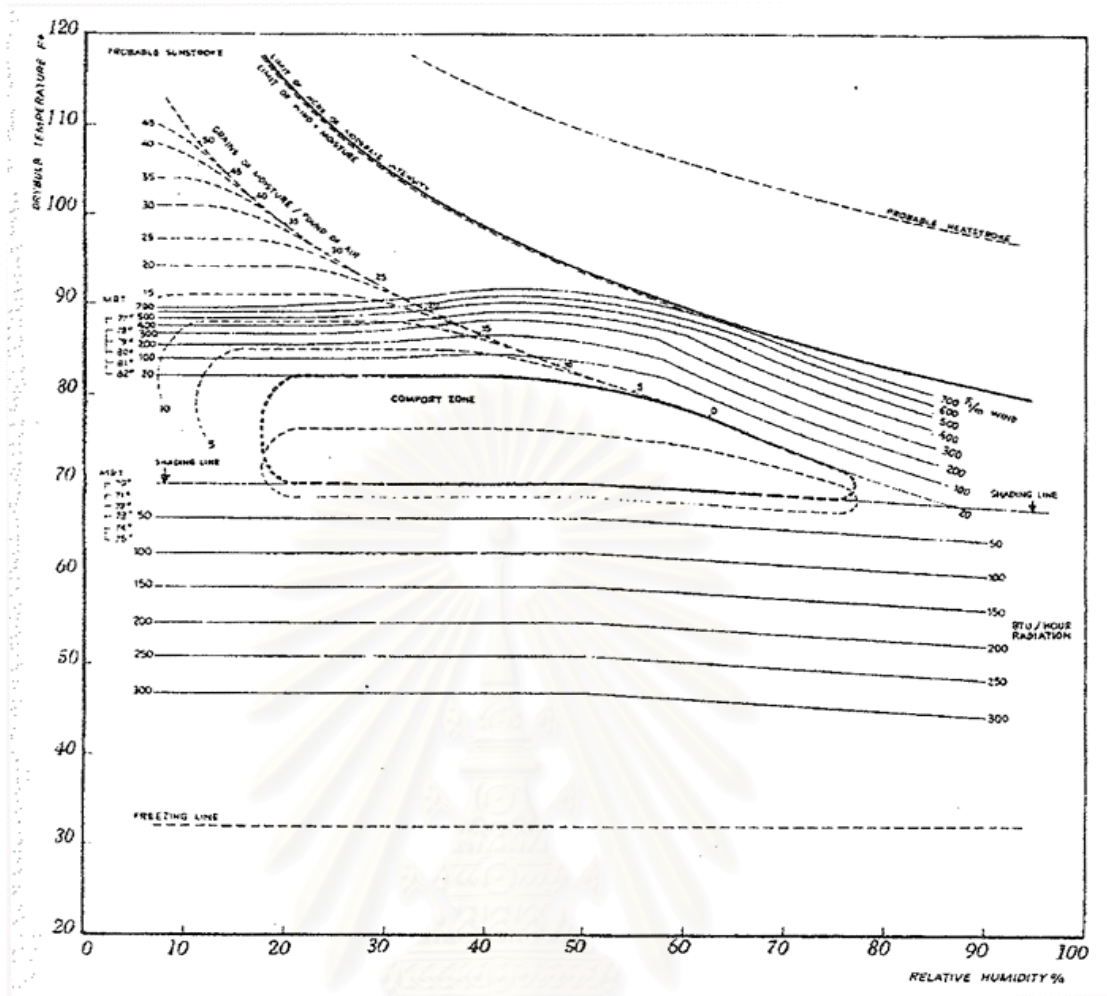
2.2.1.2 **Corrected Effective Temperature (CET) Scale** หรือเรียกว่า "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์แท้" จะคำนึงถึงผลกระทบของตัวแปร 4 ตัวคือ อุณหภูมิ, ความชื้น, การเคลื่อนไหวของอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน

2.2.1.3 Resultant Temperature (RT) Scale ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Missinard ในประเทศฝรั่งเศส โดยปรับปรุงเล็กน้อยจาก "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์แท้" มีค่าความเชื่อมั่นสูงต่อเมื่ออยู่ภายใต้อุณหภูมิในระดับปานกลาง แต่ไม่ใช่สภาพแบบเมืองร้อน ทั้งนี้เนื่องจากมาตราวัดความสบายนี้ ไม่อนุญาตให้ผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศเกินกว่า 35°C และความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 80%

2.2.1.4 Predicted Four Hour Sweat Rate (P4SR) Scale เป็นมาตราวัดความสบายที่ได้มาจากการหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้สึกของผู้ถูกทดลองกับการวัดอุณหภูมิ เป็นการตัดสินใจการถูกกระทำของร่างกายโดยอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกายเป็นเครื่องบ่งชี้ประการหนึ่ง และนอกจากนี้ยังดูที่การเต้นของชีพจร และอุณหภูมิภายในร่างกายอีกด้วย มาตราดังกล่าวเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 28°C และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นระดับสูง (McArdle, 1947 อ้างถึงใน วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

2.2.1.5 Heat Stress Index (HSI) เป็นมาตราวัดความสบายหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา ข้อสมมุติฐานทางด้านกายภาพได้ถูกตั้งขึ้นมา รวมตลอดถึงวิธีการในการคำนวณค่าก็เข้ามาเกี่ยวข้องกับการค้นหาตัวชี้ถึงการกดดันของความร้อน บนพื้นฐานของการวัดสภาพแวดล้อม มีการวัดผลผลิตของความร้อนจากกระบวนการย่อยสลายอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolism) ของผู้ถูกทดลอง ซึ่งถูกให้ทำงานหลายต่อหลายชนิดและนำเอามาเป็นการชี้ถึงความเครียดทางความร้อน (Heat Stress) มาตรานี้เชื่อถือได้สำหรับอุณหภูมิอากาศระหว่าง $27-35^{\circ}\text{C}$ ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30-80 % และสำหรับความชื้นในระดับต่ำเมื่อมีอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับเขตสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal Comfort Zone) (Belding and Hatch, 1956 อ้างถึงใน วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

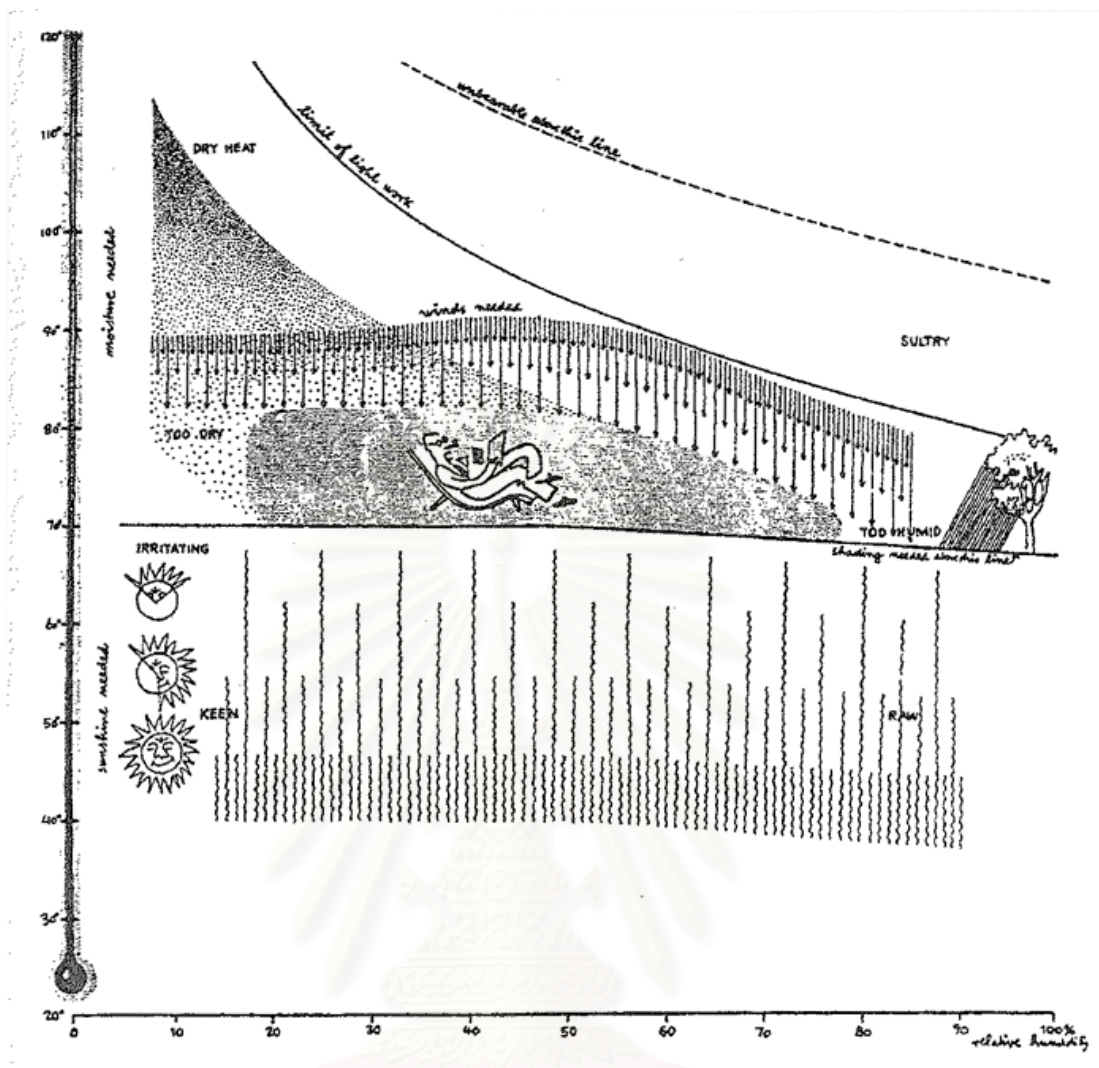
2.2.1.6 Bioclimatic Index เป็นมาตราใหม่ซึ่ง Olgyay (1992) มีแนวความคิดที่ว่า ไม่มีมาตราวัดความสบายหรือดัชนีอุณหภูมิซึ่งมีรูปลักษณะหนึ่งเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, การเคลื่อนไหวของอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน มีผลต่อระดับความสบายของอากาศ ได้ถูกควบคุมด้วยวิถีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้สร้าง แผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ที่รวบรวมองค์ประกอบทั้งหมดขึ้น



แผนภูมิ 2-1: แผนภูมิ Bioclimatic สำหรับที่อยู่อาศัยของโซนที่มีสภาพอากาศไม่รุนแรงในสหรัฐอเมริกา (Olgay, 1992: 22)

แผนภูมิไบโอไคลเมติกถูกสร้างโดยให้แกน X เป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) และให้แกน Y เป็นความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีเขตสบายที่ถูกกำหนดขอบเขตไว้ตรงกลางแผนภูมิ รวมทั้งแสดงให้เห็นอิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยการเพิ่มเส้นที่ระดับของความสบายนี้ถูกทำให้สูงขึ้นโดยผลของการเคลื่อนไหวของอากาศประการหนึ่ง และที่ถูกทำให้ต่ำลงโดยผลของการแผ่รังสีความร้อนอีกประการหนึ่ง โดยมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 %

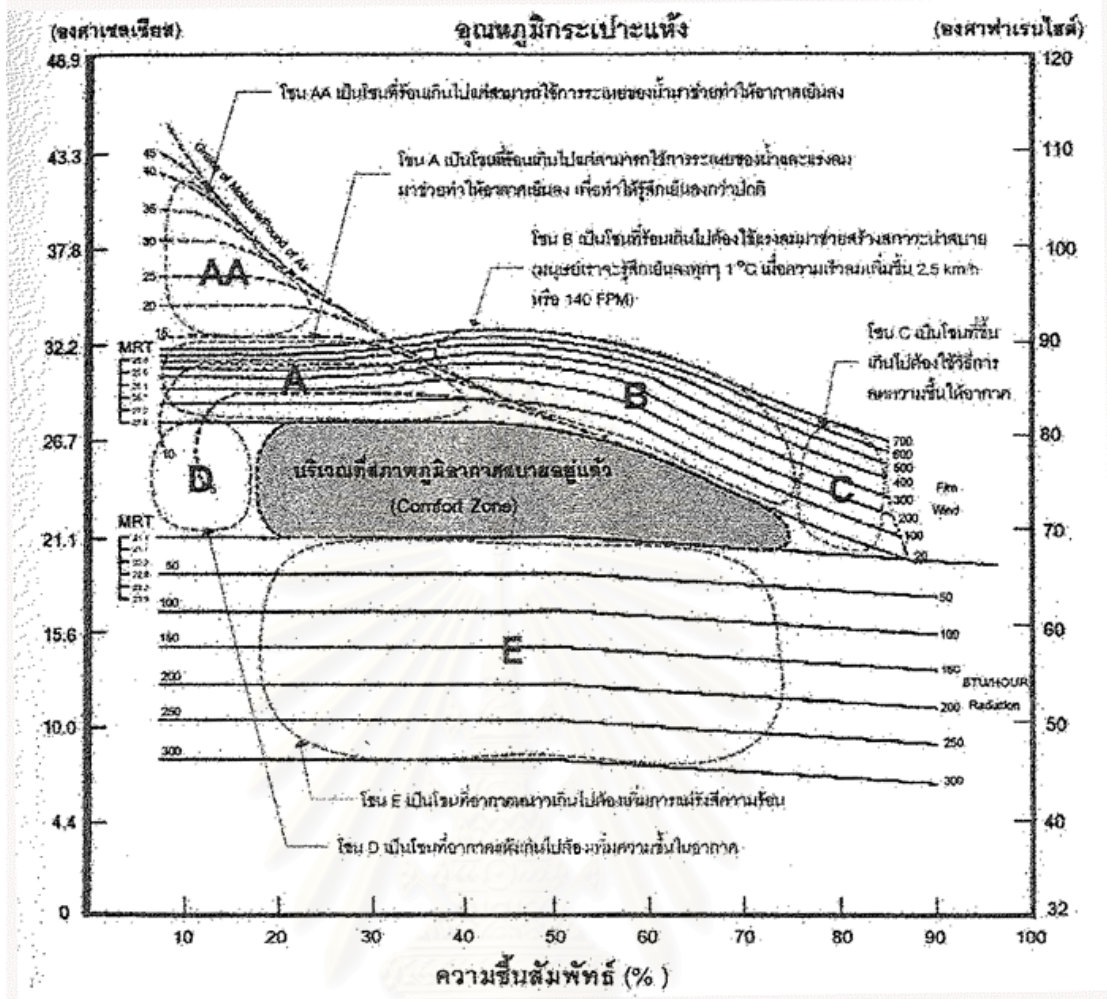
“มาตราดังกล่าวระบุว่า เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยในเขตภูมิอากาศที่ไม่รุนแรงของสหรัฐอเมริกา ที่ความสูงไม่เกิน 300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ด้วยการสวมใส่เสื้อผ้าปกติ และมีกิจกรรมธรรมดา เช่น นั่งพักผ่อน” (Olgay, 1992: 22)



แผนภูมิ 2-2: แผนภูมิ Bioclimatic แสดงเกี่ยวกับความหมายการใช้งานในขอบเขตต่าง ๆ (Olgay, 1992: 23)

จากแผนภูมิดังกล่าว สุนทรบุญญาธิการ (2542) ได้ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (ดังแสดงในแผนภูมิ 2-3) โดยแสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน โซน A, B, C, D และ E เป็นบริเวณที่อยู่นอกขอบเขตของสภาวะน่าสบาย โดยที่โซน A, AA และ B มีสภาพภูมิอากาศร้อนเกินไป โซน C ขึ้นเกินไป โซน D แห้งเกินไป และโซน E หนาวเกินไป

การศึกษาของสุนทรบุญญาธิการ และ บัณฑิต เอื้ออภากาศ (2539) พบว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในโซน B และ C ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างร้อนและมีความชื้นมากเกินไป



แผนภูมิ 2-3: แผนภูมิไปโอโคลเมติกที่ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Olgay (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 39)

การประยุกต์ใช้เทคนิคที่แตกต่างกันในแต่ละโซน สามารถสร้างความสบายให้เกิดขึ้นได้ ดังนี้

- โซน A ใช้การระเหยของน้ำ ใช้ความเร็วลม หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ
- โซน AA ใช้การระเหยของน้ำ
- โซน A,B,C ใช้ความเร็วลม หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ
- โซน D ใช้การเพิ่มความชื้น
- โซน E ใช้การแผ่รังสีความร้อน หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ

2.2.2 **ตัวแปรที่มีผลต่อเขตสบาย** Fanger (1970) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกสบายของมนุษย์อย่างละเอียดพบว่า ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาว หรือเขตสบาย มีอยู่ด้วยกัน 4 ตัวแปร ดังนี้

1. อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)
4. ความเร็วลม (Air Velocity)

และตัวแปรด้านบุคคล 2 ตัวแปร ดังนี้

1. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-Value)
2. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

ในขณะที่ Foster (1994) และ Beer (1998) ศึกษาว่า ตัวแปรที่มีผลต่อเขตสบายของมนุษย์ คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น กระแสลม และการแผ่รังสีความร้อน ในตัวแปรต่าง ๆ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ

อุณหภูมิอากาศ จะเป็นตัวหลักในการบ่งบอกถึงความรู้สึกร้อนหนาว โดยอุณหภูมิอากาศในเขตสบายอยู่ระหว่าง 20-26 °C ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นเพื่อปรับสภาพให้เข้าอยู่ในเขตสบายโดยอุณหภูมิอากาศในเขตสบายอยู่ระหว่าง 20-26 °C ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นเพื่อปรับสภาพให้เข้าอยู่ในเขตสบาย

อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ วัดค่าโดยการหาค่าความถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนในพื้นที่ห้อง ที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม รวมถึงแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาโดยตรง

ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลกระทบโดยตรงมากกว่าอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ คือ สัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศมีความชื้นได้โดยไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์อาจอยู่ในช่วง 20 - 80 % ซึ่งถือว่าอยู่ในเขตสบาย และร่างกายมนุษย์จะรู้สึกถึงผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ เมื่ออุณหภูมิอากาศไม่ต่ำกว่า 19.8 °C หรือมากกว่า 24.75 °C

การเคลื่อนที่ของอากาศ หรือลม จะนำความร้อนออกไปได้โดยการระเหยกลายเป็นไอ การพัดพาความร้อนรอบ ๆ ตัวออกไป เป็นการเร่งการระเหยของเหงื่อ ทำให้รู้สึกเย็นเร็วขึ้น ดังนั้นกระแสลมภายในและภายนอกอาคารจึงมีความสำคัญต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ กระแสลมอ่อน ๆ ภายนอกอาคารสามารถควบคุม โดยใช้ประโยชน์จากความเร็วลมและทิศทางที่กระแสลมพัดผ่าน (Foster, 1994)

การใช้ประโยชน์จากลมได้มากที่สุด ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นรอบ ๆ อาคารก่อนที่จะพัดเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น ใต้ร่มไม้ หรือใกล้ระดับผิวดิน จึงจะทำให้ภายในอาคารอยู่ใกล้เขตสบาย (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

เสื้อผ้าที่สวมใส่ เนื่องจากเสื้อผ้าเป็นสิ่งกีดขวางการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อ และขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกาย การใส่เสื้อผ้าหนา ๆ จะยิ่งทำให้รู้สึกร้อนในเขตที่มีภูมิอากาศร้อน จึงควรใส่เสื้อผ้าที่ระบายเหงื่อได้ดี และไม่หนาจนเกินไป

อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพของมนุษย์ เมื่อร่างกายต้องการความเย็นเพิ่มขึ้น ระดับของการเผาผลาญพลังงานก็จะเพิ่มขึ้น เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกายไปสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นเร็วขึ้น เมื่อร่างกายไม่ต้องการความเย็นก็ไม่จำเป็นต้องมีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น จึงไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อม

(Fanger, 1967 อ้างถึงใน พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมัน และ อุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541)

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเขตสบาย

2.2.3.1 ขอบเขตของเขตสบาย

“สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมแห่งประเทศอังกฤษ (The British Department of Scientific and Industrial Research) โดยการนำของ Drs. H. M. Vernon และ Bedford สรุปจากการตรวจสอบและการทดลองเพื่อนิยามเงื่อนไขความสบายว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในฤดูร้อน เมื่อกระแสลมเบาบาง 50 ฟุตต่อนาที (fpm) หรือน้อยกว่า คือ 18.9°C และในฤดูหนาวคือ 16.7°C ขณะที่ Bedford ระบุว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ดีเท่ากับ 18.2°C ใน ฤดูหนาว และนิยามเขตความสบายว่าอยู่ในช่วง $13.2 - 23.2^{\circ}\text{C}$ และ Klima ชาวเยอรมันได้แนะนำมาตรฐานที่ 20.8°C เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ 50 %” (Olgay, 1992: 17)

Markham (1947 cited in Olgyay, 1992: 17) เสนอว่า “อุณหภูมิควรอยู่ในช่วง 15.6 - 24.4 °C จึงเป็นเขตที่เหมาะสม เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ระหว่าง 40 - 70 % ในเวลาเที่ยง”

Brooks (1950 cited in Olgyay, 1992: 17) อธิบายว่า “เขตสบายในอังกฤษอยู่ระหว่าง 14.4 - 21.1 °C เขตสบายในสหรัฐอเมริกาอยู่ระหว่าง 20.6 - 26.7 °C ส่วนเขตสบายในเขตร้อน (Tropic Zone) อยู่ระหว่าง 23.3 - 29.4 °C เมื่อความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 30 - 70%” เช่นเดียวกับ Beer (1998: 69) ที่ระบุว่า จากการศึกษานี้ของ Brooks (1950) อุณหภูมิต่ำสุดที่มนุษย์รู้สึกสบายในอังกฤษ คือ 14.4 °C และ Robinette (1972) กำหนดอุณหภูมิสูงสุดในสหรัฐอเมริกาที่ 26.7 °C

Olgyay (1992) ศึกษาพบว่ามนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22 - 27 °C ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20 - 75 % ภายใต้งี้อื่นๆ ดังนี้

- ความเร็วลมค่อนข้างสงบ (ประมาณ 0 - 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 0 - 50 ฟุตต่อนาที)
- อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังมีค่าเท่ากัน
- การแต่งกายเป็นแบบลำลอง โดยสวมเสื้อผ้าสบาย ๆ จำนวนเสื้อผ้าน้อยชิ้น
- บุคคลอยู่ในอิริยาบถสบาย ๆ เช่น นั่งอ่านหนังสือ นั่งเล่น เป็นต้น

ASHRAE ได้อธิบายว่ามนุษย์ทั่วโลกไม่มีความแตกต่างในเรื่องเขตสบายเมื่ออยู่ภายใต้งี้อื่นๆ เดียวกัน ถึงแม้ว่าสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น สภาพการอยู่อาศัยและวัฒนธรรมทั่วโลกมีความแตกต่างอย่างมาก แต่อุณหภูมิที่มนุษย์ต้องการและเลือกเพื่อความสบายจะพบว่าเหมือนกัน ภายใต้งี้อื่นๆ เดียวกันในด้านเครื่องแต่งกาย กิจกรรม ความชื้น และความเร็วลม (Fanger, 1972; De Dear et al, 1991; Busch, 1992 cited in ASHRAE, 1997: 8.1)

อย่างไรก็ตาม ในขณะนี้ยังมีข้อโต้แย้งในความเห็นเรื่องเขตสบายของมนุษย์ที่แท้จริง ว่ามนุษย์ที่อาศัยในสภาพภูมิอากาศ หรือโซนที่ต่างกันควรจะมีความสบายที่ต่างกันจริงหรือไม่ ความเห็นที่แตกต่างกันในเรื่องนี้ยังไม่มีข้อสรุปอย่างแน่ชัด “แม้จะมีผู้ทำการวิจัยที่นำกลุ่มตัวอย่างของมนุษย์จากโซนต่าง ๆ ของโลกมาทำการทดลอง โดยให้กลุ่มบุคคลตัวอย่างปรับสภาพร่างกายให้เป็นปกติก่อนทำการทดลอง (และ) ผลการทดลองสรุปได้ว่าเขตสบายของมนุษย์ทุกคนในโลกมีค่าใกล้เคียงกัน” (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 219)

“มาตรฐานความสบายโดยทั่วไป เช่น เขตสบายของ Olgyay (1963), ASHRAE (1985) และ Fanger (1972) กล่าวว่า เขตสบายทุกแห่งในโลกมีค่าเหมือนกันในทุกสภาพภูมิอากาศ โดยปราศจากการพิจารณาความเป็นไปได้ของตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการอยู่อาศัยในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน การวิจัยในปัจจุบัน (Tanabe 1988, Humphreys 1992,

Givoni 1998 และอื่น ๆ) ได้พิสูจน์ว่า มนุษย์ที่อาศัยในเขตร้อนมีความพอใจในอุณหภูมิที่สูงกว่า โดยการศึกษาของ Tanabe ในประเทศญี่ปุ่น เรื่องความรู้สึกสบายของประชากร พบว่าภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันของอุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม มนุษย์มีความรู้สึกสบายที่ต่างกัน ... อย่างไรก็ตาม การวิจัยยังมีไม่มากพอในเรื่อง การปรับตัวให้ชินกับสภาพอากาศของแต่ละบุคคลในเขตร้อนชื้น บนผลกระทบของความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม ที่มีต่อความสบายของมนุษย์” (Givoni, 2000: 123)

เนื่องจากมี “การทดลองพบว่าสภาวะน่าสบายในแต่ละสถานที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน รวมทั้งความเคยชิน ส่วนข้อมูลด้านกายภาพ (Physiology) สามารถแสดงค่าที่วัดได้ แต่ข้อมูลทางด้านจิตใจ (Psychology) นั้นยากที่จะบ่งบอกออกมาได้ บุคคลที่เคยชินอยู่กับสภาพอากาศแบบอุ่นหรือหนาว หากต้องย้ายไปอยู่ในเขตร้อนชื้น อาจจะต้องใช้เวลาสักพักหนึ่งเพื่อปรับสภาพร่างกาย แต่สภาพทางจิตใจอาจจะเป็นการยากที่จะได้รับความสบายอย่างสมบูรณ์ได้” (พรรณชลัท สุริยอิน, คมกฤช ชูเกียรติมัน และ อุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541: 114)

Szokolay (1980 cited in Beer 1998: 71) ได้ศึกษาพบว่า “ในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน การที่มนุษย์จะมีความอดทนต่ออุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่านั้นขึ้นอยู่กับความเคยชิน โดยเขตสบายในอังกฤษเมื่อความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 30 – 50 % คือ 16 – 22 °C ขณะที่บริเวณเส้นรุ้งที่ 40 องศาของสหรัฐอเมริกา คือ 20 – 26 °C และในสภาพภูมิอากาศร้อน (Hot Climate) คือ 23 – 30 °C ซึ่งค่อนข้างจะเป็นโซนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 30 – 60 % แต่สามารถขยายช่วงที่สามารถยอมรับได้ต่ำสุดเป็น 18 % และสูงสุดเป็น 77 %”

ดังนั้นจึงมีการศึกษาการเพิ่มขอบเขตสบายในเขตร้อนชื้นในประเทศไทยขึ้น ซึ่งพบว่า ในสภาพไม่ปรับอากาศ มนุษย์สามารถยอมรับเขตสบายที่อุณหภูมิ 24.1 – 31.5 °C ภายใต้เงื่อนไข ความเร็วลมสงบ (0 – 0.05 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และกิจกรรมอยู่ในลักษณะพักผ่อน ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าเขตสบายของภูมิอากาศในเขตอบอุ่น เนื่องจากมนุษย์ที่อาศัยในเขตร้อนชื้นมีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม และการทำกิจกรรมมีลักษณะที่ไม่เคร่งเครียด (วรารกรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

2.2.3.2 อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อเขตสบาย

กระแสลม “Lynch และ Hack เสนอแนะว่า กระแสลมเพื่อให้เกิดความสบายเมื่อนั่งอยู่ภายนอกอาคารไม่ควรจะเกิน 4 m/sec เมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 20% ของเวลาทั้งหมด และไม่เกิน 12 m/sec เมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 5% ของเวลาทั้งหมด รวมทั้ง กระแสลมไม่ควรเกิน 16 m/sec เมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 10 ชั่วโมงต่อปี” (Beer, 1998: 84)

วรารภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) ได้ศึกษาพบว่า อิทธิพลของกระแสลมมีต่อความรู้สึกสบายสูงในสถานที่ไม่ปรับอากาศ ของเขตร้อนชื้น เนื่องจาก

- สภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง จะมีไอน้ำในบรรยากาศมาก ทำให้เหงื่อที่ผิวระเหยกลายเป็นไอเพื่อระบายความร้อนให้แก่ร่างกายได้ยาก เมื่อมีการเคลื่อนที่ของอากาศ หรือกระแสลมพัดผ่านจึงเป็นการเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ ทำให้รู้สึกเย็นสบายมากขึ้น
- กระแสลมในสถานที่จริงมักมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลต่อความรู้สึกเย็นลงได้มากกว่ากระแสลมสม่ำเสมอ
- กระแสลมช่วยลดความอึดอัดจากความดันไอน้ำในบรรยากาศให้น้อยลง

ตัวแปรในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น จากการศึกษาของ Olgay (1992) พบว่า ตัวแปรที่จะช่วยทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น สามารถสรุปได้ดังนี้

- มีความเร็วลมที่เพียงพอ จากการวิเคราะห์อิทธิพลของความเร็วมที่มีต่อความรู้สึกของมนุษย์เมื่อใช้ลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง พบว่าทุก ๆ 100 ฟุตต่อนาที ของความเร็วมที่เพิ่มขึ้น จะทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4°C หมายความว่า แม้อุณหภูมิอากาศจะร้อนกว่าปกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอ จะเสมือนว่าอยู่ในสภาวะสบายได้ แต่ความเร็วมก็ถูกจำกัดด้วยผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์ ดังแสดงในตาราง 2-3

ความเร็วม	ผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์	ผลของอุณหภูมิ
จนถึง 50 fpm	ไม่รู้สึกว่ามีการไหล	ไม่ถึง 0.2°C
50 – 100 fpm	สบาย	ต่ำลง $0.2 - 0.4^{\circ}\text{C}$
100 – 200 fpm	โดยทั่วไปสบาย แต่รู้สึกว่ามีการไหล	ต่ำลง $0.4 - 0.8^{\circ}\text{C}$
200 – 300 fpm	รู้สึกว่ามีการไหลเบาบาง จนถึงรู้สึกถูกรบกวน ต้องการการวัดที่ถูกต้องนำไปใช้งาน	ต่ำลง $0.8 - 1.2^{\circ}\text{C}$
สูงกว่า 300 fpm	ต้องการการแก้ไขที่มีประสิทธิภาพ	ต่ำลงกว่า 1.2°C

ตาราง 2-3 : เปรียบเทียบความเร็วมกับผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์ และผลของอุณหภูมิ

- การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) แตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศ 1 องศาของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ เท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ หมายความว่า ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 °C จะทำให้เย็นลง 1.4 °C เป็นต้น
 - การระเหยของน้ำ เนื่องจากการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอ (Vapor) ต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ การระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 บีทียู (BTU) (Ashare, 1989) หมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยในอากาศ อากาศจะเย็นลงกว่าปกติ แต่จะเย็นลงเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหยก็มาจากอากาศบริเวณนั้น
- เมื่อความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงประมาณ 55% ขึ้นไป การระเหยของน้ำจะเกิดได้ช้า แต่ไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงขึ้นไปเพียงใด ต้นไม้สามารถสังเคราะห์แสงอันเป็นผลให้เกิดการระเหยของน้ำได้เสมอ (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวงศ์, 2536)

2.3 วัดในพุทธศาสนา

ต้นกำเนิดและคติการสร้างของพุทธสถานเกิดควบคู่กับพุทธประวัติของพระพุทธเจ้า ณ ประเทศอินเดีย ภายหลังเสด็จปรินิพพานแล้ว พุทธศาสนายังมีวิวัฒนาการมากขึ้นตามความสำคัญในแต่ละประเทศ พุทธสถานไทยที่เรียกว่า อาราม หรือวัด มีการปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในภูมิภาค โดยให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยตามพระวินัยที่พระภิกษุพึงกระทำ

วัดในพุทธศาสนาเป็นสถานที่ประกอบศาสนกิจ รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของพระภิกษุ ปัจจุบันมีการกำหนดเนื้อที่ใช้สอยในกิจกรรมของวัดเป็น 3 ส่วน (โชติ กัลยาณมิตร, 2539) คือ

- เขตสังฆาวาส* ใช้เป็นที่อยู่อาศัยของพระภิกษุ เช่น กุฏิ, หอไตร และหอสวดมนต์ เป็นต้น
- เขตพุทธาวาส* ใช้เป็นที่ประกอบกิจทางสังฆกรรมของสงฆ์ เช่น เจดีย์, วิหาร และโบสถ์ เป็นต้น
- เขตสาธารณณะ* ใช้เป็นที่ประกอบกิจทางศาสนาของประชาชน เช่น เมรุ เป็นต้น

เขตสำคัญของวัดที่มีใช้สำหรับสงฆ์จะต้องมี ได้แก่ เขตพุทธาวาส ซึ่งเป็นเขตที่มีสิ่งปลูกสร้างและอาคารที่สำคัญ คือ เจดีย์, วิหาร และโบสถ์ หรือบางวัดก็อาจมีต้นพระศรีมหาโพธิ์รวมอยู่ด้วย สิ่งปลูกสร้างที่ต้องมีเพื่อกิจการทางพุทธศาสนาที่พระภิกษุต้องปฏิบัติ แต่ไม่ได้มีระบุไว้ในพุทธบัญญัติ เนื่องจากสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นภายหลังจากที่พระพุทธเจ้าเสด็จปรินิพพานไปแล้ว

การกำหนดเขตอารามในสมัยพุทธกาลได้ระบุในพุทธบัญญัติไว้ว่าอาจใช้แสดงได้ด้วยวัตถุ 8 ชนิด คือ ภูเขา, ศิลา, ป่าไม้, ต้นไม้, จอมปลวก, หนทาง, แม่น้ำ หรือแอ่งน้ำ เนื่องจากในสมัยก่อนที่ดินส่วนใหญ่ยังว่างเปล่าปราศจากเจ้าของครอบครอง จึงกำหนดเอาสิ่งที่มีขนาดใหญ่เป็นที่หมาย แต่ปัจจุบันที่ดินสำหรับสร้างวัดมีขนาดเล็ก จึงต้องกำหนดเขตที่แน่นอนเพื่อป้องกันกรณีพิพาทกับเจ้าของที่ดินในอาณาเขตที่ติดต่อกับวัดนั้น

โบสถ์และวิหารมีความแตกต่างกันอย่างมากในด้านคตินิยมการสร้างและประโยชน์ใช้สอย แต่มีรูปแบบคล้ายคลึงกันมาก ทั้งนี้เพราะรูปแบบการสร้างโบสถ์เริ่มมาจากวิหารนั่นเอง อย่างไรก็ตาม โบสถ์ใช้เป็นที่ประกอบสังฆกรรมจึงจำเป็นต้องมีขอบเขตที่แน่นอน เรียกว่า “สีมา” โดยมีโบสีมา เป็นเครื่องหมายเขตบริสุทธ์ล้อมรอบอาคารที่เป็นตัวโบสถ์อีกชั้นหนึ่ง

2.3.1 **ความหมายและความสำคัญของโบสถ์** โบสถ์หรืออุโบสถ คือ สถานที่หรืออาคารที่พระภิกษุใช้กระทำสังฆกรรมโดยมี “องค์สงฆ์ตามพุทธบัญญัติ ประกอบด้วยพระภิกษุไม่น้อยกว่า 21 รูป เพราะฉะนั้นโบสถ์จึงต้องมีขนาดอย่างน้อยพอที่จะบรรจุพระภิกษุไม่น้อยกว่า 21 รูป ดังบัญญัติไว้ในวินัยมุขว่า ... หัตถบาทของภิกษุ 21 รูป และให้มีความกว้างไม่ใหญ่กว่า 3 โยชน์ โดยปริมาตร ... แต่โบสถ์ในสมัยแรก ๆ นั้น มีขนาดพอบรรจุพระภิกษุได้ประมาณ 10 รูปเท่านั้น” (กรมศิลปากร, 2533: 99)

โชติ กัลยาณมิตร (2539: 99-100) กล่าวว่า “แต่เดิมนั้นเมื่อยังมีพระภิกษุจำนวนน้อย การทำสังฆกรรมแต่ละครั้งพระภิกษุจะกำหนดเขตขึ้นเป็นการชั่วคราวเมื่อหมดภารกิจแล้วก็ทิ้งร้างไป ต่อเมื่อการบวชเรียนเป็นที่นิยมจำนวนมากขึ้นดังเช่นในสมัยสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ แห่งกรุงศรีอยุธยา (พ.ศ. 1991-2031) ซึ่งทรงเป็นพระมหากษัตริย์ผู้ทรงอุปถัมภ์พระพุทธศาสนาด้วยความศรัทธาถึงกับทรงเสด็จออกทรงผนวชชั่วคราวระยะเวลาหนึ่ง จนเกิดเป็นธรรมเนียมให้คนส่วนมากนิยมบวชเรียนตาม นับแต่นั้นมาจึงได้มีการสร้างโบสถ์เป็นอาคารถาวร”

สังฆกรรม คือ กิจที่พึงทำโดยที่ประชุมสงฆ์ มี 4 อย่าง คือ

1. **อปโลกนกรรม** กรรมที่ทำเพียงบอกกันในที่ประชุมสงฆ์ ไม่ต้องตั้งญัตติและไม่ต้องสวดอนุสาวนา เช่น แจกการลงพรหมทัณฑ์แก่พระภิกษุ
2. **ญัตติกรรม** กรรมที่ทำเพียงตั้งญัตติ ไม่ต้องสวดอนุสาวนา เช่น อุโบสถ และปวารณา
3. **ญัตติหุตยกรรม** กรรมที่ทำด้วยตั้งญัตติ แล้วสวดอนุสาวนาหนึ่ง เช่น สมมติสีมาให้ผ้ากฐิน
4. **ญัตติจตุตถกรรม** กรรมที่ทำด้วยตั้งญัตติ แล้วสวดอนุสาวนา 3 หน เช่น อุปสมบท ให้ปริวาส ให้มานัต (พระธรรมปิฎก, 2538: 312)

2.3.2 **ประวัติความเป็นมาของโบสถ์** ในยุคแรก ๆ เช่นทวาราวดี, ศรีวิชัย และลพบุรี ไม่ปรากฏร่องรอยอาคารต่าง ๆ อย่างเด่นชัด ต่อมาในสมัยสุโขทัย พบว่ามีการสร้างวิหารซึ่งภายในประดิษฐานพระพุทธรูปสำคัญหรือพระประธานของวัดเพื่อใช้ประกอบพิธีกรรมระหว่างพระภิกษุและพุทธบริษัท เช่น การทำสังฆกรรม (ยกเว้นการอุปสมบท ซึ่งต้องทำในโบสถ์) ทำบุญฟังเทศน์ ฟังธรรม รวมทั้งเป็นที่สำหรับพระภิกษุเล่าเรียนพระธรรมวินัย เมื่อลัทธิลังกาวงศ์ซึ่งนิยมให้มีการบวชเรียนเข้ามายังสุโขทัยนั้น โบสถ์ยังไม่มีความสำคัญเท่าใดนัก สร้างอยู่ห่างออกไปเป็น

เอกเทศ มีขนาดเล็ก และบางวัดไม่มีโบสถ์เลย ประมาณพุทธศตวรรษที่ 19 วิหารจะมีขนาดใหญ่ และกว้างขวางกว่าแต่ก่อน เพราะจำนวนของพระภิกษุและพุทธศาสนิกชนเพิ่มมากขึ้น

สมัยสุโขทัยตอนปลายและสมัยอยุธยา มีการสร้างโบสถ์เป็นประธานแทนวิหาร ภายในวัด สมเด็จพระเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์ ทรงวินิจฉัยว่า “สันนิษฐานว่าแต่โบราณทำกัน 3 อย่าง คือ อย่าง 1 รื้อโบสถ์เดิมสร้างใหม่ให้ใหญ่โต ... อย่างที่ 2 สร้างโบสถ์เพิ่มขึ้นใหม่ ... อย่างที่ 3 ผูกสีมาวิหารเดิม แปลงเป็นโบสถ์ ... เมื่อแรกสร้างคงสร้างเป็นวิหารตามเดิม ต่อมาภายหลังเมื่อใคร่จะให้โบสถ์ขึ้นในวัดจึงแปลงวิหารเดิมเป็นโบสถ์ เพราะสะดวกกว่าการสร้างโบสถ์ใหม่และคงเป็นต้นแบบอย่างของการสร้างวัด มีโบสถ์เป็นประธานแทนที่วิหารเดิม” (กรมศิลปากร, 2533: 100-101)

สมัยอยุธยาตอนกลาง โบสถ์เริ่มมีความสำคัญมากขึ้นตามความเจริญของพุทธศาสนา ต่อมาในสมัยอยุธยาตอนปลาย วิหารถูกลดความสำคัญลง การประกอบสังฆกรรม และศาสนพิธีสำคัญ ๆ จะกระทำในโบสถ์ซึ่งเริ่มมีความสำคัญแทน มีการสร้างโบสถ์ให้ใหญ่โตและมีการประดับ ตกแต่งด้วยลวดลายวิจิตร

สมัยรัตนโกสินทร์ วิหารหมดความสำคัญในการใช้ประกอบสังฆกรรม นอกจากเป็นที่ประดิษฐานพระพุทธรูปสำคัญในวัดใหญ่นั้น ในวัดใหม่ ๆ จะไม่สร้างวิหาร หรือถ้าสร้างก็จะมีขนาดเล็ก การประกอบสังฆกรรมต่าง ๆ จะกระทำในโบสถ์ ส่วนศาสนกิจจะประกอบในศาลาการเปรียญ ดังนั้น โบสถ์จึงเป็นหลักประธานของวัดแทนพระสถูปเจดีย์และวิหาร และยึดถือเป็นประเพณีนิยมในการสร้างวัดในปัจจุบัน

2.3.3 ลักษณะทางกายภาพของโบสถ์ โบสถ์ที่ปรากฏร่องรอยในประเทศไทยได้มีการพัฒนาเป็นระยะ ๆ ตามความนิยมและศรัทธา หรืออิทธิพลจากศูนย์กลางของพุทธศาสนาในแต่ละยุค

ในสมัยสุโขทัยโบสถ์จะมีรูปแบบแตกต่างกับวิหาร รวมทั้งความสำคัญและประโยชน์ใช้สอย ต่อมาในสมัยอยุธยาตอนปลายมักสร้างคู่กันในขนาด รูปร่างและทรวดทรงที่คล้ายคลึงกัน หรือนำวิหารเก่ามากำหนดขอบเขต และเปลี่ยนการใช้สอยตามการบัญญัติในพระธรรมวินัย วิหารจะมีแนววิวัฒนาการยาวนานกว่าเพราะสร้างขึ้นครั้งแรกตั้งแต่ครั้งที่พระสถูปเจดีย์เป็นหลักประธานของวัด

การวางผัง-บริเวณ และลักษณะทางสถาปัตยกรรม

ลักษณะผังพื้นของวิหารหรือโบสถ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า การกำหนดอาณาเขตนิยามแบ่งแยกเขตพุทธาวาส และเขตสังฆาวาสด้วยองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม เช่น การมีกำแพงแก้ว หรือ วิหารคด ล้อมรอบโบสถ์ เจดีย์ วิหาร

ลักษณะและองค์ประกอบต่าง ๆ ของโบสถ์ (โชติ กัลยาณมิตร, 2539: 55) พบว่า “สะท้อนคติพุทธศาสนาฝ่ายมหายาน โดยเฉพาะเค้าเงื่อนในพระสูตรสำคัญ คือ สุขาวิสุทธิสูตร ... ได้กล่าวถึงที่ประทับของพระอมิตาภพุทธในสวรรค์ชั้นสุขาวิสุทธิว่าเป็นอาคารที่ประทับที่มีความงดงามยิ่ง มีชายคาที่ประดับด้วยกระดิ่งแขวนทำให้เกิดเสียงไพเราะเมื่อเวลาลมพัด รอบอาคารที่ประทับก็มีกำแพงแก้วก่อด้วยรัตนชาติแวดล้อมสะท้อนแสงอย่างแพรวพราว ลักษณะอาคารที่ประทับที่งดงามประณีตเช่นนี้น่าจะทำให้ช่างเกิดความบันดาลใจในการสร้างโบสถ์ วิหาร หรือสถาปัตยกรรมพุทธศาสนา เพื่อถ่ายทอดลักษณะที่ประทับในสวรรค์ชั้นสุขาวิสุทธิเสมือนที่กล่าวไว้ในพระสูตรให้เห็นเป็นรูปจำลองบนพื้นโลก”

โดยกรมศิลปากร (2533) ได้สรุปว่า การเปลี่ยนแปลงรูปแบบและการวางผังพุทธสถานภายในวัดน่าจะมีเหตุผลที่สำคัญ คือ จำนวนกุลบุตรที่มาบวชเป็นพระภิกษุเพิ่มมากขึ้น ทำให้เขตพุทธาวาสต้องแยกโบสถ์และวิหารเป็นส่วนส่วนจากกัน ลานประทักษิณรอบพระสถูปต้องกว้างขึ้น ปัญหาทางเศรษฐกิจและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงจากอดีตเป็นอย่างมาก เมื่อค่าครองชีพ ค่าวัสดุ ตลอดจนราคาที่ดินสูงขึ้นทำให้เกิดผลกระทบต่อรูปแบบของอาคารต่าง ๆ รวมทั้งสภาพสังคมที่มีการติดต่อกับต่างประเทศมากยิ่งขึ้นทำให้มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดการปรับเปลี่ยนรูปแบบจากประเพณีเดิมเป็นศิลปะประยุกต์ ในการออกแบบก่อสร้างอาคารต่าง ๆ ภายในวัด และควมมี “ศรัทธา” ของพุทธบริษัททั้งที่เป็นผลดีและที่เป็นผลร้ายโดยไม่คาดคิดหรือเจตนาให้เป็นไป เช่นนั้น ในด้านของผลดีนั้นการที่พุทธบริษัทบริจาคต์ทรัพย์เป็นจำนวนมากทำให้เกิดการส่งเสริมความมั่นคงของพระพุทธศาสนา ส่วนในด้านผลร้ายนั้น การสร้างหรือการปรับปรุงตกแต่งพุทธสถานให้เพียบพร้อมด้วยเครื่องอำนวยความสะดวกด้วยแรงศรัทธา ก่อให้เกิดความแออัด ไม่เป็นสัดส่วนและไม่มีระเบียบ ปราศจากความสมณะและความวิเวกตามจุดมุ่งหมายของพระพุทธศาสนาดังเช่นวัดในอดีตได้วางผังไว้เป็นอย่างดี แม้แต่ศิลปวัฒนธรรมที่อยู่ในรูปของศิลปกรรมภายในวัดที่ประดับตกแต่งโบสถ์วิหาร และองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ก็จะถูกเปลี่ยนแปลง เช่น การตกแต่งรายนามของผู้บริจาคต์เป็นลวดลายประดับรอบกำแพงและประตูหน้าต่างแทนลายไทยประเพณี

กรมศิลปากร (2533) ได้ศึกษาว่ามีวิวัฒนาการการวางผัง-บริเวณ และลักษณะทางสถาปัตยกรรม ดังนี้

- รูปแบบโบสถ์ในสมัยสุโขทัย

การวางผัง-บริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนตะวันออก-ตะวันตก วัดวาอารามหันหน้าอาคารสู่ทิศตะวันออกด้วยการวางวิหารและประตูทางเข้าไว้ด้านนั้น แขนงของวัดเน้นที่การกำหนดจุดศูนย์กลาง มีหลักฐานการจัดผังของวัดที่ค่อนข้างเด่นชัด ให้ความสำคัญของสถูปหรือพระมหาธาตุที่บรรจุพระบรมสารีริกธาตุ ที่เรียกว่า “เจดีย์” เป็นศูนย์กลางของวัด โดยสร้างตั้งอยู่ด้านหน้าของวิหาร ขณะที่โบสถ์จะอยู่ห่างออกไปเป็นเอกเทศ ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนว่าจะอยู่ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านหลัง หรือตั้งเยื้องอย่างไรก็ได้ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาโบสถ์สมัยสุโขทัย (ธาดา สุทธิธรรม, 2542: 50) พบว่า “โบสถ์แทบทุกหลัง ... จะหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ซึ่งกฎเกณฑ์ในเรื่องหันหน้าโบสถ์ไปทางทิศตะวันออกนั้นคงสืบแบบแผนจากลังกาและเกี่ยวเนื่องไปกับพระประธานที่ประดิษฐานในโบสถ์ที่มักทำเป็นปางมารผจญ (ปางมารวิชัย) ซึ่งน่าจะหันหน้าไปทางทิศตะวันออกสู่แม่น้ำเนรัญชรา” ส่วนการกำหนดขอบเขตพุทธาวาสในสมัยสุโขทัย มีแนวเขตถาวรเป็นแนวเขตล้อมรอบด้วยน้ำ โดยการสร้างวัดกลางสระพัง (สระน้ำ) หรือขุดคูล้อมรอบ เว้นช่องทางเข้าด้านหน้าหรือทำสะพานข้าม และแนวเขตล้อมรอบด้วยกำแพงอิฐหรือศิลาแลง เนื่องจากเมืองในอาณาจักรหลายแห่งสามารถขุดศิลาแลงจากพื้นดินในบริเวณนั้นได้ง่าย

ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

การศึกษารูปแบบสมัยสุโขทัย (กรมศิลปากร, 2533) พบว่า ลักษณะโบสถ์และวิหารเริ่มพัฒนาตั้งแต่ปลายพุทธศตวรรษที่ 18 จากเดิมสุโขทัยเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของวัฒนธรรมขอมอยู่ก่อน ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 19 - 20 ได้รับอิทธิพลทางรูปแบบจากลังกา และศิลปพม่าแบบพุกาม วิหารมีขนาดใหญ่กว่าและพบมากกว่าโบสถ์ โดยโบสถ์จะมีขนาดเล็กมาก ตั้งอยู่บนฐานเตี้ย ๆ ผนังก่ออิฐถือปูน รูปแบบคล้าย ๆ วิหารแต่ก็มีขนาดส่วนสั้นกว่าวิหาร บางแห่งมีผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีประตูเข้าออกทางเดียว มีทางเข้าอยู่ทางด้านสกัด และมีการประดับตกแต่งน้อยกว่าวิหารมาก

- รูปแบบโบสถ์ในสมัยอยุธยา (พ.ศ. 1893 - 2310)

ยุคต้น (พ.ศ. 1893 - 2031)

การวางผัง-บริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนตะวันออก-ตะวันตก การศึกษาการวางผัง (เน่งน้อย คักดีศรี, 2539) พบว่าวัดวาอารามนิยมหันหน้าอาคารสู่ทิศตะวันออก ซึ่งเป็นหลักแบบอย่างที่สืบทอดมาจากอินเดีย โดยยึดเอาวิหารและพระสถูปเจดีย์เป็นศูนย์กลาง มีเจดีย์บริวารรายรอบในบริเวณพุทธาวาส

ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

การศึกษารูปแบบโบสถ์สมัยอยุธยาตอนต้น (กรมศิลปากร, 2533) พบว่ารูปแบบการสร้างโบสถ์จะเลียนแบบวิหารเป็นส่วนใหญ่ ผนังอาคารก่ออิฐถือปูน ฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า สูงระดับเดียวกัน ฐานก่อสูงเล็กน้อยประดับด้วยลวดบัวโดยรอบ มีประตูทางเข้าทางเดียว ไม่นิยมสร้างหน้าต่าง ผนังด้านข้างเลียนแบบสมัยสุโขทัย หลังคาเป็นจั่วลดชั้น ไม่นิยมสร้างชายคายื่นออกจากหัวเสามาก หลังคามุงกระเบื้องดินเผาธรรมดา เรียกว่ากระเบื้องกาบกล้วย หน้าบันตัวอาคารและหน้าบันปีกนกทั้งสองข้างจำหลักลวดลาย ภายในอาคารมีเสาสองแถวเป็นเสาเหลี่ยม หรือเสากลม รองรับน้ำหนักจั่วข้างใน ชายคาด้านนอกใช้พาไลตั้งรับ ทำให้สามารถเดินประทักษิณได้โดยรอบ ซึ่งลักษณะของโบสถ์ในสมัยนี้ยังคงยึดรูปแบบอย่างสมัยสุโขทัย

ยุคกลาง (พ.ศ. 2031 - 2171)

การวางผัง-บริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกน ตะวันออก-ตะวันตก วัดวาอารามหันหน้าอาคารสู่ทิศตะวันออก

ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

การศึกษารูปแบบโบสถ์สมัยอยุธยาตอนกลาง (กรมศิลปากร, 2533) พบว่ารูปทรงคล้ายคลึงกับยุคต้น ตัวอาคารประกอบด้วยเสาด้านหน้าและด้านหลัง ด้านละ 4 ต้น ผนังด้านนอกไม่มีการตกแต่ง แต่หันมาตกแต่งภายในเพื่อลดความคับแคบ ระบบเสารายเป็นพาไลหายไป ทำให้ตัวอาคารมีขนาดเล็กลง โดยใช้ระบบเสาด้านข้างแทน มีการนำทวยมาติดตั้งรับน้ำหนักที่ชายคาปีกนก ทวยมีลักษณะใหญ่ เทอะทะ ผนังหนา เรียงอิฐสอปูน ฉาบปูน ใช้ผนังรับน้ำหนักหลังคาแทนเสา

ยุคปลาย (พ.ศ. 2173 - 2310)

การวางผัง-บริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนหลักในเส้นทางจราจรที่สำคัญ โดยเฉพาะเส้นทางน้ำ วัดวาอารามหันหน้าอาคารไปยังลำน้ำเสมอ

ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

การศึกษารูปแบบโบสถ์สมัยอยุธยาตอนปลาย (กรมศิลปากร, 2533) พบว่ารูปแบบของโบสถ์ในยุคนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอันมาก อันเกิดจากคตินิยมและอิทธิพลจากตะวันตก สมัยพระเจ้าปราสาททอง ได้นำเสากภายในอาคารกลับมาใช้อีก แต่เปลี่ยนจากเสากลมหรือเสาแปดเหลี่ยม เป็นเสาสี่เหลี่ยมย่อมุมสิบสอง

ตั้งแต่สมัยพระนารายณ์มหาราช รูปแบบของโบสถ์ได้รับอิทธิพลจากยุโรป เริ่มมีอาคาร 2 ชั้นแบบตึก อาคารก่อผนังด้านสกัด (ผนังหุ้มกลอง) ถึงส่วนบนสุดออกไถ่หน้าบันประดับลายปูนปั้นลายเทศ รวมทั้งหน้าบันปีกนกสองข้าง ภายในอาคารไม่มีเสากลางสองแถวสำหรับรับน้ำหนัก เพราะเครื่องสร้างเครื่องบนแข็งแรง แต่ในอาคารที่มีขนาดกว้างขวางขึ้นจำเป็นต้องมีเสาสองแถวภายในเหมือนเดิมจึงได้กลับมาใช้เสากลมและเสาแปดเหลี่ยม ผนังเรียวยาว หนา สอปูน ผนังฉาบปูนบัวสุดตกแต่ง เช่น กระจกเงา และแผ่นโลหะเคลือบลงยา มีการเรียงอิฐรูปโค้งที่ผนังตรงช่องหน้าต่าง

สมัยพระเจ้าบรมโกศ ตัวอาคารเปลี่ยนรูปทรงขยายกว้าง หลังคาลาดต่ำ หน้าบันประดับลายปูนปั้นทั้งด้านหน้าและด้านหลังซึ่งมีขนาดกว้างใหญ่ขึ้นตามแนวของหลังคาที่ลาดต่ำลงมามาก ชุ่มประตูหน้าต่างประดับประดาอย่างวิจิตรมากขึ้น รวมทั้งให้ความสำคัญกับลายปูนปั้นตามส่วนต่าง ๆ ของเสา

วิวัฒนาการต่อมาอันแสดงถึงเอกลักษณ์ของโบสถ์อยุธยายุคปลาย คือ ตัวอาคารตั้งอยู่บนฐานสิงห์และฐานปัทม์ที่แน่นอนโค้ง ทรวดทรงชะลูดสอบขึ้นข้างบน อาคารด้านหน้าเข็ดคล้ายรูปทรงเรือสำเภา ลวดลายตกแต่งอ่อนช้อยเป็นธรรมชาติ มีการเสริมหลังคาด้านหน้าเรียกว่า จันทับ

- รูปแบบโบสถ์ในสมัยรัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2310 - ปัจจุบัน)

การวางผัง-บริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนหลักในเส้นทางจราจรที่สำคัญ ไม่ว่าจะผ่านทางน้ำหรือทางบก วัดวาอารามหันหน้าโบสถ์ไปยังเส้นทางคมนาคมที่สามารถมองเห็นโบสถ์อย่างเด่นชัดและมีความสง่างามที่สุด ตามแบบอย่างสมัยอยุธยาตอนปลาย การแบ่งเขตพุทธาวาสและสังฆาวาสมีความชัดเจน

พื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลอยู่ใกล้ปากอ่าว เป็นบริเวณที่ลุ่มเป็นส่วนใหญ่ การคมนาคมอาศัยแม่น้ำเจ้าพระยาและลำคลองอื่น ๆ เป็นเส้นทางจราจรที่สำคัญ บ้านเรือนอยู่สองฝั่งแม่น้ำลำคลอง จึงมักมีการสร้างวัดขึ้นที่ริมสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และริมฝั่งคลองต่าง ๆ ในปัจจุบันวัดส่วนใหญ่กระจายไปตามเส้นทางคมนาคมทางน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชานเมือง ส่วนในเขตชั้นในการตั้งถิ่นฐานอยู่กันหนาแน่นตามเส้นทางถนน ตลอดจนการสัญจรส่วนใหญ่ก็อาศัยเส้นทางถนน คลองส่วนใหญ่ถูกถมไป วัดต่างๆ จึงดูเหมือนตั้งอยู่ริมถนนต่าง ๆ (เนตรนภิส นาควัชระ, ปิยนารถ บุณนาค และบัณฑิต จุลาสัย, 2523)

ลักษณะทางสถาปัตยกรรม

การศึกษารูปแบบโบสถ์สมัยรัตนโกสินทร์ (กรมศิลปากร, 2533) พบว่าโบสถ์สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น มีอิทธิพลจากอยุธยาตอนปลายอย่างชัดเจน ฐานหย่อนตงท้องช้างหรือแอ่นโค้งลำเภา เป็นฐานสิงห์และฐานปัทม์ รูปทรงชะลูดสอบขึ้นข้างบน ผนังด้านหน้าและด้านหลังเป็นชั้นลด มีหลังคายื่นออกมาคลุม ที่เรียกว่าจันทับ อาคารเครื่องก่อขนาดใหญ่ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า หลังคาทรงจั่วชั้นลดซ้อนกัน 3-4 ชั้น และชายคาปีกนกลาดคลุมส่วนเฉลียงและระเบียงซึ่งรายรับด้วยเสาตั้งรายรอบอาคาร คูหาหน้าบันตกแต่งด้วยลวดลายจำหลักเป็นภาพต่าง ๆ ปิดทองประดับกระจก เครื่องบนมีช่อฟ้า ใบระกา และหางหงส์ กรอบหน้าบันเป็นนาคลายอง และนาคสะดุ้ง หลังคามุงกระเบื้องเคลือบ หรือกระเบื้องดินเผา

สมัยรัชกาลที่ 3 มีรูปแบบที่เพิ่มขึ้นจากขนบนิยมดั้งเดิม เป็นแบบพระราชนิยมจากอิทธิพลจีน โดยเปลี่ยนรูปทรงหลังคาเป็นแบบ กระเท่เซ คือเป็นหน้าบันปูนแบบเรียบ ๆ ไม่มีคูหา ไม่มีช่อฟ้าและเครื่องบน เช่น ช่อฟ้า ใบระกา และหางหงส์ หลังคาเป็นจั่วลดชั้น แต่เสาตั้งรับพาไลโดยรอบเป็นเสาสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ ไม่มีการประดับตกแต่งในส่วนหัวเสา ฐานฐานตัดตรงไม่แอ่นท้องช้าง รูปทรงโบสถ์สมัยนี้ได้ส่งอิทธิพลแก่สมัยรัชกาลที่ 4 นำมาดัดแปลงบ้างเล็กน้อยให้รูปทรงอาคารสูงเพรียวขึ้น เสารับพาไลโดยรอบเปลี่ยนเป็นเสากลม รวมทั้งการนำแบบอย่างการวางผังสมัยสุโขทัยมาใช้ คือ การสร้างพระเจดีย์อยู่ตรงกลางระหว่างโบสถ์กับวิหาร

สมัยรัชกาลที่ 5 อิทธิพลตะวันตกเริ่มเห็นเด่นชัดมากขึ้น รูปแบบของโบสถ์จึงมีความหลากหลาย มีทั้งนำมาผสมผสานกับรูปแบบเดิม และคิดขึ้นใหม่ทั้งหมด โดยเฉพาะอาคารรูปทรงจตุรมุข ซึ่งเป็นแบบที่ได้รับความนิยมอย่างมากต่อการสร้างโบสถ์ในสมัยสืบมาจนถึงปัจจุบัน

ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 6 ไม่มีการสร้างวัดหลวงขึ้นใหม่ จวบจนสมัยปัจจุบัน ในรัชกาลที่ 9 มีการก่อสร้างวัดราษฎร์เป็นจำนวนมาก สมัยนี้ไม่นิยมสร้างเจดีย์หรือวิหารเป็นสถาปัตยกรรมหลักของวัด แต่นิยมสร้างโบสถ์ใหม่ขึ้นในวัด โดยเฉพาะการสร้างแทนโบสถ์เดิม โดยอาจใช้แบบมาตรฐานของกรมศิลปากรหรือลอกเลียนแบบในอดีต แต่ฝีมือช่างและขนาดสัดส่วนแตกต่างจากเดิม รวมทั้งมีการออกแบบโบสถ์ใหม่ที่มีความงดงามและสืบทอดความก้าวหน้าทางการออกแบบสถาปัตยกรรมไทย (ธาดา สุทธิธรรม, 2542)

2.3.4 สภาพแวดล้อมภายในบริเวณวัด สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่ปรากฏร่องรอยหลักฐานมาแต่โบราณ สามารถแบ่งเป็น แหล่งน้ำ การจัดสวน และวัสดุปูผิวดินภายในบริเวณวัด

2.3.4.1 แหล่งน้ำภายในบริเวณในวัด มีความสำคัญตั้งแต่สมัยสุโขทัย ซึ่งพบว่าวัดเป็นจำนวนมากมักมีน้ำล้อมรอบ และสมัยอยุธยาที่มีคลองเพื่อการสัญจรเป็นระบบทางน้ำที่ต่อเนื่องถึงกันหมดทั่วทั้งเมือง เหตุผลของการมีแหล่งน้ำนอกจากในแง่ของประโยชน์ใช้สอยแล้วยังมีความคิดที่แอบแฝงคือ อิทธิพลที่เกี่ยวกับภูมิจักรวาลของศาสนาฮินดูและศาสนาพุทธ

นอกจากเกี่ยวข้องกับระบบจักรวาล น้ำยังมีความสำคัญในด้านสถาปัตยกรรม คือ “การวางผังบริเวณวัดมีกฎอยู่ข้อหนึ่งว่าจะหันหน้าวัดไปทางทิศใดก็ได้ แต่โบสถ์หรือวิหารต้องหันหน้าเข้าน้ำเสมอ ทั้งนี้เพราะ ในขณะที่พระพุทธเจ้าตรัสรู้อยู่ใต้ต้นพระศรีมหาโพธิ์ พระองค์หันพระพักตร์ไปทางแม่น้ำ อย่างไรก็ตามในการสร้างวัด หากวัดอยู่ไกลจากน้ำและไม่มี การขุดสระแล้ว วัดต้องหันหน้าไปทางทิศตะวันออก แต่สรุปแล้ว การสร้างโบสถ์หรือวิหารให้หันหน้าเข้าสู่้ำมีความสำคัญเหนือกว่าหันหน้าไปทางทิศตะวันออกแน่นอน ถ้ามีน้ำล้อมรอบทุกด้าน จะหันหน้าวัดไปทางทิศใดก็ได้ และถ้าหันไปทางทิศตะวันออกได้ก็จะยิ่งดีขึ้นไปอีก” (สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา, 2539: 128-130)

2.3.4.2 การจัดสวนภายในบริเวณในวัด ถูกจินตนาการขึ้นเพื่อให้บรรลุนิรมิต และความสงบในจิตใจ สวนภายในวัดต้องมีต้นไม้ใหญ่ และไม่นิยมปลูกหญ้าในบริเวณลานวัด สาเหตุหนึ่งเพราะในจำนวนศีล 227 ข้อ ที่พระสัมมาสัมพุทธเจ้าท่านบัญญัติ มีข้อ

บัญญัติข้อหนึ่ง ห้ามพระภิกษุฆ่าของเขี้ยว คือ ไม่ให้ไปถอนต้นไม้ การที่จะให้พระภิกษุมาปลูกต้นไม้พรวนดินเป็นไปไม่ได้ ฉะนั้นปลูกต้นไม้ใหญ่จึงเป็นผลดี เมื่อเวลาใบร่วงหล่นมาก ๆ ก็กวาดกันที่รวมทั้งคตินิยมดั้งเดิมนิยมปลูกต้นไม้เนื่องจาก “คนไทยโดยทั่วไปเชื่อกันว่าต้นไม้ใหญ่เป็นที่สถิตยของรุกขเทวดา และถ้าเป็นต้นไม้ชนิดที่กล่าวไว้ในพระพุทธรประวัติ คนไทยยังไม่กล้าที่จะไปโค่นต้นไม้เหล่านี้ลง ต้นไม้ใหญ่จะให้ร่มเงาในตอนกลางวันที่มีอากาศร้อนจัดได้เป็นอย่างดี ถ้าต้นไม้ใหญ่มีขึ้นอยู่ตามอารามและเป็นชนิดที่มีดอกหอมด้วยแล้ว ก็จะมีส่วนช่วยสร้างเสริมบรรยากาศภายในวัดให้น่าเลื่อมใสยิ่งขึ้น” (ไขแสง ศุขะวัฒน์, 2520: 6)

หลักฐานที่แสดงสภาพของการจัดสวนสามารถศึกษาได้จาก

- ความเชื่อถือของคนสมัยโบราณ
- วรรณคดีและพระราชพงศาวดาร
- รายละเอียดจากภาพจิตรกรรมฝาผนัง
- บันทึกทางประวัติศาสตร์ของชาวต่างชาติ ที่มีต่อกรุงศรีอยุธยา
- ภาพถ่ายในกลางศตวรรษที่ 19

สวนภายในวัดจึงมีประวัติความเป็นมายาวนาน ดังต่อไปนี้

- สวนภายในวัดสมัยสุโขทัย

ไขแสง ศุขะวัฒน์ (2520) ศึกษาพบว่า ศิลาจารึกวัดป่ามะม่วงของพระมหาธรรมราชาลิไทกล่าวถึงบริเวณอรัญญิก สมัยสุโขทัย มีวัดที่น่าสนใจและมีเรื่องราวเกี่ยวกับต้นไม้ คือ วัดป่ามะม่วง เดิมบริเวณที่จะสร้างวัดคงเป็นป่ามะม่วง หรือสวนมะม่วงมาก่อน ครั้น พ.ศ. 1904 พระมหาธรรมราชาลิไท ทรงอาราธนาพระสังฆราชจากประเทศลังกา มาเผยแผ่พระพุทธศาสนาถึงลพบุรี ซึ่งพระสังฆราชนั้นเป็นพระอรัญวาสี จึงโปรดฯ ให้สร้างวัดขึ้นในบริเวณป่ามะม่วงที่ร่มรื่น

การตกแต่งสวนในสมัยสุโขทัย ยากที่จะระบุเพราะไม่ปรากฏหลักฐานใดๆ เหลืออยู่เลย แต่เนื่องจากยังมีสถาปัตยกรรมแห่งพระศาสนาที่สร้างด้วยศิลาแลง ศิลาทราย และอิฐเผา เหลือทรากรอยู่หลายแห่ง “ก็พอจะอนุมานได้ว่า สวนในเขตพระราชฐานและเขตพระอารามหลวง คงใช้วัสดุดังกล่าวเป็นเครื่องตกแต่งบ้างไม่มากก็น้อย พันธุ์ไม้ที่ใช้แต่งสวนในสมัยนั้น คงใช้ทั้งพันธุ์ไม้ดอกและพันธุ์ไม้ผลปลูกปนกันไปวิธีการแต่งสวนก็คงเป็นไปตามพระราชประสงค์ของพระเจ้าแผ่นดิน หรือตามวัดก็ ผู้ก่อสร้าง ปราสาทราชมนเฑียร ตำหนัก หรือพระอาราม จะเห็นว่าเหมาะสมและสวยงาม” (ไขแสง ศุขะวัฒน์, 2520: 34)

สมัยสุโขทัยมีการนับถือพระพุทธศาสนาอย่างเคร่งครัด ด้วยความเชื่อว่าดอกไม้ที่หอม หรือของหอมเป็นเครื่องบูชาอันวิเศษ ช่วยนำความเลื่อมใสศรัทธาและความปรารถนาที่อยู่ในจิตใจบรรลู่ถึงพระพุทธเจ้า ด้วยเหตุนี้จึงนิยมปลูกต้นไม้ดอกไม้เพื่อประโยชน์ดังกล่าว ตามวัดวาอารามต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นฝ้ายอรัญวาสี หรือคามวาสี คงมีการปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ระดับไว้ในบริเวณเพื่อให้ร่มเงา ด้วยมีข้อดีที่ว่าเมื่ออายุยืนนานง่ายต่อการบำรุงรักษา ต้นโพธิ์ซึ่งชาวพุทธถือเป็นสัญลักษณ์แห่งการชนะพญามารและการตรัสรู้ของพระพุทธเจ้า ได้นำมาจากประเทศลังกามาปลูกไว้ในพระอารามหลวงกรุงสุโขทัย ดังปรากฏในศิลาจารึก ป่าและเขาบางแห่งที่อยู่นอกเมือง หากเป็นที่ตั้งของพระอารามฝ้ายอรัญวาสีผู้แสวงหาวิเวกในการเจริญศีลภาวนาธรรมบริเวณใดที่งดงามและร่มรื่นด้วยพันธุ์ไม้ขึ้นอยู่ดั้งเดิมแล้วก็คงรักษาไว้ตามธรรมชาติ แต่ตกแต่งให้สะอาดตาและสวยงามยิ่งขึ้นเท่านั้น

สวนน้ำส่วนมากมาจากสระตระพัง คุ คลอง เพื่อให้ได้น้ำจืดไว้ใช้ ต่อมาจึงนำพันธุ์บัวต่าง ๆ ไปปลูก

- สวนภายในวัดสมัยอยุธยา

หลักฐานมีน้อยมาก พอหาได้ในวรรณคดีซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นสวนแบบธรรมชาติ แต่แทบจะไม่มียกเว้นในพงศาวดารหรือจดหมายเหตุของไทยเลย จึงพอจะทราบได้บ้างจากจดหมายเหตุของชาวต่างประเทศที่เข้ามาเมืองไทยสมัยนั้น แม้จะไม่มีรายละเอียดมากพอและคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้างก็ตาม

สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้นนิยมการปลูกว่าน ดังนั้นจึงมีสวนสมุนไพรตามวัดซึ่งสร้างขึ้นโดยพระภิกษุผู้มีความรู้เป็นหมอยาได้

ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯ Nicholas Gervaise (นิโกลาส์ แกร์แวร์ส์) เข้ามาเมืองไทยพร้อมราชทูตฝรั่งเศส และได้เขียนเรื่องราวของสวนในพระอารามไว้ว่า “ต้นไม้ที่ปลูกเรียงไว้สองแถว ทำให้อุสาวรีย์โบราณเหล่านี้ดูประทับใจยิ่งขึ้น และดอกไม้อันบานอยู่ในทุก ๆ ฤดูกาล ได้ทำให้บริเวณนี้ดูเป็นอุทยานอันงดงาม ประสมกับความสะอาดสะอาดอันของสิ่งปลูกสร้างและสถานที่อันสงบสงัดเข้าด้วยแล้ว ก็เลยเป็นสิ่งที่น่าทึ่ง และดูมีความศักดิ์สิทธิ์ยิ่ง นอกกำแพงออกไปเป็นลานทราย มีต้นไม้ปลูกเรียงรายไว้หลายแถว และมีสวนเล็ก ๆ ที่พระภิกษุได้สร้างขึ้น” (ไซแสง ศุขะวัฒน์, 2520: 71)

- สวนภายในวัดสมัยรัตนโกสินทร์

สวนภายในวัดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 4 ซึ่งเป็นสมัยที่วัฒนธรรมตะวันตก และผลกระทบอื่น ๆ ได้เริ่มเปลี่ยนแปลงจุดมุ่งหมายและองค์ประกอบของการออกแบบภูมิทัศน์ พระอารามใหญ่ต่าง ๆ ใช้สวนไม้ตัดและไม้กระถาง เป็นส่วนประกอบสถาปัตยกรรมถาวร รวมทั้งตุ๊กตาดินซึ่งมีมาตั้งแต่ต้นกรุงรัตนโกสินทร์ ตุ๊กตาดินมีหลากหลายแบบ ขนาดและอิริยาบถ เป็นสินค้าในสมัยรัชกาลที่ 2 และ รัชกาลที่ 3 การที่คนโบราณนำตุ๊กตาดินไว้ตามวัด เพราะคิดว่าเมื่อลูกหลานวิ่งเล่นตามลานวัด เด็ก ๆ ก็มักจะดูสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว หรือสิ่งที่อยู่เตี้ย ๆ ต่ำ ๆ การตั้งอะไรต่าง ๆ เด็กจะชอบใจมาก เพราะสมัยก่อนไม่มีเครื่องเล่นเหมือนสมัยนี้ ตุ๊กตาดินจึงเป็นเครื่องเล่นให้ความบันเทิงกับเด็ก

จากการศึกษาเรื่องสวนไทย (ไชแสง สุชะวัฒน์, 2539) พบว่าถึงแม้ว่าการตกแต่งสวนในสมัยรัชกาลที่ 4 จะรับเอาวิธีการและศิลปะจากทางตะวันตกเข้ามามาก แต่ลักษณะที่แสดงออกว่าเป็นสวนไทยยังคงอยู่ครบถ้วน การสร้างสวนและการปลูกต้นไม้ใหญ่ตามวัดก็เพื่อถวายเป็นพุทธบูชาและเพื่อน้อมระลึกถึงพระพุทธเจ้า

ความสำคัญของต้นไม้ในพุทธศาสนา

จากการศึกษาเรื่องต้นไม้ใหญ่ในพุทธประวัติ (ไชแสง สุชะวัฒน์, 2534: 67) พบว่า “พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวผู้ทรงมีพระราชศรัทธาต่อพระพุทธศาสนาเป็นที่ยิ่ง ทรงเล็งเห็นว่าต้นไม้ที่มีกล่าวไว้ในพระพุทธประวัตินั้นก็พระเจดีย์อีกอย่างหนึ่ง ที่ช่วยให้น้อมระลึกถึงองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้าได้” นอกจากนี้ต้นไม้ในพุทธประวัติยังเป็นต้นไม้ที่ให้ร่มเงาเป็นอย่างดีในสภาพภูมิอากาศร้อนของประเทศไทย

ต้นไม้ใหญ่ในพุทธประวัติที่สำคัญที่สุด คือ ต้นโพธิ์ ไซติ กัลยาณมิตร (2539) กล่าวไว้ว่า วัดสำคัญจะปลูกต้นพระศรีมหาโพธิ์ไว้ในเขตพุทธาวาส โดยถือว่างิ่งหรือหน่อของต้นโพธิ์ที่นำมาปลูกไว้ในวัดของไทยมีความสำคัญ และศักดิ์สิทธิ์ควรแก่การสักการะ เพราะมีที่มาจากสถานที่ที่พระพุทธเจ้าทรงตรัสรู้ และถือว่างิ่งต้นโพธิ์นี้เป็นสัญลักษณ์ของการตรัสรู้ หรือเป็นต้นไม้แห่งปัญญาของพุทธศาสนิกชน ซึ่งถือกันว่าต้นโพธิ์เป็นเจดีย์เช่นเดียวกับพระเจดีย์ทั่ว ๆ ไป การให้ความสำคัญแก่ต้นโพธิ์ในอดีตนั้นถึงกับมีการกล่าวว่ พระภิกษุที่ปรารภจะสึกจากการเป็นพระก็อาจลาสิกขากับต้นโพธิ์ได้เช่นเดียวกับการลาสิกขากับพระอุปัชฌาย์

ขณะที่ ไขแสง ศุขะวัฒน์ (2534) ศึกษาว่า ต้นพระศรีมหาโพธิ์ต้นดั้งเดิม ถูกโค่นทำลายจากผู้นับถือศาสนาอื่นนานแล้ว ต้นที่ขึ้นปัจจุบันเป็นหน่อที่งอกใหม่เป็นครั้งที่ 4 และยังมีต้นพระศรีมหาโพธิ์บนเกาะลังกา ซึ่งเป็นหน่อที่นำมาปลูกจากต้นดั้งเดิมสมัยพระเจ้าอโศกมหาราช เมื่อ พ.ศ. 255 เมื่อไทยติดต่อกับลังกาด้านการศาสนาตั้งแต่สมัยสุโขทัย อยุธยา เรื่อยมา จนถึงสมัยรัตนโกสินทร์ ต้นโพธิ์ที่นำมาปลูกจึงเป็นโพธิ์ลังกา จนเมื่อสมัยรัชกาลที่ 4 พ.ศ. 2407 ที่ ดอกเตอร์ จอห์น สไควร์ (Dr. John Squire) ได้นำพันธุ์พระศรีมหาโพธิ์ต้นดั้งเดิมเข้ามาถวาย เมื่อทำการเพาะงอกงามดีแล้วจึงพระราชทานไปปลูกตามพระอารามหลวงหลายแห่ง พุทธศาสนิกชน ต่างยึดถือว่าต้นโพธิ์เป็นไม้ศักดิ์สิทธิ์ จึงไม่มีใครกล้าไปตัดโค่น หรือแม้แต่วัดรอนกิ่งโดยไม่จำเป็น การปลูกต้นโพธิ์ไว้ตามวัดถือเป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งทางพระพุทธศาสนา และเป็นพระอนุสาวรีย์ แห่งพระพุทธเจ้าที่สำคัญยิ่งกว่าต้นไม้อื่น ๆ

ต้นโพธิ์จึงถูกจัดวางในตำแหน่งที่สำคัญในบริเวณฝังของวัด ดังปรากฏใน บัญชีเอกสารหมายเลข 21 จากหนังสือ “พระปฐมเจดีย์” เรื่อง พระมหาโพธิ์ (กรมศิลปากร, 2528: 159) ตามเอกสาร ร. 5 เลข 46/14 ว่า “พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้ทรงปลูก ใว้หน้าพระวิหารพระนอน ทิศตะวันตก 1 ต้น และได้พระราชทานให้เจ้าพระยาทิพากรวงศ์ ปลูกไว้ ที่มุมพระปฐมเจดีย์ คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือต้น 1 ทิศตะวันตกเฉียงใต้ต้น 1 ทิศตะวันออกเฉียงเหนือต้น 1 ทิศตะวันออกเฉียงใต้ต้น 1”

จากการศึกษาต้นไม้สำคัญในพุทธประวัติ (หลวงบุเรศบำรุงการ, 2516) พบว่า ต้นไม้สำคัญที่เกี่ยวกับพระพุทธเจ้า เฉพาะตอนประสูติ ก่อนตรัสรู้ - ตรัสรู้ และเสด็จสู่ ปรีณิพพาน มีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ ต้นสาละ, ต้นพระศรีมหาโพธิ์, ต้นจิก, ต้นไทร และต้นเกด นอกจากนี้ ยังมี หญ้าคาหรือจากศัพท์บาลีเรียกว่า กุสะ ซึ่งแปลว่า หญ้าหอมชนิดหนึ่ง จึงอาจหมายถึง ตะไคร้หอม และหญ้าแพรก ส่วนต้นไม้บางชนิดที่เกี่ยวกับพุทธประวัติ คือ ต้นสมอ, ต้นตาล, ต้นไผ่, ต้นฝ้าย, ต้นกุ่มบก, ต้นหว่า, ต้นมะม่วง, ต้นมะขามป้อม, ต้นส้ม, ต้นปาริชาติ, ต้นประดู่ลาย, ต้นจันทน์แดง, ต้นตะเคียน, ต้นสีเสียด และต้นสะเดา รวมทั้งไม้ดอก คือ ดอกมณฑา และดอกบัว

จากการรวบรวมเรื่องราวต้นไม้ในพุทธประวัติสามารถแบ่งต้นไม้ในพุทธประวัติเป็น ไม้ยืนต้นที่ให้ร่มเงา และผลเป็นสำคัญ (ดังแสดงในตาราง 2-4) พืชคลุมดิน (ดังแสดงในตาราง 2-5) และต้นไม้ที่กล่าวถึงดอกเป็นสำคัญ (ดังแสดงในตาราง 2-6)

ตารางสรุปลักษณะและความสำคัญทางพุทธศาสนาเรื่องต้นไม้ในพุทธประวัติ (หลวงบุเรศบำรุงการ, 2516; กรมศิลปากร, 2528; ไชแสง ศุชะวัฒน์, 2534)

ไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ		
ชื่อ	ลักษณะ	ความสำคัญทางพุทธศาสนา
ต้นโพธิ์ศรีมหาโพธิ์ (ไม้แอสสตถพฤกษ์)	ไม้ขนาดใหญ่ที่เต็มไปด้วยกิ่งก้านสาขา มีเรือนยอดทึบ ใบเดี่ยวโคนรูปหัวใจ และมีใบเต็มต้นอยู่ตลอดเวลา	ระลึกถึงการพิชิตพญามาร และการตรัสรู้ของพระพุทธเจ้า
ต้นสาละ (ไม้สาละรุกโข)	ไม้เนื้อแข็งขนาดใหญ่ มีกิ่งก้านสาขาให้ร่มเงาเป็นอย่างดี ผลัดใบในต้นฤดูร้อน	ระลึกถึงการประสูติและเสด็จปรินิพพาน
ต้นไทร (ไม้อัชปาลนิโครธ)	ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ใบโตกลม ให้ร่มทึบ กิ่งก้านสาขาค่อนข้างเตี้ย มีเรือนยอดกว้างแผ่ไพศาล มีรากออกจากกิ่งก้านห้อยย้อยลงสู่ดิน เป็นไม้ร่มที่ให้ความร่มเย็นกว่าไม้ใด ๆ	ระลึกถึงการเสวยวิมุตติสุข
ต้นจิก (ไม้มุจลินท์)	ไม้ขนาดกลาง ชอบขึ้นริมน้ำ ทรงต้นแผ่กว้าง มีพุ่มใบค่อนข้างหนา มีดอกสีขาวหรือแดงห้อยเป็นพวงระย้า	ระลึกถึงการที่พญานาค นามว่ามุจลินท์ มาขดเป็นวงล้อมและแผ่พานปรกพระเศียรพระพุทธเจ้าเนื่องจากฝนตกหนัก
ต้นเกด (ไม้ราชายตนะ)	ไม้ค่อนข้างใหญ่ มีลำต้นตรง เปลือกสีน้ำตาลดำ แตกก้อนออกมาเป็นสะเก็ด ใบยาว ปลายใบแหลม สีเขียวแก่ มีพุ่มใบค่อนข้างหนาที่บพอบอาศัยร่มเงา และสามารถให้ผลเป็นอาหารได้	ระลึกถึงการที่พระพุทธเจ้าทรงรับข้าวสัตตูก้อน สัตตุงจากพ้อค้าเกวียน
ต้นสมอ	ไม้ขนาดกลาง มีผลเป็นรูปไข่ยาวประมาณ 25 ม.ม.	เป็นต้นไม้ที่พระอินทร์ได้นำผลสมอมาทถวายให้เสวย
ต้นกร่าง (ไม้พญูปุตตนิโครธ)	ไม้ขนาดใหญ่จำพวกไทร ทรงเป็นพุ่มกว้าง มีกิ่งก้านออกไปรอบต้น ใบหนาเป็นเงามัน	ระลึกถึงการที่พระพุทธเจ้าทรงพบพระมหากัสสป

ตาราง 2-4 : แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ

ไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ		
ชื่อ	ลักษณะ	ความสำคัญทางพุทธศาสนา
ต้นหว้า (ไม้ชมพู)	ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ใบแข็ง โคนหนาทึบ เป็นไม้ร่มได้ดี ดอกเล็กเป็นช่อ ผลสุกหวานรับประทานได้	ระลึกถึงการเกิดอัครจรรยาในงานพิธีแรกนาขวัญ และพระพุทธรเจ้าเสด็จเหาะไปนำผลหว้าใหญ่ประจำทวีปในป่าหิมพานต์ไปสู่โรงเพลิง
ต้นมะม่วง (ไม้อัมพวา หรือ ไม้อัมพวัน หรือ ไม้อัมพพฤกษ์)	ไม้ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ใบใหญ่ ยาว ปลายใบแหลม ผลรับประทานได้	ระลึกถึงพระพุทธรเจ้าทรงทำยมกปาฏิหาริย์ รวมทั้งกล่าวถึงว่าพระพุทธรเจ้าเสด็จเหาะไปเก็บผลมะม่วง ในป่าหิมพานต์
ต้นมะขามป้อม	ไม้ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เปลือกสีน้ำตาลอมเทา ใบเดี่ยวออกสลับ ผลรับประทานได้	กล่าวถึงว่าพระพุทธรเจ้าเสด็จเหาะไปเก็บผลมะขามป้อม ในป่าหิมพานต์
ต้นส้ม	ไม้ขนาดเล็ก ดอกเล็กสีขาว มีกลิ่นหอม ผลรับประทานได้	กล่าวถึงว่าพระพุทธรเจ้าเสด็จเหาะไปเก็บผลส้ม ในป่าหิมพานต์
ต้นปาริชาติ (ปริฉัตรตกพฤกษ์)		กล่าวถึงว่าพระพุทธรเจ้าเสด็จเหาะไปเก็บปริฉัตรตกพฤกษ์ ในดาวดึงส์เทวโลก
ต้นตะเคียน	ไม้ขนาดสูงใหญ่มาก ไม่ผลัดใบ เรือนยอดเป็นพุ่มทึบกลม หรือรูปเจดีย์ต่ำ	กล่าวถึงฝ่ายเดียรถีย์จะแข่งกับพระพุทธรเจ้า เตรียมทำเสามณฑลด้วยไม้ตะเคียน และตอนที่พระพุทธรเจ้าเหยียบลงในหลุมที่สุ่มไฟด้วยไม้ตะเคียน แต่มีดอกบัวมารองรับพระบาท
ต้นจันทน์แดง	ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ใบดกหนา ทึบ	กล่าวถึงในตอนที่พระพุทธรเจ้าทรงบัญญัติห้ามไม่ให้สาวกกระทำปาฏิหาริย์สืบไป

ตาราง 2-4 (ต่อ) : แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ

ไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ		
ชื่อ	ลักษณะ	ความสำคัญทางพุทธศาสนา
ต้นตาล (ไม้ลัญจิว)	ไม้ประเภทปาล์ม ลำต้นเดี่ยว สูงได้ถึง 20 เมตร เรือนยอดทึบ โคนลำต้นขยายใหญ่ ใบประกอบรูปนิ้วมือ ก้านใบแข็งหนา	พระพุทธเจ้าเสด็จมาประทับ ณ ลัญจิวนุกุทยาน (สวนตาลหนุ่ม) ในพรรษาที่ 2 และโปรดให้พระเจ้าพิมพิสารเสด็จไปเฝ้า
ต้นไผ่ (ไม้เวฬุ)	เป็นไม้ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่แล้วแต่ชนิด เกิดเป็นกอ ๆ มีมากชนิดด้วยกัน ลำต้นเล็กใหญ่แล้วแต่ชนิดนั้น ๆ	พระพุทธเจ้าทรงแสดงโอวาทปาติโมกข์ ณ เวฬุนาราม ซึ่งถือว่าเป็นวันมาฆบูชาในเวลาต่อมา
ต้นสีเสียด	เป็นไม้ผลัดใบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นและกิ่งมีหนามโค้ง เป็นคู่ ใบย่อยขนาดเล็ก ดอกสีขาวนวลมีกลิ่นหอม	พระพุทธเจ้าเสด็จมาประทับ ณ ฆาตกลวัน (ป่าไม้สีเสียด) ในพรรษาที่ 8
ต้นสะเดา (ไม้ปจิมมณฑพฤษ)	ไม้ขนาดกลาง ใบเล็กยาว มีใบคู่ เส้นกลางใบตรง ดอกเป็นช่อสีขาว	พระพุทธเจ้าเสด็จมาประทับใต้ต้นสะเดา ในพรรษาที่ 11
ต้นประดู่ลาย	ไม้ขนาดใหญ่ เรือนยอดแผ่กว้าง	กล่าวถึงว่าพระพุทธเจ้าประทับที่ป่าประดู่ลายหลายตอน
ต้นกุ่มบก	ไม้ขนาดกลาง เรือนยอดเป็นพุ่มทึบหรือรูปทรงกลม ใบประกอบแบบนิ้วมือ ใบโต มีใบย่อย 3 ใบ มีดอกใหญ่สีขาว ภายหลังเป็นสีเหลืองนวล ๆ เส้นเกสรตัวผู้สีม่วง ดอกเป็นช่อใหญ่แบน ๆ ขณะมีดอกใบจะร่วงหมดต้น ขึ้นในที่ดอน	พระพุทธเจ้าทรงชักผ้าบังสุกุลในอามกสุสาน (ป่าช้าผีดิบ) นำมาซักและจะหาที่ตากจีวร พฤษทเวตดาได้น้อมกิ่งไม้กุ่มบกลงมาให้ห้อยตากจีวร

ตาราง 2-4 (ต่อ) : แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ยืนต้นในพุทธประวัติ

พืชคลุมดินในพุทธประวัติ		
ชื่อ	ลักษณะ	ความสำคัญทางพุทธศาสนา
ตะไคร้หอม (กุสะ)	ไม้สกุลหญ้า ขึ้นเป็นกอคล้ายตะไคร้กอ ลักษณะสีแดง ใบยาว ใบอ่อนนุ่ม ออก ดอกเป็นพวง เป็นช่อ	พระพุทธรูปเจ้าทรงปลูลาดต่าง บัลลังก์ใต้ต้นพระศรีมหาโพธิ์ที่ ทรงตรัสรู้ ถือเป็นสัญลักษณ์ แห่งชัยชนะ
หญ้าแพรก	ไม้สกุลหญ้า ใบเรียวยาวเล็ก	เป็นต้นหญ้าที่ทรงสูบไปถึงก่อน ตรัสรู้

ตาราง 2-5 : แสดงลักษณะและความสำคัญของพืชคลุมดินในพุทธประวัติ

ไม้ดอกในพุทธประวัติ		
ชื่อ	ลักษณะ	ความสำคัญทางพุทธศาสนา
มณฑา	ไม้พุ่มสูง 2-3 เมตร ใบเดี่ยวกว้างยาว ปลายใบแหลม รูปใบคล้ายหอก ดอกสี เหลืองอ่อน กลิ่นหอมแรงในเวลาเช้าตรู่	เชื่อกันว่าดอกมณฑาอยู่บน เทวโลก ดอกมณฑาได้ตกลง มา เมื่อพระพุทธรูปเจ้ากำหนด ปลงพระชนมายุสังขาร และ เสด็จสู่ปรินิพพาน
บัว	ไม้ล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน ก้านใบส่งใบชู เหนือน้ำ ใบมีไขทำให้น้ำและของเหลว จับบนใบไม่ได้ ดอกสีขาว สีชมพู ดอกชู เหนือน้ำ กลีบดอกจำนวนมาก เรียง ซ้อนหลายชั้น มีกลิ่นหอม	พระพุทธรูปเจ้าทรงบำเพ็ญพระบาท ลงในหลุมเพลิงแต่มีดอกบัว เกิดมารองพระบาทไว้ไม่ให้เกิด อันตราย และพระพุทธรูปเจ้าทรง ตรัสสอนโดยใช้ดอกบัว เป็นคติ เปรียบเทียบมากมาย
พุทธรักษา	ไม้ล้มลุกมีเหง้าอยู่ใต้ดิน แตกกิ่งเป็นกอ ต้นสูง ลำต้นอ่อนนุ่ม ใบเป็นรูปหอก กว้าง ดอกออกจากยอดของลำต้นเป็น ช่อ	เป็นไม้มงคลนาม มีเรื่องเล่าว่า พระพุทธรูปเจ้าถูกคนชั่วฉกก่อน หีนลงมาเพื่อทำอันตราย ทำให้ เศษหินถูกพุทธบาท พระโลหิต หยดสู่พื้นดินเกิดต้นขึ้นมาทันที

ตาราง 2-6 : แสดงลักษณะและความสำคัญของไม้ดอกในพุทธประวัติ

ปัจจุบันวัดยังคงเป็นสถานที่ค่อนข้างกว้างขวางในชุมชน มีทั้งการปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดเล็กทั้งในเขตพุทธาวาส และเขตสังฆาวาส ในส่วนที่เป็นพื้นที่กว้างก็มีต้นไม้ขนาดใหญ่ ในพื้นที่ว่างหรือลานระหว่างอาคารก็ปลูกต้นไม้โดยยกขอบ หรือเป็นแบบกระถางต้นไม้เป็นสัดส่วนเป็นบริเวณขึ้น

จากการศึกษาของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (2529) ด้านการปรับปรุงแก้ไขกระถางและที่ปลูกต้นไม้ มีข้อเสนอแนะให้ปรับถมดินเพิ่ม ปลูกหญ้าจัดสวนให้สอดคล้องกับยุคสมัยของการสร้างวัด ไม่ควรจัดสวนที่เป็นแบบยุ่งยากและดูจืดจาง บริเวณที่จัดควรควรปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงามากขึ้น ใช้รั้วต้นไม้ หรือปลูกต้นไม้ใหญ่ล้อมรอบกำแพงเพื่อเน้นขอบเขตของบริเวณวัดให้แตกต่างชัดเจนจากบริเวณข้างเคียง ปลูกต้นไม้บังสายตาเพื่อปิดบังสภาพไม่น่าดู และการปลูกต้นไม้ชิดอาคารมากเกินไปจะทำให้ความชื้นสะสมเป็นผลให้อาคารชำรุดเสียหายได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการใช้ต้นไม้ใหญ่ตกแต่งบริเวณใกล้เคียงศาสนสถาน (ไชแสง ศุขะวิฒนะ, 2539: 22) พบว่า “ถ้าปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ หากถูกพายุพัดโค่นล้มลงก็จะก่อความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้างใกล้เคียงได้ ... เพื่อตัดปัญหานี้ คนสมัยก่อนซึ่งเขาฉลาดมาก เขาจึงเลือกต้นไม้ขนาดย่อมชนิดที่มีรากจับยึดดินยึดหินได้ดีเช่นต้นลำทมมมาปลูก”

2.3.4.3 **วัสดุปูผิวดินภายในบริเวณวัด** จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัยที่ปรากฏในหลักศิลาจารึกวัดป่ามะม่วงได้กล่าวถึงการปูผิวดินภายในวัดว่า “นายช่างได้ทำที่ราบคาบปราบภูมิภาคเสมอแล้ว เททรายเกลี่ยตามทาง” (ไชแสง ศุขะวิฒนะ, 2520: 33)

ต่อมาในสมัยอยุธยา บาทหลวงตาซาร์ด (Father Tachard) ชาวฝรั่งเศส ที่ได้เดินทางถึงเมืองไทยในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯ ประมาณปลายเดือนกันยายน พ.ศ. 2228 ได้บรรยายสภาพของกรุงศรีอยุธยาไว้ใน “จดหมายเหตุการเดินทางสู่ประเทศสยาม” มีตอนหนึ่งกล่าวถึงวัสดุปูผิวดินว่า “ถนนในเมืองสายต่าง ๆ ปูด้วยอิฐ ... ต้นไม้ใหญ่ซึ่งแผ่กิ่งก้านสาขาออกมาบังถนนให้ร่มรื่นและเป็นทางเดินที่เย็นรื่นนักในยามที่อากาศร้อนคลายลง” (ไชแสง ศุขะวิฒนะ, 2520: 66) รวมทั้ง Nicholas Gervaise ได้เล่าถึงสภาพสวนในพระอารามมีตอนหนึ่งกล่าวถึงผิวดินนอกตัวโบสถ์กับกำแพงแก้วไว้ว่า “นอกกำแพงออกไปเป็นลานทราย มีต้นไม้ปลูกเรียงรายไว้หลายแถว ... และเล่าถึงถนนบางสายในกำแพงเมืองว่า ... ถนนส่วนใหญ่มีต้นไม้งาม ๆ รายเรียงทั้งสองฟากทาง นับว่าให้คุณประโยชน์แก่ผู้สัญจรไปมามาก เพราะว่าทำให้ร่มรื่นอยู่ตลอดเวลา ... ถนนกลางสายปูอิฐ รางสายก็ไม่ได้ปู” (ไชแสง ศุขะวิฒนะ, 2520: 71-72)

วัดสมัยรัตนโกสินทร์ส่วนใหญ่มีพื้นผิวลานวัดและทางเดินทำเป็นพื้นแข็ง อยู่ในขอบเขตของกำแพงแก้ว หรือระเบียบคต ลานวัดมักจะปล่อยเป็นลานโล่งหรือลานซึ่งเป็นที่ทรายเป็นเนื่องจากในงานประเพณีต่างๆ จะใช้ลานวัดในการประกอบกิจกรรม

ในท้องถิ่น หรือวัดที่เคร่งครัด การปฏิบัติทางศาสนา มักไม่นิยมสวมใส่ รองเท้าเข้าไปเดินภายในบริเวณเขตพุทธาวาส เช่น วัดราชาธิวาสวิหาร มีข้อปฏิบัติเกี่ยวกับที่อยู่อาศัย การปฏิสังขรณ์ ซึ่งพระรัชชมงคลสุนทร (2541: 39) รวบรวมไว้ว่า “เป็นธรรมเนียมของภิกษุ-สามเณรในวัดนี้ทุกรูปไม่สวมรองเท้าผ่านหน้าพระอุโบสถ และไม่สวมรองเท้าภายในเขตพัทธสีมา (รอบพระอุโบสถ)”

โชติ กัลยานมิตร (2539: 104) กล่าวถึงประเพณีการไม่นิยมสวมรองเท้า ภายในกำแพงแก้วว่า “ประเพณีเช่นนี้ยังคงถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัดเป็นส่วนใหญ่ในทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ... น่าจะมีที่มาจากการไม่อนุญาตให้พระภิกษุสวมรองเท้า ... เป็นความประสงค์ที่จะให้ภิกษุไม่เป็นผู้แสวงหาความสุขสบายทางกาย และประสงค์ที่จะให้พระภิกษุมีสมาธิในการกำหนดอิริยาบถแม้แต่การก้าวย่างเดินในทุกขณะจิต ธรรมเนียมนี้จึงได้มาเป็นข้อห้ามสำหรับบุคคลทั่วไปที่จะเข้าไปสักการะปูชนียสถานของศาสนา ภายในกำแพงแก้วหรือชั้นประทักษิณรอบองค์พระเจดีย์นั้น ถือว่าเป็นบริเวณที่บริสุทธิ์ศักดิ์สิทธิ์ โดยเฉพาะเจดีย์ซึ่งประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุ”

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัย

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมทำการวิจัยโดยใช้ตัวแปรของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ สภาพท้องฟ้า, เมฆ, แสงแดด และกระแสลม ในการบันทึกข้อมูลทางกายภาพเพื่อนำไปรวมในการวิเคราะห์ และสรุปผล ส่วนตัวแปรทางสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ พืชพรรณ และสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น โดยพิจารณาทั้งพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน และพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง เนื่องจากตัวแปรทางสภาพภูมิประเทศอื่น ๆ คือ รูปทรงของพื้นดินในบริเวณภายนอกโบสถ์ที่ทำการวิจัยในเขตกรุงเทพมหานครเป็นพื้นราบจึงไม่มีความแตกต่างของความลาดเอียง และแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีอิทธิพลจะอยู่นอกขอบเขตเขตพุทธาวาสที่ทำการวิจัย

ขอบเขตของเขตสบายที่ใช้ในการวิจัยใช้หลักของ Olgyay และ ASHRAE เป็นต้น (Olgyay, 1992; Fanger, 1972; De Dear et. al. 1991, Busch 1992 cited in ASHRAE, 1997; สุนทร บุญญาธิการ, 2542) ที่ว่า มนุษย์ทั่วโลกไม่มีความแตกต่างในเรื่องเขตสบายเมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

โดยมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 °C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75% (Olgyay, 1992)

รวมทั้งใช้ขอบเขตของเขตสบายเพื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมจากแนวคิดของ Szokolay และ Givoni เป็นต้น (Tanabe 1998, Humphreys 1992, Givoni 1988 cited in Givoni, 2000; Szokolay 1980 cited in Beer, 1998; วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542) ที่ว่า มนุษย์ที่อาศัยในเขตร้อนสามารถยอมรับในอุณหภูมิที่สูงกว่า

โดยมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-30 °C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 18-77% (Szokolay 1980 cited in Beer, 1998)

โบสถ์ไทยทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบโดยพิจารณา

- การวางผัง-บริเวณที่มีทิศทางในแนวแกนเดียวกัน
- ลักษณะทางสถาปัตยกรรม และขนาดของโบสถ์มีความใกล้เคียงกัน
- สภาพแวดล้อมภายในโบสถ์ในเขตพุทธาวาสมีความแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Design) ซึ่งมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหตุกับตัวแปรผล โดยศึกษาจากตัวแปรเหตุไปหาตัวแปรผล และเป็นการทดลองในสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติ แต่ไม่มีการควบคุมตัวแปรภายนอก หรือมีการควบคุมแต่ควบคุมได้ไม่หมด ร่วมกับการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey studies) ซึ่งใช้ในการศึกษาสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศในขณะที่ทำการทดลอง ตามแบบที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อสรุป

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นการเลือกโดยใช้กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ (Purposive Sample) โดยเลือกจากวัดในกรุงเทพมหานครที่มีความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ด้วยการศึกษากาภาพถ่ายทางอากาศและการเข้าไปสำรวจสภาพแวดล้อมในสถานที่จริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปัจจุบัน รวมทั้งความเป็นไปได้ในการขออนุญาตทำการทดลองภายในและภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ซึ่งต้องทำการทดลองไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจึงแบ่งตามความแตกต่างทางสภาพแวดล้อม ได้แก่

1. สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ที่มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) มากกว่า ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) คือ วัดราชาธิวาสวิหาร เขตดุสิต
2. สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส ที่มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) น้อยกว่า ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) คือ วัดกำแพง เขตภาษีเจริญ
3. สภาพแวดล้อมที่ภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส **ไม่มี** พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) คือ วัดราชวรานุสรณ์ เขตราชวรานุสรณ์

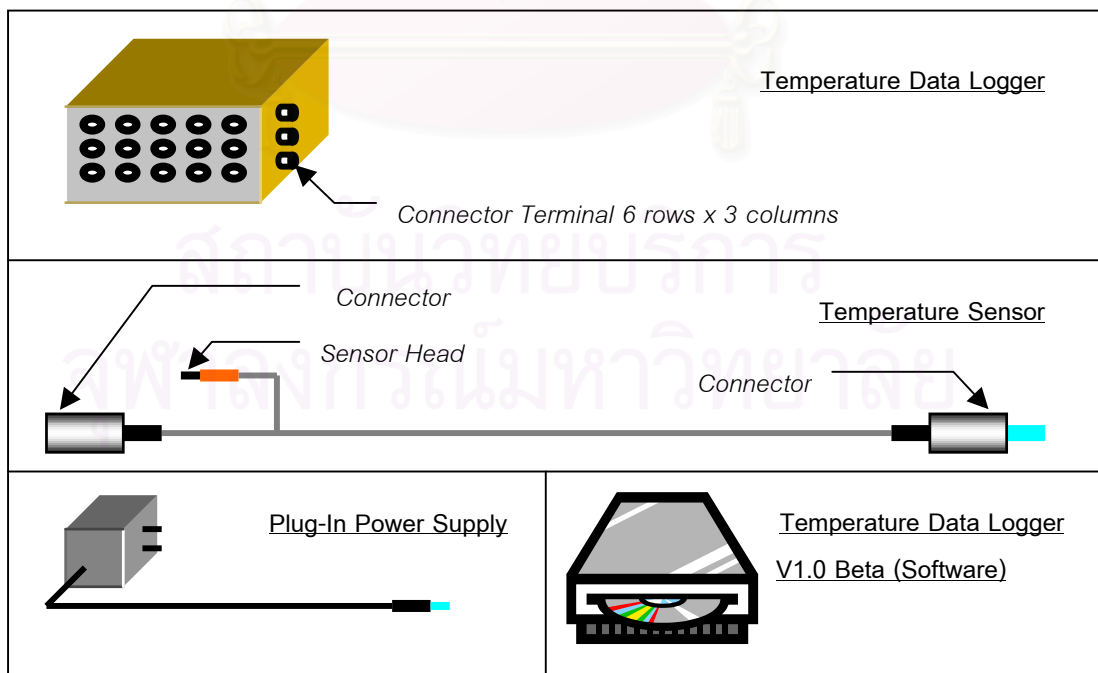
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ, อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ, เครื่องวัดลมภายใน-ภายนอกโบสถ์ และเครื่องมือที่เป็นแบบสำรวจ

3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ คือ Temperature Data Logger (TDL)

เครื่อง Temperature Data Logger ของ Energy Expert Co., Ltd. ประกอบด้วย

- Temperature Data Logger 6 (row) connector terminals ซึ่งแต่ละ row (แถวบน) มี connector terminals สี่ช่อง รวมเป็น 3 column (แถวตั้ง) การใช้ connector terminals สามารถใช้ได้มากที่สุดเพียง 6 หัวต่อ เพราะใน column เดียวกันเป็นเพียงหัวต่อสี่ช่องจึงใช้ซ้ำกันไม่ได้
- สายสัญญาณสำหรับส่งข้อมูลอุณหภูมิ ยาวเส้นละ 10 เมตร สามารถต่อประกอบกันได้ และมีหัว Sensor สำหรับวัดอุณหภูมิโดยส่งค่าอุณหภูมิที่วัดได้ไปยัง Channel Number เฉพาะของสายสัญญาณแต่ละเส้น
- Plug-In Power Supply 6 V
- โปรแกรมควบคุมเครื่องวัดอุณหภูมิ Temperature Data Logger V1.0 Beta เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้บันทึกข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำงานบนโปรแกรม Microsoft Window



รูปภาพ 3-1 : เครื่องวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ (Temperature Data Logger) และส่วนประกอบต่าง ๆ

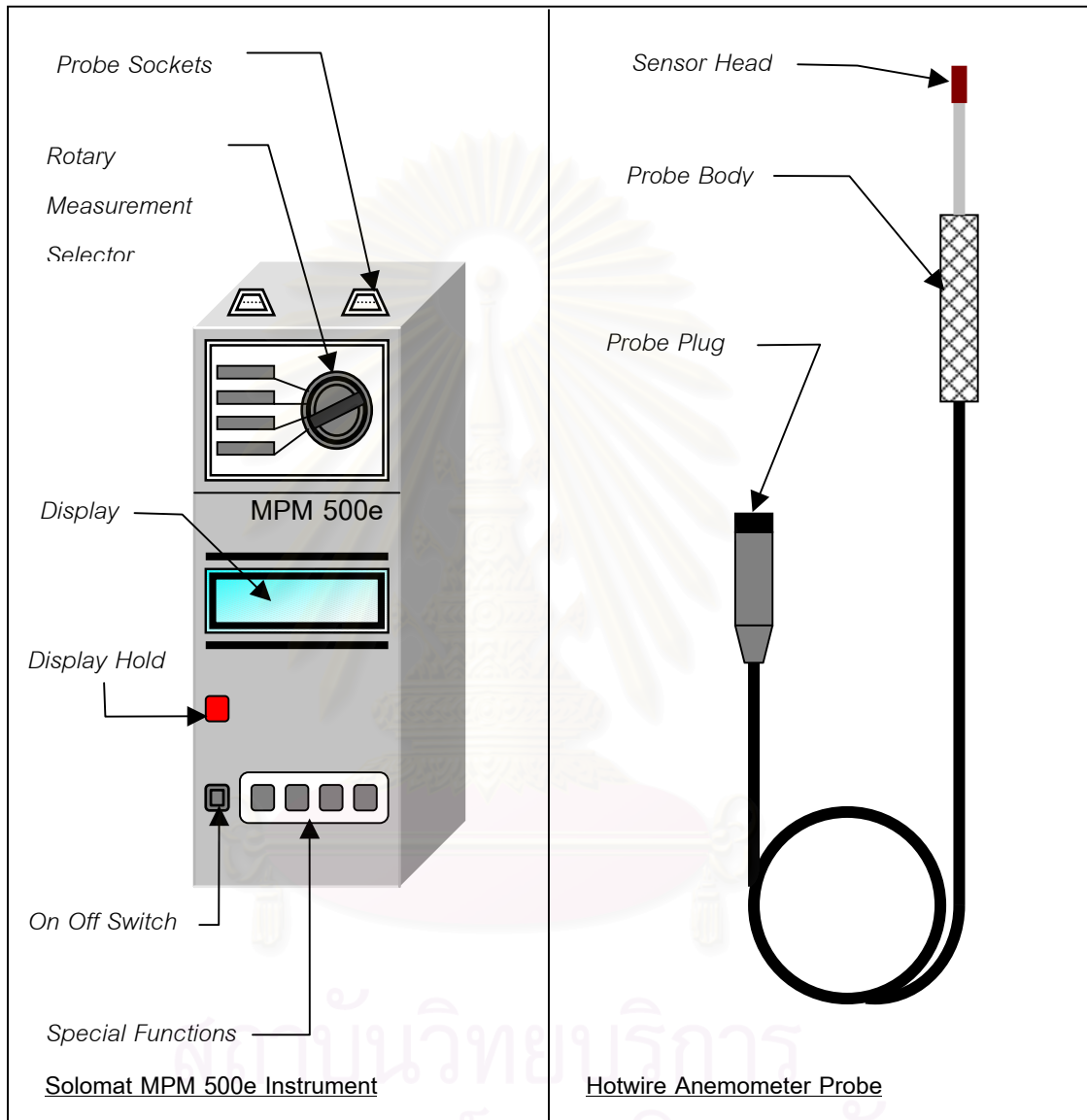
3.2.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ (ทำการปรับเทียบแล้ว)

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในแต่ละสถานที่ และตำแหน่ง ในเวลาเดียวกันต้องให้ผลตรงกัน หรือสามารถนำมาปรับเทียบ (Calibrate) ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน โดยมีวิธีการดังนี้ คือ

- ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและส่วนประกอบต่าง ๆ กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบการวัดอุณหภูมิของ หัว Sensor และเทอร์โมมิเตอร์ทั้งหมดที่อุณหภูมิอากาศปกติ
- ก่อนทดสอบที่อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง และอุณหภูมิจุดเดือด ต้องมีการป้องกันให้ หัว Sensor และสายสัญญาณ สามารถทนต่ออุณหภูมิที่จะทดสอบ โดยการหุ้มหัว Sensor และสายสัญญาณ ด้วยพลาสติกกันน้ำ และความร้อน
- ทดสอบการวัดอุณหภูมิของ หัว Sensor ทั้งหมด และเทอร์โมมิเตอร์ที่อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง โดยการนำไปใส่ในภาชนะที่สามารถบรรจุน้ำแข็งได้ แล้วทยอยใส่น้ำแข็งลงไปเพื่อให้อุณหภูมิลดลง ๗ องศาเซลเซียส มากที่สุด
- ทดสอบการวัดอุณหภูมิของ หัว Sensor ทั้งหมด และเทอร์โมมิเตอร์ที่อุณหภูมิจุดเดือด โดยการนำน้ำร้อนทยอยใส่ลงไป ในภาชนะที่บรรจุน้ำแข็ง และหัว Sensor ไว้แล้ว เพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 100 องศาเซลเซียส มากที่สุด
- ผลการเก็บข้อมูลที่กระทำต่อเนื่องกันจะนำไปผ่านกระบวนการทางสถิติ โดยการนำผลรวมของอุณหภูมิทั้งหมด (ΣX) หารด้วยจำนวนหัว Sensor และเทอร์โมมิเตอร์ทั้งหมด (N) เพื่อหาอุณหภูมิเฉลี่ย (\bar{X})
- นำอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้มาเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละตัวของ หัว Sensor และเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อหาค่าตัวแปร (Factor Y) มาเป็นตัวคูณเพื่อให้มีความสามารถในการอ่านค่า ณ อุณหภูมิเดียวกันให้ได้ผลตรงกันทั้งหมด

3.2.3 เครื่องวัดลมภายในโบสถ์ คือ Solomat MPM 500e

เครื่อง Solomat MPM 500e ของ Solomat Neotronics Company ประกอบด้วย 500e Instrument with digital display และ Hotwire anemometer (Airspeed) probe

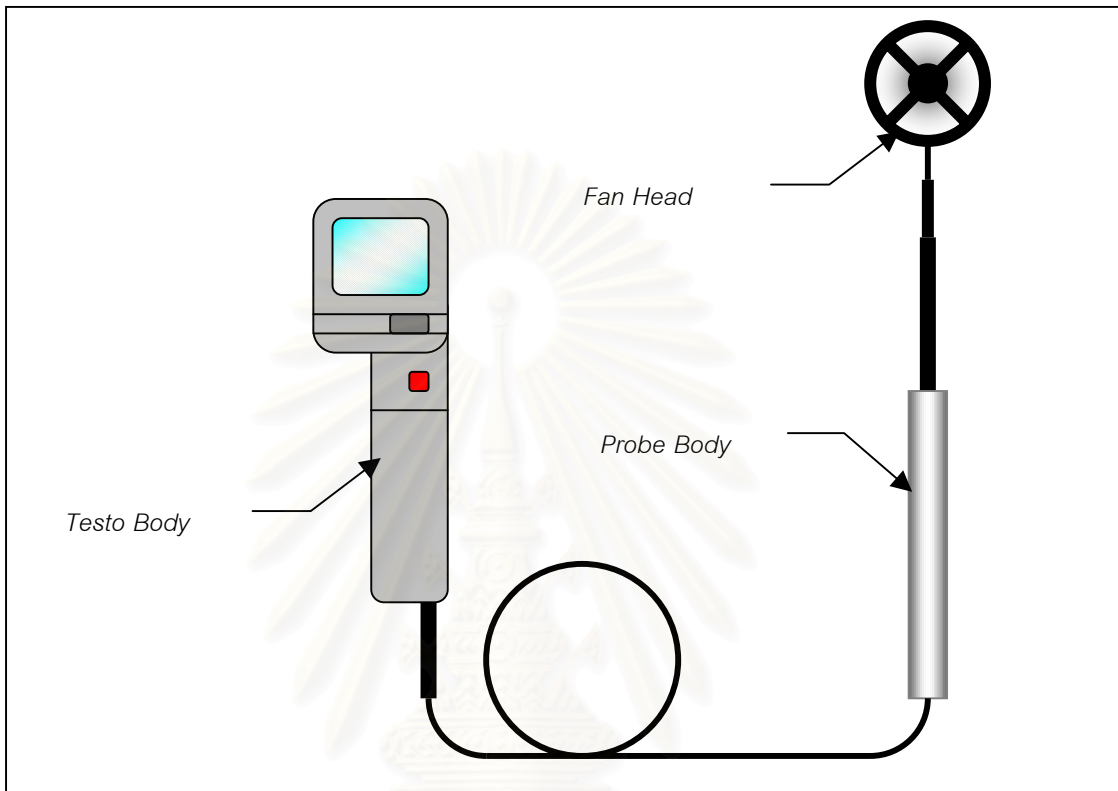


รูปภาพ 3-2 : เครื่องวัดลม (Solomat MPM 500e) และส่วนประกอบต่าง ๆ

การเก็บข้อมูลในสภาพภูมิอากาศจริงนั้นจะพบว่าการเคลื่อนที่ของอากาศในขณะนั้นอาจไม่คงที่ จึงต้องเก็บข้อมูลทุก 30 นาที จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย

3.2.4 เครื่องวัดลมภายนอกโบสถ์ คือ Testo

เครื่อง Testo ประกอบด้วย Instrument with digital display และ Airspeed probe ชนิดใบพัด



รูปภาพ 3-3 : เครื่องวัดลม (Testo) และส่วนประกอบต่าง ๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดลมแต่ละสถานที่ ในเวลาเดียวกันต้องให้ผลตรงกัน หรือสามารถนำมาปรับเทียบ (Calibrate) ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันได้ โดยมีวิธีการดังนี้ คือ

- ติดตั้งเครื่องวัดลมทั้ง 2 เครื่องให้สามารถวัดลมในตำแหน่ง, ความสูง และทิศทางเดียวกัน
- ทดสอบการวัดลมที่มีอัตราความเร็วแตกต่างกัน โดยทำการบันทึกผลข้อมูลในเวลาเดียวกัน
- ผลการเก็บข้อมูลจะนำไปผ่านกระบวนการทางสถิติ โดยวิธีการถดถอย (Regression) เพื่อหาค่าที่ใช้ในการปรับการอ่านค่าของเครื่องวัดลมทั้งสองให้มีความสามารถในการอ่านค่าความเร็วลมเดียวกันให้ได้ผลตรงกัน

3.2.5 แบบสำรวจที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ข) ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส คือ สภาพภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ชนิดและความสูงของพืชพรรณที่เป็นต้นไม้ใหญ่สามารถให้ร่มเงา รวมทั้งบริเวณที่ใช้พืชคลุมดิน และสภาพภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) ได้แก่ ขนาดพื้นที่ ชนิดและขนาดของวัสดุที่ใช้ปูพื้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในวันที่ทำการทดลอง

3.3 การติดตั้งเครื่องมือ

การติดตั้งเครื่องมือ คือ เครื่องวัดอุณหภูมิ ได้ทำการติดตั้งใน Pilot Study ชั้นตอนที่ 1 และชั้นตอนที่ 2 ส่วนเครื่องวัดลม ได้ทำการติดตั้งใน Pilot Study และชั้นตอนที่ 1 โดยทำการทดลองในวันเวลาดังต่อไปนี้ คือ

- วัดราชาธิวาสวิหาร เขตดุสิต กรุงเทพฯ

Pilot study	เก็บข้อมูล	15:00 น.	วันที่ 27 กรกฎาคม 2543
	ถึง	21:00 น.	วันที่ 28 กรกฎาคม 2543
ชั้นตอนที่ 1	เก็บข้อมูล	15:00 น.	วันที่ 16 มกราคม 2544
	ถึง	21:00 น.	วันที่ 17 มกราคม 2544
ชั้นตอนที่ 2 (เก็บข้อมูลพร้อมกันทั้ง 3 โบสถ์)	เก็บข้อมูล	8:00 น.	วันที่ 19 มีนาคม 2544 *
	ถึง	21:00 น.	วันที่ 19 มีนาคม 2544 *
	เก็บข้อมูล	8:00 น.	วันที่ 20 มีนาคม 2544 *
	ถึง	21:00 น.	วันที่ 20 มีนาคม 2544 *
	เก็บข้อมูล	8:00 น.	วันที่ 21 มีนาคม 2544 *
	ถึง	21:00 น.	วันที่ 21 มีนาคม 2544 *
	เก็บข้อมูล	19:00 น.	วันที่ 29 มีนาคม 2544
	ถึง	6:00 น.	วันที่ 30 มีนาคม 2544

หมายเหตุ * เป็นข้อมูลที่ไม่ใช้ในการวิเคราะห์ผล เนื่องจากสภาพอากาศของทั้ง 3 โบสถ์แตกต่างกันมากจนไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้

- วัดกำแพง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ
- ขั้นตอนที่ 1** เก็บข้อมูล 15:00 น. วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2544
ถึง 21:00 น. วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2544
- ขั้นตอนที่ 2** (เก็บข้อมูลพร้อมกันทั้ง 3 โบสถ์)
- | | | |
|------------|----------|-------------------------|
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 19 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 19 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 20 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 20 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 21 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 21 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 19:00 น. | วันที่ 29 มีนาคม 2544 |
| ถึง | 6:00 น. | วันที่ 30 มีนาคม 2544 |
- วัดราชบูรณะ เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพฯ
- ขั้นตอนที่ 1** เก็บข้อมูล 15:00 น. วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2544 **
ถึง 21:00 น. วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2544 **
- | | | |
|------------|----------|---------------------------|
| เก็บข้อมูล | 15:00 น. | วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2544 |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2544 |
- ขั้นตอนที่ 2** (เก็บข้อมูลพร้อมกันทั้ง 3 โบสถ์)
- | | | |
|------------|----------|-------------------------|
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 19 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 19 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 20 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 20 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 8:00 น. | วันที่ 21 มีนาคม 2544 * |
| ถึง | 21:00 น. | วันที่ 21 มีนาคม 2544 * |
| เก็บข้อมูล | 19:00 น. | วันที่ 29 มีนาคม 2544 |
| ถึง | 6:00 น. | วันที่ 30 มีนาคม 2544 |

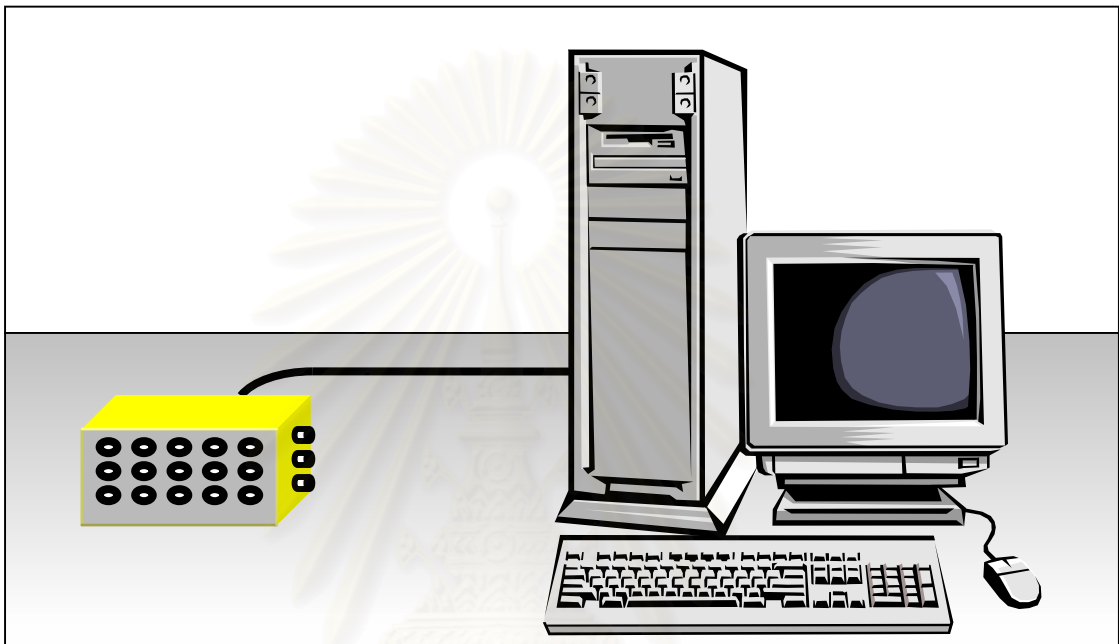
หมายเหตุ * เป็นข้อมูลที่ไม่ใช้ในการวิเคราะห์ผล เนื่องจากสภาพอากาศของทั้ง 3 โบสถ์แตกต่างกันมากจนไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้

** เป็นข้อมูลที่ไม่ใช้ในการวิเคราะห์ผล เนื่องจากฝนตกหนักทำให้เครื่องวัดอุณหภูมิไม่สามารถใช้งานได้

ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือ

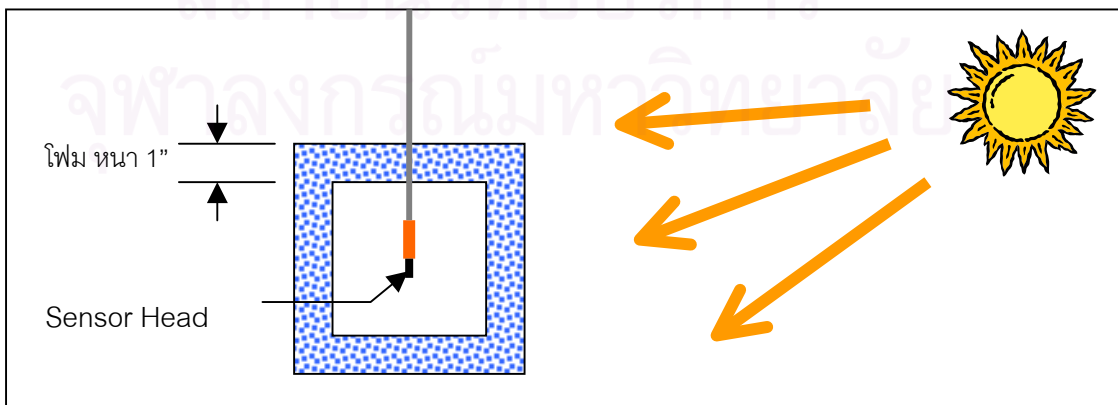
ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ Temperature Data Logger ใน Pilot Study
ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 มีดังนี้ คือ

1. ประกอบตัวเครื่องวัดอุณหภูมิกับเครื่องคอมพิวเตอร์



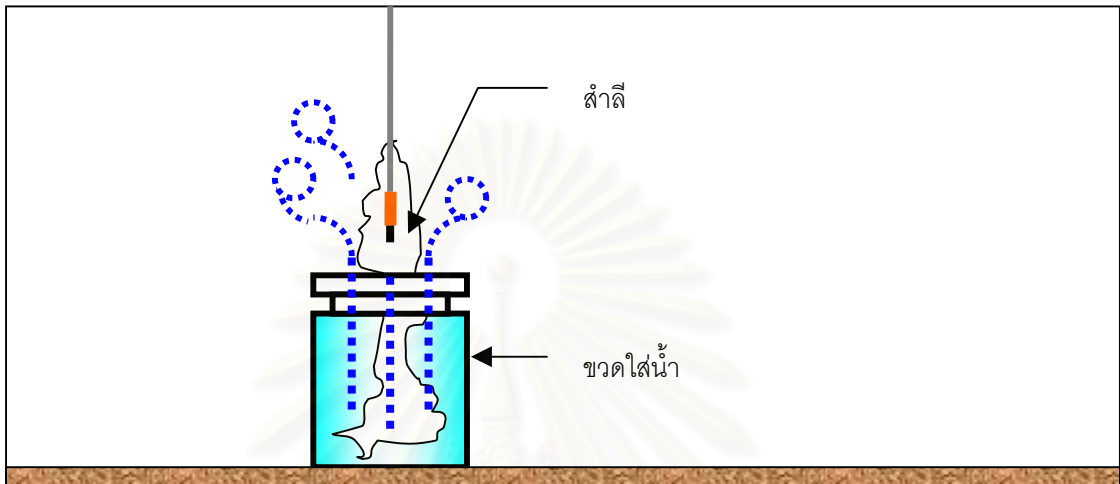
รูปภาพ 3-4 : แสดงการประกอบเครื่องวัดอุณหภูมิกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2. ติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (อุณหภูมิอากาศ) ในตำแหน่งที่ต้องการ โดย Sensor ที่ใช้วัดอุณหภูมิต้องมีการป้องกันไม่ให้หัว Sensor กระทบแสงอาทิตย์โดยตรง ในการทดลองได้ใช้โฟมหนา 1 นิ้ว ทำเป็นกล่องฉนวนกันแสงอาทิตย์ มีช่องเปิดให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก



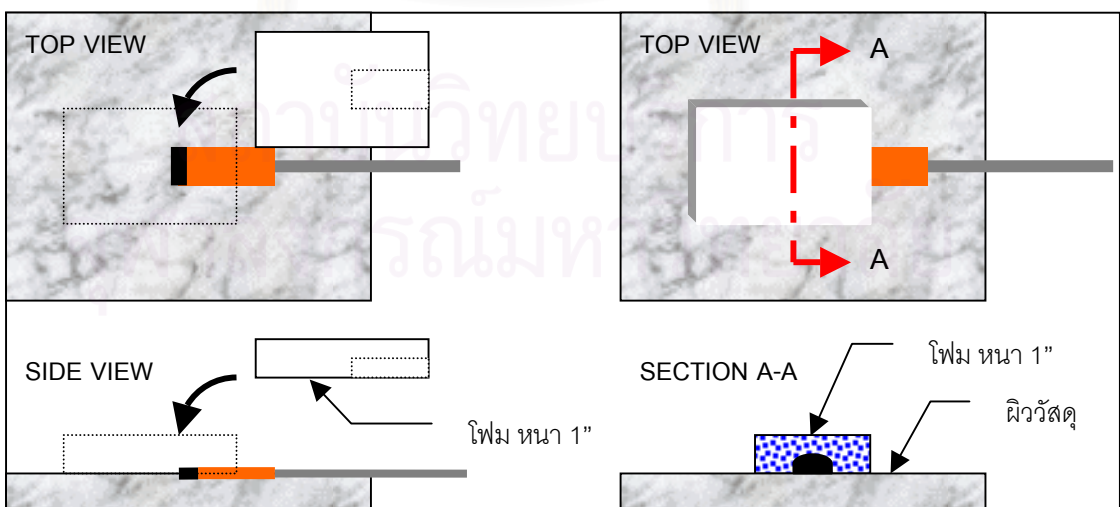
รูปภาพ 3-5 : แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (อุณหภูมิอากาศ)

3. ติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยใส่น้ำในขวดที่บรรจุสำลีเป็นไส้สำหรับพันรอบหัว Sensor ซึ่งต้องติดตั้งให้หัว Sensor พ้นจากน้ำ เพื่อให้ค่าที่วัดได้เป็นค่าที่เกิดจากการระเหยของน้ำไม่ใช่อุณหภูมิของน้ำในขวด และมีการป้องกันไม่ให้หัว Sensor กระทบแสงอาทิตย์โดยตรง



รูปภาพ 3-6 : แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก

4. ติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิผิววัสดุ ในตำแหน่งที่ต้องการ โดย Sensor ที่ใช้วัดอุณหภูมิต้องวางให้หัว Sensor ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม ให้ด้านเรียบสัมผัสติดแนบกับผิววัสดุ และต้องมีการป้องกันไม่ให้หัว Sensor อีกด้านกระทบแสงอาทิตย์โดยตรงหรือสัมผัสอุณหภูมิอากาศ ในการทดลองได้ใช้โฟมหนา 1 นิ้ว ทำเป็นแผ่นฉนวน



รูปภาพ 3-7 : แสดงการติดตั้ง Sensor วัดอุณหภูมิผิว

5. ทำการต่อสายสัญญาณสำหรับส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเครื่องวัดอุณหภูมิ โดยใช้เทปยึดบริเวณโคม ข้อต่อต่าง ๆ และสายสัญญาณเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่กำหนด
6. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ โดย เลือกโปรแกรมควบคุมเครื่องวัดอุณหภูมิ Temperature Data Logger V1.0 Beta เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้วจึงทำการตั้งให้โปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิเป็นหน่วย องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) เลือก Channel Number ให้ตรงกับหัว Sensor แล้วจึงทดสอบอ่านค่าอุณหภูมิด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อการทดสอบสำเร็จเรียบร้อยแล้วโดยสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้ครบทุก Channel ที่ต้องการ จึงตั้งค่าช่วงเวลาในการทดลองให้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นทุก ๆ 15 นาที เมื่อตั้งค่าแล้วจึงสามารถกดปุ่ม “บันทึก” เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนการติดตั้ง เทอร์โมมิเตอร์ ในขั้นตอนที่ 2 มีดังนี้ คือ

1. ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (อุณหภูมิอากาศ) ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยต้องมีการป้องกันไม่ให้หัวเทอร์โมมิเตอร์กระทบแสงอาทิตย์โดยตรง ในการทดลองได้ใช้โฟมหนา 1 นิ้ว ทำเป็นกล่องฉนวนกันแสงอาทิตย์ มีช่องเปิดให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก เช่นเดียวกับการติดตั้ง Sensor
2. ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยใส่น้ำในขวดที่บรรจุสารละลายเป็นไส้สำหรับพันรอบกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งต้องติดตั้งให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์พ้นจากน้ำ และมีการป้องกันไม่ให้กระทบแสงอาทิตย์โดยตรง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บข้อมูลอุณหภูมิต่าง ๆ ในสภาพภูมิอากาศจริงนั้นจะพบว่ามีความแปรปรวนสูง เพื่อลดความผิดพลาดของค่าที่อ่านได้ จึงต้องเก็บข้อมูลทุก 15 นาที ในขั้นตอน Pilot Study และขั้นตอนที่ 1 กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการเก็บบันทึกข้อมูลในตำแหน่งต่าง ๆ ในวันและเวลาเดียวกัน ด้วยโปรแกรมควบคุมเครื่องวัดอุณหภูมิ Temperature Data Logger V1.0 Beta

ข้อมูลอุณหภูมิที่ทำการบันทึกต้องเก็บรวบรวมอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองให้ Save ข้อมูลไว้ใน File name ที่ต้องการ การ Save ข้อมูลแล้วนั้น File ที่ได้จะมีนามสกุลของ File เป็น *.mdb ใช้โปรแกรม Microsoft Access เพื่อเปิดฐานข้อมูลที่บันทึกไว้ ทำการ Export Data ให้จัดเก็บข้อมูลเป็นชนิด Text Files จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิจัย

การเก็บข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 เป็นการบันทึกผลข้อมูลของวัดทั้ง 3 ในวันและเวลาเดียวกัน โดยใช้เวลาเก็บข้อมูล 36 ชั่วโมง ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์วัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ Temperature Data Logger และเทอร์โมมิเตอร์ การบันทึกผลจึงบันทึกทุก ๆ ชั่วโมง

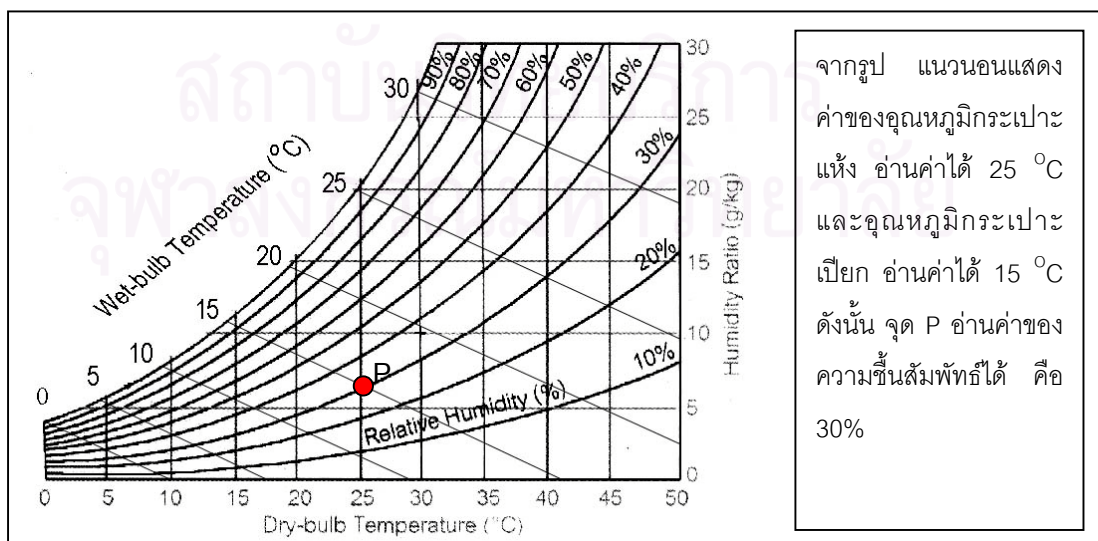
ข้อมูลอุณหภูมิต่าง ๆ ที่ทำการบันทึกในขั้นตอน Pilot Study และขั้นตอนที่ 1 ได้แก่

- บันทึกอุณหภูมิกระเปาะแห้งภายในและภายนอกโบสถ์ (อุณหภูมิอากาศ)
- บันทึกอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายในและภายนอกโบสถ์
- บันทึกอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้
- บันทึกอุณหภูมิมิวน้ำภายในและภายนอกโบสถ์

ข้อมูลอุณหภูมิต่าง ๆ ที่ทำการบันทึก ในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่

- บันทึกอุณหภูมิกระเปาะแห้งภายในและภายนอกโบสถ์ (อุณหภูมิอากาศ)
- บันทึกอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายในและภายนอกโบสถ์
- บันทึกอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้

ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโบสถ์ ได้จากการนำข้อมูลของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature) มาหาค่าโดยใช้แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3-1



แผนภูมิ 3-1 : การใช้แผนภูมิไซโครเมตริก หาค่าความชื้นสัมพัทธ์

3.4.2 การเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในและภายนอกโบสถ์ในขั้นตอน Pilot Study เป็นการบันทึกความเร็วลมตามทิศหลัก 8 ทิศ รวมทั้งทิศทางจากด้านบนและด้านล่าง แต่เนื่องจากเครื่องวัดลมที่ใช้ไม่ใช่ระบบบันทึกอัตโนมัติ จึงทำการเก็บข้อมูลทุก 30 นาที จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย ส่วนการเก็บข้อมูลความเร็วลมในขั้นตอนที่ 1 จะเก็บข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์เท่านั้น เป็นการบันทึกความเร็วลมตามทิศหลัก 8 ทิศ รวมทั้งทิศทางจากด้านบนและด้านล่าง

3.4.3 การเก็บข้อมูลสภาวะอากาศ คือ บันทึกเกี่ยวกับการสังเกตทุกครั้งที่มีการทดลองโดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพท้องฟ้า แสงเงา ทิศทางลมภายนอกโบสถ์ ทำการบันทึกทุกชั่วโมงโดยใช้แบบสำรวจส่วนที่ 2

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ขั้นตอน คือ

Pilot Study เก็บข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ รวมทั้งตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเขตสบายของโบสถ์ไทยอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 1 เก็บข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ รวมทั้งตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเขตสบายของโบสถ์ไทยอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลตัวแปรหลักของสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ รวมทั้งตัวแปรหลักที่เกี่ยวข้องกับเขตสบายของโบสถ์ไทยอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 36 ชั่วโมง ของวัดทั้ง 3 ในวันและเวลาเดียวกัน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใน Pilot Study มีดังนี้ คือ

- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่างๆของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนและภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง
- เปรียบเทียบความเร็วลมภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบเขตสบายภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบเขตสบายภายในและภายนอกโบสถ์

การวิเคราะห์ข้อมูลใน ขั้นตอนที่ 1 มีดังนี้ คือ

- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่างๆภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบเขตสบายภายในและภายนอกโบสถ์

การวิเคราะห์ข้อมูลใน ขั้นตอนที่ 2 มีดังนี้ คือ

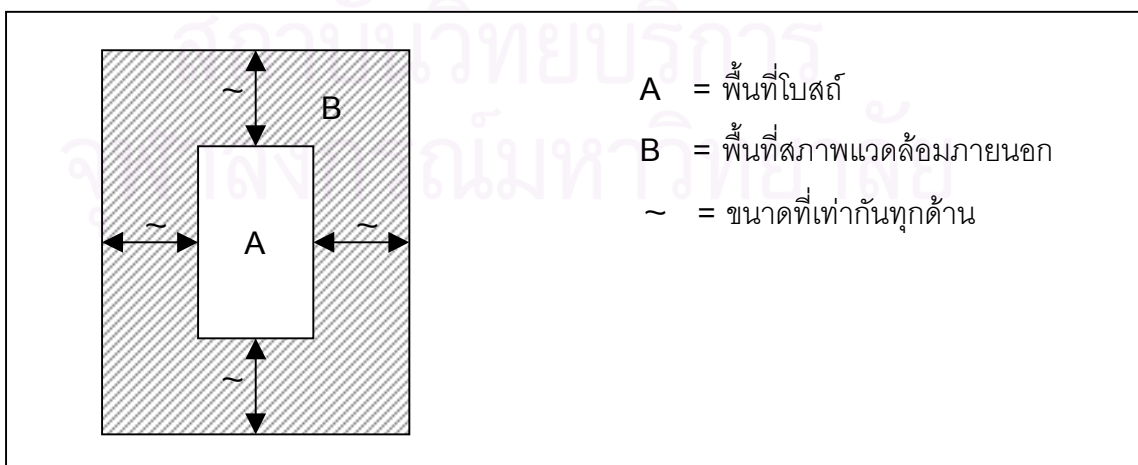
- เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโบสถ์
- เปรียบเทียบเขตสบายภายในและภายนอกโบสถ์

การวิเคราะห์ข้อมูลใน ขั้นตอนเปรียบเทียบปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

- เปรียบเทียบพื้นที่ต่าง ๆ โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่เปรียบเทียบ เนื่องจากพื้นที่ในเขตพุทธาวาสของวัดมีขนาดแตกต่างกัน จึงต้องวิเคราะห์หาพื้นที่ที่สามารถเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบได้

จากการสำรวจเบื้องต้น พบว่า โดยทั่วไปสัดส่วนพื้นที่โบสถ์ ต่อพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส มีสัดส่วนโดยเฉลี่ย 1 : 4 ถึง 1 : 5

ดังนั้น การพิจารณาพื้นที่เปรียบเทียบ ดังแสดงในภาพที่ 3-8 จึงควรใช้อัตราส่วนที่ขยายจากโบสถ์โดยรอบด้วยขนาดที่เท่ากัน โดยยึดสัดส่วนพื้นที่โบสถ์ (A) ต่อ พื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก (B) ของโบสถ์ที่เท่ากันทุกโบสถ์



รูปภาพ 3-8 : แสดงการใช้อัตราส่วนที่ขยายจากโบสถ์โดยรอบด้วยขนาดที่เท่ากัน

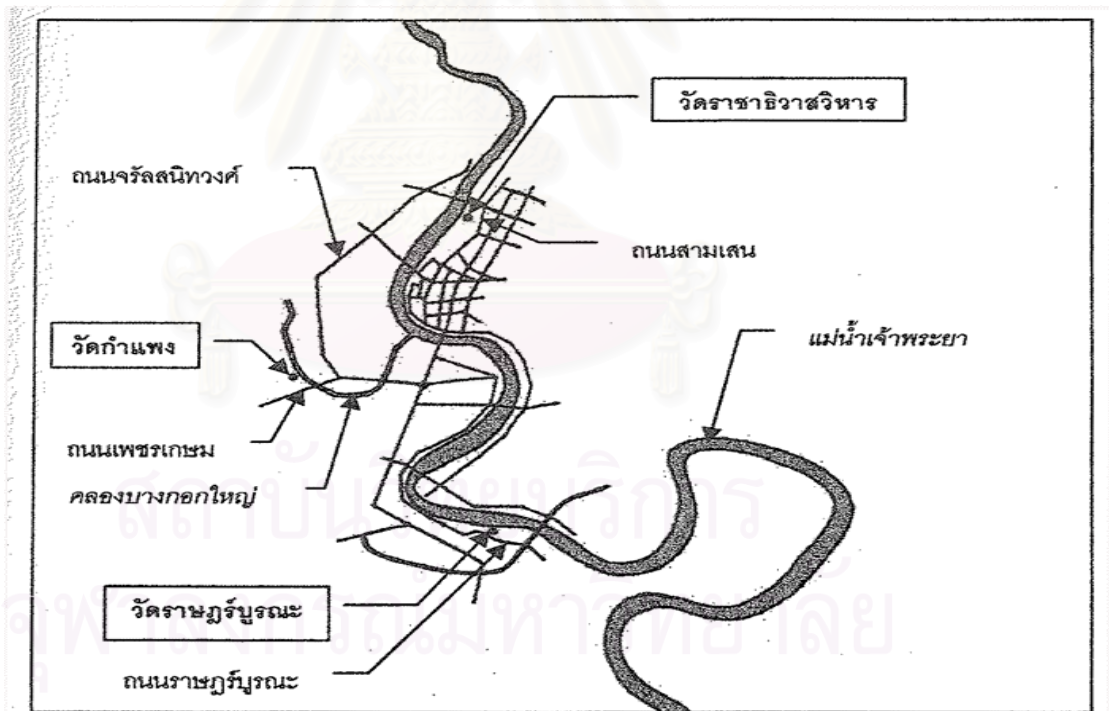
บทที่ 4 โบสถ์ที่ศึกษา

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย เลือกวัดในกรุงเทพมหานครที่มีความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส 3 แห่ง ดังนี้ คือ

4.1 โบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร เขตดุสิต โดยสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน **มากกว่า** พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง

4.2 โบสถ์ของวัดกำแพง เขตภาษีเจริญ โดยสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน **น้อยกว่า** พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง

4.3 โบสถ์ของวัดราชวรจักรบุรณะ เขตราชวรจักร โดยสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส **ไม่มี** พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน



รูปภาพ 4-1 : แผนที่แสดงตำแหน่งวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราชวรจักรบุรณะ

4.1 วัดราชาธิวาสวิหาร

วัดราชาธิวาสวิหารเป็นพระอารามหลวงชั้นโท ชนิดราชวรวิหาร ตั้งอยู่ เลขที่ 3 แขวงวรวิหาร เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 34 ไร่

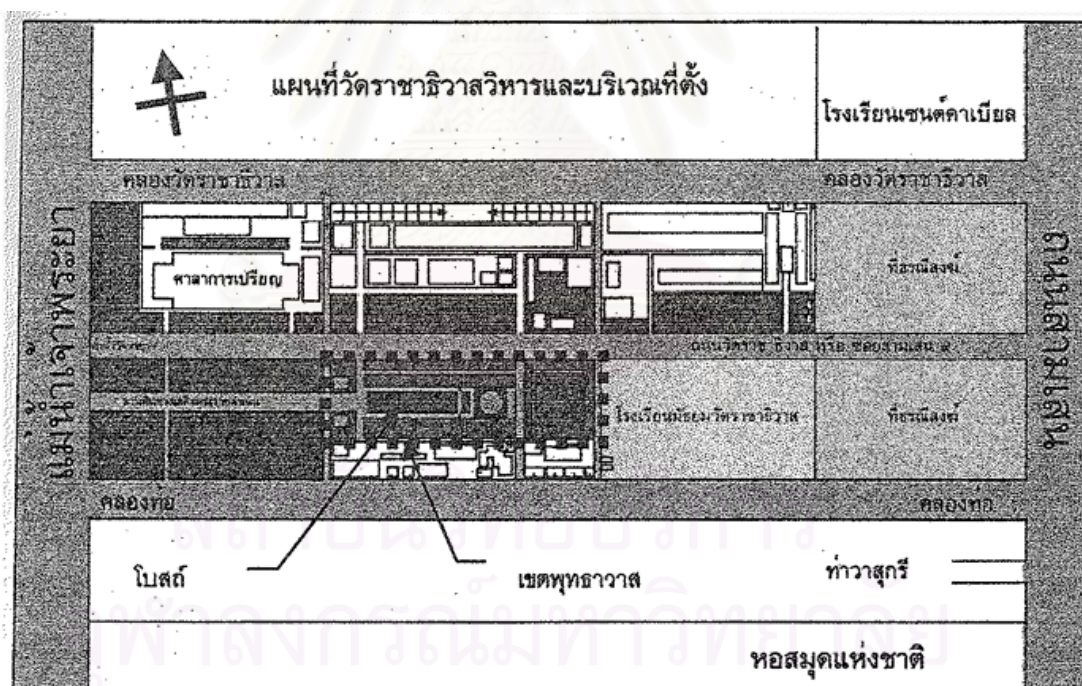
4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของวัดราชาธิวาสวิหาร

ที่ตั้ง

ลักษณะพื้นที่ตั้งวัด ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำเจ้าพระยา มีอาณาเขต ทิศเหนือติดต่อกับคลองวัดราชา ทิศใต้ติดต่อกับคลองท่อ ทิศตะวันออกติดต่อกับถนนสามเสน และทิศตะวันตกติดต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา

แผนผังบริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนหลักในเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ โดยเฉพาะเส้นทางทางน้ำ คือ หันหน้าโบสถ์ไปยังแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นทิศตะวันตก



รูปภาพ 4-2 : แผนผังวัดราชาธิวาสวิหาร

(Not to scale)

พื้นที่ด้านหน้าโบสถ์ในเขตสาธารณะมีพื้นสนามหญ้าและต้นไม้ใหญ่ปลูกเป็นแนว มีลานหินทางเสด็จพระราชดำเนินจากท่าน้ำไปยังสะพานข้ามคูน้ำหน้าโบสถ์ มีถนนวัดราชาธิวาส ผ่ากลางวัดจากท่าน้ำวัดราชาอีกแห่งหนึ่งไปยังถนนสามเสน บริเวณวัดแบ่งเป็น 3 คณะ คือ คณะเหนือ, คณะใต้ และคณะบน ซึ่งเป็นเขตสังฆาวาส พื้นที่ธรณีสงฆ์ถูกแบ่งไว้ชัดเจนอยู่ด้านถนนสามเสน รวมทั้งมีโรงเรียนมัธยมวัดราชาธิวาสอยู่ภายในบริเวณวัดด้วย

ประวัติความเป็นมา

วัดราชาธิวาสวิหารเป็นวัดที่สร้างมานานแต่ไม่ปรากฏหลักฐานว่าสร้างในสมัยใด หรือใครเป็นผู้สร้าง สันนิษฐานว่าสร้างขึ้นสมัยกรุงละโว้หรือกรุงศรีอยุธยาตอนต้น ซึ่งยังใช้ภาษาขอมมากกว่าสมัยต่อ ๆ มา เนื่องจากมีชื่อเดิมว่า “วัดสมอราย” ซึ่งรัชกาลที่ 5 ทรงพระราชวิจารณ์ว่า “คำว่า สมอ นี้ออกจากภาษาขอม ถมอ แปลว่าก้อนศิลา ตัว ถ ไทยเราไม่ค่อยสันทัดเรียก ถ้าคำใดที่เป็นตัว ถ มักจะเรียกเพี้ยนเป็น ส ... วัดสมอราย แปลว่ามีก้อนศิลารายๆ ”

(พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว, 2499: 3-4)

รัชกาลที่ 4 ทรงพระราชทานนามวัดขึ้นใหม่ว่า วัดราชาธิวาสวิหาร ซึ่งแปลว่า วัดอันเป็นที่ประทับของพระราชา เนื่องจากทรงปรารถนาว่าวัดสมอรายเป็นที่ประทับระหว่างผนวชของเจ้านายหลายพระองค์ เช่น กรมพระราชวังบวรมหาสุรสิงหนาท, รัชกาลที่ 2 เมื่อครั้งยังทรงเป็นพระเจ้าลูกยาเธอ, รัชกาลที่ 4 เมื่อครั้งยังทรงเป็นเจ้าฟ้ามงกุฎ และกรมพระราชวังบวรมหาเสนานุรักษ์ เป็นต้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2525; กรมศิลปากร, 2540)

ในสมัยรัตนโกสินทร์วัดราชาธิวาสวิหารได้รับพระราชทานพระบรมราชูปถัมภ์ในการบูรณะปฏิสังขรณ์เรื่อยมา ในสมัยรัชกาลที่ 5 วัดมีสภาพทรุดโทรมมาก จึงทรงโปรดเกล้าฯ ให้รื้อหมดทั้งวัดและสร้างเสนาสนะขึ้นใหม่หลายสิ่ง เช่น โบสถ์, ศาลาการเปรียญ, หอสวดมนต์, ถนนผ่ากลางวัด และสะพาน เป็นต้น (กรมศิลปากร, 2540)

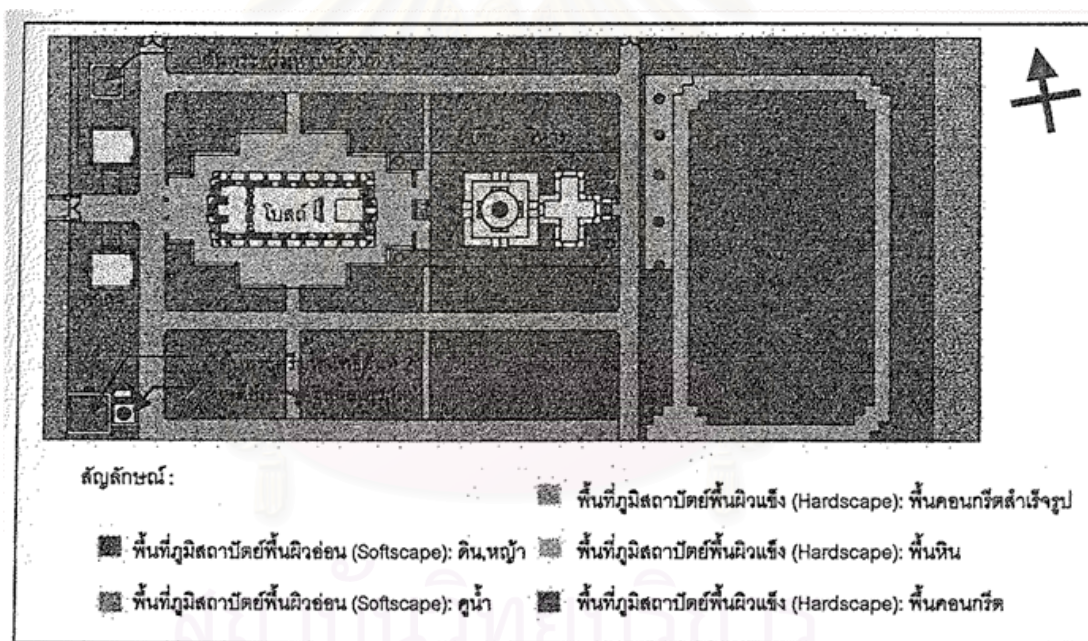
เขตพุทธาวาส

เขตพุทธาวาสมีลักษณะแนวแกนตั้งที่ชัดเจน โดยมีโบสถ์, พระเจดีย์ และพระวิหารอยู่ในแนวเดียวกัน ทิศตะวันตกมีคูน้ำกั้นเขตพุทธาวาสกับเขตสาธารณะ, มีสะพานข้ามคูน้ำซึ่งหัวสะพานเป็นรูปพญานาค, บริเวณประตูทางเข้าด้านนี้อยู่ในแนวกึ่งกลางของเขตพุทธาวาส และมีเสาประตูปูนปั้นขนาดใหญ่ ทิศเหนือมีประตูทางเข้า 2 บาน ทำขึ้นใหม่ด้วยสแตนเลส มีแนวเสนาสนะเรียง และถนนวัดราชาธิวาสกั้นเขตพุทธาวาสกับเขตสังฆาวาส ทิศตะวันออกมีคูน้ำกั้นเขตพุทธาวาสกับเขตสาธารณะ คือ โรงเรียนมัธยมวัดราชาธิวาส ทิศใต้มีกำแพงกั้นเขตพุทธาวาสกับเขตสังฆาวาส โดยมีช่องทางเข้า 2 ทาง

ด้านหน้าโบสถ์มีศาลาปูน 2 หลัง ในมุมด้านหน้าทั้งสองมุมมีต้นพระศรีมหาโพธิ์ปลูกไว้บนฐานมูมละต้น นอกจากนี้ยังมีเจดีย์บรรจุอัฐิสกุลเทวกุลตั้งอยู่ติดกับต้นพระศรีมหาโพธิ์ต้นที่สอง มีแนวทางเดินเชื่อมเสนาสนะตัดกับทางเดินจากสะพาน ถัดจากทางเดินเข้าไปจะเป็น “เขตพัทธสีมา” ซึ่งถูกกำหนดขอบเขตโดยกำแพงแก้ว ซึ่งมีเสมาหิน 24 ต้น และเสมาหินอ่อน 4 ต้น ตั้งอยู่บนกำแพงแก้วนั้น

ภายในเขตพัทธสีมาเป็นที่ตั้งของ “โบสถ์” ขนาดยาว 7 ห้อง อันเป็นอาคารประธานในพื้นที่ โบสถ์จะหันด้านสกัดสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนบริเวณพื้นที่ด้านข้างโบสถ์จะเป็นแนวทางเดิน และแนวต้นไม้ขนาดใหญ่

ด้านหลังโบสถ์มีเจดีย์ซึ่งดัดแปลงจากรูปเดิมให้เป็นรูปสมัยศรีวิชัย และมีวิหารพระอัยยิกาเป็นรูปทรงจตุรมุขตั้งอยู่ต่อเนื่องกับพระเจดีย์ ส่วนบริเวณพื้นที่ด้านข้างเจดีย์รวมทั้งวิหารจะเป็นแนวทางเดิน และแนวต้นไม้ขนาดใหญ่



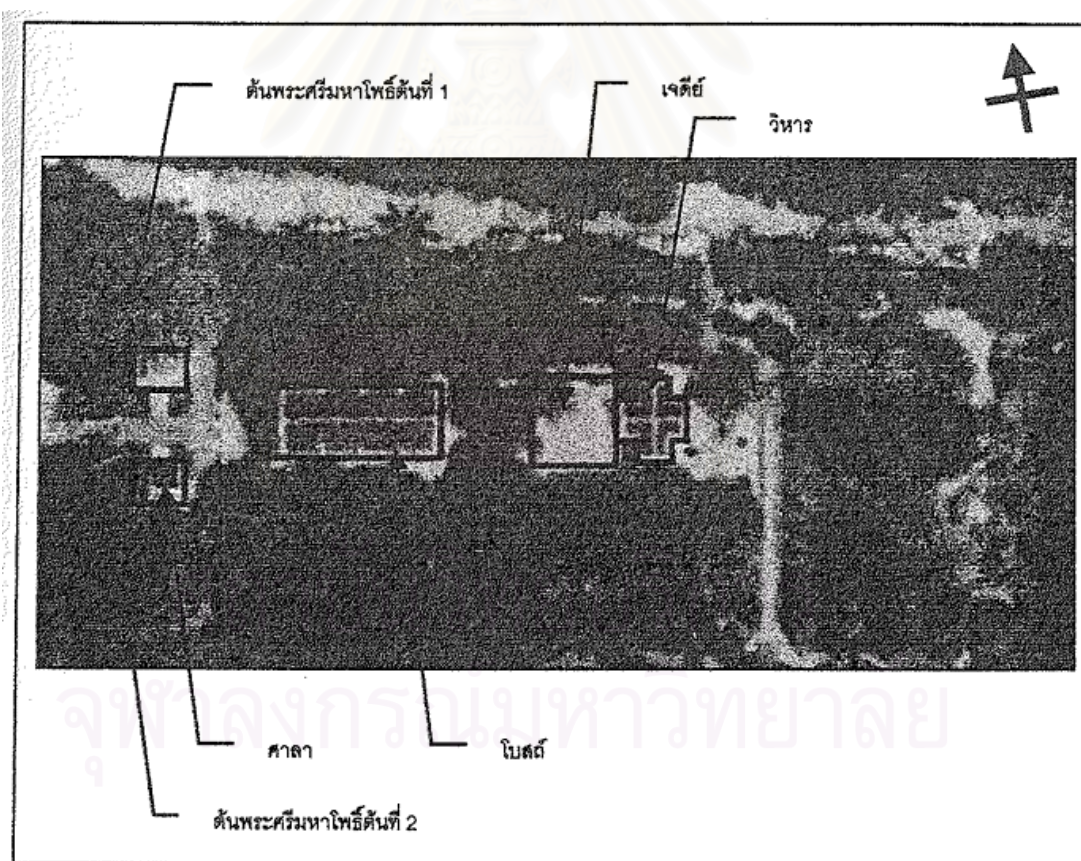
รูปภาพ 4-3 : ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร (Not to scale)

สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส

สภาพแวดล้อมภายในวัดมีต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงามากมาย มีการปลูกต้นไม้ประดับเป็นจำนวนมาก และมีถนนเชื่อมเสนาสนะที่จัดเป็นสัดส่วน

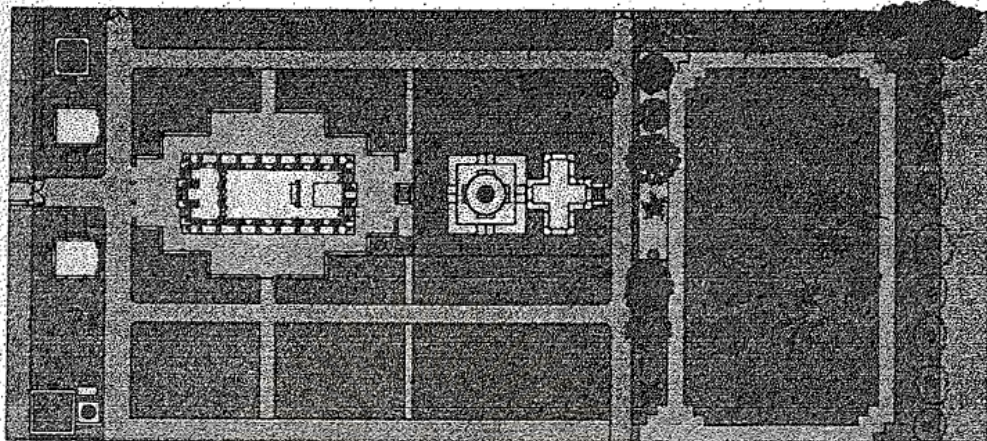
เขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสมีสภาพแวดล้อมที่สงบร่มรื่น ด้วยพืชพรรณต่าง ๆ (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ค) พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน โดยมากปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา คือ ต้นพิกุล และมีต้นไม้สำคัญในพุทธศาสนา เช่น ต้นพระศรีมหาโพธิ์ ต้นมะขาม ต้นไผ่ เป็นต้น สำหรับพื้นที่ด้านทิศเหนือริมรั้วเสนาสนะเรียงนั้น ปลูกต้นไม้สกุลปาล์มเป็นแนวยาว มีการปลูกหญ้าคลุมผิวดินทั่วบริเวณ แต่พื้นที่ด้านทิศตะวันออกติดคูน้ำซึ่งเรียกว่า “สวนย่อมุม” เป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึงเป็นเหตุให้ต้นไม้ในบริเวณนี้ล้มตายลงอยู่เสมอ

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง ในเขตกำแพงแก้วยังคงเป็นพื้นหิน ขณะที่ทางเดินด้านนอกเปลี่ยนเป็นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่

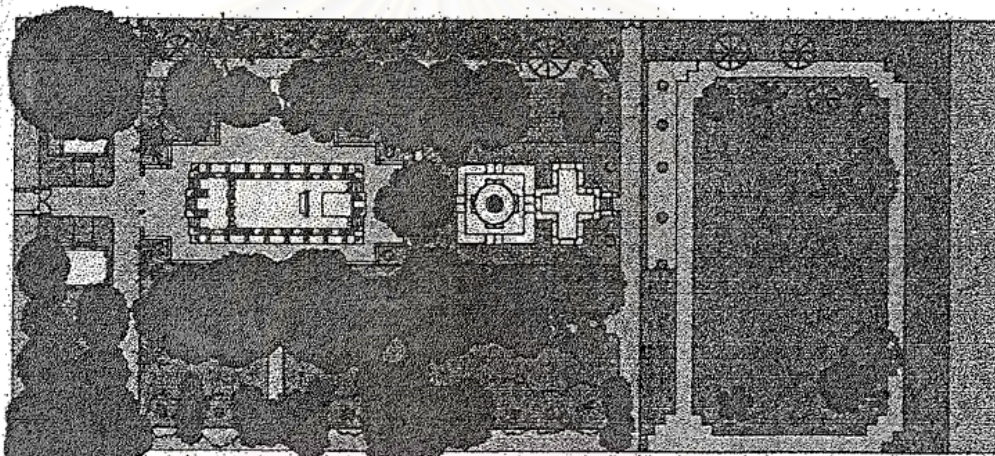


รูปภาพ 4-4 : ภาพถ่ายทางอากาศ วัดราชาธิวาสวิหาร (กรมแผนที่ทหาร, 2541)

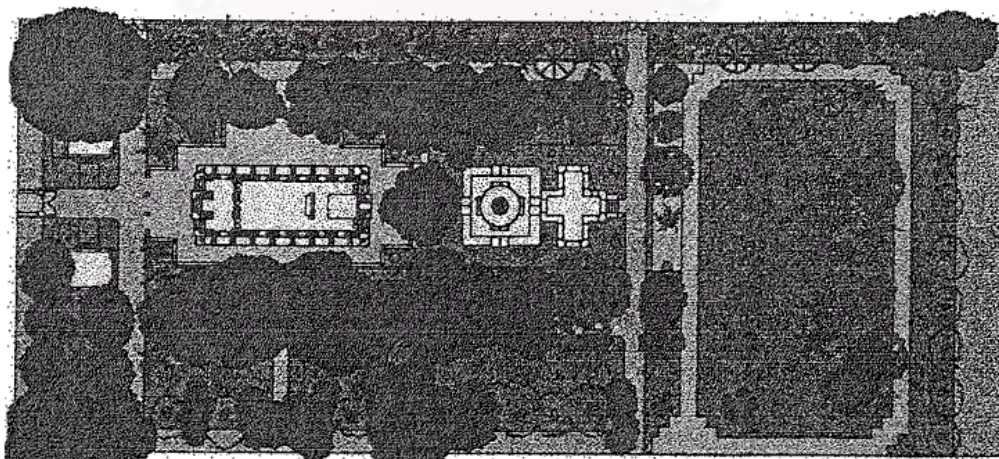
(Not to scale)



ก. ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส แสดงต้นไม้ระดับสูง 4-8 เมตร



ข. ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส แสดงต้นไม้ระดับสูงตั้งแต่ 8 เมตรขึ้นไป



ค. ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส แสดงภาพรวมต้นไม้ระดับสูง



รูปภาพ 4-5 : สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร แสดงระดับความสูงของต้นไม้

ก. 4-8 เมตร ข. 8 เมตรขึ้นไป ค. ภาพรวม

(Not to scale)

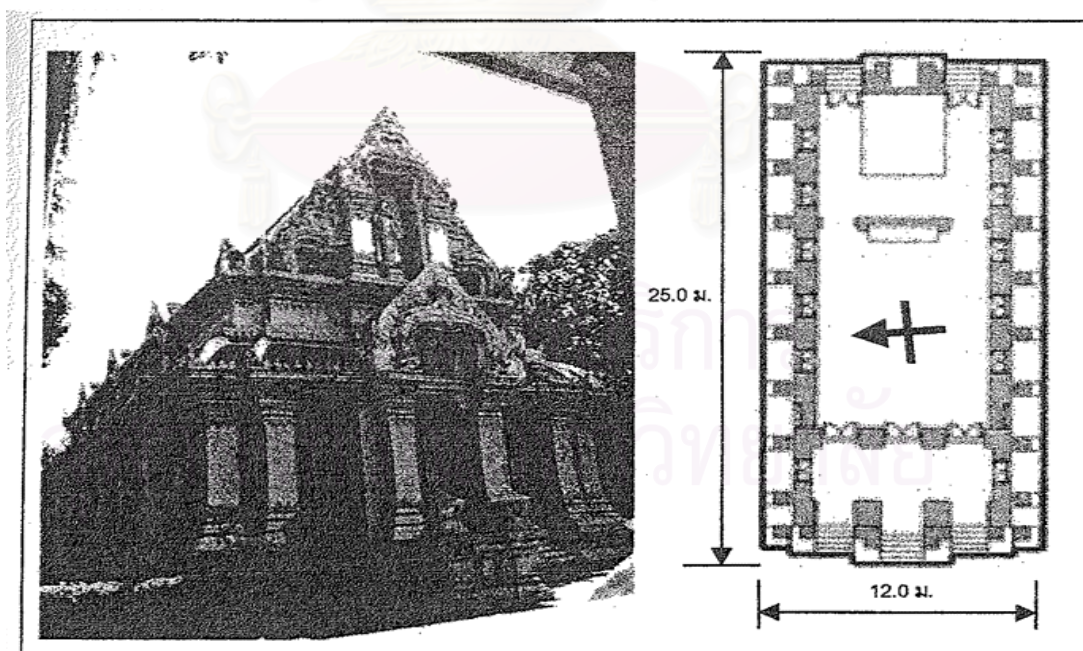
4.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร

โบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหารได้ถูกรื้อทำใหม่ใน พ.ศ. 2451 ตอนปลายรัชกาลที่ 5 โดยทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้สมเด็จพระยานริศรานุวัดติวงศ์ ทรงออกแบบสร้าง ขึ้นใหม่ดังที่เห็นในปัจจุบัน ต่อมามีการบูรณะเฉพาะส่วนที่ชำรุด เช่น หลังคา ลวดลายปูนปั้น เป็นต้น

ลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรม

สถาปัตยกรรมภายนอกมีการออกแบบใหม่โดยการประยุกต์ศิลปะขอมมาใช้เพื่อให้ระลึกถึงชื่อเดิมของวัด ใช้เสาพาไลล้อมรอบเพื่อรักษาผนังอาคารเดิมทำให้แนวหน้าต่างอยู่ลึกจากแนวหลังคาประมาณ 1.30 เมตร เกิดลักษณะหน้าต่างจากการก่ออิฐฉาบปูนและตกแต่งด้วยลวดลายปูนปั้น หลังคาทรงคฤหทอนเดี่ยวทำยกหนุนลอยขึ้นจากหลังคาเฉลียง ด้านข้างอาคารก่อเสาคอนกรีตกระเปาะสูงทำให้เห็นพื้นผนังอาคารลึกเป็นคูลาเข้าไป

หน้าบันก่ออิฐประดับปูนปั้นเป็นซุ้มคูลาหน้านาง ด้านหน้าทำเป็นซุ้มที่ประดิษฐานพระพุทธรูปยืนปางประทานพร มีทางขึ้น 3 ทาง ช่องระหว่างเสาคู่กลางด้านหน้าก่อซุ้มคูลาหน้านางให้งามเป็นพิเศษช่องหนึ่ง ลวดลายประดับ เช่น โบระกา ทำเป็นเส้นหยักคล้ายศิลปะขอม ซุ้มคูลาหน้านาง บัวปลายเส้า และลวดบัวในที่ต่าง ๆ ปรับใช้ลวดลายขอมปนไทยทั้งสิ้น



รูปภาพ 4-6 : ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร และแผนผัง

(Not to scale)

พื้นถุกยกสูงจากระดับพื้นดินภายนอกถึง 1.00 เมตร และมีความสูงจากพื้นถึงฝ้า เพดานประมาณ 6 เมตร ภายในโบสถ์แบ่งออกเป็น 3 ห้อง คือ

1. ห้องหน้า เป็นห้องสำหรับชมราวาสรวรมสวดมนต์ ฟังธรรม

ประตู : 3 ช่อง ขนาด 1.60 x 3.00 เมตร จำนวน 2 ช่อง และขนาด 1.80 x 3.00 เมตร จำนวน 1 ช่อง ไม่มีหน้าบานประตู แต่มีการดัดแปลงโดย นำบานประตูเหล็กเลื่อนพับได้ และประตูกระจกบานเปลือยมีช่อง แสงกระจกติดตายด้านบนมาปิดไว้ ใช้เป็นทางเข้าออกหลัก

หน้าต่าง : 2 บาน ขนาด 1.20 x 2.20 เมตร มีหน้าบานเปิด-ปิด

ผนัง : หนา 0.60 เมตร ภายในทาสีขาว

2. ห้องกลาง เป็นห้องสำหรับทำสังฆกรรมของพระภิกษุ

ประตู : ทางเข้าด้านหน้า 3 บาน ขนาด 1.55 x 3.00 เมตร จำนวน 2 บาน และขนาด 1.65 x 3.00 เมตร จำนวน 1 บาน มีหน้าบานประตูเปิด-ปิด และด้านหลัง 2 ช่อง ขนาด 1.20 x 3.00 เมตร ไม่มีหน้าบาน ประตู

หน้าต่าง : 6 บาน ขนาด 1.20 x 2.20 เมตร มีหน้าบานเปิด-ปิด แต่อีก 2 บาน ปิดตาย ฉาบปูนทับด้านหลังทำเป็นผนัง

ผนัง : หนา 0.60 เมตร ภายในมีภาพจิตรกรรมฝาผนังโดยรอบ

พื้น : หินอ่อน ปูพรมสีแดง

3. ห้องหลัง เป็นที่ประดิษฐานพระประธานองค์เดิม

ประตู : มีทางเข้าด้านหลัง 2 บาน ขนาด 1.60 x 3.00 เมตร มีหน้าบาน ประตูเปิด-ปิด มีการดัดแปลงโดยนำบานประตูเหล็กเลื่อนพับได้มา ปิดไว้

หน้าต่าง : 2 บาน ขนาด 1.20 x 2.20 เมตร มีหน้าบานเปิด-ปิด

ผนัง : หนา 0.60 เมตร ภายในทาสีเหลืองอ่อน

ภายในโบสถ์มีการแบ่งส่วนการใช้สอยอย่างชัดเจน โดยการประกอบศาสนกิจ ส่วนใหญ่ใช้พื้นที่ห้องกลางในการทำสังฆกรรมเท่านั้น เนื่องจากเป็นที่ประดิษฐานพระประธานจึง นับว่าเป็นห้องที่มีความสำคัญที่สุด

ลักษณะสำคัญและคุณค่าของอาคาร

ด้วยเหตุที่รัชกาลที่ 5 ทรงมีพระราชประสงค์ให้คงโบสถ์เดิมไว้ เพียงแต่เสริมความมั่นคงและเปลี่ยนแปลงรูปแบบบางส่วนให้กลมกลืนกับสิ่งก่อสร้างใหม่ที่โปรดให้ก่อสร้างขึ้น โบสถ์หลังนี้จึงเป็นสิ่งก่อสร้างที่แสดงถึงพระอัจฉริยภาพของ สมเด็จพระเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์ ผู้ทรงออกแบบที่สามารถรักษาของเก่าเดิมไว้ และนำแบบอย่างของศิลปะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นศิลปะขอมหรือศิลปะตะวันตกมาผสมผสานกับศิลปะไทยได้อย่างกลมกลืนจนเกิดเป็นศิลปะใหม่ตามแบบเฉพาะของพระองค์ท่านได้เป็นอย่างดี ซึ่งวิบูลย์ ลี้สุวรรณ (2539: 134) กล่าวว่า “เป็นการเลียนแบบในรูปเค้าความคิดเท่านั้น แท้จริงทรงออกแบบใหม่เป็นแบบแผนของพระองค์”

ภายในโบสถ์มีพระพุทธรูปสำคัญ (กรมศิลปากร, 2540) ได้แก่

- **พระสัมพุทธพรณี** พระประธานเป็นพระพุทธรูปกะไหล่ทองปางสมาธิ ประดิษฐานภายใต้เศวตฉัตร 9 ชั้น ซึ่งรัชกาลที่ 6 ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ประดิษฐานพระบรมราชสรีรังคาร สมเด็จพระศรีพัชรินทราบรมราชินีนาถไว้ที่พุทธบัลลังก์ด้วย

- **พระสัมพุทธวิมลในภาส** พระประธานองค์เดิมทำด้วยปูนปั้น เป็นพระพุทธรูปปางสมาธิ เบื้องพระพักตร์ต่ำลงมาเป็นพระพุทธรูปปางมารวิชัย 2 องค์ ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในรัชกาลปัจจุบันโปรดให้ประดิษฐานพระบรมราชสรีรังคารของสมเด็จพระศรีสวรินทราบรมราชเทวี พระพันวัสสาอัยยิกาเจ้า และบรรจุเส้นพระเกศาของสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี พระบรมราชินีในรัชกาลที่ 7 ภายใต้ฐานชุกชีด้วย

ซุ้มคูหาด้านหลังพระประธานเป็นซุ้มเรือนแก้วผสมซุ้มจระนมที่โอ้อ่าเนื่องจากพระประธานมีขนาดย่อมมาก ตั้งอยู่บนเสาเลียนแบบศิลปะสุโขทัย มีลายฝรั่งผสมอยู่ ตัวซุ้มเป็นปูนปั้นลงรักปิดทอง เป็นผลงานออกแบบของ สมเด็จพระเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์

ภาพจิตรกรรมฝาผนังเป็นการเขียนภาพที่มีแสงเงาแบบตะวันตก เขียนด้วยวิธีปูนเปียก หรือเฟรสโก (Fresco) โดย สมเด็จพระเจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์ทรงออกแบบให้นายช่างฝีมือเอกชาวอิตาลี ชื่อ นายริโคลี เป็นผู้เขียนภาพ ภาพจิตรกรรมฝาผนังทั้ง 3 ด้าน (ยกเว้นด้านหลังพระประธาน) เป็นภาพเวสสันดรชาดกทั้ง 13 กัณฑ์ ส่วนด้านหลังพระประธานเป็นภาพพระพุทธเจ้าประทับเหนือเมฆกำลังตอบปัญหาพระสารีบุตรและเทวดา มีพระประยูรญาติเข้าเฝ้า

4.2 วัดกำแพง

วัดกำแพงเป็นวัดราษฎร์ ตั้งอยู่ เลขที่ 299 แขวงปากคลองภาษีเจริญ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 11 ไร่

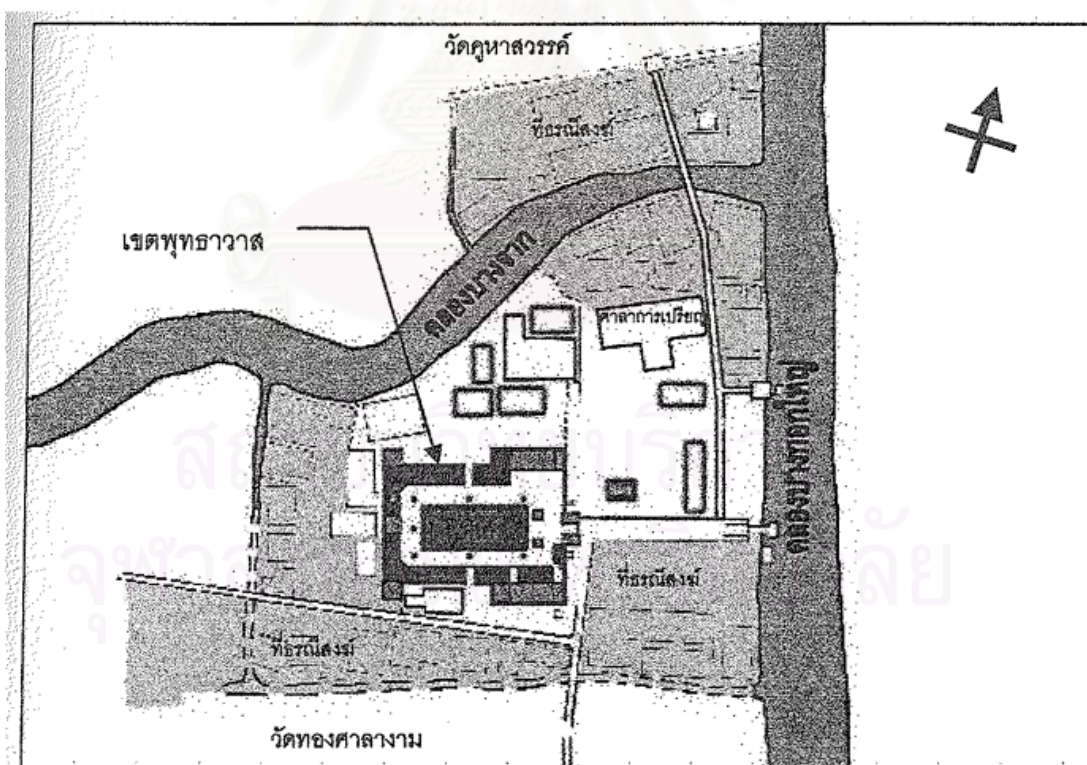
4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของวัดกำแพง

ที่ตั้ง

ลักษณะพื้นที่ตั้งวัด ตั้งอยู่ริมฝั่งคลองบางกอกใหญ่ (คลองบางหลวง) ฝั่งตะวันตก ช่วงที่เรียกว่า “คลองซึกพระ” เป็นที่ราบลุ่มริมคลอง มีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับคลองบางจาก และวัดกุหาสวรรค์ ทิศใต้ติดต่อกับวัดทองศาลางาม ทิศตะวันออกติดต่อกับคลองบางกอกใหญ่ และทิศตะวันตกติดต่อกับที่ดินเอกชน ซึ่งเป็นอาคารบ้านเรือนราษฎร์โดยส่วนใหญ่

แผนผังบริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนหลักในเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ โดยเฉพาะเส้นทางทางน้ำ คือ หันหน้าโบสถ์ไปยังคลองบางกอกใหญ่ ซึ่งเป็นทิศตะวันออก



รูปภาพ 4-7 : แผนผังวัดกำแพง

(Not to scale)

วัดกำแพงในอดีตใช้การเข้าถึงทางน้ำเป็นหลัก ปัจจุบันทางเข้าหลักเปลี่ยนเป็นทางบกซึ่งมีความสะดวกกว่า แต่ยังใช้ทางน้ำในเส้นทางคลองบางกอกใหญ่เป็นเส้นทางคมนาคมโดยมีท่าน้ำใหม่ที่สร้างขึ้นแทนท่าน้ำเดิมที่อยู่ในสภาพทรุดโทรม และมีพื้นที่ริมตลิ่งเป็นที่จอดเทียบเรือ พื้นที่ด้านหน้าวัดเป็นลานโล่ง และมีทางเดินจากเขตพุทธาวาสลงไปยังศาลาท่าน้ำเดิมตรงแนวแกนกลางของโบสถ์ เป็นถนนคอนกรีตยกพื้นสูงตลอดแนว

ผังบริเวณภายในเขตพุทธาวาสมีลักษณะของแนวแกนหลักที่ชัดเจน แต่เขตสังฆาวาส และเขตสาธารณะไม่เป็นระบบที่แน่นอน รวมทั้งที่ธรณีสงฆ์ไม่มีความชัดเจน เนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ทำให้บ้านเรือนราษฎรซึ่งเช่าที่ธรณีสงฆ์ตั้งอยู่ประชิดและปะปนกับเขตสังฆาวาส

ประวัติความเป็นมา

วัดกำแพงเป็นวัดโบราณที่สร้างมาแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา แต่ไม่ปรากฏหลักฐานว่าสร้างในชวงเวลาใด สันนิษฐานว่าสร้างขึ้นชวงกรุงศรีอยุธยาตอนกลางก่อนมาทางตอนปลาย จากการพิจารณาลักษณะทางศิลปสถาปัตยกรรมเท่าที่คงปรากฏอยู่ โดยอาจเป็นวัดสำคัญในสมัยที่เมืองธนบุรีศรีมหาสมุทรมีศูนย์กลางตั้งอยู่ในบริเวณนี้ ด้วยตำนานเมืองธนบุรีกล่าวไว้ว่า แต่เดิมเมืองธนบุรีมีศูนย์กลางเมืองตั้งอยู่บริเวณวัดศาลาสีหน้าหรือวัดคูหาสวรรค์ในปัจจุบัน

ชาวบ้านนิยมเรียกว่า “วัดกำแพงบางจาก” เนื่องจากมีที่ตั้งอยู่ปากคลองบางจาก แยกจากคลองบางกอกใหญ่

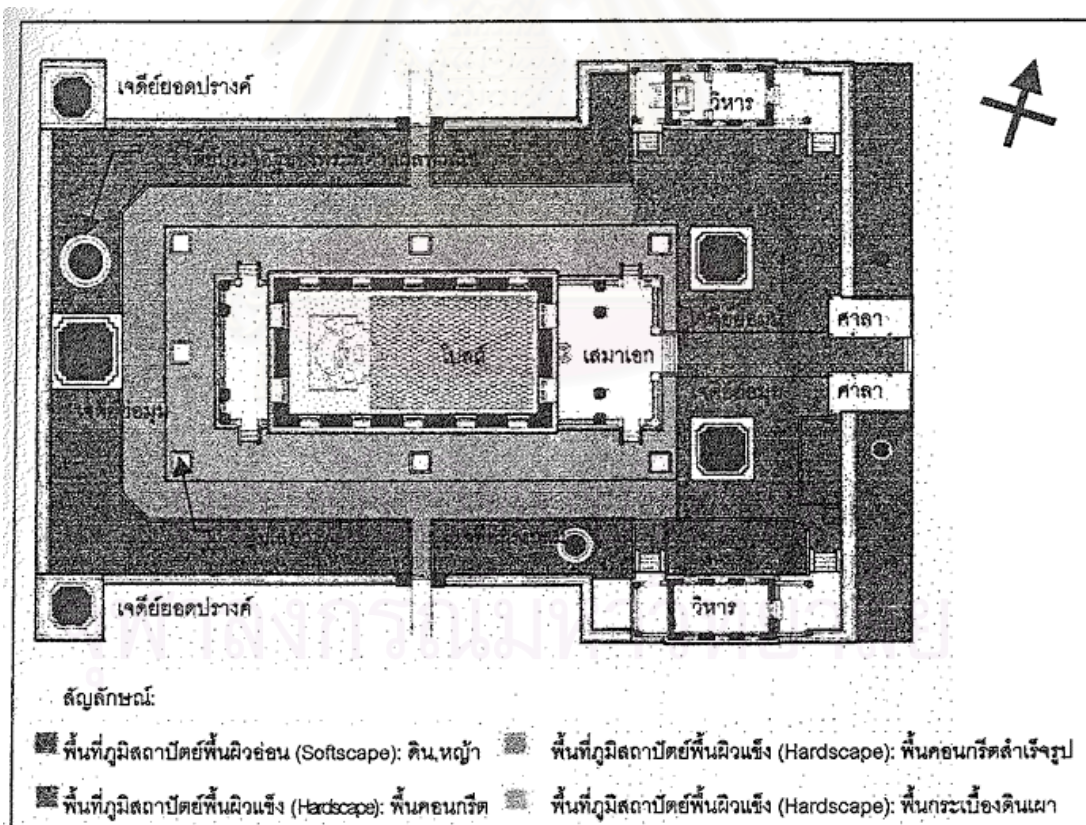
วทัญญู เทพหัสดิ (2541) ศึกษาพบว่า วัดกำแพงน่าจะได้มีการบูรณะปฏิสังขรณ์ครั้งใหญ่ราวสมัยรัชกาลที่ 4 จากรูปแบบศิลปสถาปัตยกรรมส่วนใหญ่ที่ปรากฏในปัจจุบันนี้ โดยสันนิษฐานว่าพระพิศาลผลพานิชเป็นผู้ออกทุนทรัพย์ เนื่องจากมีการสร้างเจดีย์บรรจุอัฐิของท่านไว้ภายในเขตพุทธาวาสแต่เพียงองค์เดียว

วัดกำแพงได้รับการบูรณะปฏิสังขรณ์อย่างต่อเนื่องในอีกหลายสมัยจนถึงปัจจุบัน แต่เนื่องจากเป็นวัดขนาดเล็กในชุมชนที่มีรายได้ปานกลางถึงรายได้ต่ำ ตำแหน่งที่ตั้งยากแก่การเข้าถึงประกอบกับไม่มีเมรุสำหรับฌาปนกิจ จึงมีรายได้ในการทำนุบำรุงวัดไม่มาก ทำให้วัดกำแพงยังคงรักษารูปแบบศิลปสถาปัตยกรรมดั้งเดิมไว้ได้ค่อนข้างสมบูรณ์

เขตพุทธาวาส

เขตพุทธาวาสมีลักษณะแนวแกนหลักที่ชัดเจน มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับทางเข้าสู่เขตพุทธาวาสโดยผ่านช่องประตูด้านหน้าในแนวกึ่งกลางของเขตพุทธาวาส สองข้างช่องประตูเป็น “ศาลาแฝด” เครื่องไม้ ถัดไปเป็นลานด้านหน้าโบสถ์ มีเจดีย์ย่อมุมไม้สิบสอง จำนวน 2 องค์สร้างอยู่คู่กัน ตรงมุมด้านหน้าทั้ง 2 ข้างเป็นที่ตั้งของ “พระวิหาร” โดยหันด้านสกัดลงสู่คลองบางกอกใหญ่

ถัดจากลานด้านหน้าโบสถ์จะเป็น “เขตพัทธสีมา” ซึ่งถูกกำหนดขอบเขตโดย “ซุ้มเสมา” จำนวน 6 ซุ้ม ภายในเขตพัทธสีมาเป็นที่ตั้งของ “โบสถ์” ขนาดยาว 7 ห้อง อันเป็นอาคารประธานในพื้นที่ โบสถ์จะหันด้านสกัดสู่คลองบางกอกใหญ่ ส่วนบริเวณพื้นที่ด้านข้างโบสถ์จะเป็นแนวทางเดิน และสวนตกแต่งขนานแนวกำแพงกันเขตพุทธาวาส กึ่งกลางแนวกำแพงด้านข้างเป็นทางเข้าออกมีซุ้ม “ประตูยอดปราสาท” ด้านละซุ้ม ด้านหลังโบสถ์มีแนวทางเดินและสวนตกแต่งเช่นเดียวกัน โดยมุมกำแพงด้านหลังทั้ง 2 มุมมี “เจดีย์ยอดปราสาท” และตรงกึ่งกลางมี “เจดีย์ย่อมุมไม้สิบสอง” อีก 1 องค์ รวมทั้งมี “เจดีย์ทรงลังกา” ซึ่งเป็นที่บรรจุอัฐิของพระพิศาลผลพานิช อีกด้วย



รูปภาพ 4-8 : มังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดกำแพง

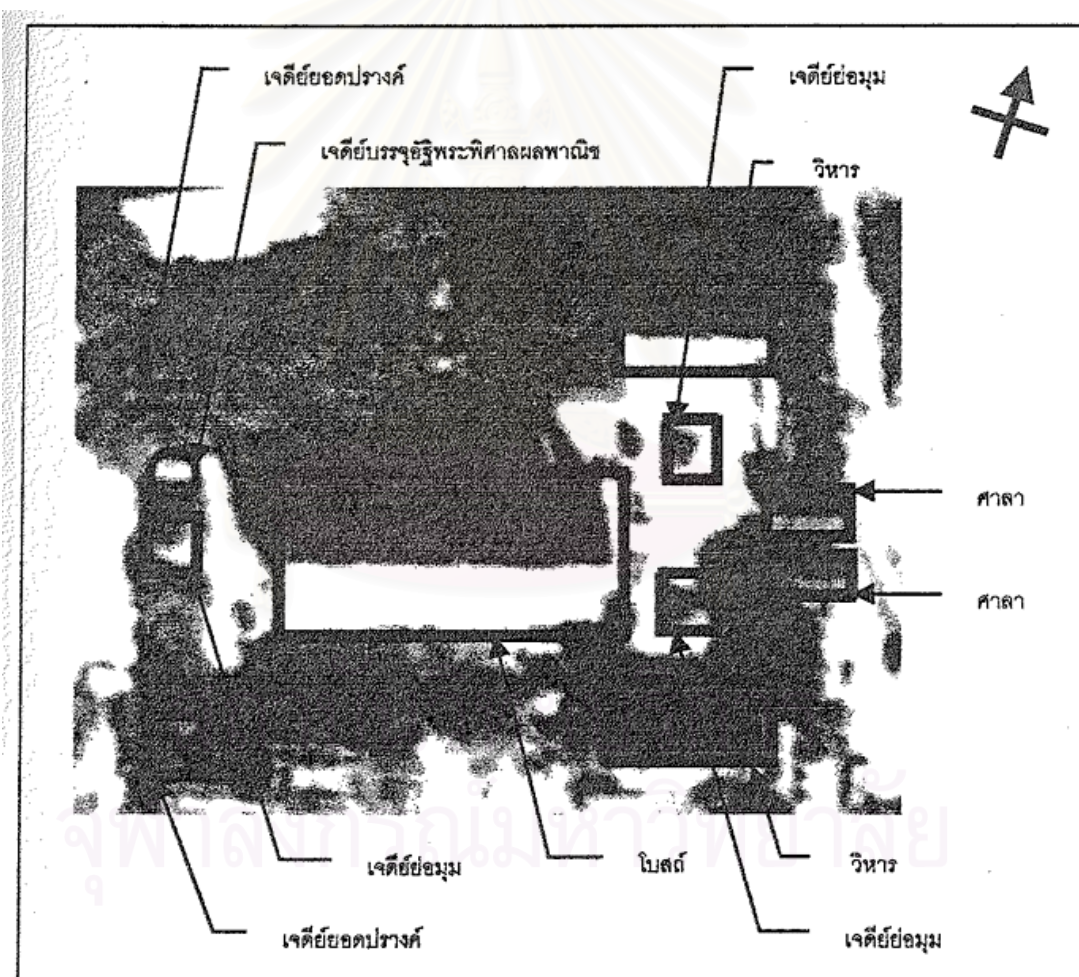
(Not to scale)

สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส

สภาพแวดล้อมภายในวัดมีต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงาในเขตพุทธาวาส และเขตสังฆาวาส รวมทั้งมีการปลูกต้นไม้ประดับเป็นจำนวนมาก

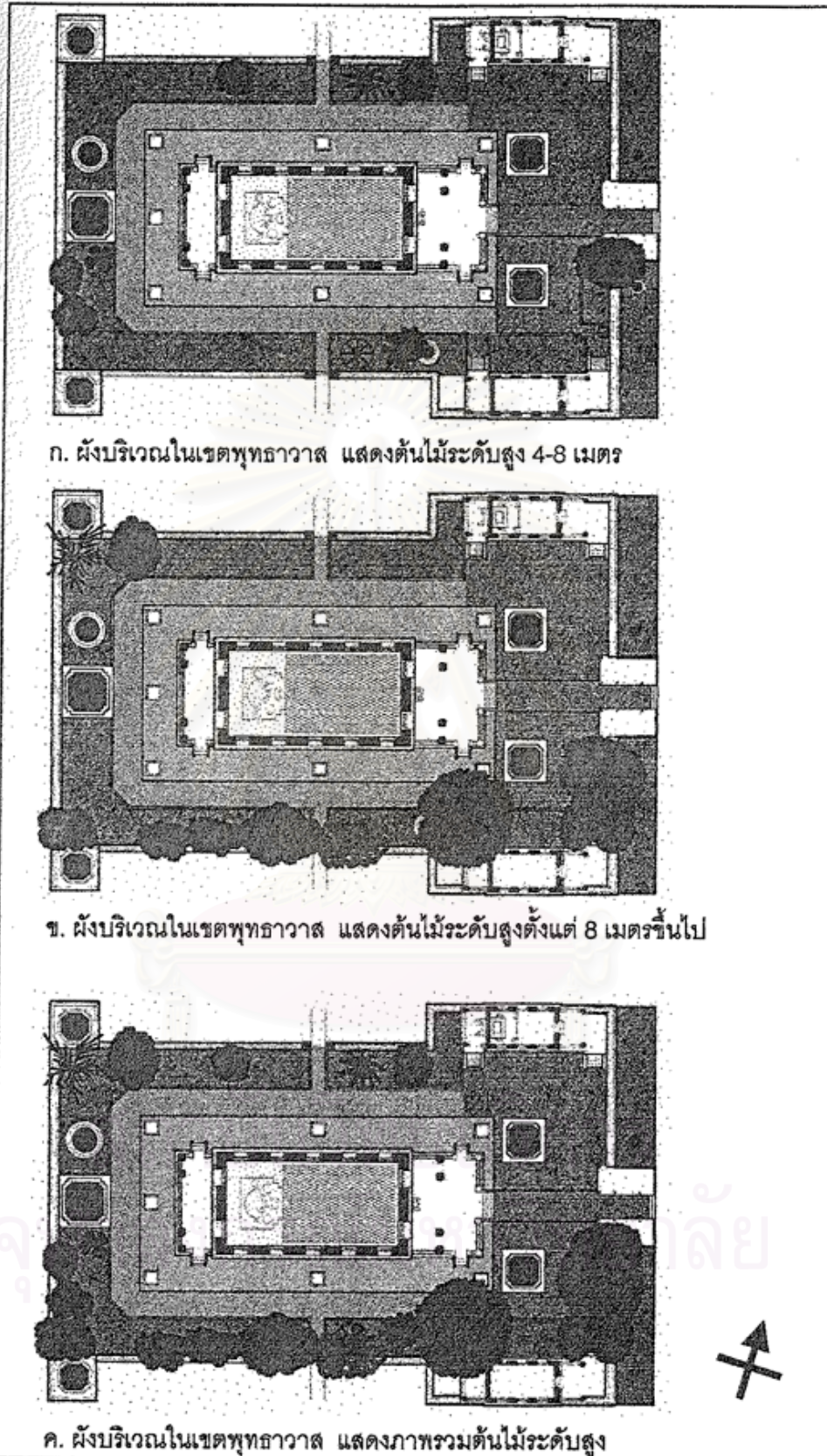
เขตพุทธาวาสของวัดกำแพงมีสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างร่มรื่นด้วยพืชพรรณต่าง ๆ พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน โดยมากเป็นต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา คือ ต้นพิกุล และมีต้นไม้สำคัญในพุทธศาสนา เช่น ต้นสาละ ต้นมะม่วง ต้นไผ่ เป็นต้น (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ค)

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งในเขตพัทธสีมาเป็นพื้นกระเบื้องดินเผา หรือที่สมัยก่อนเรียกว่า “กระเบื้องหน้าวัว” ขนาด 30 x 30 ซม. ส่วนทางเดินด้านข้างและด้านหลังเปลี่ยนเป็นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่ลานด้านหน้าเป็นพื้นคอนกรีต



รูปภาพ 4-9 : ภาพถ่ายทางอากาศ วัดกำแพง (กรมแผนที่ทหาร, 2541)

(Not to scale)



รูปภาพ 4-10: สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส วัดกำแพง แสดงระดับความสูงของต้นไม้

ก. 4-8 เมตร ข. 8 เมตรขึ้นไป ค. ภาพรวม

(Not to scale)

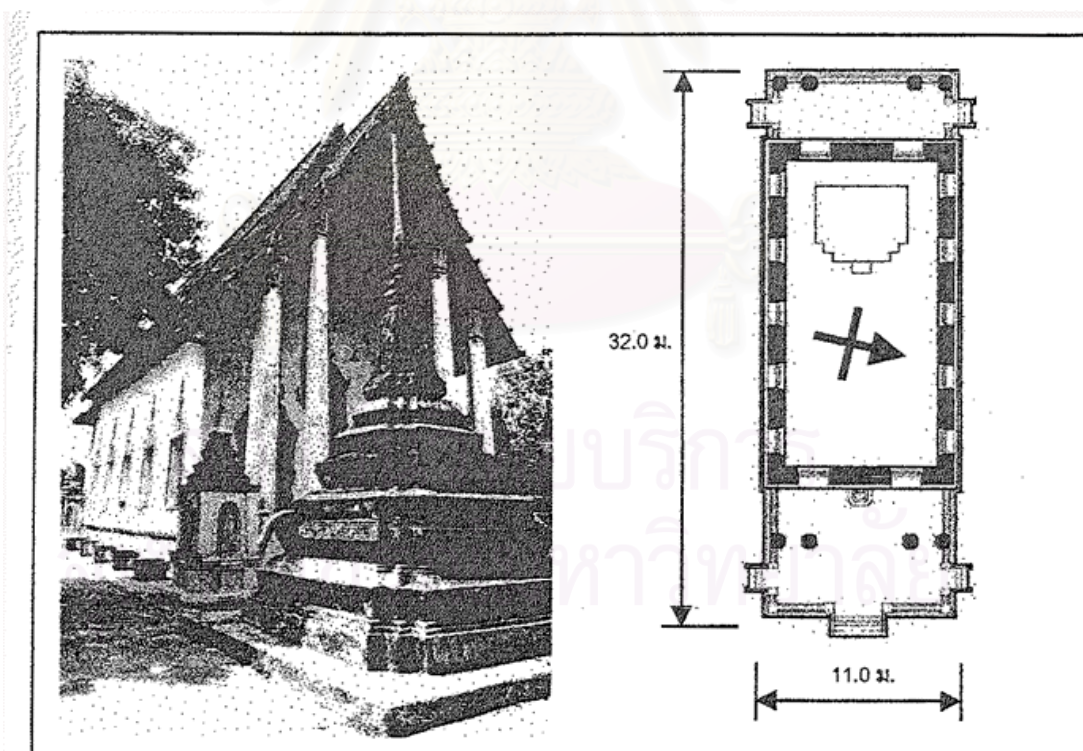
4.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโบสถ์ วัดกำแพง

โบสถ์ของวัดกำแพงในปัจจุบันนั้นสันนิษฐานว่ามีการบูรณะปฏิสังขรณ์ขึ้นใหม่ในสมัยรัชกาลที่ 4 โดยอาจคงไว้เพียงตำแหน่งที่ตั้งของโบสถ์เดิม ผนังบางส่วนและพระประธาน ส่วนที่เหลือเป็นงานที่ทำขึ้นใหม่หมด ต่อมามีการบูรณะเฉพาะส่วนที่ชำรุดเท่านั้น เช่น เปลี่ยนกระเบื้องมุงหลังคา เป็นต้น

ลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรม

รูปแบบโบสถ์เป็นสถาปัตยกรรมไทยประเพณีที่มีทรวดทรงค่อนข้างสูง ลักษณะเป็นอาคารก่ออิฐฉาบปูนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยกฐานสูง ขนาดยาว 7 ห้องหรือ 7 ช่วงเสา โดยมีเฉลียงเปิดโล่งทางด้านหน้าและด้านหลังข้างละ 1 ห้อง

หลังคาทรงจั่วลด 1 ชั้น 3 ตับ มุงด้วยกระเบื้องดินเผาเคลือบสีส้ม ปัจจุบันไม่มีการตกแต่งหน้าจั่วด้วยเครื่องลายทอง หน้าบันเป็นแผงไม้กระดานจำหลักลายพรรณพฤกษาและตกแต่งด้วยการประดับกระจกสี ตอนล่างตกแต่งด้วยสาหร่ายรวงผึ้งจำหลักลายเช่นเดียวกัน ฝ้าเพดานและชายคาภายนอกทำด้วยไม้ทาสีแดง



รูปภาพ 4-11: ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดกำแพง และแผนผัง

(Not to scale)

พื้นโบลต์ภายในห้องโถงถูกยกสูงจากระดับพื้นภายนอกถึง 0.85 เมตร และมีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานประมาณ 8 เมตร โบลต์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เฉลียงหน้า (เฉลียงด้านทิศตะวันออก) เป็นเฉลียงทางเข้าด้านหน้าโบลต์ ซึ่งเป็นทางเข้าหลัก

ขนาด : กว้างประมาณ 9.50 เมตร และยาว 7.00 เมตร โดยยกฐานสูงจากพื้นภายนอกประมาณ 0.85 เมตร

พื้นเฉลียง : พื้นหินขัด มีบันไดทางขึ้นอยู่ 3 ด้าน

ผนัง : หนา 0.90 เมตร ทาสีขาว มีภาพจิตรกรรมเป็นรูปพระพุทธเจ้าประทับยืน มีเสมาเอกที่ผนังตอนล่าง และมีซุ้มประตูทางเข้าสู่ห้องโถง 2 ซุ้ม

ห้องโถง เป็นห้องภายในสำหรับทำสังฆกรรมของพระภิกษุ

ขนาด : ภายในกว้าง 8.65 เมตร และยาว 17.50 เมตร หรือยาวเท่ากับ 5 ช่วงเสา เป็นห้องโถงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ไม่มีเสากลาง

ประตู : ด้านสกัดเจาะช่องประตูเข้าออก ด้านละ 2 บาน
ขนาด 1.50 x 3.10 เมตร

หน้าต่าง : ด้านยาวของผนังเจาะช่องหน้าต่าง ด้านละ 5 บาน
ขนาด 1.30 x 2.10 เมตร ตอนล่างใต้หน้าต่างเป็นผนังหินขัด

ผนัง : หนา 0.90 เมตร มีภาพจิตรกรรมฝาผนังทั้ง 4 ด้าน

พื้น : หินอ่อนสีเทาดำมีลายเส้นสีขาวในบริเวณพื้นด้านหน้า จนถึงฐานชุกชี ปูพรมสังเคราะห์สีแดงเฉพาะพื้นที่กลางห้องเท่านั้น ส่วนด้านข้างและด้านหลังฐานชุกชีจะทำการบูรณะใหม่ โดยกระเทาะพื้นหินขัดที่เคยบูรณะไว้คงเหลือเป็นพื้นปูน

เฉลียงหลัง (เฉลียงด้านทิศตะวันตก) เป็นเฉลียงทางเข้าด้านหลังโบลต์

ขนาด : กว้างประมาณ 3.50 เมตร และยาว 9.40 เมตร โดยยกฐานสูงจากพื้นภายนอกประมาณ 1.00 เมตร

พื้นเฉลียง : พื้นหินอ่อน มีบันไดทางขึ้นอยู่ 2 ด้าน

ผนัง : หนา 0.90 เมตร ทาสีขาว มีซุ้มประตูทางเข้า 2 ซุ้ม

ลักษณะสำคัญและคุณค่าของอาคาร

ศิลปสถาปัตยกรรมของโบสถ์ วัดกำแพง ยังคงสภาพเดิมเมื่อครั้งบูรณะขึ้นใหม่ สมัยรัชกาลที่ 4 ต่อมามีการบูรณะเพิ่มเติมเพียงเล็กน้อยจึงยังคงคุณค่าสูงยิ่งโดยเฉพาะงานปูนปั้น และภาพจิตรกรรมฝาผนังภายในที่มีเอกลักษณ์เชิงช่างชั้นสูง

ภายในโบสถ์มีพระพุทธรูปสำคัญของวัดประดิษฐานบน “ฐานชุกชี” ขนาดใหญ่ เช่น พระประธานเป็นพระพุทธรูปปางมารวิชัย สันนิษฐานว่าเป็นศิลาหรือก่ออิฐถือปูน ส่วนเศียรเป็นสำริด ด้านหน้าองค์พระประธานประดิษฐานรูปพระสาวก 2 องค์นั่งประณมมือพระคือ พระโมคคัลลานะ และพระสารีบุตร เป็นต้น

ภาพจิตรกรรมฝาผนังสันนิษฐานว่าเป็นการเขียนโดยช่างหลวง หรือช่างที่มีฝีมือ ในสมัยรัชกาลที่ 4 โดยผนังคอสอง (ผนังเหนือหน้าต่างทางด้านยาวของห้อง) เป็นภาพเทพชุมนุมผนังระหว่างช่องหน้าต่างและช่องประตูเกือบทั้งหมดเป็นเรื่องทศชาติชาดก ยกเว้นมุมห้องที่เขียนเป็นภาพตำนานหรือนิทานอื่น ๆ ผนังด้านหลังพระประธานเป็นภาพพุทธประวัติ ตอนพระพุทธเจ้าเสด็จจากดาวดึงส์ และผนังด้านตรงข้ามพระประธานเป็นภาพพุทธประวัติตอนมารผจญ

4.3 วัดราชวรานุสรณ์

วัดราชวรานุสรณ์เป็นวัดราษฎร์ ตั้งอยู่เลขที่ 14 แขวงราชวรานุสรณ์ เขตราชวรานุสรณ์ กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 8 ไร่ และที่ธรณีสงฆ์ 4 ไร่

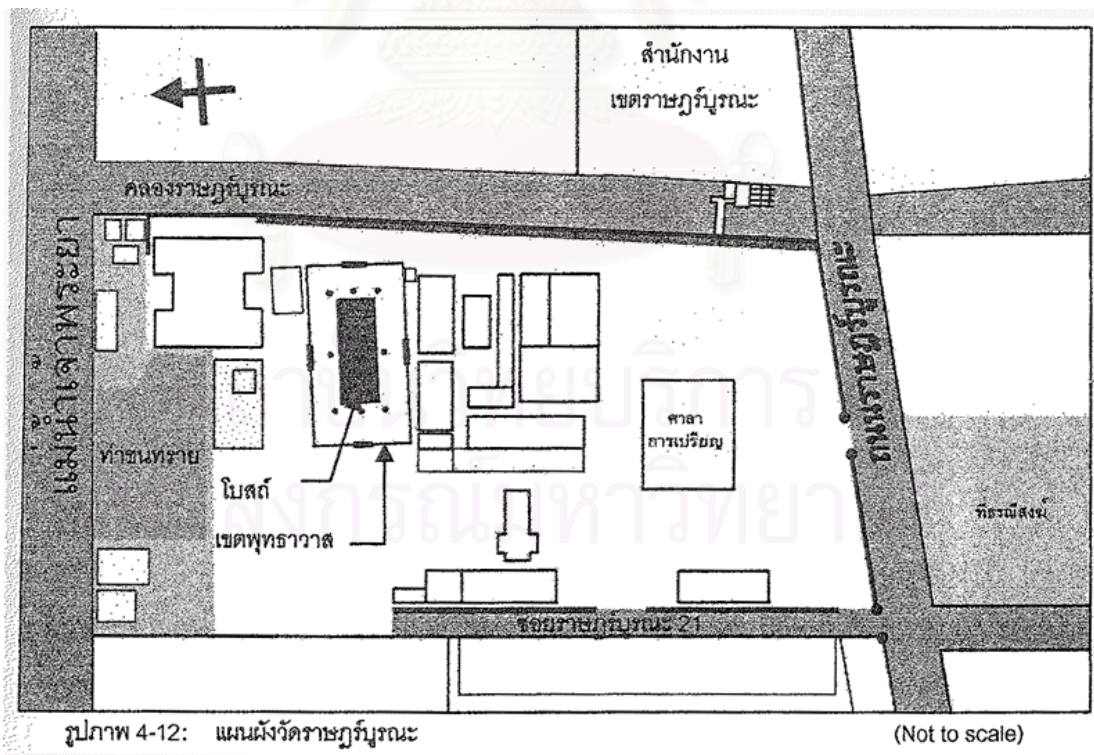
4.2.2 ข้อมูลทั่วไปของวัดราชวรานุสรณ์

ที่ตั้ง

ลักษณะพื้นที่ตั้งวัด ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำเจ้าพระยา มีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา ทิศใต้ติดต่อกับถนนราชวรานุสรณ์ ทิศตะวันออกติดต่อกับคลองราชวรานุสรณ์ และทิศตะวันตกติดต่อกับซอยราชวรานุสรณ์ 21 โดยกันที่ดินเอกชนซึ่งเป็นอาคารบ้านเรือนราษฎรโดยส่วนใหญ่

แผนผังบริเวณ

การวางอาคารเป็นแนวแกนหลักในเส้นทางคมนาคมที่สำคัญ โดยเฉพาะเส้นทางทางน้ำ คือ หันหน้าโบสถ์ไปยังคลองราชวรานุสรณ์ ซึ่งเป็นทิศตะวันออก “คงถือว่าลำคลองสำคัญกว่าแม่น้ำ ด้วยเป็นวัดปากคลอง” (น. ณ ปากน้ำ, 2514: 321)



วัดราษฎร์บูรณะแต่เดิมใช้การเข้าถึงทางน้ำเป็นหลัก ปัจจุบันไม่มีการใช้คลองเป็นเส้นทางคมนาคมเมื่อมีการสร้างประตูระบายน้ำของกรุงเทพมหานครนั้นคลองไว้ ทางเข้าหลักจึงเปลี่ยนเป็นทางบกโดยมีถนนเข้าวัดทางด้านหลังโบสถ์

ลักษณะผังบริเวณในเขตพุทธาวาส เขตสังฆาวาส และเขตสาธารณะไม่เป็นระบบที่แน่นอน เพราะเป็นวัดที่ราษฎรสร้างจึงมีลักษณะการก่อสร้างอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามกำลังทรัพย์ พื้นที่ธรณีสงฆ์ถูกแบ่งไว้ชัดเจนอยู่ด้านทิศใต้ของวัดโดยมีถนนราษฎร์บูรณะกั้นกลางสร้างเป็นตึกแถวเพื่อเป็นตลาดสดให้ประชาชนเช่าเป็นที่ค้าขาย บริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาให้เช่าที่เป็นท่าขนทราย

ประวัติความเป็นมา

วัดราษฎร์บูรณะเป็นวัดที่สร้างขึ้นในสมัยกรุงศรีอยุธยาตอนปลาย คือ ประมาณ พ.ศ. 2310 จากการบอกเล่าของนางพิ้ว มีสวาสดี ซึ่งเป็นหลานของผู้สร้างวัดกล่าวว่า วัดราษฎร์บูรณะสร้างขึ้นโดยชาย 3 คนพี่น้อง คือ ปู่สวน ปู่ทวด ปู่ทอง พร้อมด้วยลูกหลาน ดังนั้นบรรดาหลาน ๆ จึงได้บูรณะก่อสร้างเพิ่มเติมสืบต่อกันเรื่อยมา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2525)

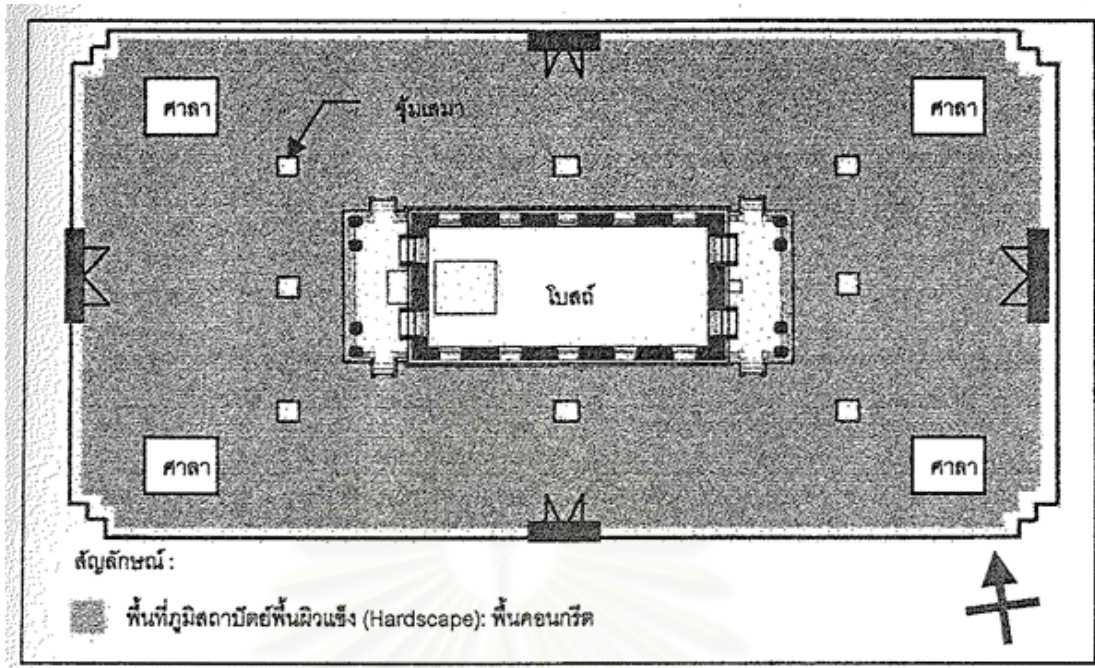
ชาวบ้านนิยมเรียกนามวัดว่า “วัดปากคลอง” เนื่องจากอยู่ปากคลองราษฎร์บูรณะ หรือ “วัดนอก” เนื่องจากมีวัดที่อยู่ใกล้กัน 3 วัด ริมฝั่งคลองเดียวกัน จึงเรียกกันตามลักษณะภูมิประเทศสภาพแวดล้อมว่า วัดนอก(วัดราษฎร์บูรณะ) วัดกลาง(วัดประเสริฐสุทธาวาส) และวัดใน(วัดสารอด)

วัดราษฎร์บูรณะจัดเป็นวัดประจำชุมชนขนาดเล็ก มีการบูรณะและก่อสร้างเพิ่มเติมสืบต่อกันมาหลายสมัย โดยลูกหลานของผู้ที่ร่วมกันสร้างวัดนี้ ตลอดจนเจ้าอาวาสแต่ละยุค จนกระทั่งในรัชกาลปัจจุบัน พระครูวิจิตรบูรณการ (พ.ศ. 2499 - 2539) อดีตเจ้าอาวาส พร้อมด้วยชาวบ้านที่มีจิตศรัทธาบริจาคทรัพย์ ได้ทำการบูรณะวัดครั้งใหญ่แล้วเสร็จเมื่อประมาณ พ.ศ. 2538

เขตพุทธาวาส

เขตพุทธาวาสทำการก่อสร้างขึ้นใหม่ในสมัยปัจจุบัน โดยมีกำแพงปูนสำหรับบรรจุอัฐิกันเป็นเขต บริเวณประตูทางเข้าอยู่ในแนวกึ่งกลางของกำแพงทั้ง 4 ด้าน ทำเป็นซุ้มประตูปูนปั้นขนาดใหญ่ ถัดจากกำแพงเข้าไปจะเป็นลานรอบโบสถ์มีการนำศาลาไม้ทรงไทยมาวางไว้ที่มุมทั้ง 4 ทิศ ทำให้โบสถ์มีลักษณะของศูนย์กลางจักรวาลมากขึ้น

บริเวณลานรอบโบสถ์มี “เขตพัทธสีมา” ซึ่งถูกกำหนดขอบเขตโดย “ซุ้มเสมา” จำนวน 8 ซุ้มภายในเขตพัทธสีมาเป็นที่ตั้งของ “โบสถ์” ขนาดยาว 7 ห้อง อันเป็นประธานของพื้นที่โบสถ์จะหันด้านสกัดสู่คลองราษฎร์บูรณะ



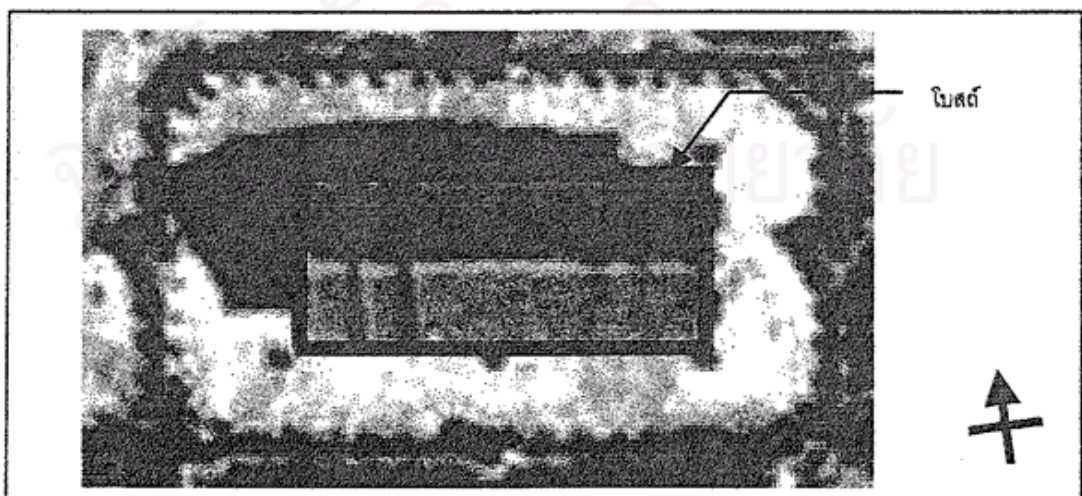
รูปแบบ 4-13 : ผังบริเวณในเขตพุทธาวาส วัดราชบูรณะ

สภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาส

สภาพแวดล้อมภายในวัดมีต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงาเพียงเล็กน้อย มีการปลูกต้นไม้กระถางประดับเป็นจำนวนมาก และมีการเทพื้นคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่

เขตพุทธาวาสของวัดราชบูรณะมีสภาพแวดล้อมที่ร้อนจัด จากการที่บริเวณภายนอกโบสถ์เป็นพื้นคอนกรีต ไม่มีพื้นที่ภูมิสถาปัตย์พื้นผิวอ่อน แต่มีการนำกระถางต้นไม้ขนาดเล็ก และขนาดกลางมาประดับไว้โดยรอบโบสถ์ และกำแพง

พื้นที่ภูมิสถาปัตย์พื้นผิวแข็งเป็นพื้นคอนกรีตทั้งหมด (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ค)



รูปภาพ 4-14: ภาพถ่ายทางอากาศ วัดราชบูรณะ (กรมแผนที่ทหาร, 2541)

(Not to scale)

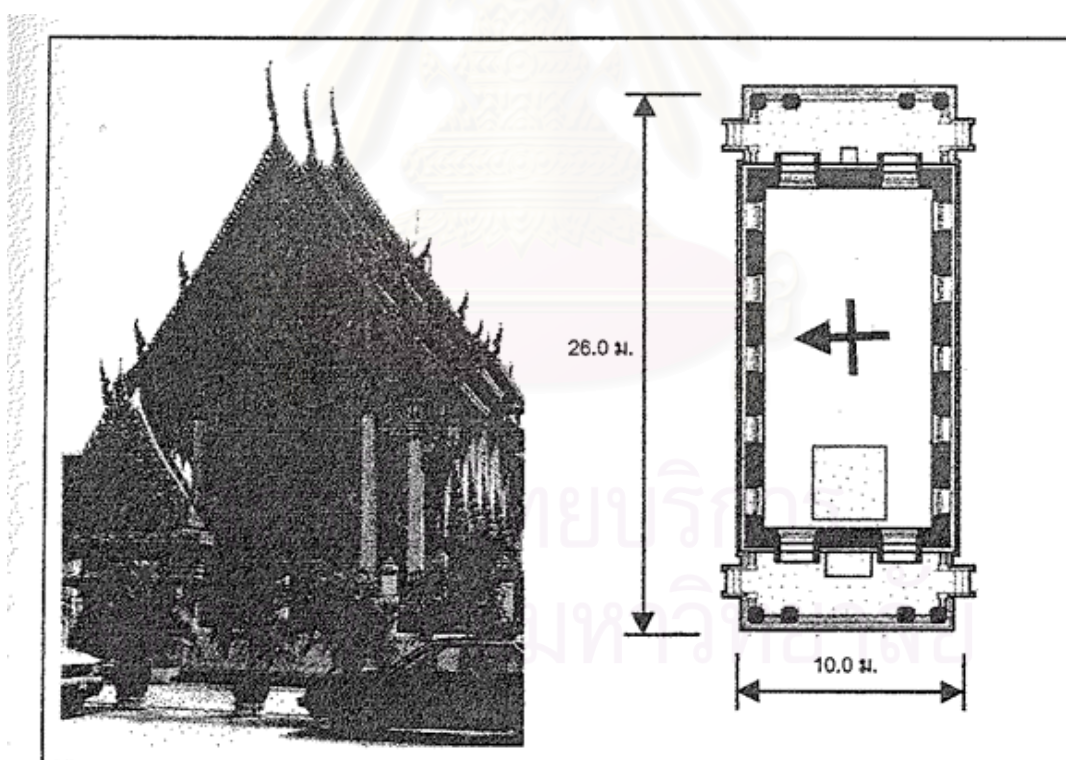
4.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโบสถ์ วัดราชวรานุวัตร

โบสถ์ วัดราชวรานุวัตร ได้ถูกรื้อโบสถ์ทำใหม่ ทั้งหลัง เนื่องจากชำรุดทรุดโทรมลงมาก โดยกรมศิลปากรเป็นผู้ออกแบบขึ้นใหม่และใช้พื้นที่ตั้งของโบสถ์เดิมในการก่อสร้าง ซึ่งแล้วเสร็จลงเมื่อ พ.ศ. 2538 ในสมัยรัชกาลที่ 9

ลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรม

รูปแบบโบสถ์เป็นสถาปัตยกรรมไทยประเพณีที่มีทรวดทรงค่อนข้างสูง ลักษณะเป็นอาคารก่ออิฐฉาบปูนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยกฐานสูง ขนาดยาว 7 ห้องหรือ 7 ช่วงเสา โดยมีเฉลียงเปิดโล่งทางด้านหน้าและด้านหลังข้างละ 1 ห้อง

หลังคาทรงจั้วลด 2 ชั้น 3 ตับ มุงด้วยกระเบื้องดินเผาเคลือบสีแดงส้ม ตกแต่งหน้าจั่วด้วยเครื่องลำยอง หน้าบันเป็นปูนปั้นปิดทองและตกแต่งด้วยการประดับกระจกสี ตอนล่างตกแต่งด้วยสาหร่ายรวงผึ้ง ฝ้าเพดานและชายคาภายนอกทำด้วยไม้ทาสีแดง



รูปภาพ 4-15: ภาพด้านหน้าโบสถ์ วัดราชวรานุวัตร และแผนผัง

(Not to scale)

พื้นที่ห้องภายในโบสถ์ถูกยกสูงจากระดับพื้นภายนอก 1.40 เมตร และมีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานประมาณ 9 เมตร โบสถ์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เฉลียงหน้า (เฉลียงด้านทิศตะวันตก) เป็นเฉลียงทางเข้าด้านหน้าโบสถ์

ขนาด : กว้างประมาณ 9.80 เมตร และยาว 4.00 เมตร โดยยกฐานสูงจากพื้นภายนอกประมาณ 1.00 เมตร
 พื้นเฉลียง : พื้นหินอ่อน มีบันไดทางขึ้นอยู่ 2 ด้าน หัวเสา รวบบันไดพนักกันตก และฐานโบสถ์เป็นกรวดล้าง
 ผนัง : หนา 0.40 เมตร ทาสีขาว มีซุ้มประตู 2 ซุ้ม

2. ห้องโถง เป็นห้องภายในสำหรับทำสังฆกรรมของพระภิกษุ

ขนาด : ภายในกว้าง 7.00 เมตร และยาว 17.50 เมตร หรือยาวเท่ากับ 5 ช่วงเสา เป็นห้องโถงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ไม่มีเสากลาง
 ประตู : ด้านสกัดเจาะช่องประตูเข้าออก ด้านละ 2 บาน
 ขนาด 1.40 x 3.00 เมตร
 หน้าต่าง : ด้านยาวของผนังเจาะช่องหน้าต่าง ด้านละ 5 บาน
 ขนาด 1.20 x 2.00 เมตร ตอนล่างได้หน้าต่างเป็นผนังหินอ่อน
 ผนัง : หนา 0.40 เมตร ทาสีขาว ไม่มีภาพจิตรกรรม
 พื้น : หินอ่อน ปูพรมสังเคราะห์สีแดง

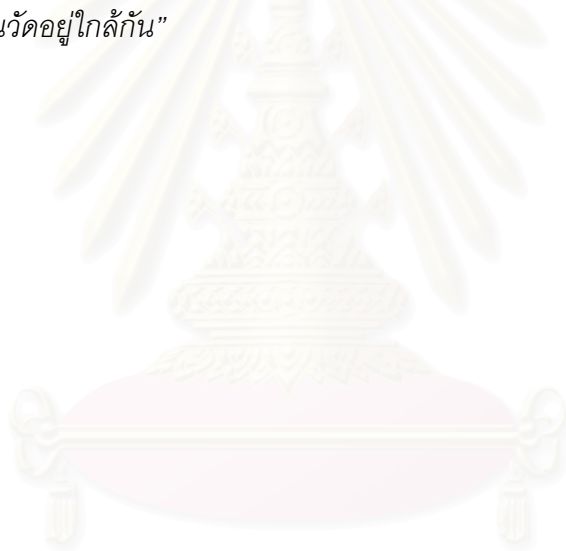
3. **เฉลียงหลัง** (เฉลียงด้านทิศตะวันออก) เป็นเฉลียงทางเข้าด้านหลังโบสถ์ ซึ่งใช้ประตูด้านนี้เป็นทางเข้าโบสถ์หลักในปัจจุบัน เนื่องจากมีถนนทางเข้าหลัก และลานจอดรถทางด้านหลังโบสถ์

ขนาด : กว้างประมาณ 9.80 เมตร และยาว 4.00 เมตร โดยยกฐานสูงจากพื้นภายนอกประมาณ 1.00 เมตร
 พื้นเฉลียง : พื้นหินอ่อน มีบันไดทางขึ้นอยู่ 2 ด้าน หัวเสา รวบบันไดพนักกันตก และฐานโบสถ์เป็นกรวดล้าง
 ผนัง : หนา 0.40 เมตร ทาสีขาว มีซุ้มประตู 2 ซุ้ม

ลักษณะสำคัญและคุณค่าของอาคาร

โบสถ์วัดราชบูรณะเป็นโบสถ์ที่สร้างขึ้นใหม่ด้วยแรงศรัทธาของราษฎรจึงมีความสำคัญในชุมชน งานก่อสร้างเป็นกรรมวิธีสมัยใหม่โดยใช้แบบอย่างและรูปทรงสถาปัตยกรรมไทยเดิม ลวดลายปูนปั้นประดับเป็นงานที่ได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี

ภายในโบสถ์มีพระพุทธรูปปางมารวิชัยเป็นพระประธาน มีพระพุทธรูปปางประธานพรประดิษฐานที่เฉลียงหน้า และมีหลวงพ่อกุฑศิลาเป็นพระพุทธรูปปางสมาธิประดิษฐานที่เฉลียงหลัง ซึ่งเป็นพระพุทธรูปที่หล่อขึ้นใหม่ทับพระประธานองค์เดิมที่เป็นพระศิวะทวารายแดง สมัยสุโขทัย ซึ่ง น. ณ ปากน้ำ (2514: 321-322) กล่าวว่า “พระประธานเดิมเป็นพระทำด้วยศิลาทรายสีแดงขนาดใหญ่ เมื่อทางวัดปฏิสังขรณ์พระอุโบสถก็เลยรื้อทิ้งด้วยชำรุดมาก แล้วก่อองค์พระขึ้นใหม่ ของเดิมจึงถูกทำลายไปอย่างน่าเสียดายมาก สันนิษฐานว่าคงจะเป็นพระรุ่นราวคราวเดียวกับวัดประเสริฐสุทธารวาส ด้วยวัสดุสร้างเป็นหินทรายสีแดงเหมือนกัน ขนาดก็ใหญ่เท่ากัน และยังเป็นวัดอยู่ใกล้กัน”

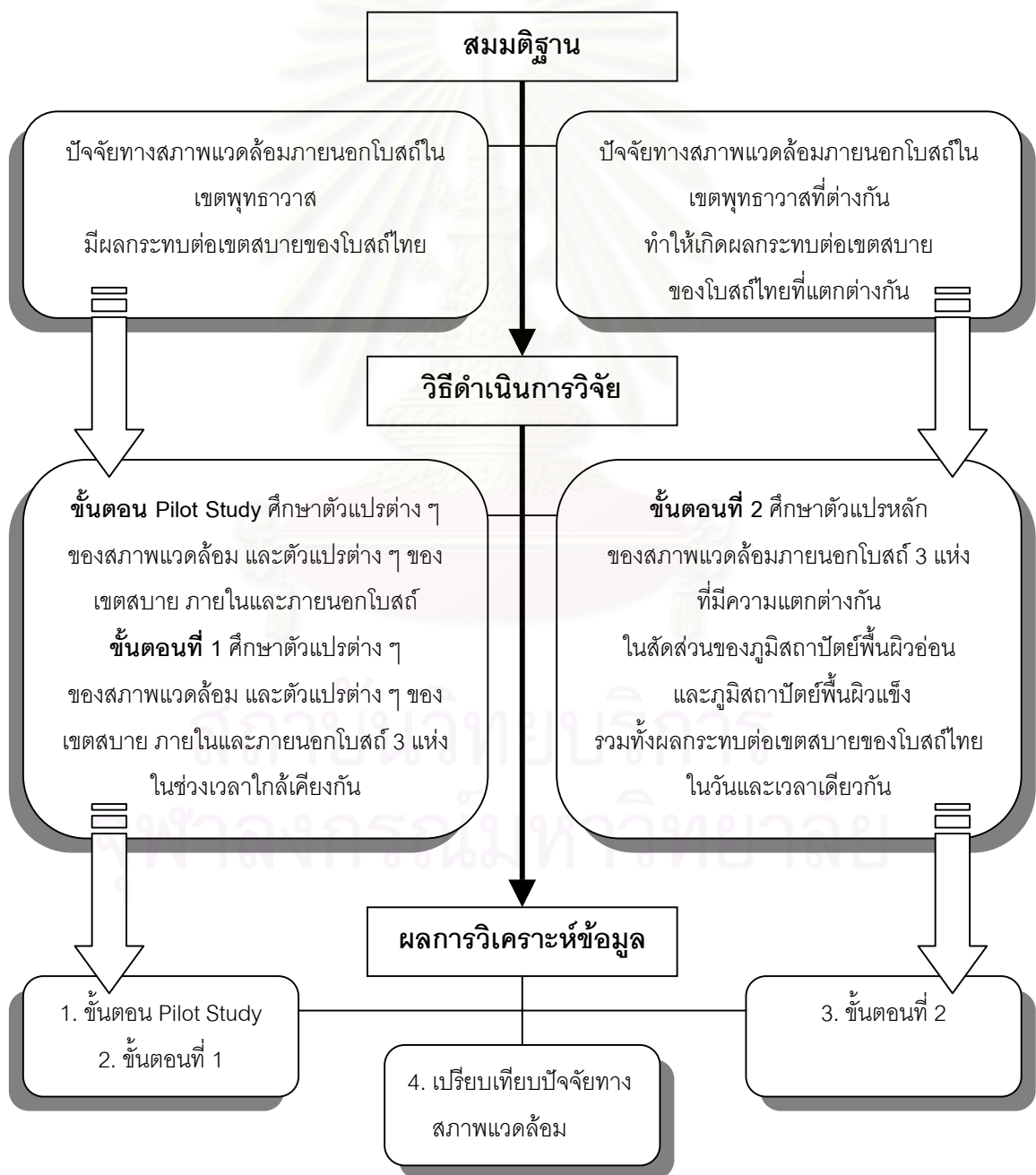


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย ดังแสดงในแผนภูมิ 5-1 ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอน Pilot Study
2. ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1
3. ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยทางสภาพแวดล้อม



แผนภูมิ 5-1 : แสดงการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอน Pilot Study วัดราชาธิวาสวิหาร

วิเคราะห์ข้อมูล : 19:00 น. วันที่ 27 กรกฎาคม 2543
 ถึง : 18:00 น. วันที่ 28 กรกฎาคม 2543
 สถานที่ : วัดราชาธิวาสวิหาร
 ผลการทดลอง : (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

5.1.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ที่ระดับเดียวกัน โดยมี ความสูงจากพื้น 2.0 เมตร พบว่า

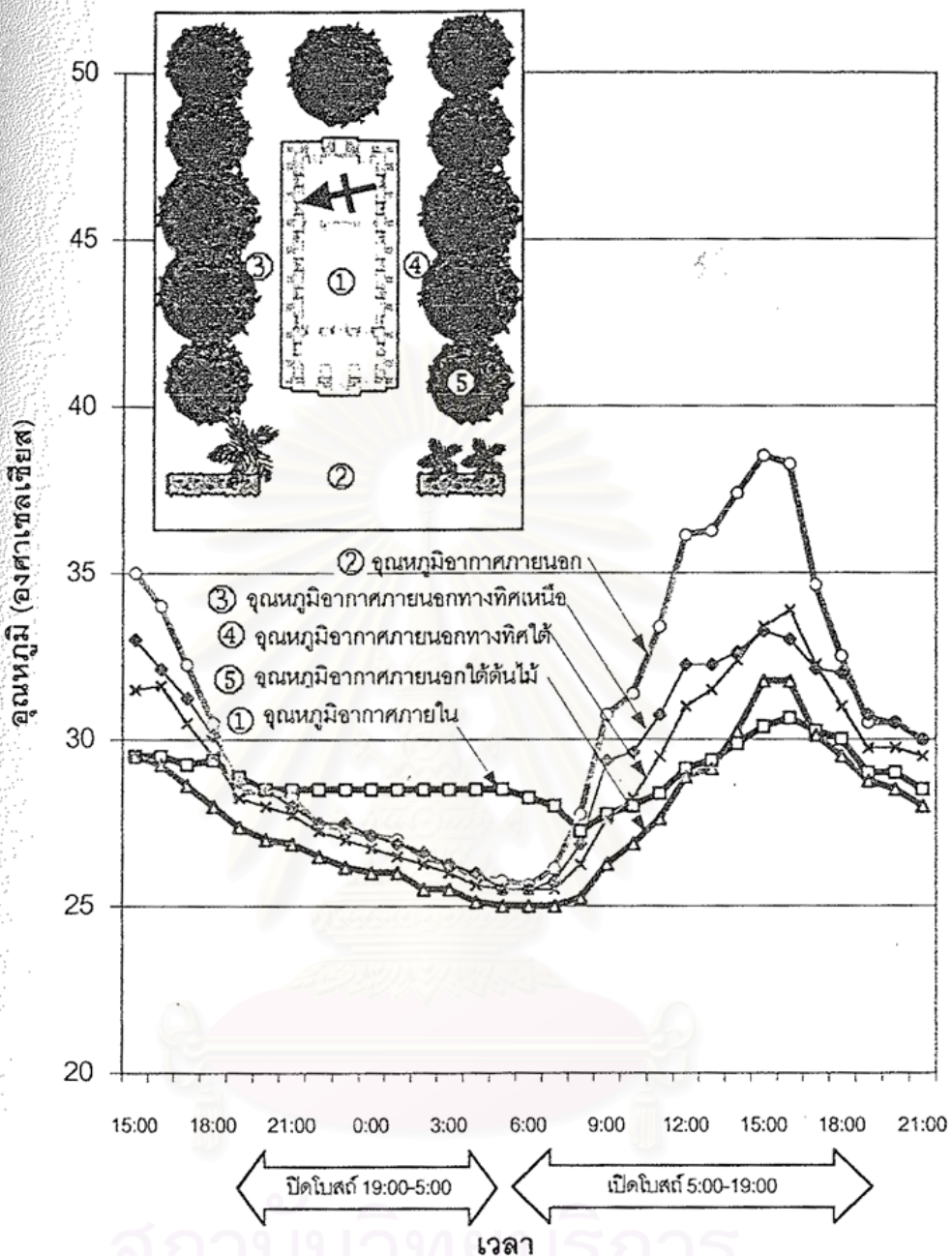
- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 27-31 °C ความแตกต่างของ อุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่า ประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศตะวันตก ซึ่งเป็นที่โล่งด้านหน้าโบสถ์ จะอยู่ในช่วง 26-39 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 13 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศเหนือ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้ จะอยู่ในช่วง 26-33 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 7 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศใต้ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้จะอยู่ ในช่วง 26-34 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 8 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ใต้ต้นไม้จะอยู่ในช่วง 25-32 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ใต้ต้นไม้มีค่าประมาณ 7 °C
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะคงที่ 28.5 °C ตั้งแต่เวลา 20:00 น. – 5:00 น. โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์

ทุกตำแหน่ง ขณะที่อุณหภูมิภายนอกโบสถ์ทุกตำแหน่ง จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลาประมาณ 6:00 น.

- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 5:00 น. พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในจะลดต่ำลงจนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่เย็นกว่า และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นในเวลากลางวัน อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ก็สูงขึ้นตาม โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ มีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลา 15:00 น. และภายนอกโบสถ์มีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลา 15:00 น. – 16:00 น.
- ความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำสุดกับอุณหภูมิสูงสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน โดยเริ่มตั้งแต่อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับอุณหภูมิภายใน พบว่ามีค่าประมาณ 11°C ขณะที่ความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำสุดกับอุณหภูมิสูงสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 3°C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์	30.63	16:00	27.25	8:00	28.80	29.08	28.51
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ทางทิศตะวันตก (ด้านหน้าโบสถ์)	38.50	15:00	25.63	6:00	30.30	33.58	27.01
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ทางทิศเหนือ (ด้านข้างโบสถ์)	33.25	15:00	25.50	6:00	28.92	30.82	27.01
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ทางทิศใต้ (ด้านข้างโบสถ์)	33.88	16:00	25.50	6:00	28.45	30.21	26.70
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ใต้ต้นไม้	31.75	15:00	25.00	6:00	27.27	28.53	26.00

ตาราง 5-1 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร



- ① —□— จุดhumidityอากาศภายใน
- ② —○— จุดhumidityอากาศภายนอก
- ③ —◇— จุดhumidityอากาศภายนอกทางทิศเหนือ
- ④ —*— จุดhumidityอากาศภายนอกทางทิศใต้
- ⑤ —▲— จุดhumidityอากาศภายนอกได้ต้นไม้

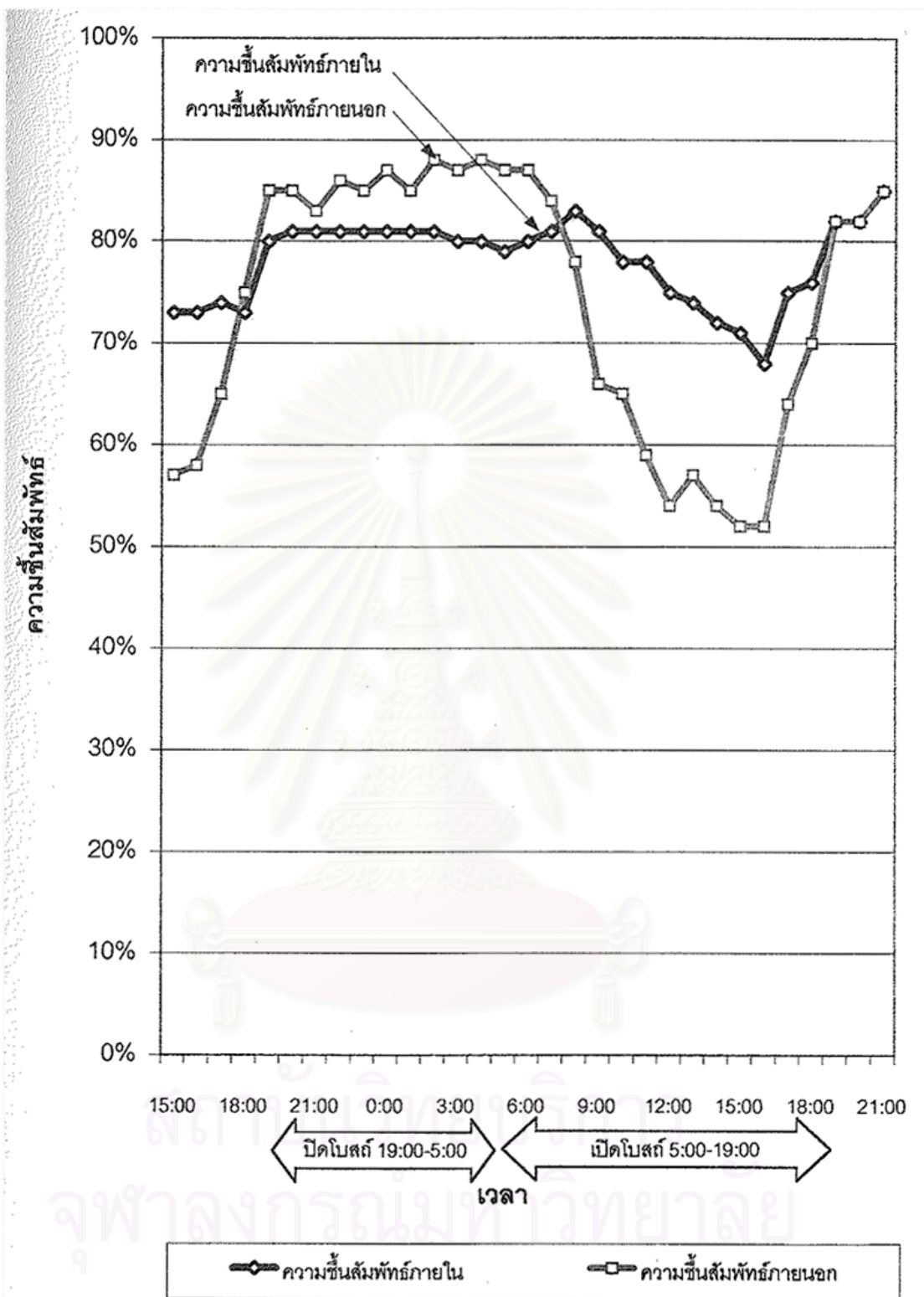
แผนภูมิ 5-2 : เปรียบเทียบจุดhumidityอากาศภายในและจุดhumidityอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

5.1.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 70%-80% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 10%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์จะอยู่ในช่วง 50%-90% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 40%
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะคงที่ 81% โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ที่มีค่าเฉลี่ย 86%
- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 5:00 น. พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในจะเพิ่มสูงขึ้นจนเท่ากับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่สูงกว่า และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกลดต่ำลงในเวลากลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ก็ลดต่ำลงตาม
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์สูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ตลอดเวลาเมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน ขณะที่เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์จะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์	81%	20:00 ถึง 2:00	71%	15:00	79%	76%	81%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์	88%	2:00 ถึง 4:00	52%	15:00 ถึง 16:00	75%	63%	86%

ตาราง 5-2 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร



แผนภูมิ 5-3 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543
วัดราชาธิวาสวิหาร

5.1.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่าง ๆ ภายใน และภายนอกโบสถ์

อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าใกล้เคียงกัน

- อุณหภูมิพื้นพรมจะอยู่ในช่วง 28-30 °C พื้นหินอ่อนจะอยู่ในช่วง 27-29 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นพรมและพื้นหินอ่อนมีค่าประมาณ 2 °C ผนังแกรนิตภายในทางทิศใต้จะอยู่ในช่วง 28-30 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิผนังแกรนิตมีค่าประมาณ 2 °C ผนังที่ผนังปูนภายนอกทางทิศใต้จะอยู่ในช่วง 27-31 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิผนังปูนมีค่าประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 28-29 °C

อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และมีค่าใกล้เคียงกันในเวลากลางคืน ขณะที่อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน

- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) พบว่า พื้นหินจะอยู่ในช่วง 28-48 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินมีค่าประมาณ 20 °C พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปจะอยู่ในช่วง 28-40 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมีค่าประมาณ 12 °C
- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) พบว่า พื้นหญ้าจะอยู่ในช่วง 25-32 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหญ้ามามีค่าประมาณ 7 °C ไม้พุ่มขนาดเล็กจะอยู่ในช่วง 25-33 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิไม้พุ่มขนาดเล็กมีค่าประมาณ 8 °C พื้นทรายจะอยู่ในช่วง 26-36 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นทรายมีค่าประมาณ 10 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายนอกโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 28-34 °C

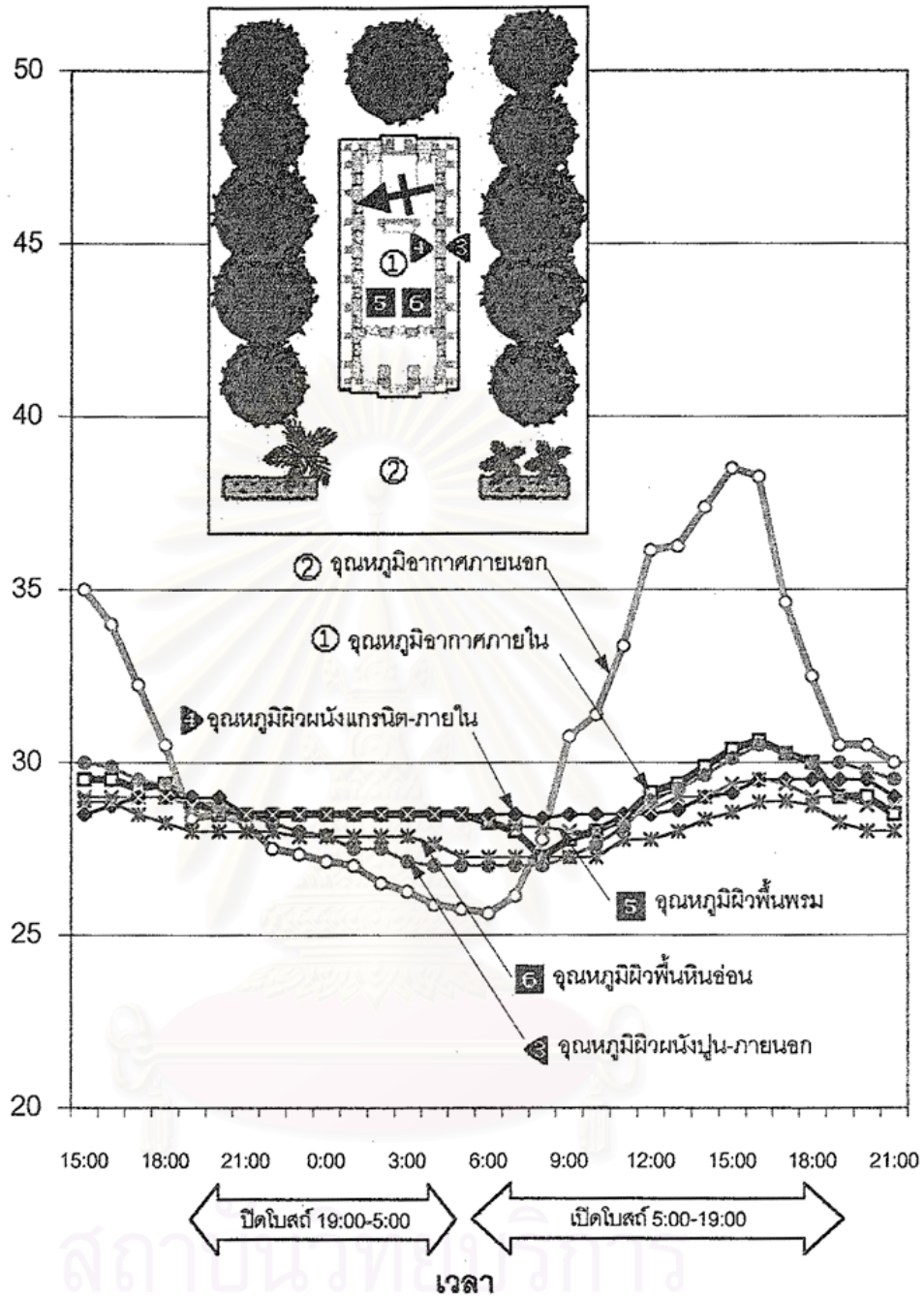
รายการ อุณหภูมิผิว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นหินอ่อน	28.88	17:00	27.25	5:00 ถึง 10:00	27.89	27.99	27.78
พื้นพรม	29.50	16:00	28.00	9:00 ถึง 10:00	28.60	28.71	28.50
ผนังแกรนิตภายใน	29.50	16:00 ถึง 20:00	28.38	8:00	28.71	28.84	28.58
ผนังปูนภายนอก	30.50	16:00	27.00	4:00 ถึง 8:00	28.30	28.80	27.79

ตาราง 5-3 : แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายใน รวมทั้งผนังภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

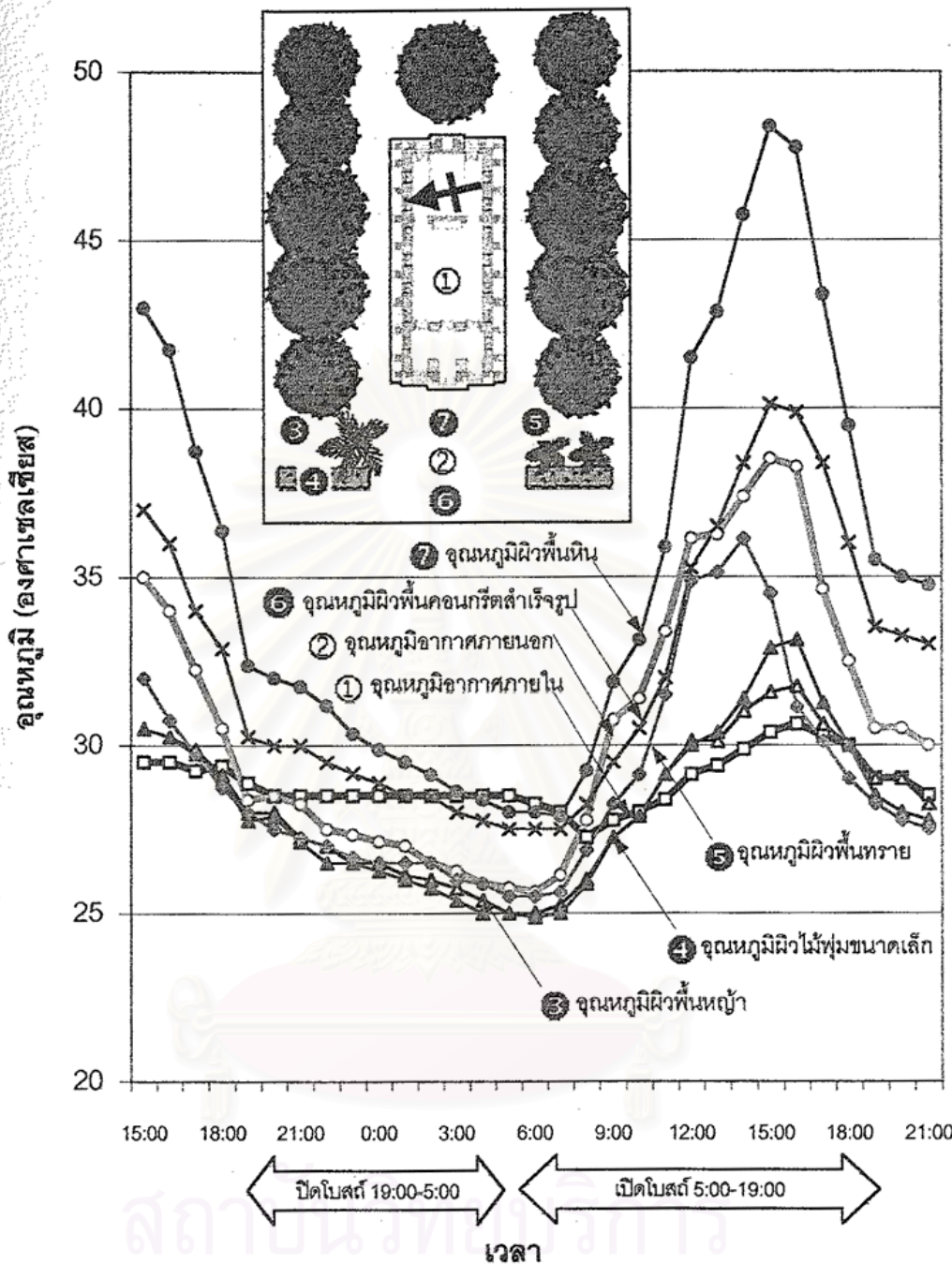
รายการ อุณหภูมิผิว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นหิน	48.38	15:00	27.88	7:00	34.43	38.93	29.93
พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	40.13	15:00	27.50	5:00 ถึง 7:00	31.57	34.35	28.80
พื้นหญ้า	31.75	16:00	25.00	5:00 ถึง 6:00	27.80	29.22	26.38
ไม้พุ่มขนาดเล็ก	33.13	16:00	24.88	6:00	27.84	29.51	26.17
พื้นทราย	36.13	14:00	25.50	5:00 ถึง 6:00	28.79	31.02	26.57

ตาราง 5-4 : แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



แผนภูมิ 5-4 : เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายใน รวมทั้งผนังภายนอกโบสถ์ กับอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร



แผนภูมิ 5-5 : เปรียบเทียบจุดหมุมิผิวภายนอกโบสถ์ กับจุดหมุมิอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

5.1.4 การเปรียบเทียบความเร็วลมภายใน และภายนอกโบสถ์

ค่าความเร็วลม (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก จ) ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 5:00 น. ไม่มีการบันทึกผลภายในโบสถ์ เนื่องจากปิดโบสถ์

- ความเร็วลมภายในโบสถ์ช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.1-0.3 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.2 m/s ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยในทิศทางต่าง ๆ
- ความเร็วลมภายนอกโบสถ์ช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.8-1.2 m/s โดยมีกระแสลมแปรปรวนในทิศทางต่าง ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.9 m/s
- ความเร็วลมภายนอกโบสถ์ช่วงเวลากลางคืนอยู่ในช่วงประมาณ 0-0.3 m/s โดยมีกระแสลมแปรปรวนในทิศทางต่าง ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.2 m/s

รายการความเร็วลม	ความเร็วลมภายใน (m/s)		ความเร็วลมภายนอก (m/s)	
	ค่าเฉลี่ยกลางวัน 7:00น. –18:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางคืน 19:00น. - 6:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางวัน 7:00น. –18:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางคืน 19:00น. - 6:00น.
- ทิศใต้ (S)	0.27	0.00	0.86	0.33
- ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0.23	0.00	1.06	0.29
- ทิศตะวันตก (W)	0.21	0.00	1.24	0.34
- ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.26	0.00	1.19	0.21
- ทิศเหนือ (N)	0.17	0.00	0.83	0.27
- ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.29	0.00	0.92	0.28
- ทิศตะวันออก (E)	0.31	0.00	1.18	0.27
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	0.20	0.00	0.93	0.12
- ทิศทางจากด้านบน (Up)	0.10	0.00	0.76	0.10
- ทิศทางจากด้านล่าง (Down)	0.10	0.00	0.53	0.06
รวม	0.22	0.00	0.93	0.23

ตาราง 5-5 : แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 27 – 28 กรกฎาคม 2543
วัดราชาธิวาสวิหาร

หมายเหตุ : ปิดโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 5:00 น.

5.1.5 การเปรียบเทียบเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์

จากผลการทดลอง (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $22^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 20% - 75%

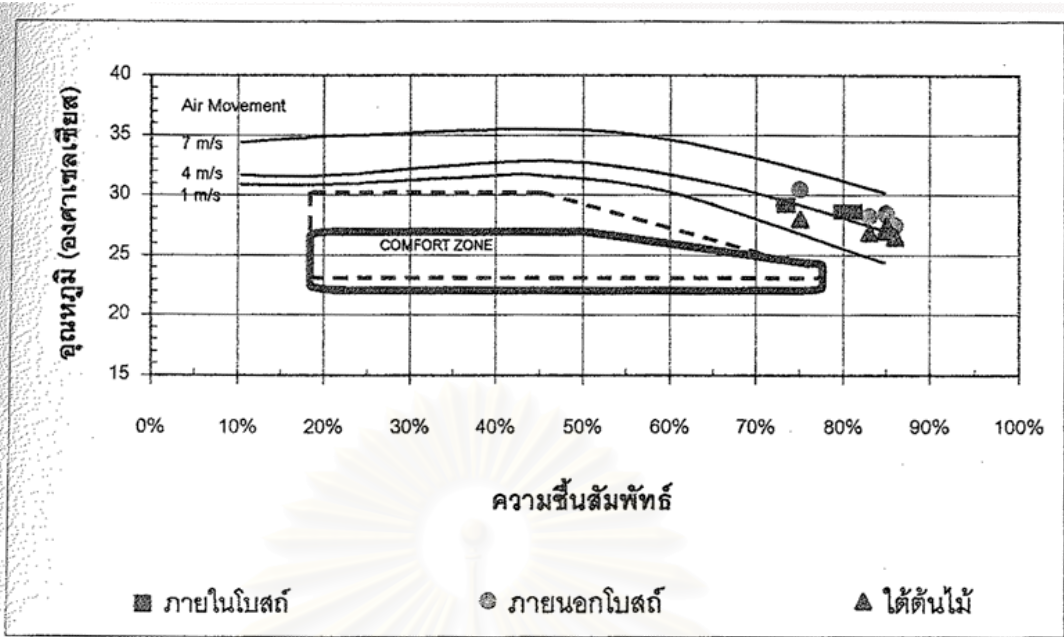
(Olgay: 1992) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. และในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ ภายนอกโบสถ์ และได้ต้นไม้จะอยู่นอกเขตสบายตลอดเวลา
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. และในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายตลอดเวลา แต่ได้ต้นไม้จะอยู่ใกล้ขอบเขตสบายมากที่สุด และเนื่องจากอิทธิพลความเร็วลมในเวลากลางวันมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1 m/s ทำให้ร่างกายจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในเขตสบายถ้าอยู่ในบริเวณใต้ต้นไม้ แต่ความเร็วลมยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ร่างกายจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในเขตสบายถ้าอยู่ในบริเวณนอกโบสถ์ซึ่งเป็นที่โล่งกลางแจ้ง

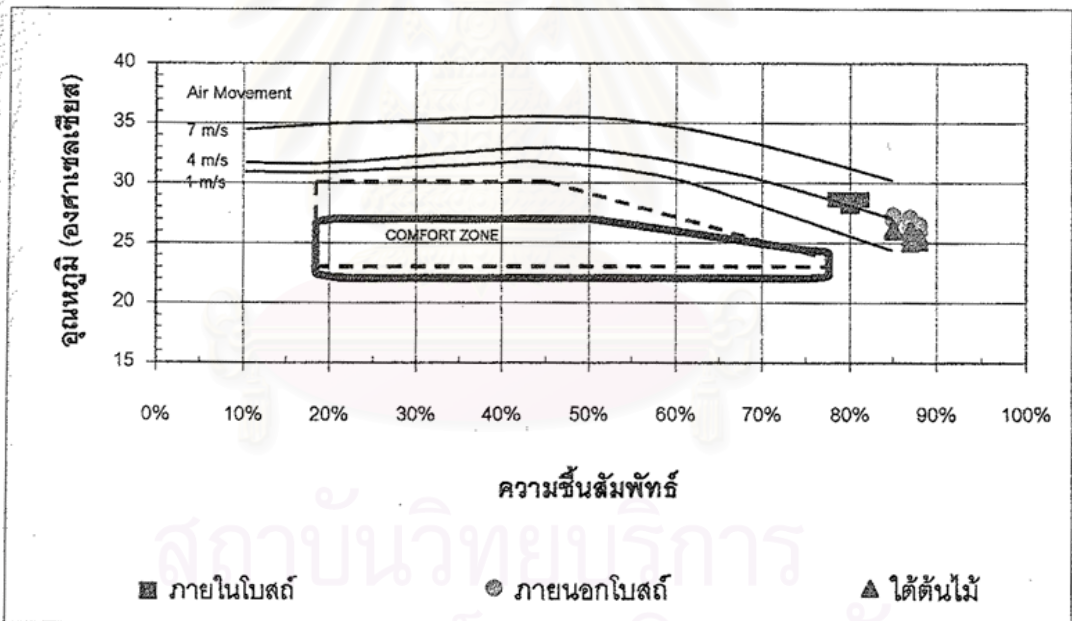
พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $23^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 18% - 77%

(Szokolay 1980 cited in Beer: 1998) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. และในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ ภายนอกโบสถ์ และได้ต้นไม้จะอยู่นอกเขตสบายตลอดเวลา
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. และในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายตลอดเวลา แต่ได้ต้นไม้จะอยู่ใกล้ขอบเขตสบายมากที่สุด และเนื่องจากอิทธิพลความเร็วลมในเวลากลางวันมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1 m/s ทำให้ร่างกายจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในเขตสบายถ้าอยู่ในบริเวณใต้ต้นไม้ แต่ความเร็วลมยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ร่างกายจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในเขตสบายถ้าอยู่ในบริเวณนอกโบสถ์ซึ่งเป็นที่โล่งกลางแจ้ง



แผนภูมิ 5-6 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. - 22:00 น.
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

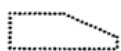


แผนภูมิ 5-7 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. - 6:00 น.
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

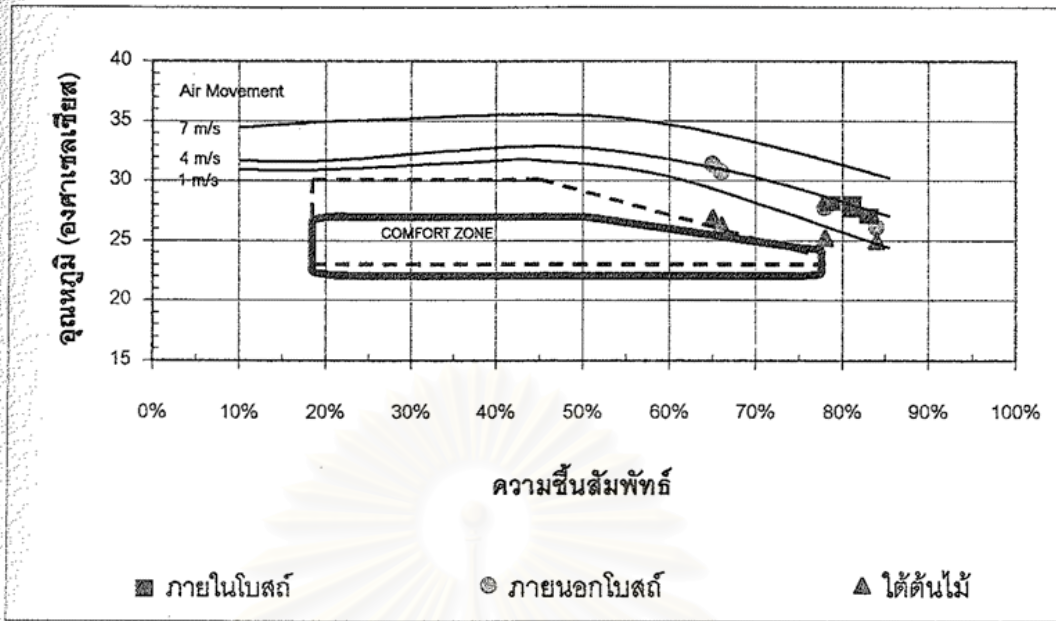
หมายเหตุ



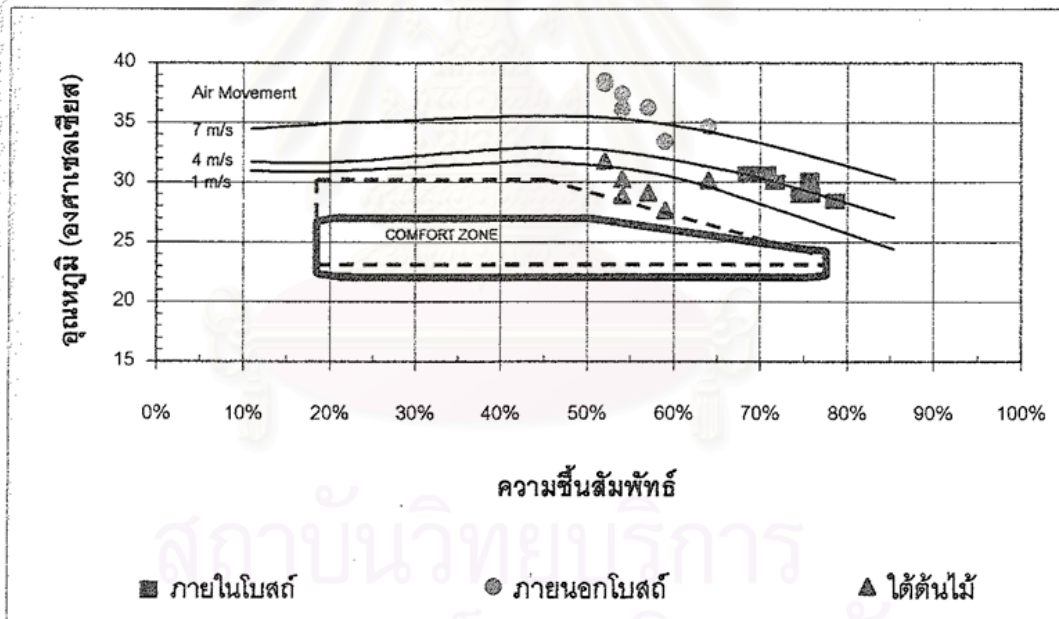
COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%



แผนภูมิ 5-8 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามีคั้งก่อนเที่ยง 7:00 น. - 10:00 น.
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร



แผนภูมิ 5-9 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. - 17:00 น.
ณ วันที่ 27 - 28 กรกฎาคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%

5.2 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดราชาธิวาสวิหาร

วิเคราะห์ข้อมูล : 19:00 น. วันที่ 16 มกราคม 2544
 ถึง : 18:00 น. วันที่ 17 มกราคม 2544
 สถานที่ : วัดราชาธิวาสวิหาร
 ผลการทดลอง : (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

5.2.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ที่ระดับเดียวกัน โดยมี ความสูงจากพื้น 2.0 เมตร พบว่า

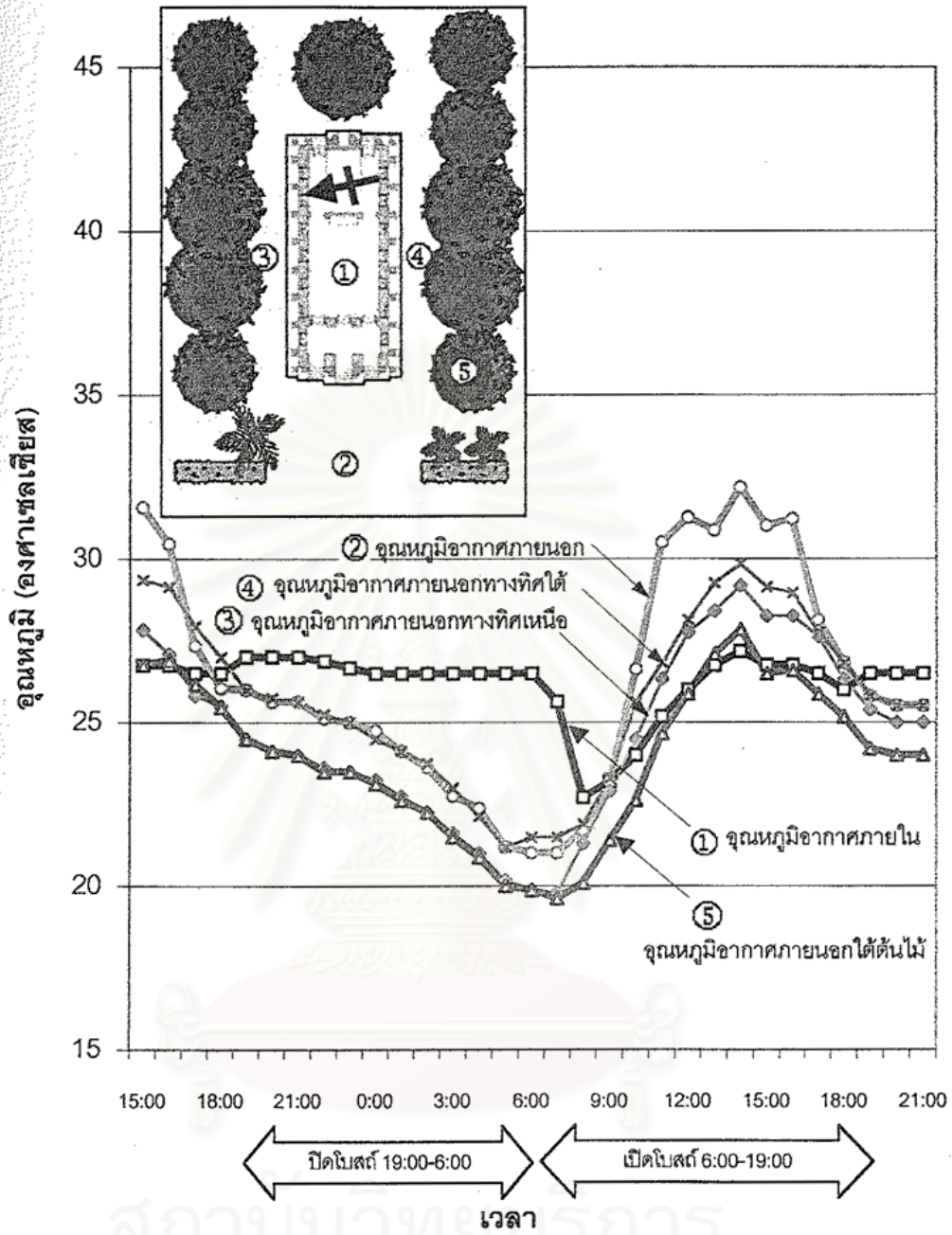
- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 23-27 °C ความแตกต่างของ อุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่า ประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศตะวันตก ซึ่งเป็นที่โล่งด้านหน้าโบสถ์ จะอยู่ในช่วง 21-32 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 11 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศเหนือ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้ จะอยู่ในช่วง 20-29 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 9 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศใต้ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้จะอยู่ ในช่วง 21-30 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 9 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ใต้ต้นไม้จะอยู่ในช่วง 20-28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ใต้ต้นไม้มีค่าประมาณ 8 °C
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะคงที่ 26.5 °C ตั้งแต่เวลา 0:00 น. – 6:00 น. โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์

ทุกตำแหน่ง ขณะที่อุณหภูมิภายนอกโบสถ์ทุกตำแหน่ง จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลาประมาณ 6:00 น. - 7:00 น.

- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 6:00 น. พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในจะลดต่ำลงจนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่เย็นกว่า และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นในเวลากลางวัน อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ก็สูงขึ้นตาม โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ มีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลา 14:00 น. และภายนอกโบสถ์มีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลา 14:00 น.
- ความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำสุดกับอุณหภูมิสูงสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน โดยเริ่มตั้งแต่อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับอุณหภูมิภายใน พบว่ามีค่าประมาณ 9°C ขณะที่ความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 4°C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์	27.17	14:00	22.70	8:00	26.11	25.55	26.67
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ทางทิศตะวันตก (ด้านหน้าโบสถ์)	32.17	14:00	21.00	6:00 ถึง 7:00	25.90	27.87	23.93
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ทางทิศเหนือ (ด้านข้างโบสถ์)	29.17	14:00	19.81	7:00	24.22	25.89	22.56
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศใต้ (ด้านข้างโบสถ์)	29.83	14:00	21.19	5:00	25.28	26.59	23.98
อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ใต้ต้นไม้	27.83	14:00	19.63	7:00	23.47	24.45	22.49

ตาราง 5-6 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร



- ① —□— อุณหภูมิอากาศภายใน
- ② —○— อุณหภูมิอากาศภายนอก
- ③ —◇— อุณหภูมิอากาศภายนอกทางทิศเหนือ
- ④ —×— อุณหภูมิอากาศภายนอกทางทิศใต้
- ⑤ —▲— อุณหภูมิอากาศภายนอกได้ต้นไม้

แผนภูมิ 5-10 : เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

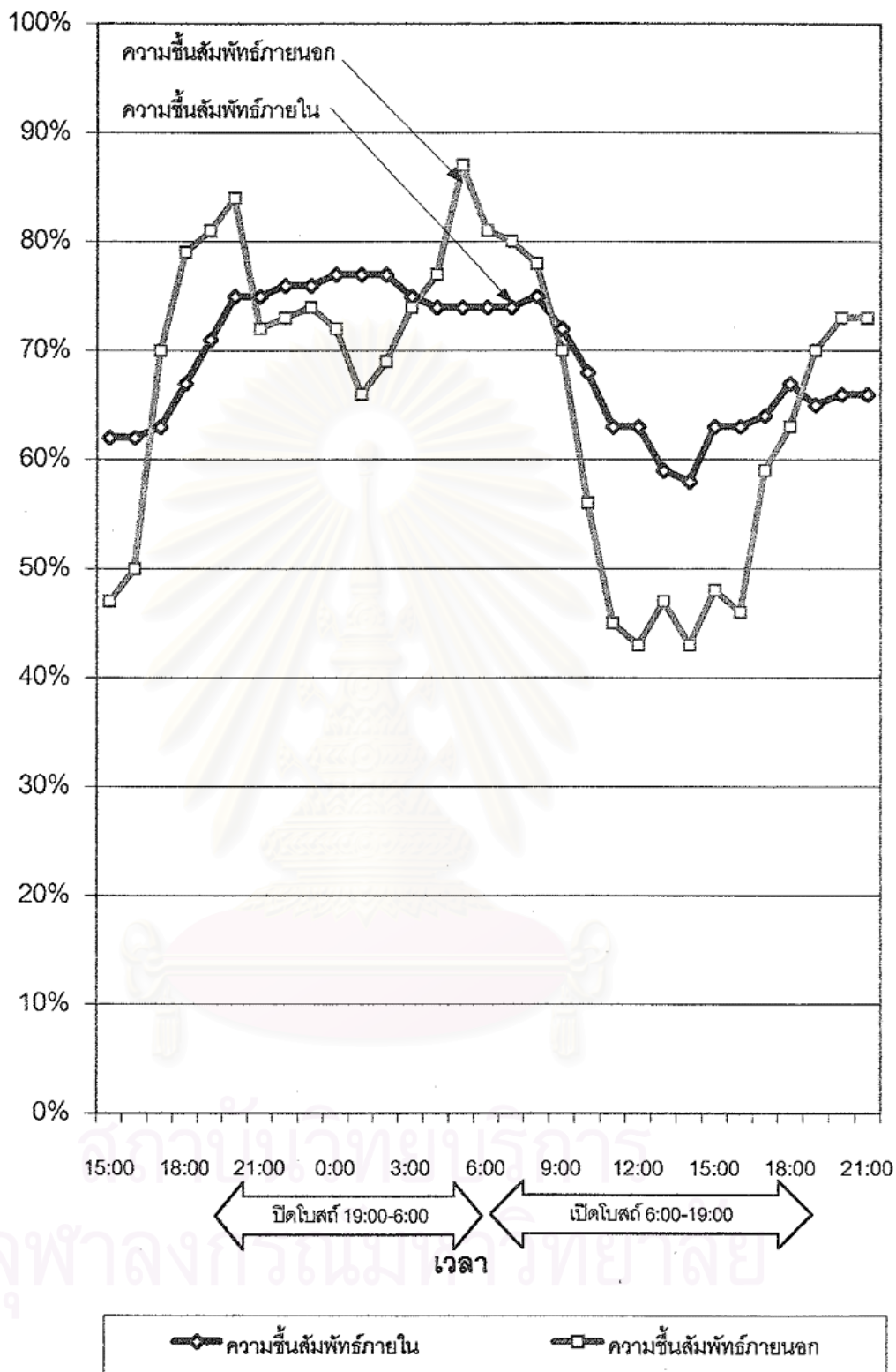
5.2.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 60%-80% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 20%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์จะอยู่ในช่วง 45%-90% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 45%
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะคงที่ประมาณ 75% - 77% โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะใกล้เคียงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ที่มีค่าเฉลี่ย 76%
- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 6:00 น. พบว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ก็ลดต่ำลงตาม โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ตลอดเวลา

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์	77%	0:00 ถึง 2:00	58%	14:00	70%	66%	75%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์	87%	5:00	43%	12:00 และ 14:00	66%	57%	76%

ตาราง 5-7 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

ความชื้นสัมพัทธ์



แผนภูมิ 5-11 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544
วัดวราธาราวิหาร

5.2.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่าง ๆ ภายใน และภายนอกโบสถ์

อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าใกล้เคียงกัน

- พื้นหินอ่อนจะอยู่ในช่วง 25-27 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 26 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินอ่อนมีค่าประมาณ 2 °C
- อุณหภูมิพื้นพรมจะอยู่ในช่วง 25-27 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 27 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นพรมมีค่าประมาณ 2 °C

อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และมีค่าใกล้เคียงกันในเวลากลางคืน ขณะที่อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน

- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) พบว่า พื้นหินจะอยู่ในช่วง 23-42 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินมีค่าประมาณ 19 °C ขณะที่พื้นหินในร่มเงาของอาคารและร่มไม้ทางทิศใต้จะอยู่ในช่วง 22-28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินในร่มเงามีค่าประมาณ 6 °C
- พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปจะอยู่ในช่วง 24-42 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมีค่าประมาณ 18 °C
- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) พบว่า พื้นหญ้าจะอยู่ในช่วง 20-35 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหญ้ามามีค่าประมาณ 15 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายนอกโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 25-30 °C

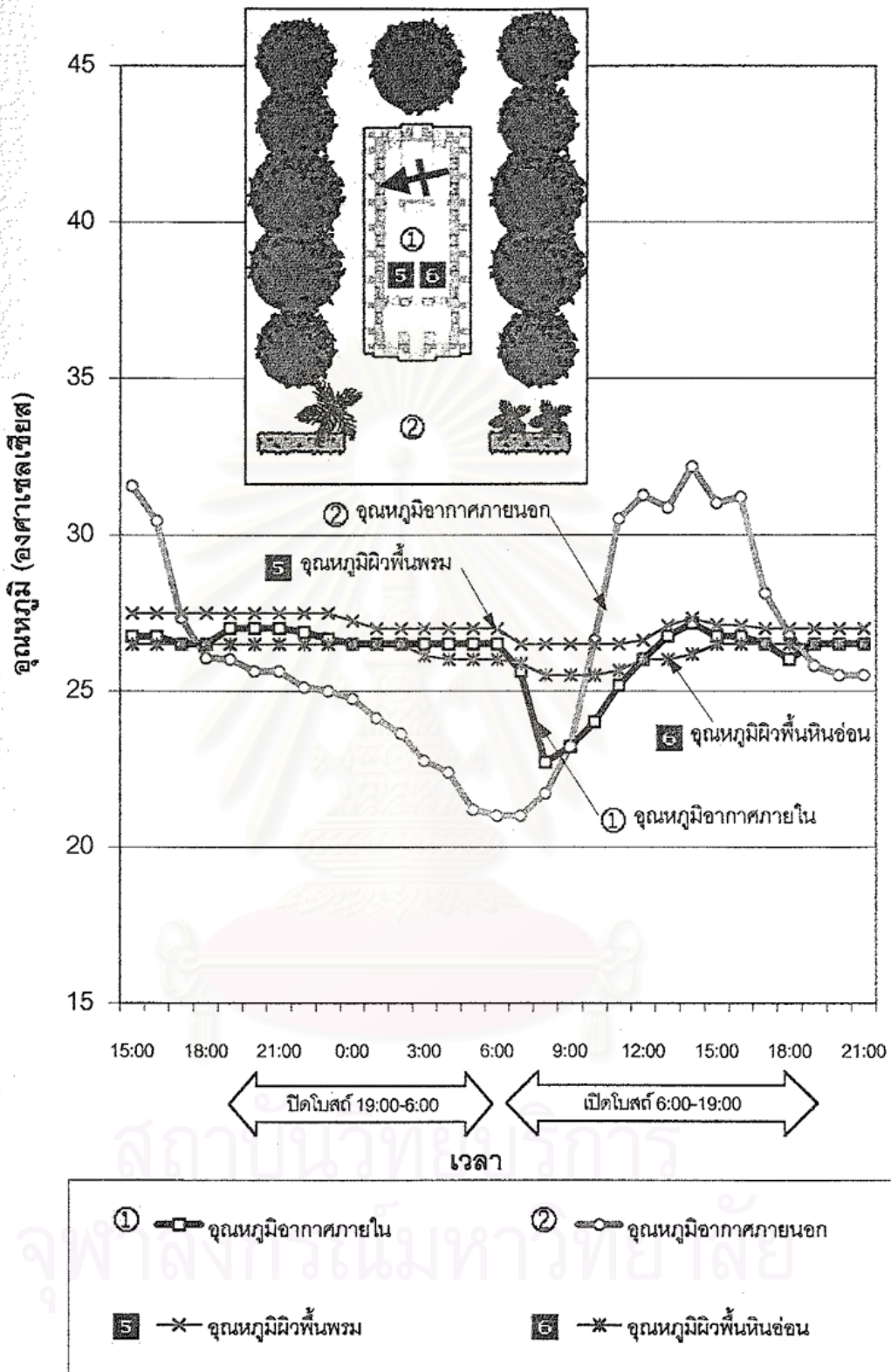
รายการ อุณหภูมิผิว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นหินอ่อน	26.50	15:00 ถึง 19:00	25.50	8:00 ถึง 10:00	26.18	26.02	26.34
พื้นพรม	27.33	14:00	25.00	8:00	27.02	26.82	27.23

ตาราง 5-8 : แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายในโบสถ์
ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

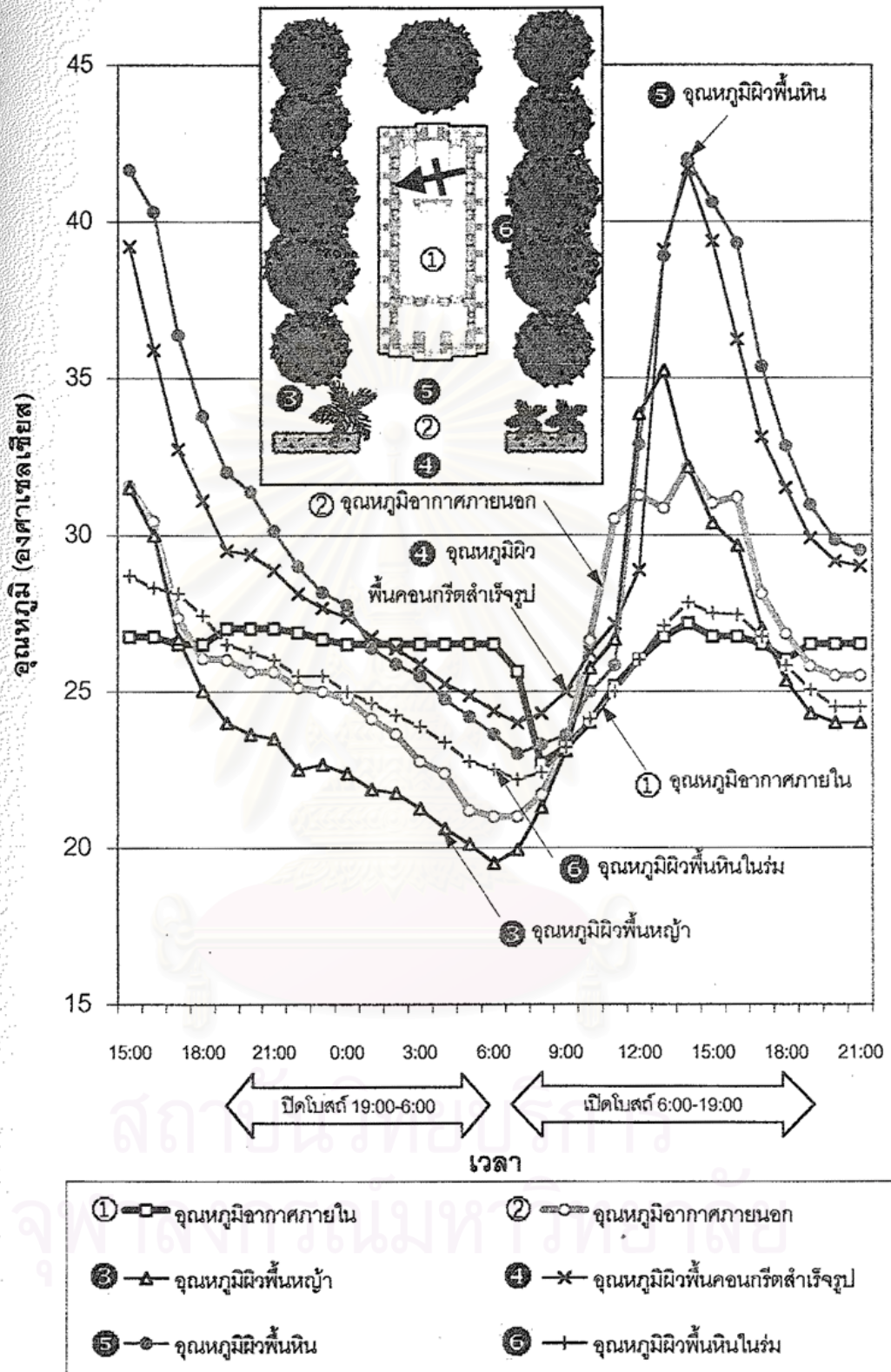
รายการ อุณหภูมิผิว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นหิน	42.00	14:00	23.00	7:00	29.64	31.89	27.39
พื้นหินในร่ม ทางทิศใต้	27.83	14:00	22.19	7:00	25.06	25.45	24.68
พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	41.67	14:00	24.00	7:00	29.21	31.38	27.03
พื้นหญ้า	35.25	13:00	19.50	6:00	24.76	27.53	21.98

ตาราง 5-9 : แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 5-12 : เปรียบเทียบจุด humidity ผิวภายใน กับจุด humidity อากาศภายใน และภายนอกโบบสต์ ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชธานีวชิราวุธ



แผนภูมิ 5-13 : เปรียบเทียบจุดหมุมิมิภายนอกโบสถ์ กับจุดหมุมิจากอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

5.2.4 ความเร็วลมภายในโบสถ์

ค่าความเร็วลม (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก จ) ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 6:00 น. ไม่มีการบันทึกผลภายในโบสถ์ เนื่องจากปิดโบสถ์

- ความเร็วลมภายในโบสถ์ช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.1-0.3 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.2 m/s ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยในทิศทางต่าง ๆ

รายการความเร็วลม	ความเร็วลมภายใน (m/s)	
	ค่าเฉลี่ยกลางวัน 7:00น. –18:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางคืน 19:00น. - 6:00น.
- ทิศใต้ (S)	0.33	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0.16	0.00
- ทิศตะวันตก (W)	0.08	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.31	0.00
- ทิศเหนือ (N)	0.33	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.24	0.00
- ทิศตะวันออก (E)	0.19	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	0.29	0.00
- ทิศทางจากด้านบน (Up)	0.11	0.00
- ทิศทางจากด้านล่าง (Down)	0.11	0.00
รวม	0.22	0.00

ตาราง 5-10 : แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์
ณ วันที่ 16 – 17 มกราคม 2543 วัดราชาธิวาสวิหาร

หมายเหตุ : ปิดโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 6:00 น.

5.2.5 การเปรียบเทียบเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์

จากผลการทดลอง (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $22^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 20% - 75%

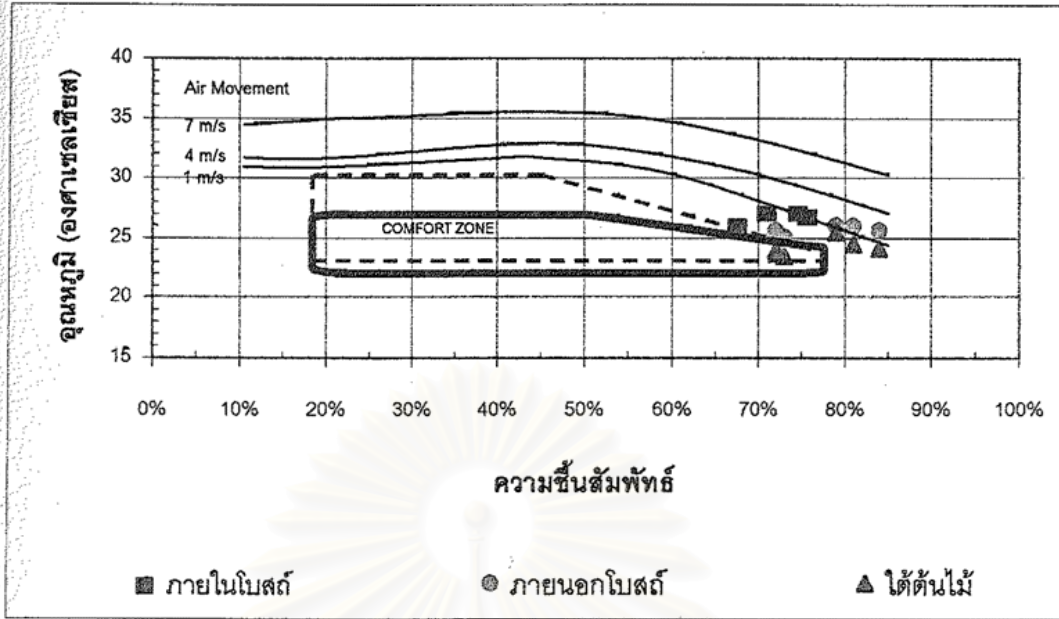
(Olgyay: 1992) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย แต่ได้ต้นไม้ที่อยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง ในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์และได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเพิ่มขึ้น
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์ รวมทั้งได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย

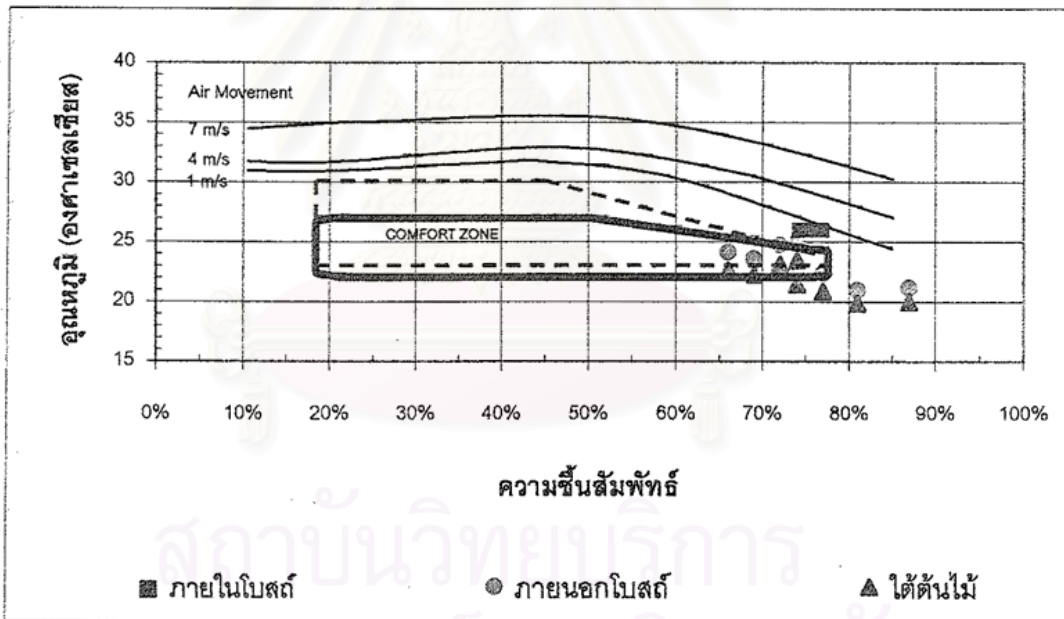
พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $23^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 18% - 77%

(Szokolay 1980 cited in Beer: 1998) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย แต่ได้ต้นไม้ที่อยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง ในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์และได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเพิ่มขึ้น
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์ รวมทั้งได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์และได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง



แผนภูมิ 5-14 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. - 22:00 น.
ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร



แผนภูมิ 5-15 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. - 6:00 น.
ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

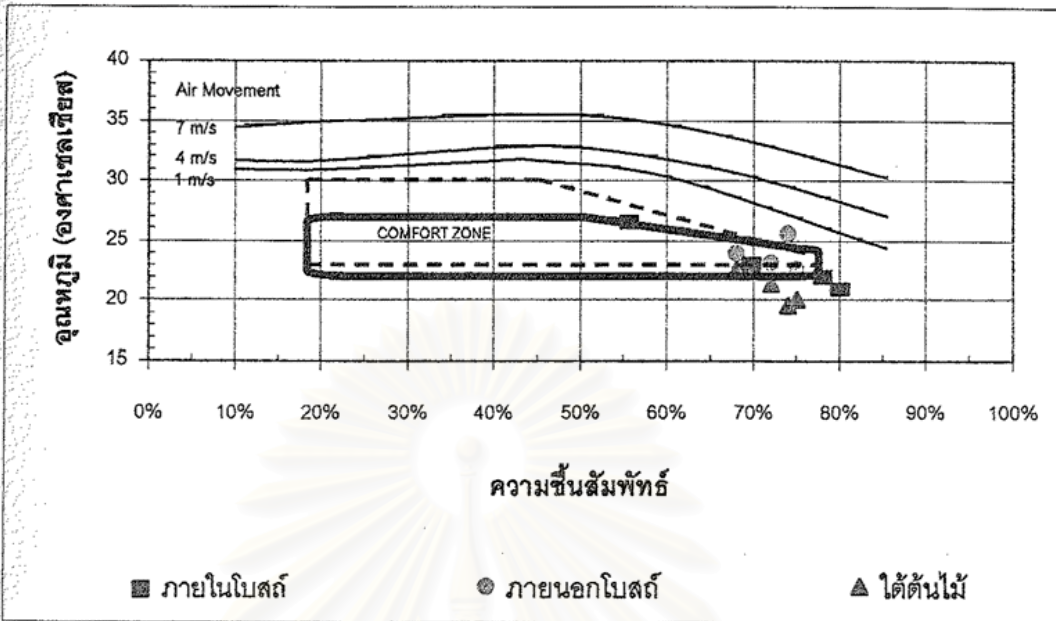
หมายเหตุ



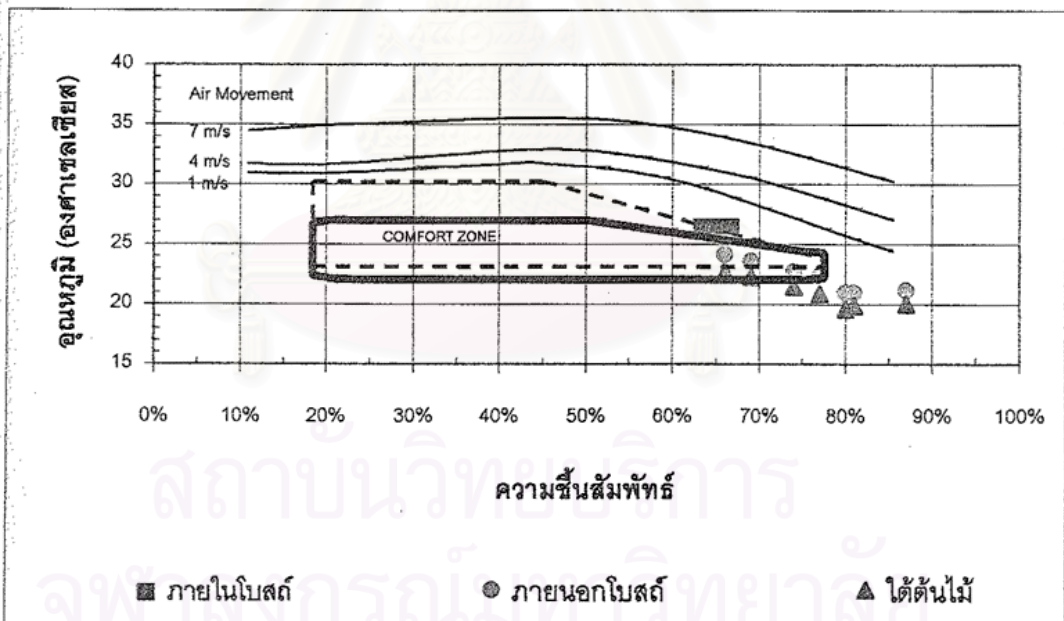
COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%



แผนภูมิ 5-16 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามีดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. - 10:00 น.
ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร



แผนภูมิ 5-17 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. - 17:00 น.
ณ วันที่ 16 - 17 มกราคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%

5.3 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดกำแพง

วิเคราะห์ข้อมูล : 19:00 น. วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2544
 ถึง : 18:00 น. วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2544
 สถานที่ : วัดกำแพง
 ผลการทดลอง : (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

5.3.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ที่ระดับเดียวกัน โดยมี
 ความสูงจากพื้น 2.0 เมตร พบว่า

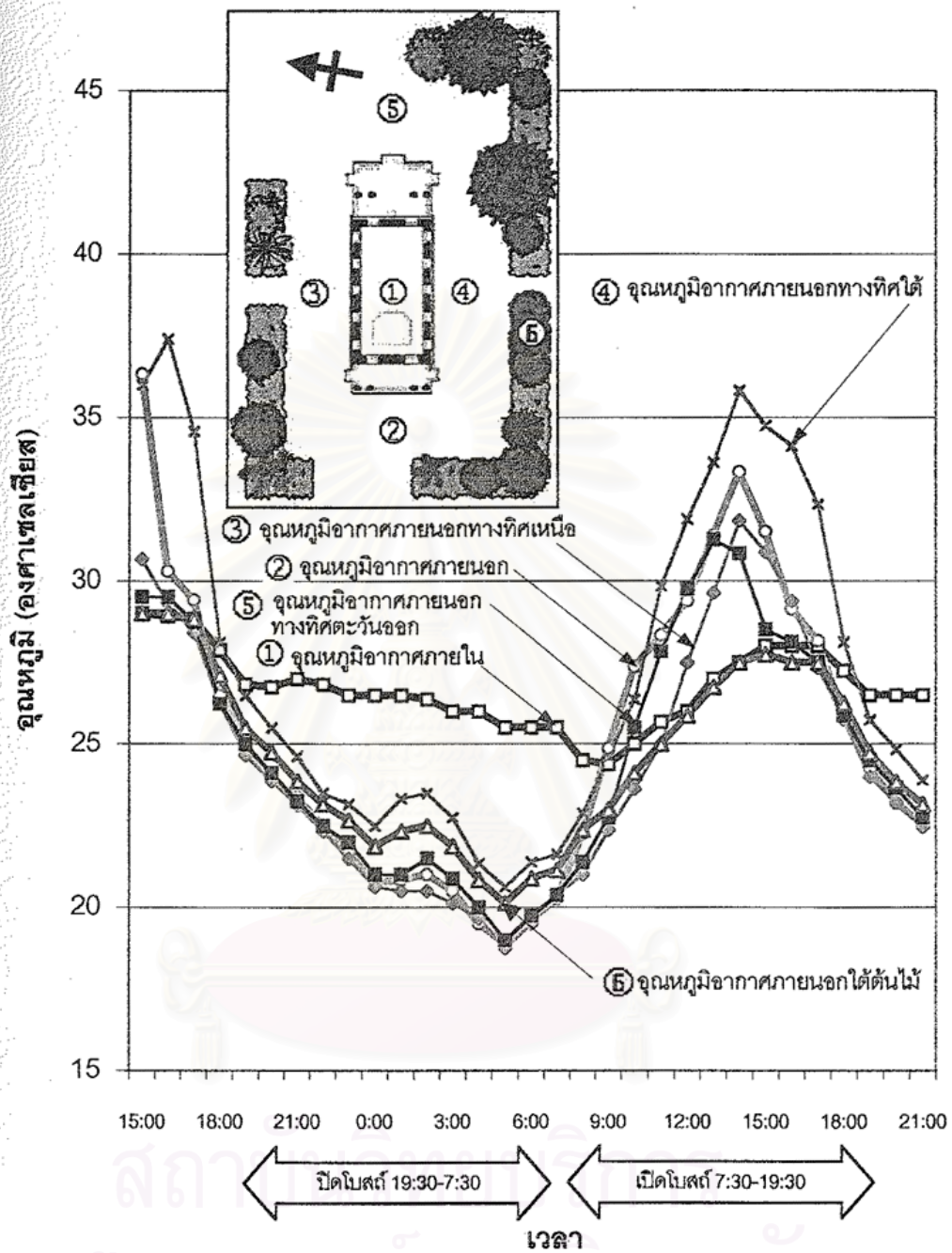
- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 24-28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นที่โล่งด้านหน้าโบสถ์จะอยู่ในช่วง 19-31 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 12 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศตะวันตก ซึ่งเป็นด้านหลังโบสถ์จะอยู่ในช่วง 19-33 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 14 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศเหนือ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้จะอยู่ในช่วง 19-32 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 13 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศใต้ ซึ่งอยู่ระหว่างโบสถ์กับต้นไม้จะอยู่ในช่วง 21-36 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 15 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ใต้ต้นไม้จะอยู่ในช่วง 20-28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ใต้ต้นไม้มีค่าประมาณ 8 °C

- เมื่อปิดโบลต์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:30 น. อุณหภูมิอากาศภายในโบลต์จะค่อนข้างคงที่ 26.5°C ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 1:00 น. โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบลต์จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบลต์ ทุกตำแหน่ง ขณะที่อุณหภูมิภายนอกโบลต์ทุกตำแหน่ง จะลดต่ำลงเรื่อย ๆ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลาประมาณ 5:00 น.
- เมื่อเปิดโบลต์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 7:30 น. พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในจะลดต่ำลงจนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่เย็นกว่า และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นในเวลากลางวัน อุณหภูมิอากาศภายในโบลต์ก็สูงขึ้นตาม โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบลต์ มีอุณหภูมิสูงสุดในเวลาประมาณ 15:00 น. - 17:00 น. และภายนอกโบลต์โดยเฉลี่ยมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 14:00 น.
- ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน โดยเริ่มตั้งแต่อุณหภูมิมีค่าเท่ากับอุณหภูมิภายใน พบว่ามีค่าประมาณ 8°C ขณะที่ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 4°C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
อุณหภูมิอากาศภายใน โบสถ์	28.00	15:00 ถึง 17:00	24.38	9:00	26.38	26.40	26.36
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทางทิศตะวันตก (ด้านหลังโบสถ์)	33.33	14:00	18.88	5:00	24.56	27.65	21.47
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทางทิศตะวันออก (ด้านหน้าโบสถ์)	31.25	13:00	19.00	5:00	24.15	26.64	21.67
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทางทิศเหนือ (ด้านข้างโบสถ์)	31.83	14:00	18.75	5:00	23.74	26.22	21.26
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ทางทิศใต้ (ด้านข้างโบสถ์)	35.83	14:00	20.63	5:00	26.45	29.67	23.23
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ใต้ต้นไม้	27.75	15:00	20.13	5:00	23.96	25.40	22.53

ตาราง 5-11 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



- ① จุดhumidityอากาศภายใน
- ② จุดhumidityอากาศภายนอก
- ③ จุดhumidityอากาศภายนอกทางทิศเหนือ
- ④ จุดhumidityอากาศภายนอกทางทิศใต้
- ⑤ จุดhumidityอากาศภายนอกทางทิศตะวันออก
- ⑥ จุดhumidityอากาศภายนอกใต้ต้นไม้

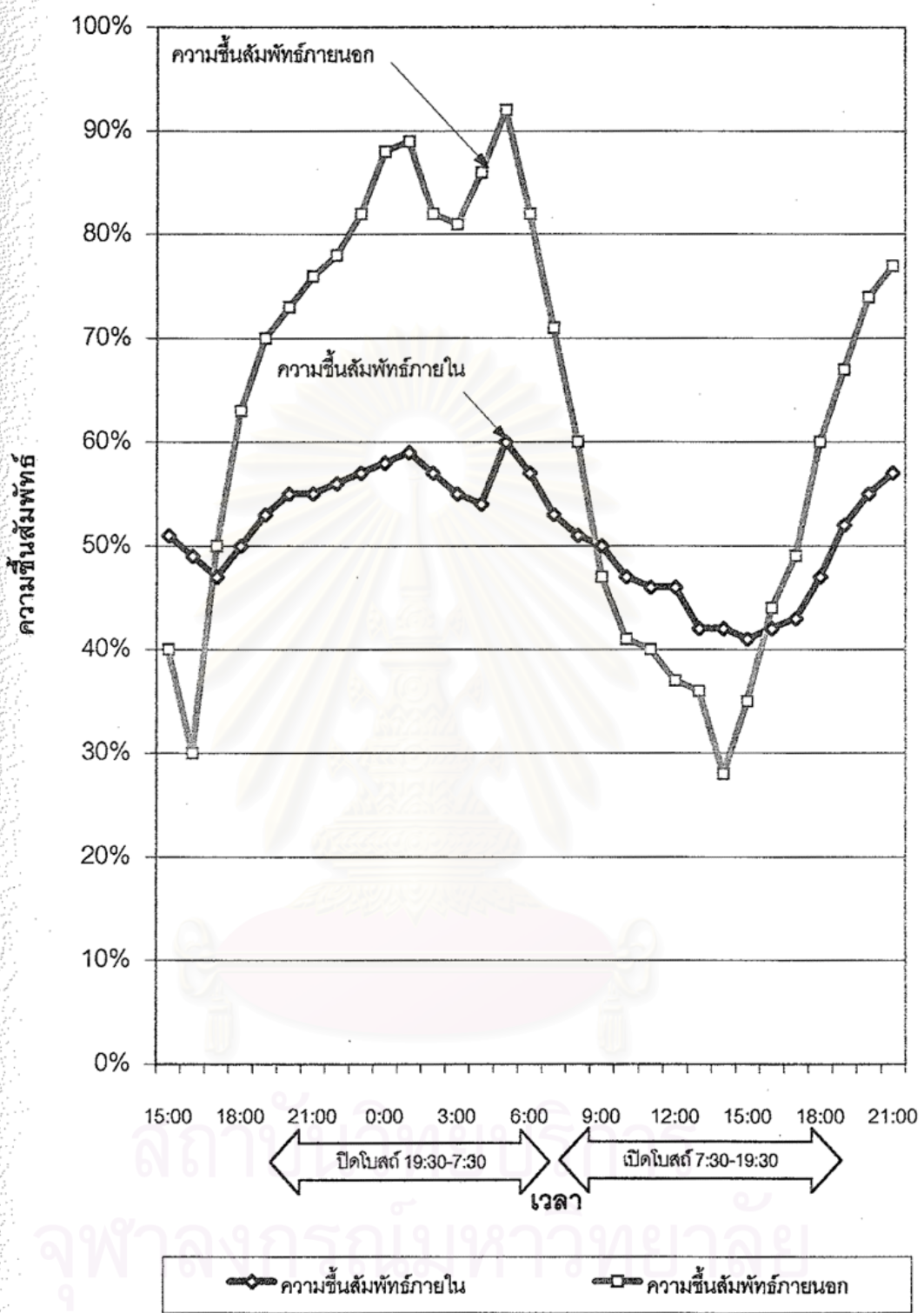
แผนภูมิ 5-18 : เปรียบเทียบจุดhumidityอากาศภายในและจุดhumidityอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

5.3.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 40%-60% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 20%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์จะอยู่ในช่วง 30%-90% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 60%
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:30 น. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วงประมาณ 50% - 60% โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ที่มีค่าเฉลี่ยในเวลากลางคืนประมาณ 80%
- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 7:30 น. พบว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ก็ลดต่ำลงตาม โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ตลอดเวลา

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์	60%	5:00	41%	15:00	51%	46%	56%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์	92%	5:00	28%	14:00	64%	46%	82%

ตาราง 5-12 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง



แผนภูมิ 5-19 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544
วัดกำแพง

5.3.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่าง ๆ ภายใน และภายนอกโบสถ์

อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าใกล้เคียงกัน

- พื้นหินอ่อนจะอยู่ในช่วง 25-27 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 26 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินอ่อนมีค่าประมาณ 2 °C
- อุณหภูมิพื้นพรมจะอยู่ในช่วง 26-27 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 27 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นพรมมีค่าประมาณ 1 °C
- อุณหภูมิผนังปูน-ภายในจะอยู่ในช่วง 24-27 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิผนังปูน-ภายในมีค่าประมาณ 3 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 25-26 °C

อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และมีค่าใกล้เคียงกันในเวลากลางคืน ขณะที่อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน

- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) พบว่า พื้นคอนกรีตจะอยู่ในช่วง 22-39 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตมีค่าประมาณ 17 °C
- พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปจะอยู่ในช่วง 23-38 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมีค่าประมาณ 15 °C

- พื้นหินขัดจะอยู่ในช่วง 24-41 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินขัดมีค่าประมาณ 17 °C
- พื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศใต้จะอยู่ในช่วง 24-46 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศใต้มีค่าประมาณ 22 °C ขณะที่พื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศเหนือในร่มเงาของอาคารจะอยู่ในช่วง 20-29 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศเหนือมีค่าประมาณ 9 °C
- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (Softscape) พบว่า ไม้พุ่มขนาดเล็กจะอยู่ในช่วง 21-31 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหญ้ามีค่าประมาณ 10 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายนอกโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 24-31 °C

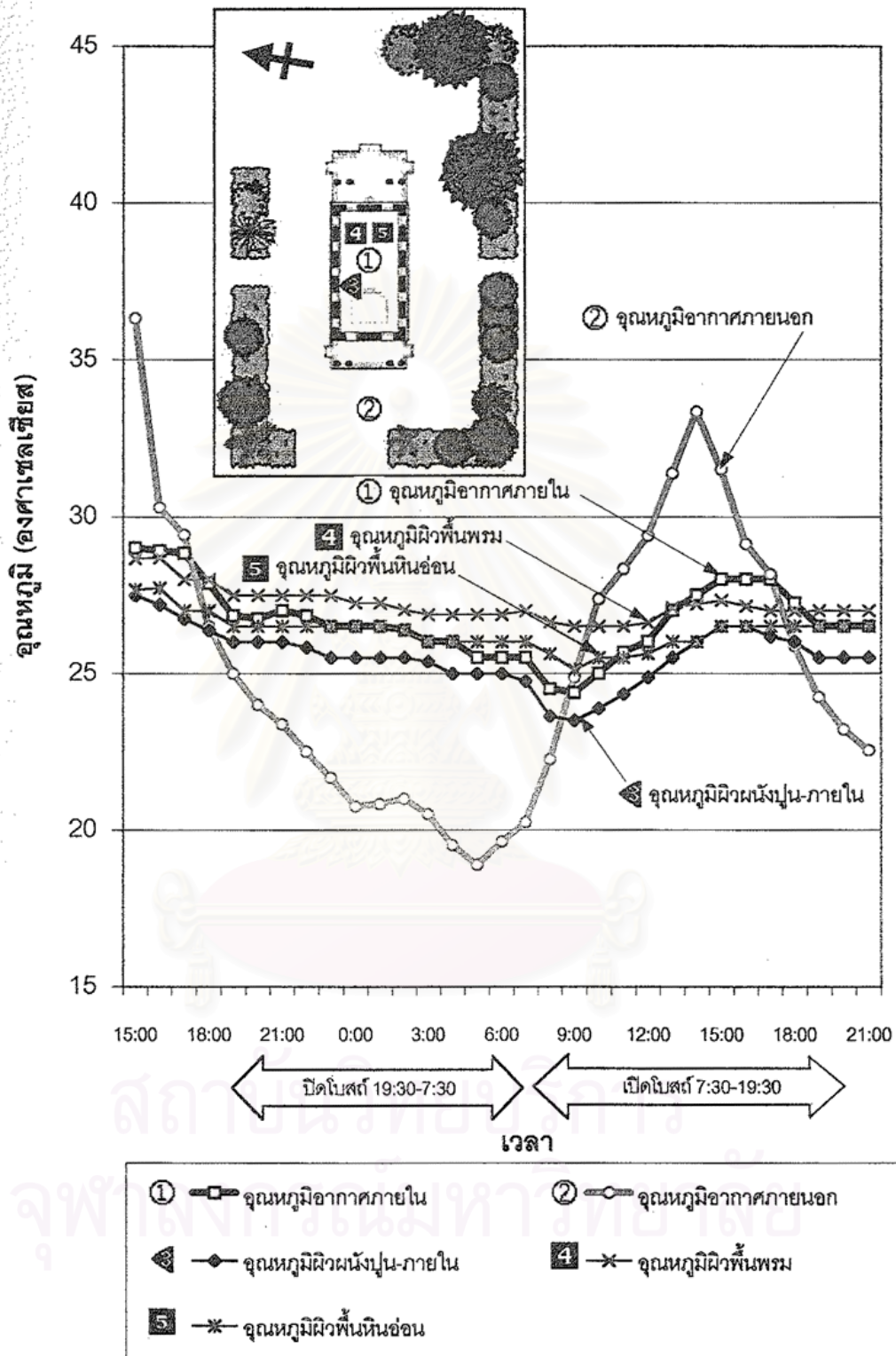
รายการ อุณหภูมิผิว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน	
พื้นหินอ่อน	26.50	15:00 ถึง 19:00	25.13	9:00	26.14	25.95	26.32
พื้นพรม	27.33	15:00	26.50	9:00 ถึง 11:00	27.04	26.88	27.21
ผนังปูนภายใน	26.50	15:00 ถึง 16:00	23.50	9:00	25.33	25.14	25.52

ตาราง 5-13 : แสดงค่าอุณหภูมิผิวสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวภายในโบสถ์
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

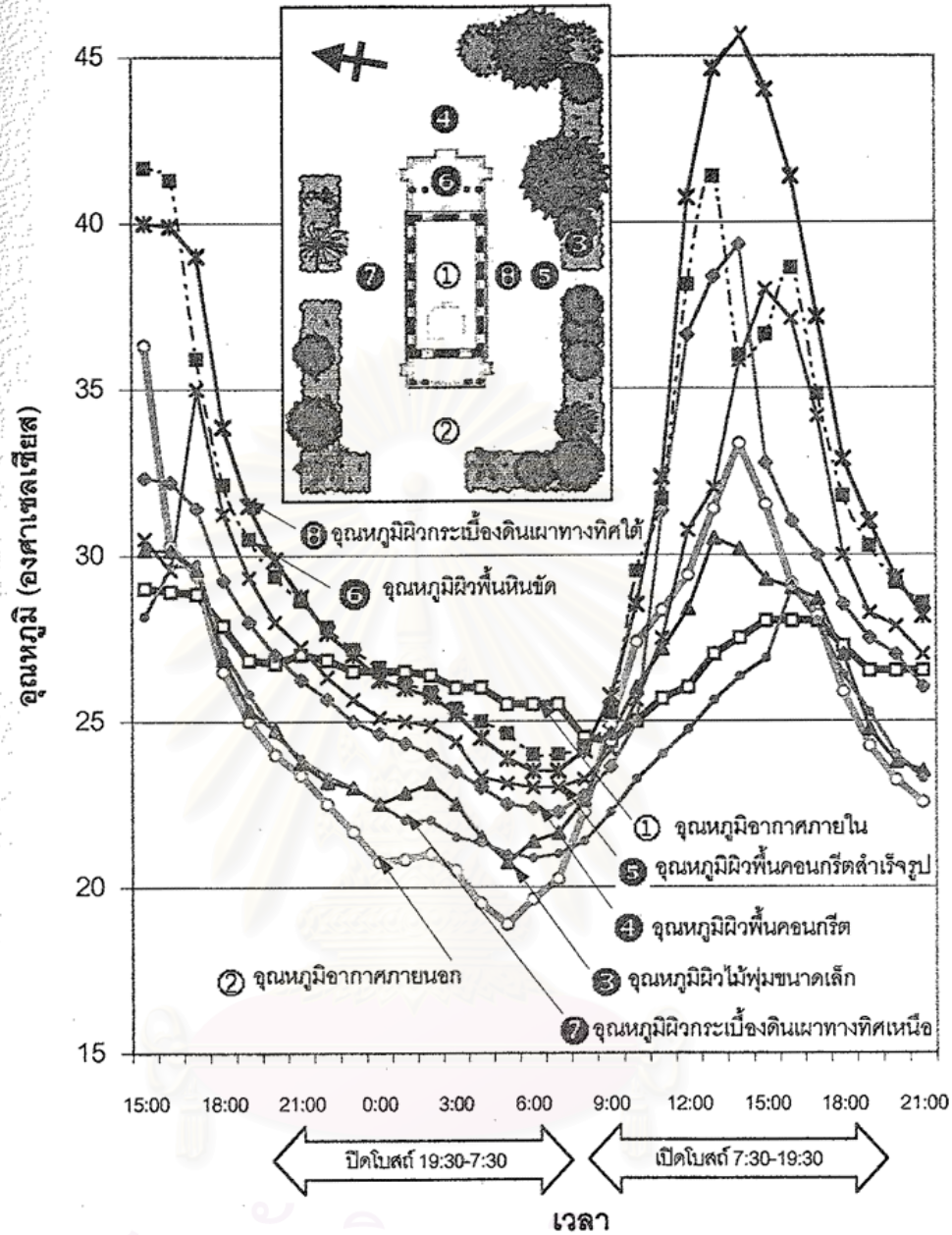
รายการ อุณหภูมิมิ่ว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
ไม้พุ่มขนาดเล็ก	30.50	13:00	20.75	5:00	24.98	27.08	22.88
พื้้นคอนกรีต	39.33	14:00	22.25	7:00	27.41	30.13	24.69
พื้้นคอนกรีตสำเร็จรูป	38.00	15:00	23.00	6:00 ถึง 7:00	27.78	30.11	25.45
พื้้นหินขัด	41.38	13:00	24.00	6:00 ถึง 7:00	29.72	32.67	26.76
พื้้นกระเบื้องดินเผา ทางทิศเหนือ	29.00	16:00	20.88	6:00	23.78	24.90	22.66
พื้้นกระเบื้องดินเผา ทางทิศใต้	45.67	14:00	23.50	6:00 ถึง 7:00	30.86	35.06	26.66

ตาราง 5-14 : แสดงค่าอุณหภูมิมิ่วสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมิ่วภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 5-20 : เปรียบเทียบจุดhumidityผิวภายใน กับจุดhumidityอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง



- | | | | |
|---|---|---|---|
| ① | จุดhumidityอากาศภายใน | ② | จุดhumidityอากาศภายนอก |
| ③ | จุดhumidityไม้พุ่มขนาดเล็ก | ④ | จุดhumidityพื้นคอนกรีต |
| ⑤ | จุดhumidityพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป | ⑥ | จุดhumidityพื้นหินขัด |
| ⑦ | จุดhumidityพื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศเหนือ | ⑧ | จุดhumidityพื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศใต้ |

แผนภูมิ 5-21 : เปรียบเทียบจุดhumidityภายนอกโบสถ์ กับจุดhumidityอากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

5.3.4 ความเร็วลมภายในโบสถ์

ค่าความเร็วลม (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก จ) ในช่วงเวลากลางคืน 19:30 น. – 7:30 น. ไม่มีการบันทึกผลภายในโบสถ์ เนื่องจากปิดโบสถ์

- ความเร็วลมภายในโบสถ์ช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.2-1.0 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.5 m/s ความเร็วลมสูงสุดโดยเฉลี่ยเป็นลมที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

รายการความเร็วลม	ความเร็วลมภายใน (m/s)	
	ค่าเฉลี่ยกลางวัน 7:00น. –18:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางคืน 19:00น. - 6:00น.
- ทิศใต้ (S)	0.51	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0.54	0.00
- ทิศตะวันตก (W)	0.47	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.42	0.00
- ทิศเหนือ (N)	0.55	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.95	0.00
- ทิศตะวันออก (E)	0.65	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	0.43	0.00
- ทิศทางจากด้านบน (Up)	0.28	0.00
- ทิศทางจากด้านล่าง (Down)	0.20	0.00
รวม	0.50	0.00

ตาราง 5-15 : แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดกำแพง

หมายเหตุ : ปิดโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืน 19:30 น. – 7:30 น.

5.3.5 การเปรียบเทียบเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์

จากผลการทดลอง (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ 22°C - 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 20% - 75%

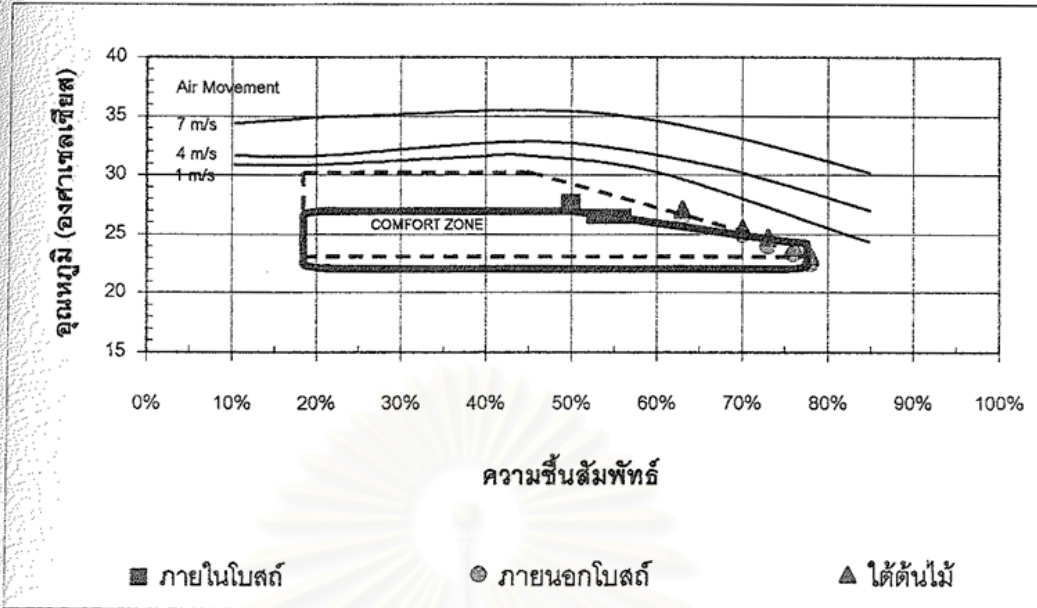
(Olgay: 1992) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ ภายนอกโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่ใกล้เขตสบาย ในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์และได้ต้นไม้จะอยู่นอกเขตสบาย
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์ รวมทั้งได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบาย เป็นส่วนใหญ่ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง บริเวณภายนอกโบสถ์อยู่นอกเขตสบาย

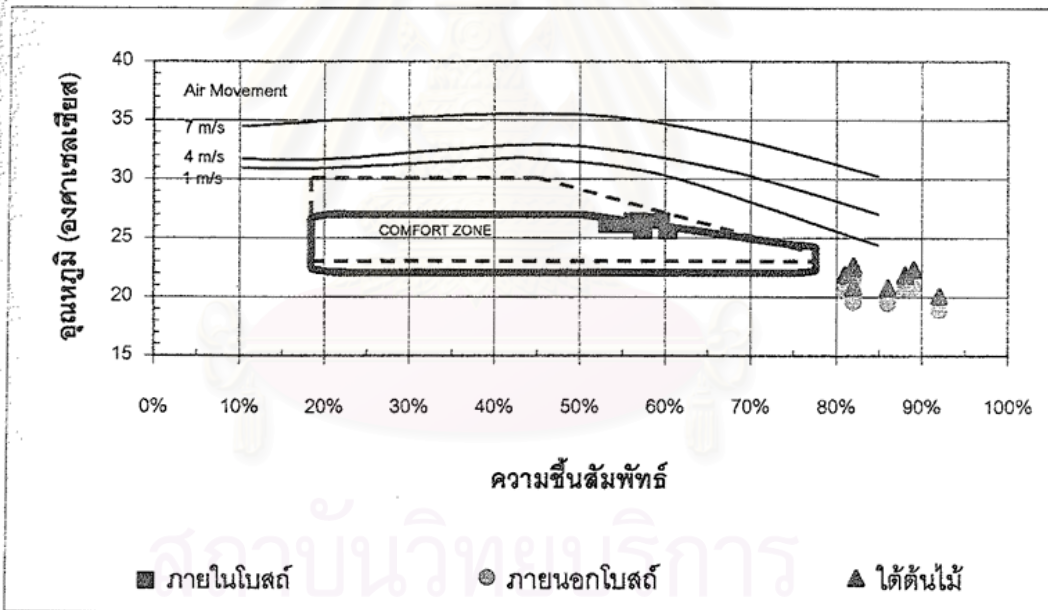
พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ 23°C - 30°C และความชื้นสัมพัทธ์ 18% - 77%

(Szokolay 1980 cited in Beer: 1998) พบว่า

- เวลากลางคืน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ ภายนอกโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย ในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์และได้ต้นไม้จะอยู่นอกเขตสบาย
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย ส่วนภายนอกโบสถ์ และได้ต้นไม้จะอยู่ในเขตสบายเป็นส่วนใหญ่ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์และได้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์จะอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง



แผนภูมิ 5-22 : แสดงจุดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. - 22:00 น.
ณ วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดท่าแพง

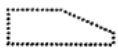


แผนภูมิ 5-23 : แสดงจุดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. - 6:00 น.
ณ วันที่ 15 - 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดท่าแพง

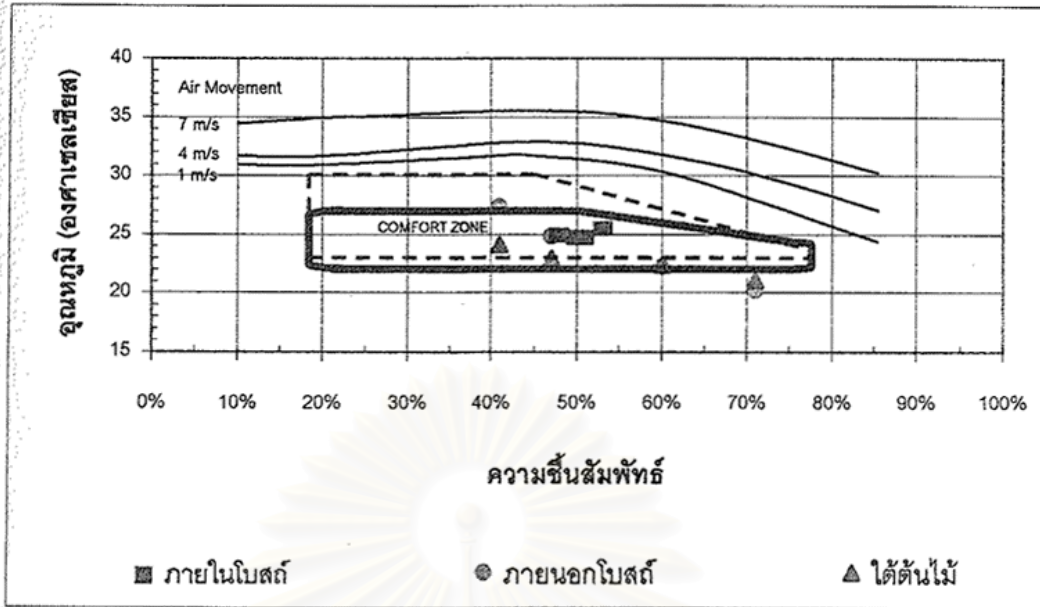
หมายเหตุ



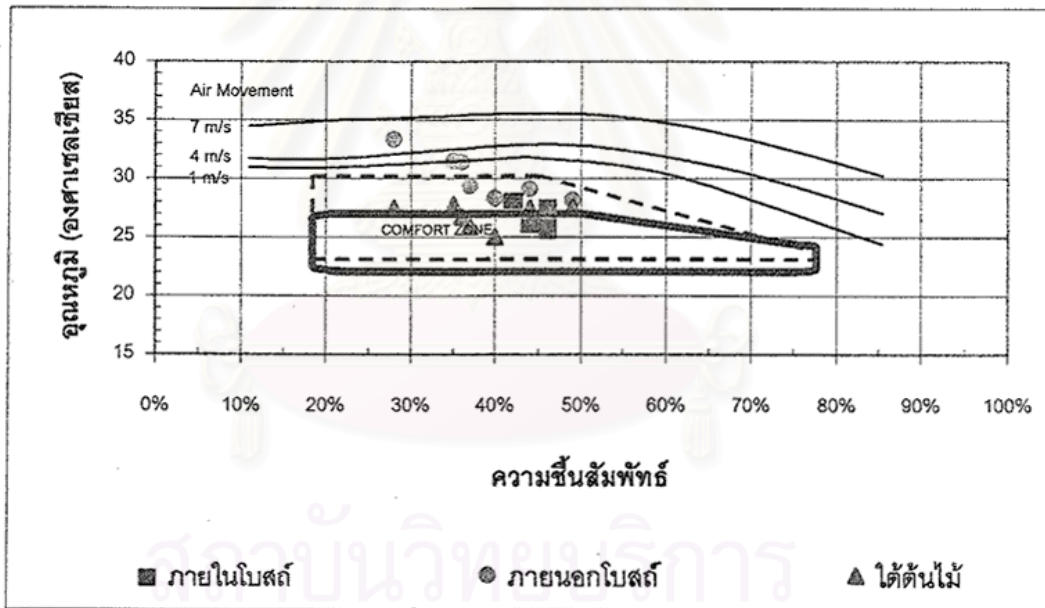
COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%



แผนภูมิ 5-24 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเช้ามีดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. – 10:00 น.
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดท่าแพง



แผนภูมิ 5-25 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. – 17:00 น.
ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 วัดท่าแพง

หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%

5.4 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 วัดราษฎร์บูรณะ

วิเคราะห์ข้อมูล : 19:00 น. วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2544
 ถึง : 18:00 น. วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2544
 สถานที่ : วัดราษฎร์บูรณะ
 ผลการทดลอง : (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

5.4.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์

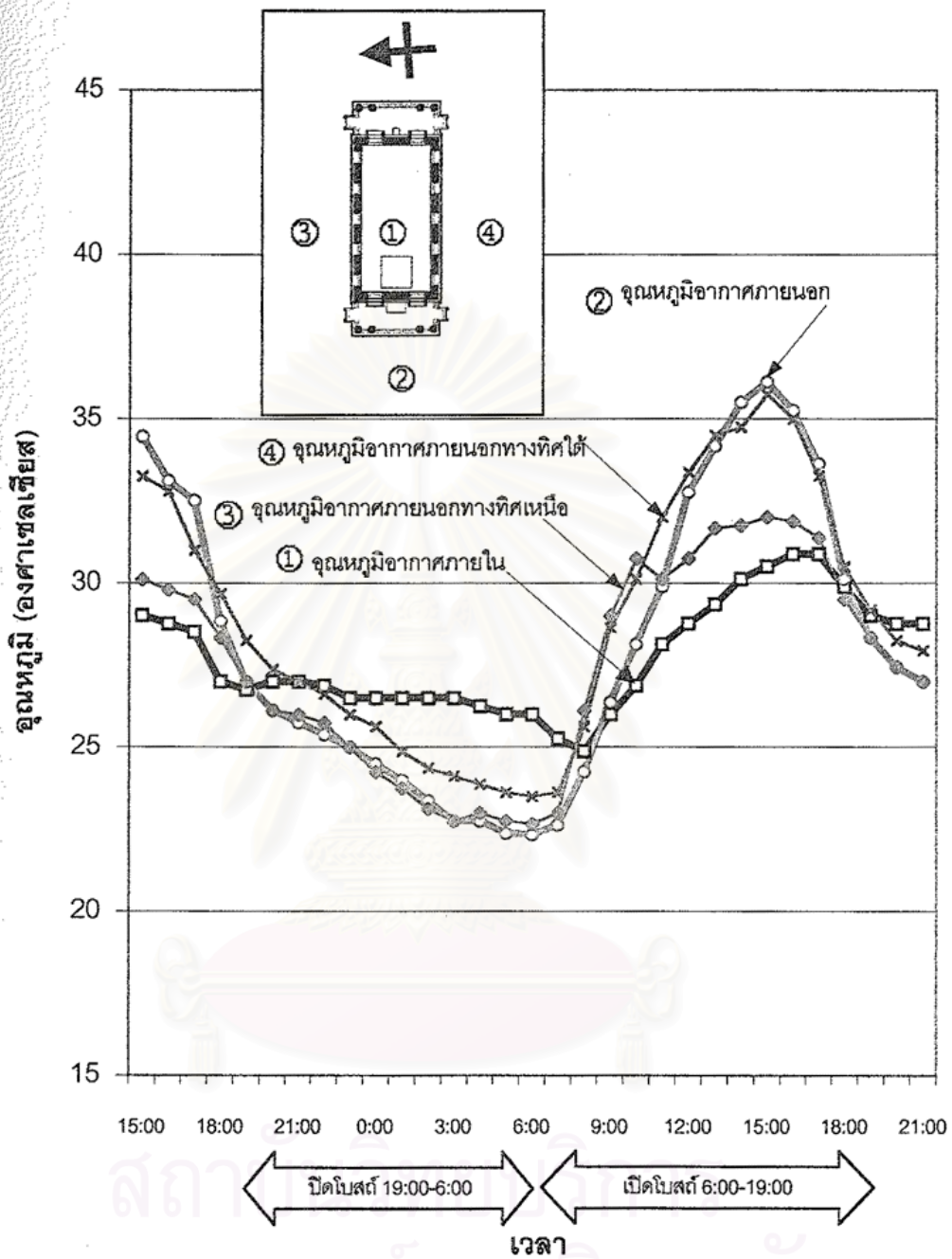
เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ที่ระดับเดียวกัน โดยมี ความสูงจากพื้น 2.0 เมตร พบว่า

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 25-31 °C ความแตกต่างของ อุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่า ประมาณ 6 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศตะวันตก ซึ่งเป็นด้านหลังโบสถ์จะอยู่ ในช่วง 22-36 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 14 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศเหนือ จะอยู่ในช่วง 23-32 °C ความ ต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภาย นอกมีค่าประมาณ 9 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ทางทิศใต้ จะอยู่ในช่วง 24-36 °C ความต่าง ของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอก มีค่าประมาณ 12 °C
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ 26.5 °C ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 3:00 น. โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทุกตำแหน่ง ขณะที่อุณหภูมิภายนอกโบสถ์ทุกตำแหน่ง จะลดต่ำลง เรื่อย ๆ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเวลาประมาณ 6:00 น.

- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 6:00 น. พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในจะลดต่ำลงจนเท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่เย็นกว่า และเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นในเวลากลางวัน อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ก็สูงขึ้นตาม โดยอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ มีอุณหภูมิสูงสุดในเวลาประมาณ 16:00 น. - 17:00 น. และภายนอกโบสถ์โดยเฉลี่ยมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลา 15:00 น.
- ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน โดยเริ่มตั้งแต่อุณหภูมิมืดค่าเท่ากับอุณหภูมิภายใน พบว่ามีค่าประมาณ 12°C ขณะที่ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 6°C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
อุณหภูมิอากาศภายใน โบสถ์	30.88	16:00 ถึง 17:00	24.88	8:00	27.49	28.45	26.53
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทางทิศตะวันตก (ด้านหลังโบสถ์)	36.13	15:00	22.33	6:00	27.51	30.73	24.28
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ ทางทิศเหนือ (ด้านข้างโบสถ์)	32.00	15:00	22.67	6:00	27.09	29.83	24.35
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ทางทิศใต้ (ด้านข้างโบสถ์)	35.75	15:00	23.50	6:00	28.43	31.43	25.44

ตาราง 5-16 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชบูรณะ



- ① —□— อุณหภูมิอากาศภายใน
- ② —○— อุณหภูมิอากาศภายนอก
- ③ —◇— อุณหภูมิอากาศภายนอกทางทิศเหนือ
- ④ —×— อุณหภูมิอากาศภายนอกทางทิศใต้

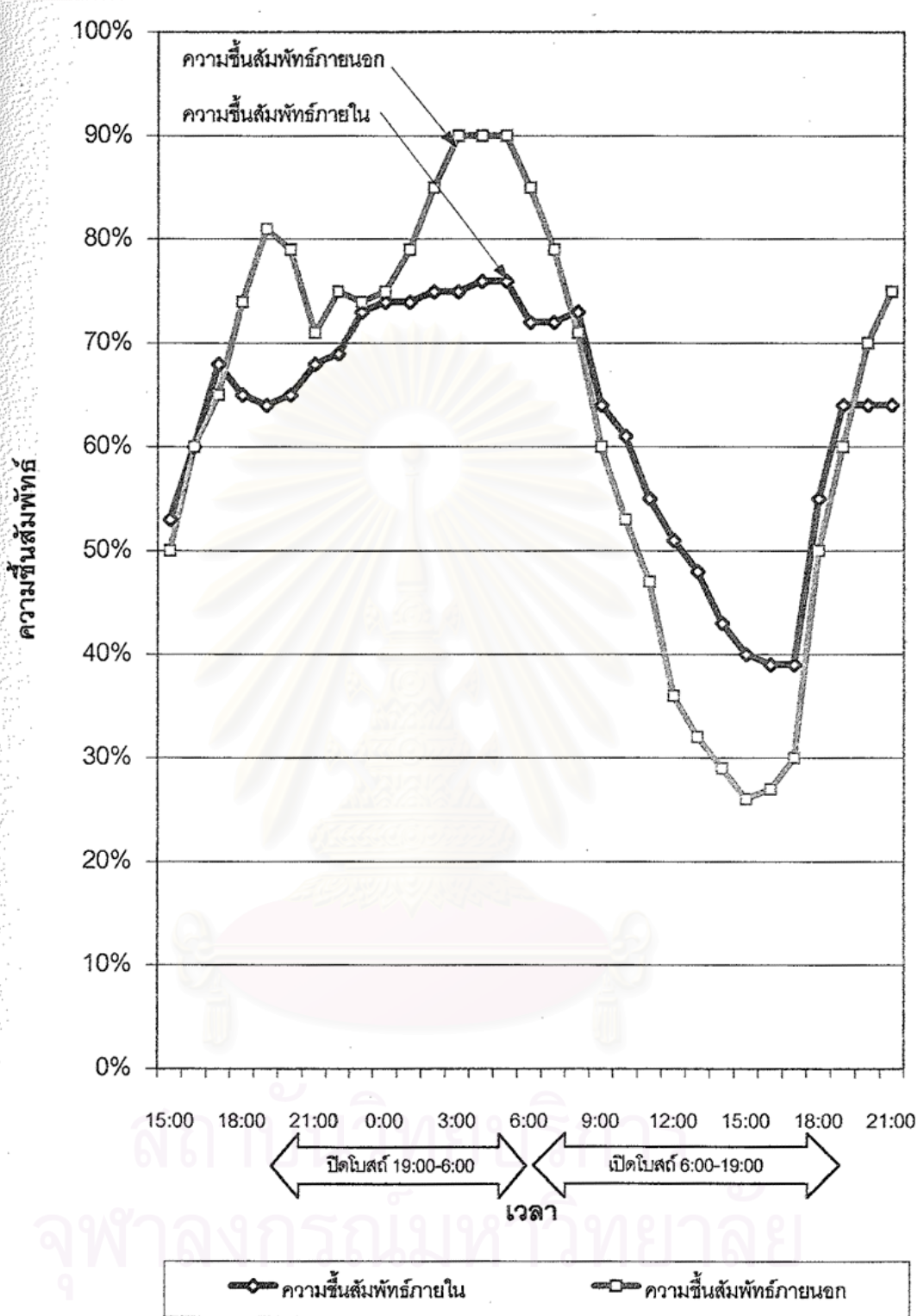
แผนภูมิ 5-26 : เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ

5.4.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วง 40%-75% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 35%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์จะอยู่ในช่วง 25%-90% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 65%
- เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 19:00 น. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะอยู่ในช่วงประมาณ 65% - 75% โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ที่มีค่าเฉลี่ยในเวลากลางคืนประมาณ 80%
- เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยเปิดประตู-หน้าต่างเวลาประมาณ 6:00 น. พบว่า เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ก็ลดต่ำลงตาม โดยความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกจะต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ตลอดเวลา

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์	76%	4:00 ถึง 5:00	40%	15:00	63%	53%	72%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์	90%	3:00 ถึง 5:00	26%	15:00	63%	45%	81%

ตาราง 5-17 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชบูรณะ



แผนภูมิ 5-27 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอก ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544
วัดราชบูรณะ

5.4.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวต่าง ๆ ภายใน และภายนอกโบสถ์

อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าใกล้เคียงกัน

- พื้นหินอ่อนจะอยู่ในช่วง 26-29 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 27 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นหินอ่อนมีค่าประมาณ 3 °C
- อุณหภูมิพื้นพรมจะอยู่ในช่วง 26-30 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นพรมมีค่าประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิผนังปูน-ภายในจะอยู่ในช่วง 27-31 °C และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 28 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิผนังปูน-ภายในมีค่าประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิผิววัสดุต่าง ๆ ภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 27-28 °C

อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) ที่ไม่มีร่มเงาของอาคารมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน

- อุณหภูมิผิวในกลุ่มของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (Hardscape) พบว่า พื้นคอนกรีตจะอยู่ในช่วง 26-41 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตมีค่าประมาณ 15 °C
- พื้นคอนกรีตทางทิศใต้จะอยู่ในช่วง 25-42 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นคอนกรีตทางทิศใต้มีค่าประมาณ 17 °C ขณะที่พื้นคอนกรีตทางทิศเหนือในร่มเงาของอาคารจะอยู่ในช่วง 22-29 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิพื้นกระเบื้องดินเผาทางทิศเหนือมีค่าประมาณ 7 °C

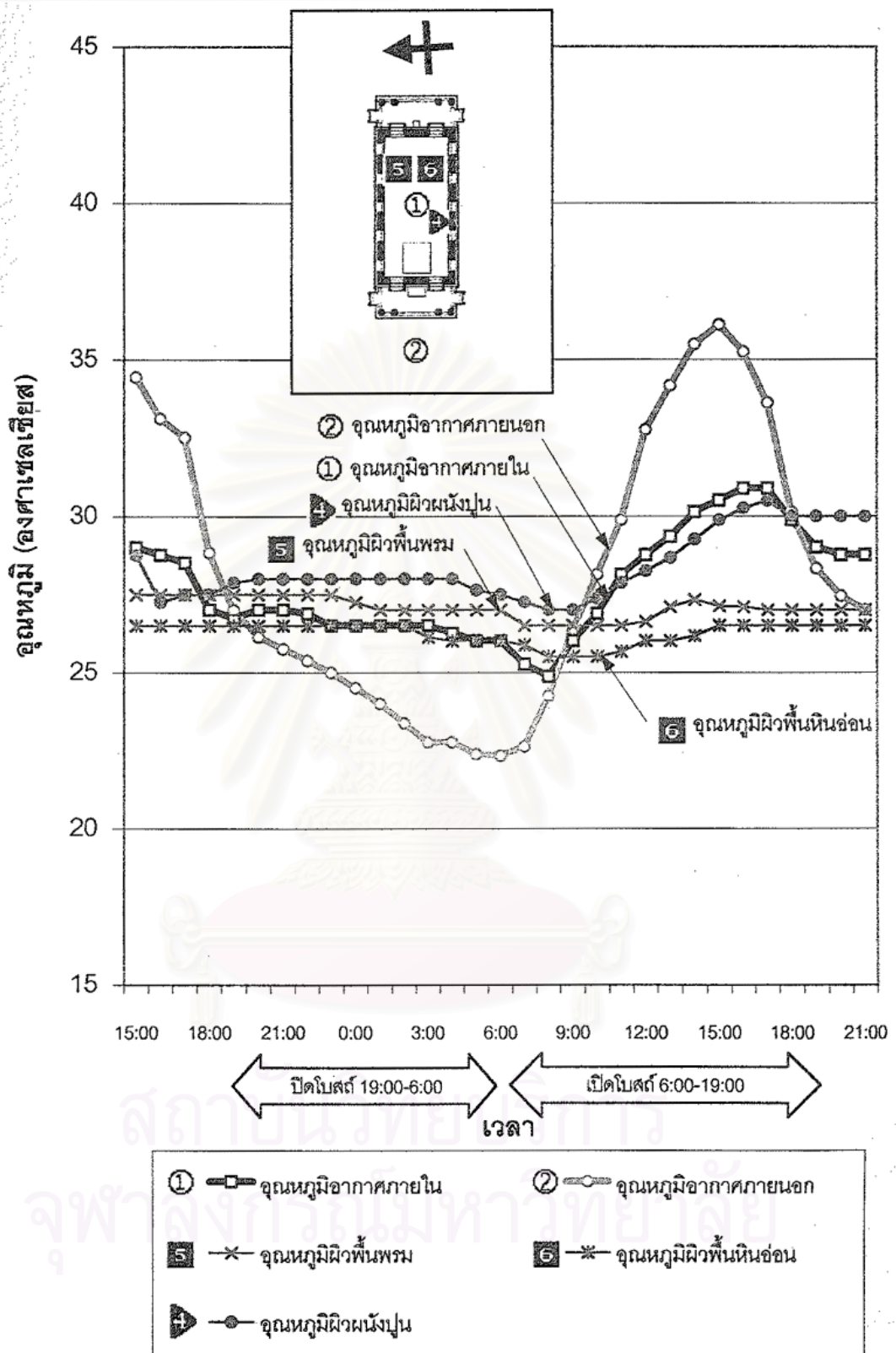
รายการ อุณหภูมิมิ่ว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นหินอ่อน	28.63	16:00	25.50	8:00	26.60	27.20	26.00
พื้นพรม	29.75	17:00	26.00	8:00	27.17	27.85	26.50
ผนังปูน-ภายใน	30.50	17:00	27.00	8:00 ถึง 9:00	28.26	28.61	27.92

ตาราง 5-18 : แสดงค่าอุณหภูมิมิ่วสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมิ่วภายในโบสถ์
ณ วันที่ 12 – 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชบูรณะ

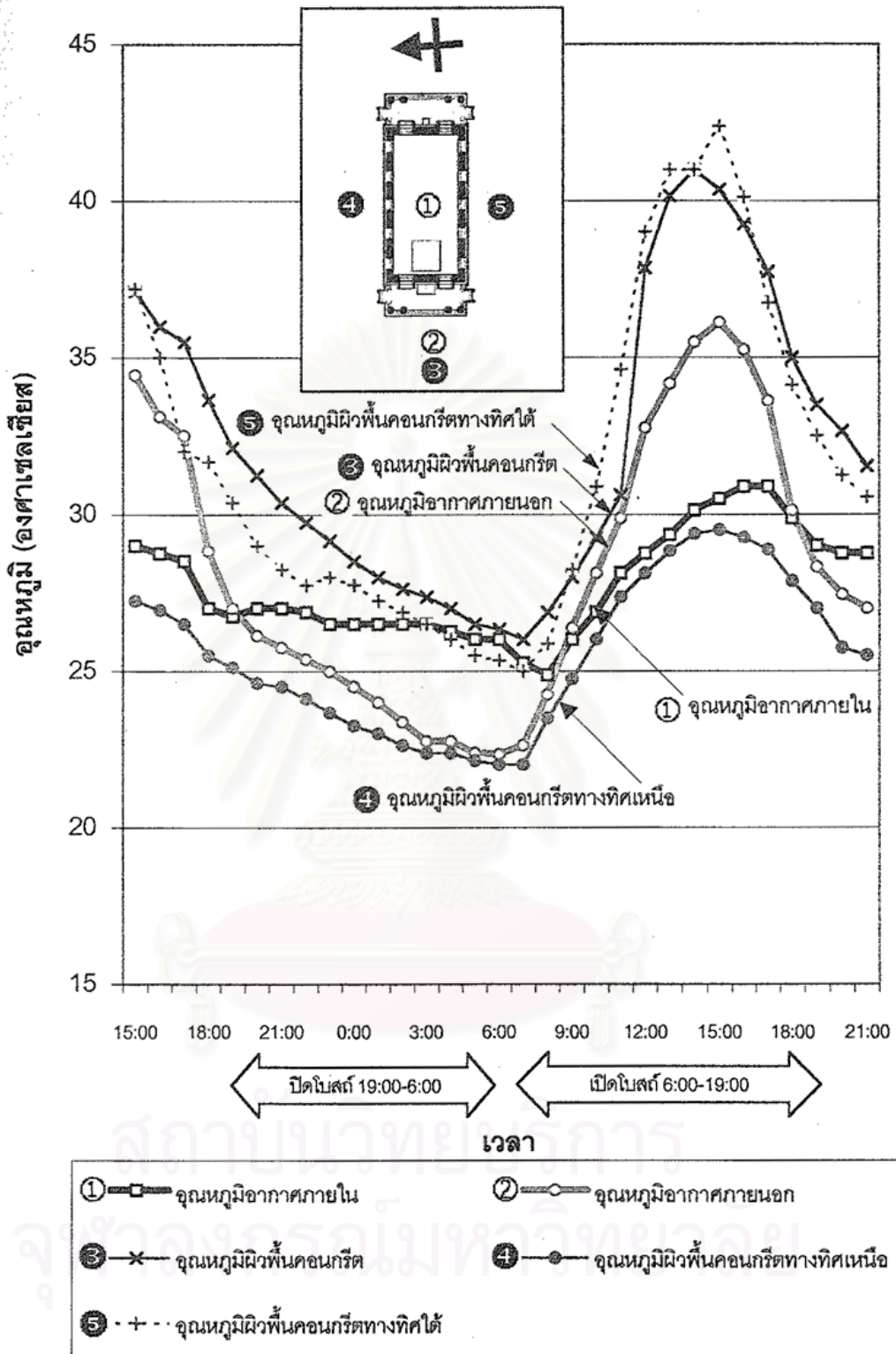
รายการ อุณหภูมิมิ่ว	ค่าสูงสุด	เวลา	ค่าต่ำสุด	เวลา	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย กลางวัน	ค่าเฉลี่ย กลางคืน
พื้นคอนกรีต	41.00	14:00	26.00	7:00	31.51	34.35	28.67
พื้นคอนกรีตทางทิศเหนือ	29.00	16:00	22.00	6:00 ถึง 7:00	25.22	27.12	23.32
พื้นคอนกรีตทางทิศใต้	42.38	15:00	25.00	7:00	31.15	34.92	27.38

ตาราง 5-19 : แสดงค่าอุณหภูมิมิ่วสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมิ่วภายนอกโบสถ์
ณ วันที่ 12 – 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชบูรณะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 5-28 : เปรียบเทียบจุด humidity ภายใน กับจุด humidity อากาศภายใน และภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ



แผนภูมิ 5-29 : เปรียบเทียบจุด humidity ภายนอกโบสถ์ กับจุด humidity อากาศภายในและภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ

5.4.4 ความเร็วลมภายในโบสถ์

ค่าความเร็วลม (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก จ) ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 6:00 น. ไม่มีการบันทึกผลภายในโบสถ์ เนื่องจากปิดโบสถ์

- ความเร็วลมภายในโบสถ์ช่วงเวลากลางวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.2-0.4 m/s โดยมีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 0.3 m/s

รายการความเร็วลม	ความเร็วลมภายใน (m/s)	
	ค่าเฉลี่ยกลางวัน 7:00น. –18:00น.	ค่าเฉลี่ยกลางคืน 19:00น. - 6:00น.
- ทิศใต้ (S)	0.33	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	0.42	0.00
- ทิศตะวันตก (W)	0.23	0.00
- ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	0.25	0.00
- ทิศเหนือ (N)	0.29	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	0.42	0.00
- ทิศตะวันออก (E)	0.37	0.00
- ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	0.33	0.00
- ทิศทางจากด้านบน (Up)	0.25	0.00
- ทิศทางจากด้านล่าง (Down)	0.21	0.00
รวม	0.31	0.00

ตาราง 5-20 : แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วลมภายในโบสถ์
ณ วันที่ 12 – 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราษฎร์บูรณะ

หมายเหตุ : ปิดโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืน 19:00 น. – 7:00 น.

5.4.5 การเปรียบเทียบเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์

จากผลการทดลอง (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $22^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 20% - 75%

(Olgay: 1992) พบว่า

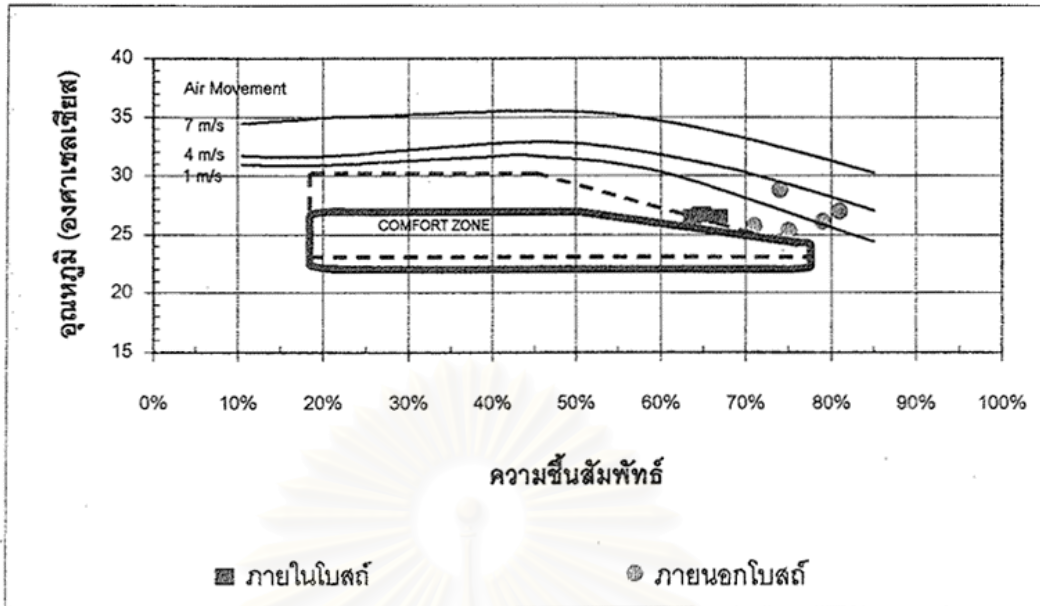
- เวลากลางวัน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. และในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบายจนถึงนอกเขตสบาย
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์จะอยู่ใกล้เขตสบาย ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบาย

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $23^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 18% - 77%

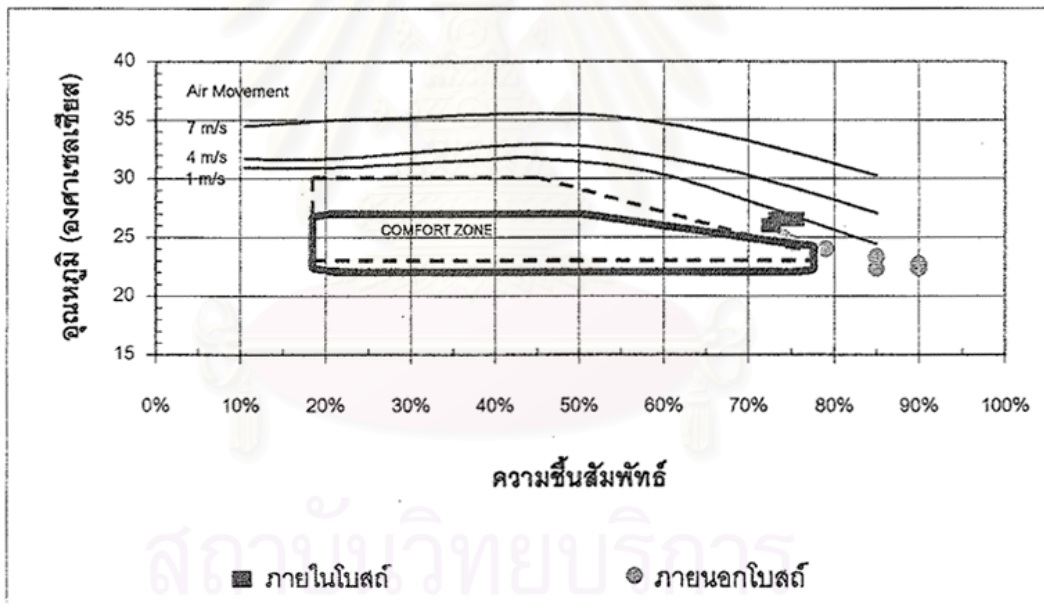
(Szokolay 1980 cited in Beer: 1998) พบว่า

- เวลากลางวัน ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก ตั้งแต่เวลา 18:00 น. – 22:00 น. และในช่วงดึกถึงเช้ามืด ตั้งแต่เวลา 23:00 น. – 6:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์อยู่ใกล้เขตสบายจนถึงนอกเขตสบาย
- เวลากลางวัน ในช่วงเช้ามืดถึงก่อนเที่ยง ตั้งแต่เวลา 6:00 น. – 10:00 น. บริเวณภายในโบสถ์ และภายนอกโบสถ์จะอยู่ในเขตสบาย ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น ตั้งแต่เวลา 11:00 น. – 17:00 น. บริเวณภายในโบสถ์จะอยู่ใกล้และอยู่ในเขตสบายเป็นบางช่วง แต่ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 5-30 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเย็นถึงก่อนช่วงดึก 18:00 น. - 22:00 น.
ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชฤทธิ์บูรณะ



แผนภูมิ 5-31 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงดึกถึงเช้ามืด 23:00 น. - 6:00 น.
ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชฤทธิ์บูรณะ

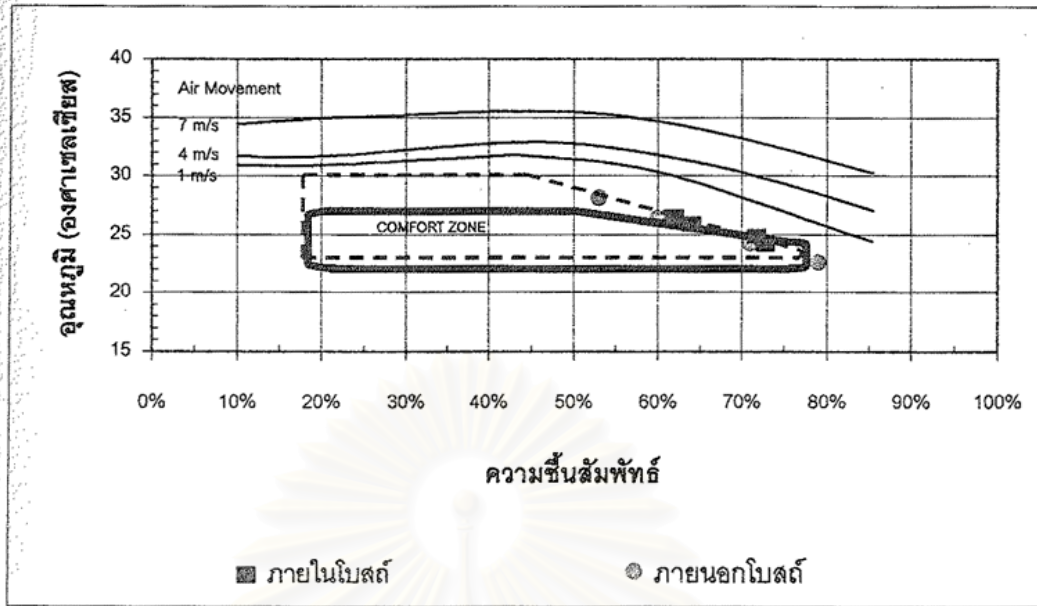
หมายเหตุ



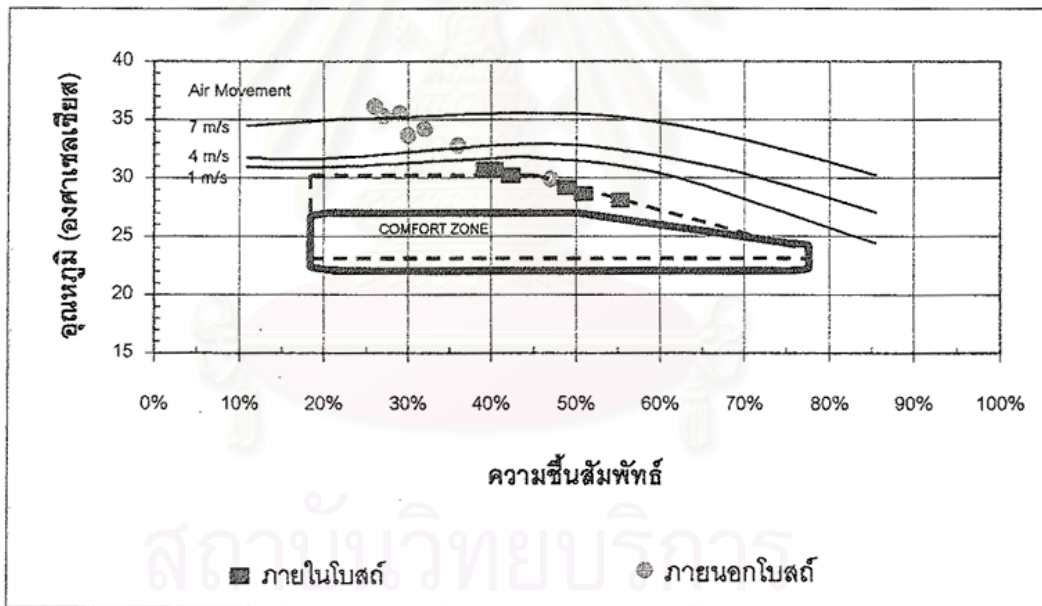
COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%



แผนภูมิ 5-32 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเข้ามิดถึงก่อนเที่ยง 7:00 น. - 10:00 น. ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชพฤกษ์บูรณะ

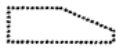


แผนภูมิ 5-33 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงก่อนเที่ยงถึงเย็น 11:00 น. - 17:00 น. ณ วันที่ 12 - 13 กุมภาพันธ์ 2544 วัดราชพฤกษ์บูรณะ

หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%

5.5 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ

วิเคราะห์ข้อมูล : 7:00 น. วันที่ 30 มีนาคม 2544
 ถึง : 18:00 น. วันที่ 30 มีนาคม 2544
 สถานที่ : วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ
 ผลการทดลอง : (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

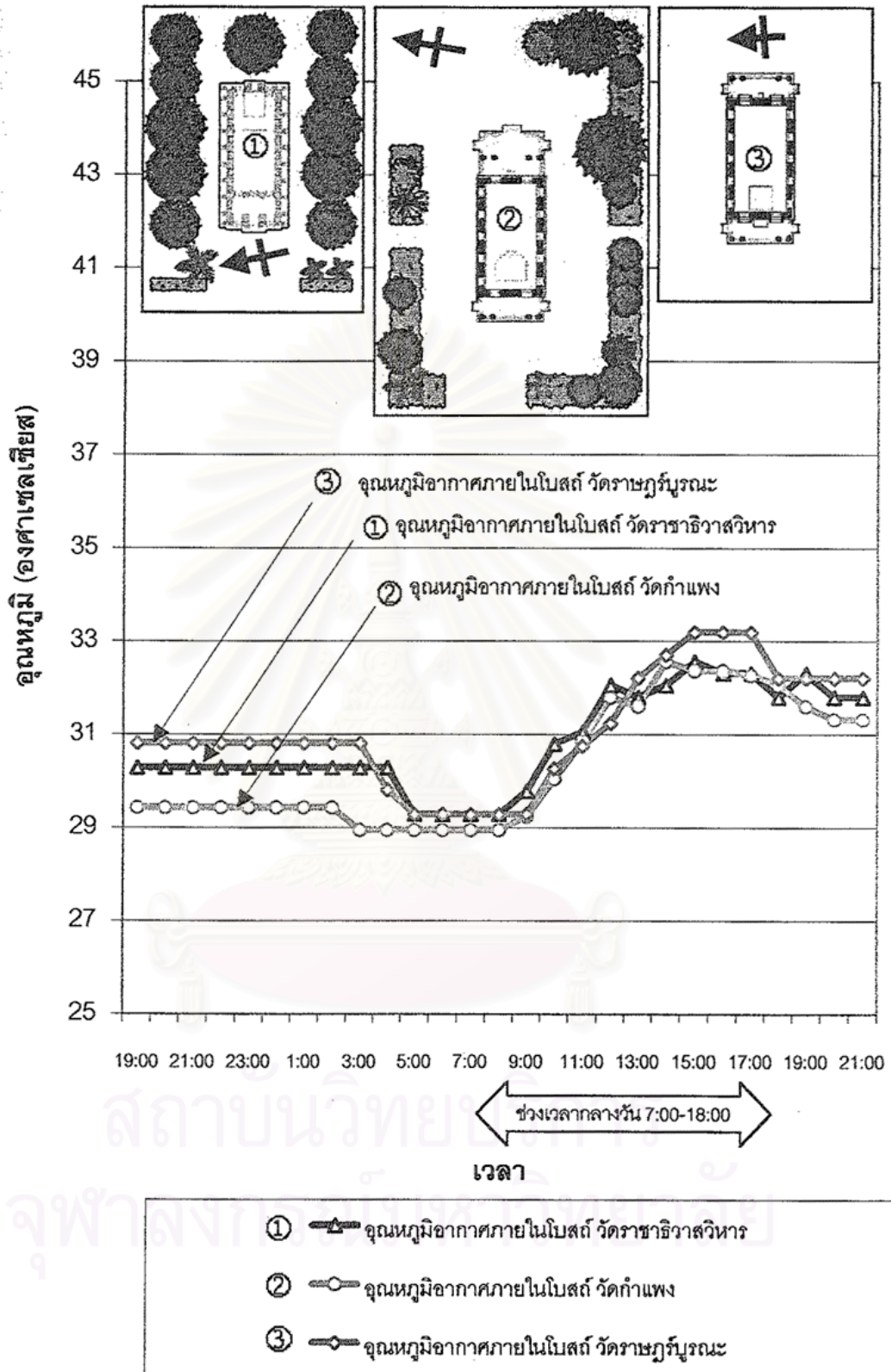
5.5.1 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเฉพาะช่วงเวลากลางวัน 7:00 น. -18:00 น. เนื่องจากปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิมีความสูงจากพื้นภายนอกที่ระดับเดียวกัน คือ 2.0 เมตร พบว่า

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ในช่วงเวลากลางวันจะอยู่ในช่วง 29-33 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 4 °C
- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืนจะอยู่ในช่วง 29-31 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายในมีค่าประมาณ 2 °C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าต่ำสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าเฉลี่ย ช่วงกลางวัน
อุณหภูมิอากาศภายใน โบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร	32.56	15:00	29.28	7:00 ถึง 8:00	31.25
อุณหภูมิอากาศภายใน โบสถ์ วัดกำแพง	32.55	14:00	28.95	7:00 ถึง 8:00	31.08
อุณหภูมิอากาศภายใน โบสถ์ วัดราษฎร์บูรณะ	33.19	15:00 ถึง 17:00	29.27	7:00 ถึง 8:00	31.40

ตาราง 5-21 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00น.-18:00น.) ของอุณหภูมิภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ



แผนภูมิ 5-34 : เปรียบเทียบจุดหมุมิอากาศภายในที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดท่าแพง และวัดราชฤทธิรณะ

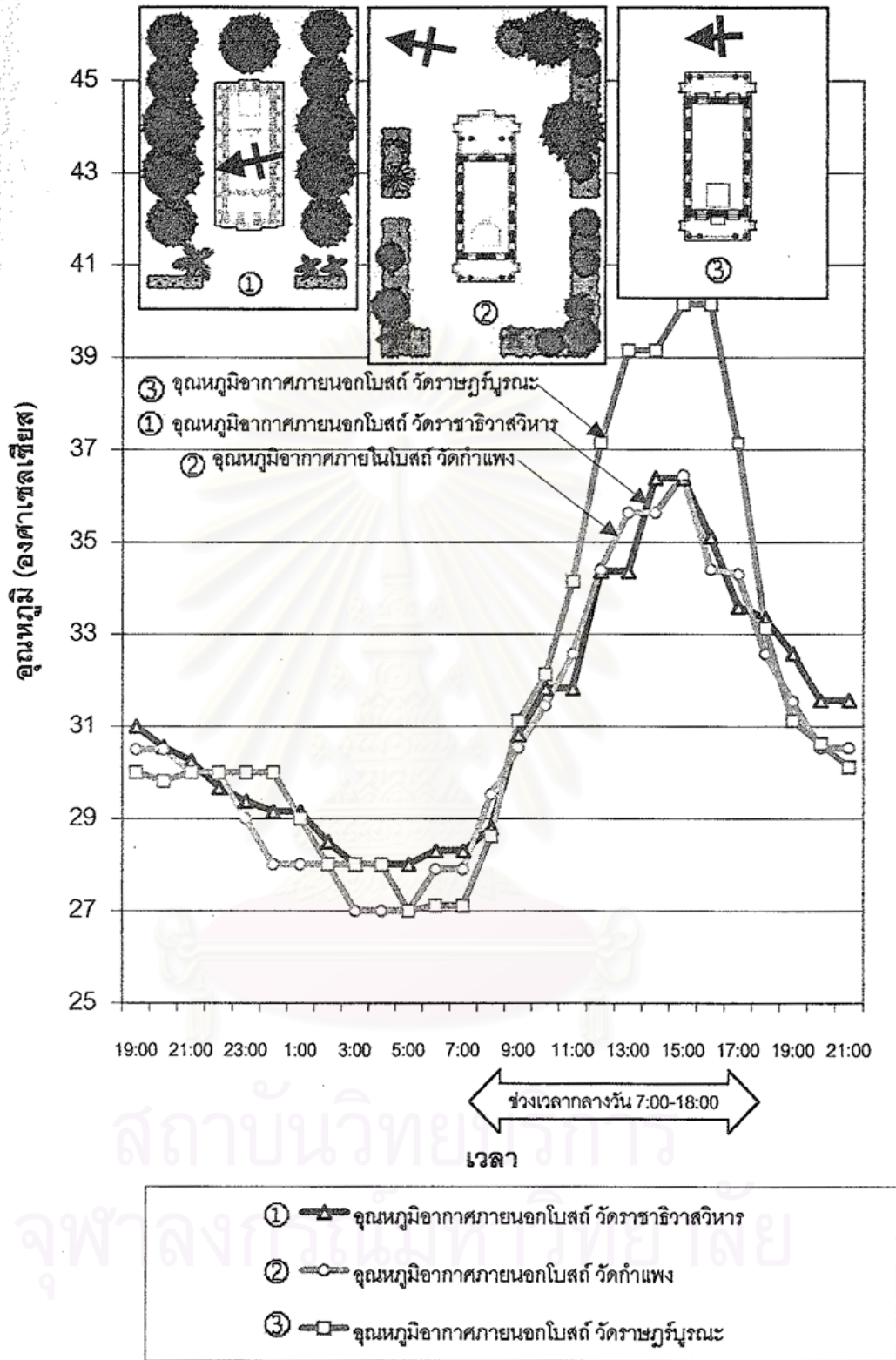
5.5.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเฉพาะช่วงเวลากลางวัน 7:00 น. -18:00 น. เนื่องจากปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน โดยตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิมีความสูงจากพื้นภายนอกที่ระดับเดียวกัน คือ 2.0 เมตร พบว่า

- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ในช่วงเวลากลางวันของวัดราชาธิวาสวิหารจะอยู่ในช่วง 28-36 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 8 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ในช่วงเวลากลางวันของวัดกำแพงจะอยู่ในช่วง 28-36 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 8 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ในช่วงเวลากลางวันของวัดราชบูรณะจะอยู่ในช่วง 27-40 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 13 °C
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ในช่วงเวลากลางคืนจะอยู่ในช่วง 27-31 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าประมาณ 4 °C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าต่ำสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าเฉลี่ย ช่วงกลางวัน
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร	36.38	14:00 ถึง 15:00	28.29	7:00	32.92
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ วัดกำแพง	36.44	15:00	27.89	7:00	32.95
อุณหภูมิอากาศภายนอก โบสถ์ วัดราชบูรณะ	40.16	15:00 ถึง 16:00	27.11	7:00	34.93

ตาราง 5-22 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00น.-18:00น.) ของอุณหภูมิภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราชบูรณะ



แผนภูมิ 5-35 : เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดท่าแพ และวัดราชบูรณะ

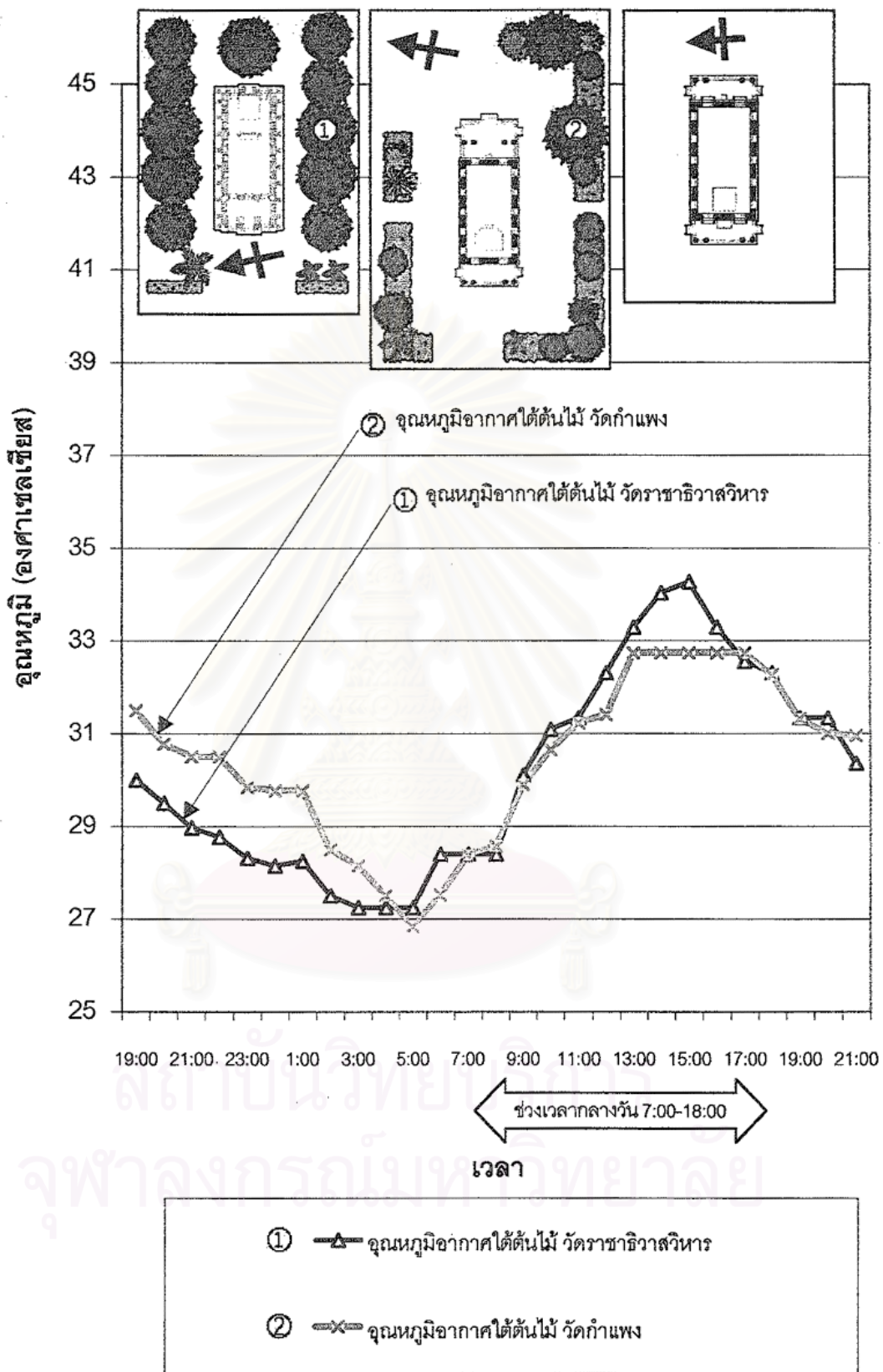
5.5.3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้

เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้โดยใช้ค่าเฉลี่ยเฉพาะช่วงเวลากลางวัน 7:00 น. -18:00 น. เนื่องจากปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดยตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิมีความสูงจากพื้นภายนอกที่ระดับเดียวกัน คือ 2.0 เมตร พบว่า

- อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ของทั้งสองวัดมีค่าใกล้เคียงกัน
- อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ในช่วงเวลากลางวันของวัดราชาธิวาสวิหารจะอยู่ในช่วง 29-34 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้มีค่าประมาณ 5 °C
- อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ในช่วงเวลากลางวันของวัดกำแพงจะอยู่ในช่วง 29-33 °C ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด (ΔT) ของอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้มีค่าประมาณ 4 °C

รายการ อุณหภูมิอากาศ	ค่าสูงสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าต่ำสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าเฉลี่ย ช่วงกลางวัน
อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ วัดราชาธิวาสวิหาร	34.27	15:00	28.29	7:00	31.78
อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ วัดกำแพง	32.74	13:00 ถึง 17:00	28.38	7:00	31.34

ตาราง 5-23 : แสดงค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00น.-18:00น.) ของอุณหภูมิใต้ต้นไม้ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพง



แผนภูมิ 5-36 : เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ที่ระดับความสูง 2 เมตร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร และวัดท่าแพง

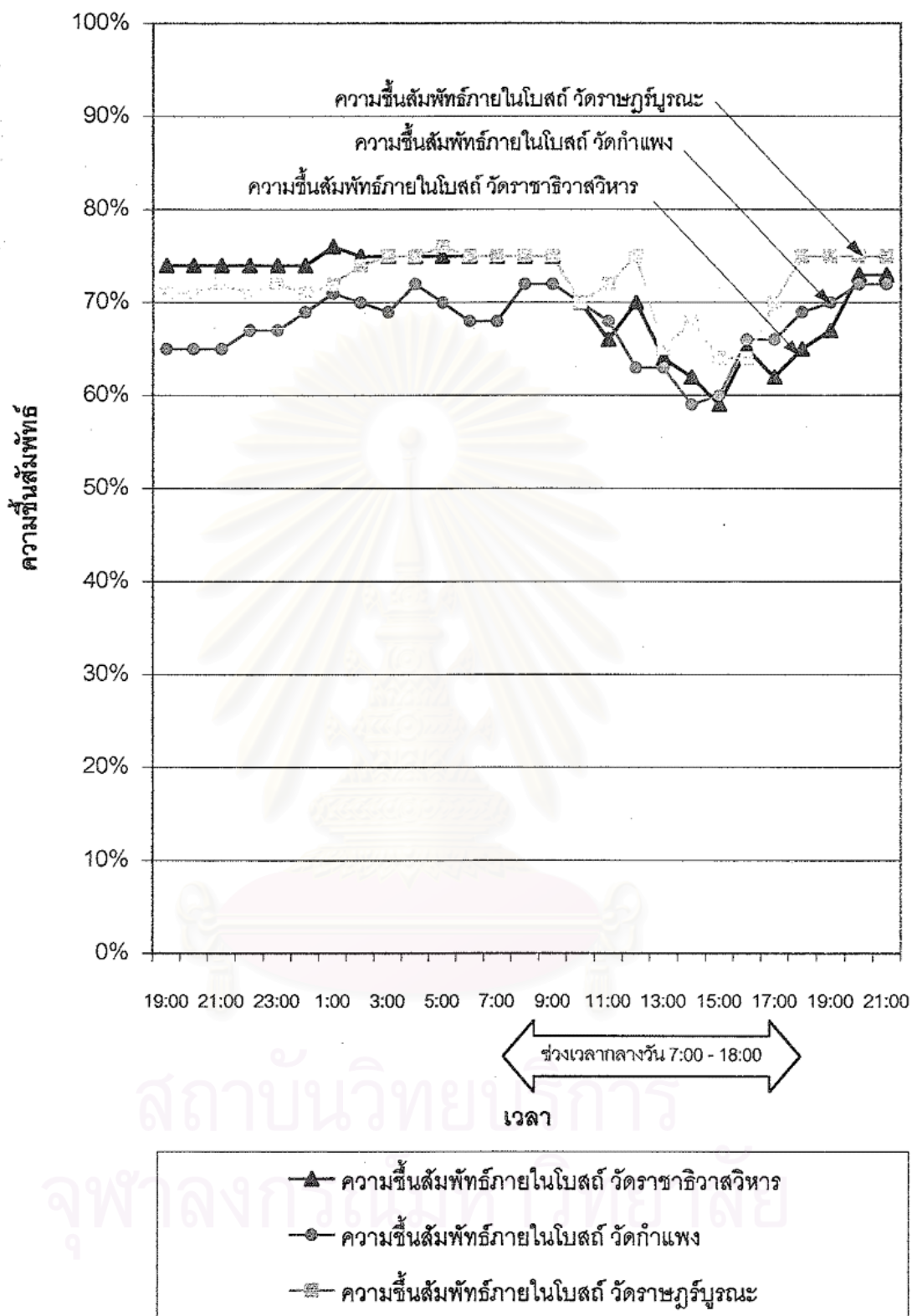
5.5.4 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์

- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหารจะใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดท่าแพง คือ อยู่ในช่วง 60%-75% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 15%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดราชบูรณะจะอยู่ในช่วง 65%-75% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์มีค่าประมาณ 10%

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าต่ำสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าเฉลี่ย ช่วงกลางวัน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร	75%	7:00 ถึง 9:00	59%	15:00	68%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์ วัดท่าแพง	72%	8:00 ถึง 9:00	59%	14:00	66%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน โบสถ์ วัดราชบูรณะ	75%	7:00 ถึง 9:00	64%	15:00 ถึง 16:00	71%

ตาราง 5-24 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.)

ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดท่าแพง และวัดราชบูรณะ



แผนภูมิ 5-37 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดท่าแพง และวัดราชฎ์บูรณะ

5.5.5 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์

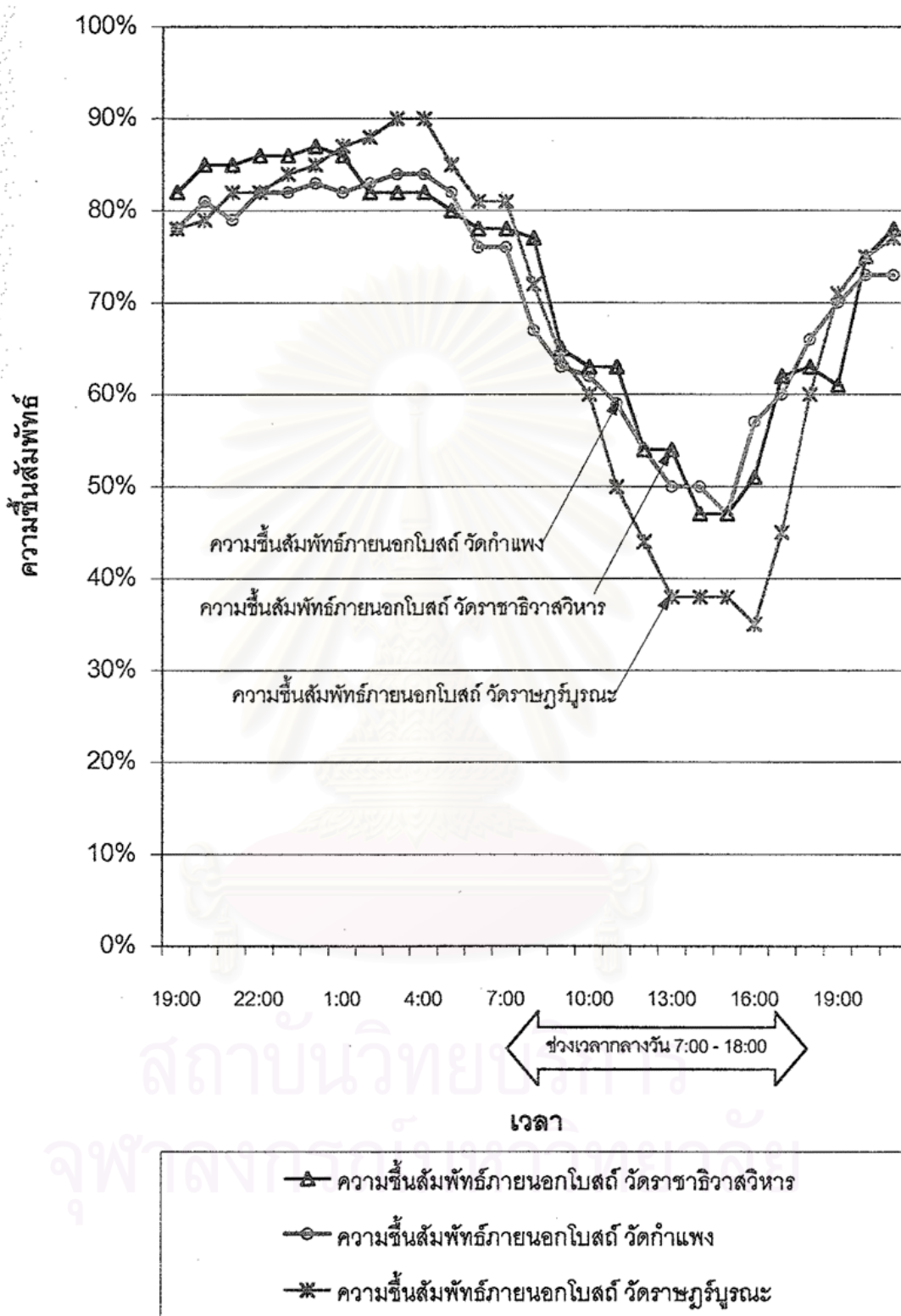
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหารจะใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ของวัดกำแพง คือ อยู่ในช่วง 50%-80% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 30%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ของวัดราชวรานุวัตรจะอยู่ในช่วง 35%-80% ความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีค่าประมาณ 45%

รายการ ความชื้นสัมพัทธ์	ค่าสูงสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าต่ำสุด ช่วงกลางวัน	เวลา	ค่าเฉลี่ย ช่วงกลางวัน
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร	78%	7:00	47%	14:00 ถึง 15:00	60%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์ วัดกำแพง	76%	7:00	47%	15:00	59%
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก โบสถ์ วัดราชวรานุวัตร	81%	7:00	35%	16:00	52%

ตาราง 5-25 : แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยช่วงกลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.)

ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง
และวัดราชวรานุวัตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิ 5-38 : เปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร วัดท่าแพ และวัดราชบูรณะ

5.5.6 การเปรียบเทียบเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์

จากผลการทดลอง (ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ง)

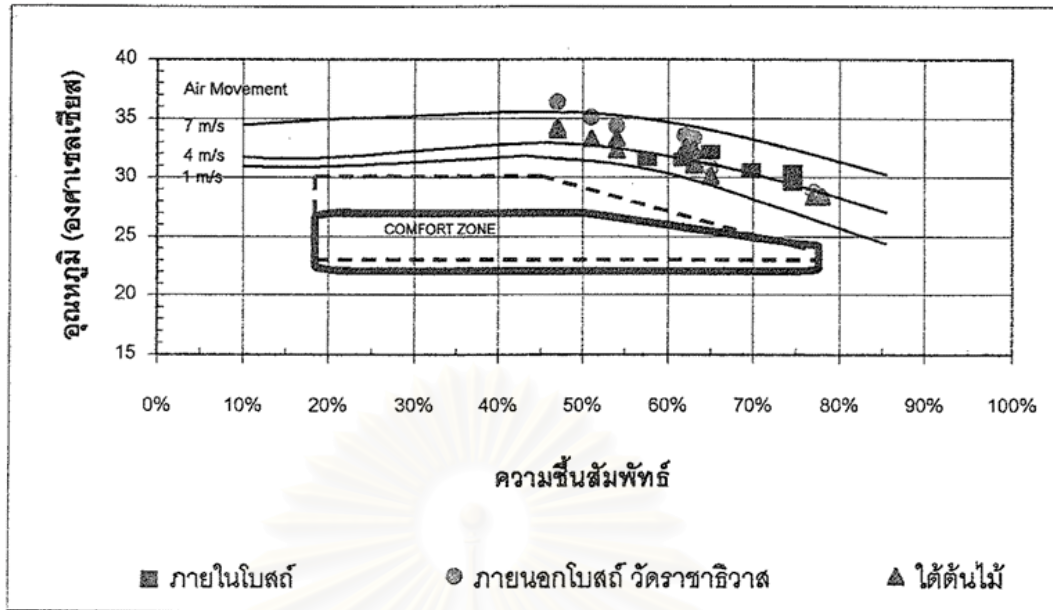
เปรียบเทียบเขตสบายของแต่ละโบสถ์ ในวันและเวลาเดียวกัน โดยใช้ค่าในช่วงเวลากลางวัน 7:00 น.– 18:00 น. เนื่องจากปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $22^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 20% - 75% (Olgay: 1992) พบว่า

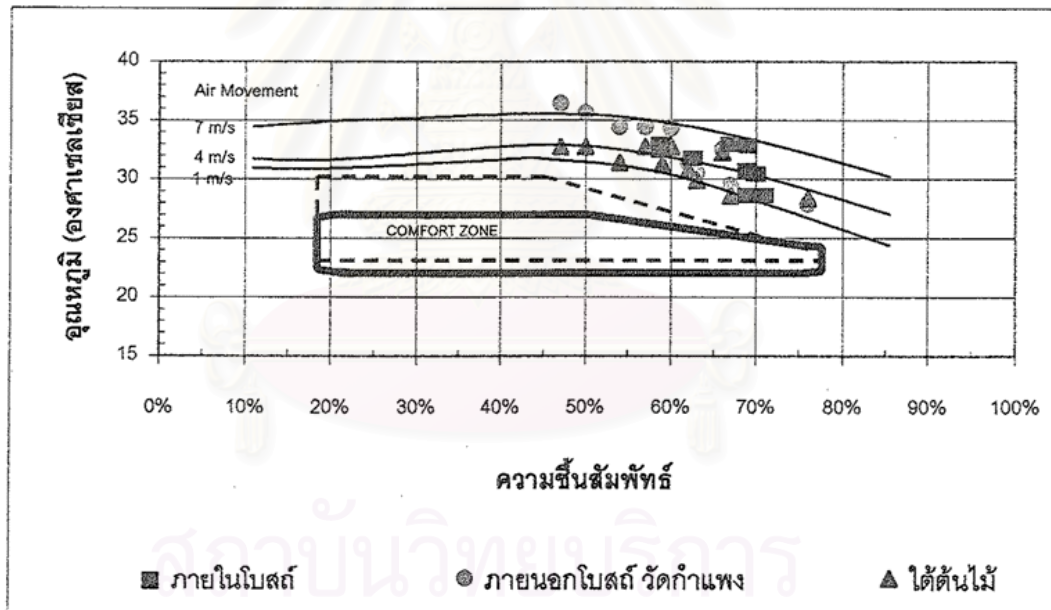
- วัดราชาธิวาสวิหาร มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด
- วัดกำแพง มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด
- วัดราชบูรณะ มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด

พิจารณาเขตสบายที่อุณหภูมิ $23^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 18% - 77% (Szokolay 1980 cited in Beer: 1998) พบว่า

- วัดราชาธิวาสวิหาร มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด
- วัดกำแพง มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด
- วัดราชบูรณะ มีบริเวณภายในโบสถ์ และได้ต้นไม้อยู่นอกเขตสบาย แต่ ภายนอกโบสถ์จะอยู่นอกเขตสบายมากที่สุด



แผนภูมิ 5-39 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. - 18:00 น.
ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชาธิวาสวิหาร

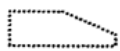


แผนภูมิ 5-40 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. - 18:00 น.
ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดกำแพง

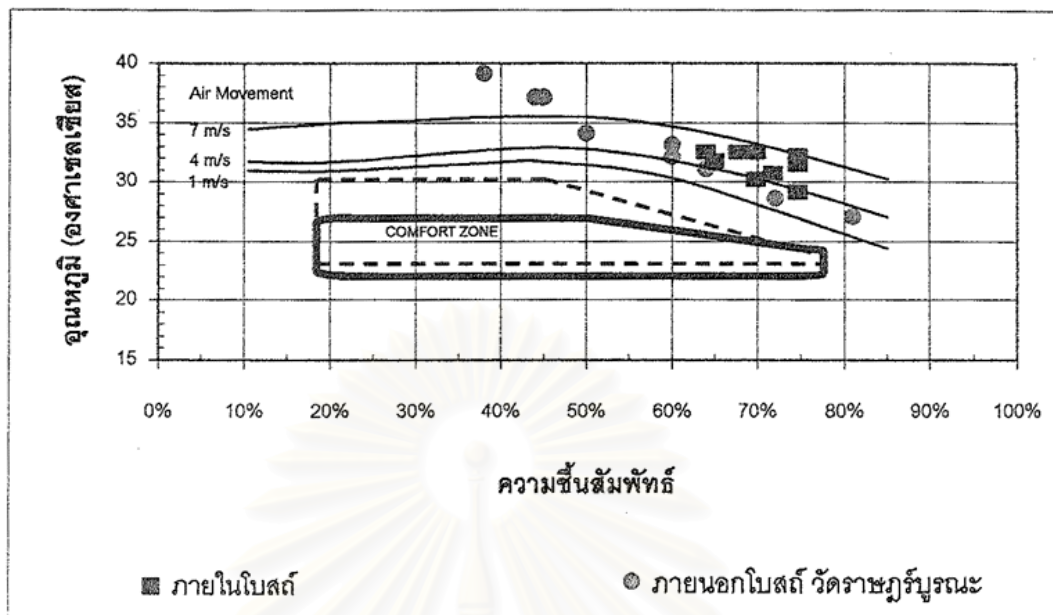
หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%



แผนภูมิ 5-41 : แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงกลางวัน 7:00 น. – 18:00 น.
ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544 วัดราชบูรณะ

หมายเหตุ



COMFORT ZONE - Olgay: อุณหภูมิ 22-27 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 20-75%



COMFORT ZONE - Szokolay: อุณหภูมิ 23-30 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 18-77%

5.6 ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนเปรียบเทียบปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

5.6.1 สัดส่วนพื้นที่สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

สถานที่ :	เขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร
:	เขตพุทธาวาส วัดกำแพง
:	เขตพุทธาวาส วัดราชบูรณะ
รายละเอียด :	(ดูเพิ่มที่ภาคผนวก ค)

พื้นที่ในเขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราชบูรณะ มีขนาดแตกต่างกัน ดังนี้

- เขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสวิหารมีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนมากกว่า พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง = 1.7 : 1
- เขตพุทธาวาสของวัดกำแพงมีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน น้อยกว่า พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง = 1 : 2.8
- เขตพุทธาวาสของวัดราชบูรณะ **ไม่มี** พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน = 0

รายการ ขนาดพื้นที่ (โดยประมาณ)	พื้นที่รวมในเขต พุทธาวาส		พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรม พื้นผิวอ่อน (A)		พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรม พื้นผิวแข็ง (B)		สัดส่วนพื้นที่ A : B
	(ตร.ม.)	%	(ตร.ม.)	%	(ตร.ม.)	%	
วัดราชาธิวาสวิหาร	7000	100%	3991	57%	2375	33%	1.7 : 1
วัดกำแพง	2270	100%	600	26%	1670	74%	1 : 2.8
วัดราชบูรณะ	1200	100%	-	0%	1200	100%	0

ตาราง 5-26 : แสดงขนาดพื้นที่รวมในเขตพุทธาวาส, พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน (A), พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง (B) และสัดส่วนพื้นที่ A:B ของวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราชบูรณะ

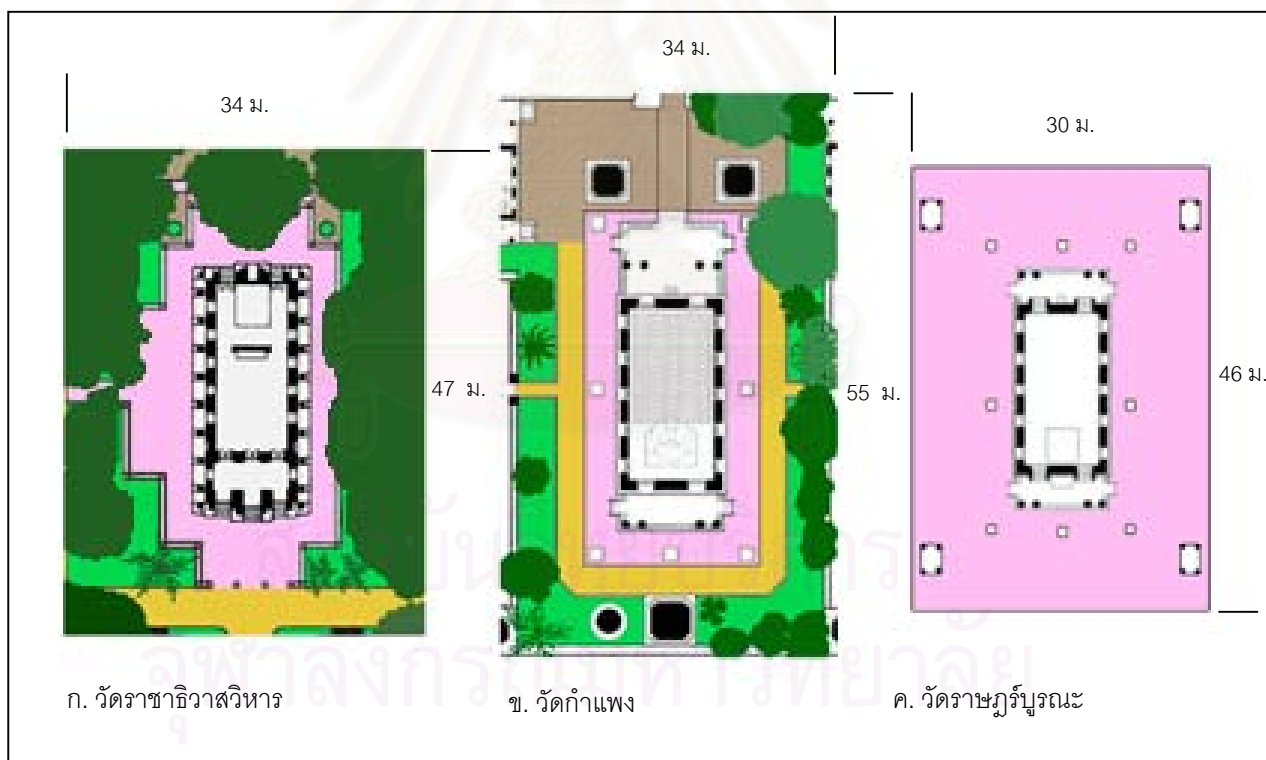
เมื่อพิจารณาจากพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก ในอัตราส่วนที่ขยายจากโบสถ์โดยรอบด้วยขนาดที่เท่ากัน พบว่าสัดส่วนที่สามารถนำมาเปรียบเทียบเทียบโดยสภาพแวดล้อม

ภายนอกยังคงอยู่ในบริเวณเขตพุทธาวาส คือ สัดส่วนพื้นที่โบสถ์ต่อพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก
= 1:4

รายการขนาดพื้นที่ (โดยประมาณ)	ขนาดโบสถ์ (เมตร)	ขนาดพื้นที่ ภายนอก (เมตร)	พื้นที่โบสถ์ (A) (ตารางเมตร)	พื้นที่ภายนอก (B) (ตารางเมตร)	สัดส่วน พื้นที่ A:B
วัดราชาธิวาสวิหาร	12 x 25	34 x 47	300	1298	1:4.3
วัดกำแพง	11 x 32	34 x 55	352	1518	1:4.3
วัดราษฎร์บูรณะ	10 x 26	30 x 46	260	1120	1:4.3

ตาราง 5-27 : แสดงขนาดโบสถ์, ขนาดพื้นที่ภายนอก, พื้นที่โบสถ์ (A) พื้นที่ภายนอก (B) และสัดส่วนพื้นที่
A:B ของวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ

หมายเหตุ : ขนาดพื้นที่ภายนอกในตาราง 5-26 รวมโบสถ์อยู่ด้วย แต่พื้นที่ภายนอก (B) ไม่รวมพื้นที่โบสถ์



รูปภาพ 5-1 : เปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่โบสถ์ต่อพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก ขนาด 1:4
ของวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ

จากสัดส่วนพื้นที่โบสถ์ต่อพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก 1:4 พบว่า

- เขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสวิหาร มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 522 ตารางเมตร และพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 776 ตารางเมตร เป็นสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน ต่อ พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง = 1 : 1.5 และเป็นพื้นที่ให้ร่มเงา 905 ตารางเมตร คิดเป็น 70% ของพื้นที่เปรียบเทียบทั้งหมด
- เขตพุทธาวาสของวัดกำแพง มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 468 ตารางเมตร และพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 1050 ตารางเมตร เป็นสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน ต่อ พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง = 1 : 2.2 และเป็นพื้นที่ให้ร่มเงา 730 ตารางเมตร คิดเป็น 48% ของพื้นที่เปรียบเทียบทั้งหมด
- เขตพุทธาวาสของวัดราชบูรณะ ไม่มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน และมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 1120 ตารางเมตร มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน ต่อ พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง = 0 และเป็นพื้นที่ให้ร่มเงา 280 ตารางเมตร คิดเป็น 25% ของพื้นที่เปรียบเทียบทั้งหมด

รายการ ขนาดพื้นที่ (โดยประมาณ)	พื้นที่ ในสัดส่วน เพื่อเปรียบเทียบ		พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรม พื้นผิวอ่อน (มีต้นไม้)		พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรม พื้นผิวแข็ง (ไม่มีต้นไม้)		พื้นที่ให้ร่มเงา ใน 1 วัน (อาคารและต้นไม้)	
	(ตร.ม.)	%	(ตร.ม.)	%	(ตร.ม.)	%	(ตร.ม.)	%
วัดราชาธิวาส วิหาร	1298	100%	522	40%	776	60%	905	70%
วัดกำแพง	1518	100%	468	31%	1050	69%	730	48%
วัดราชบูรณะ	1120	100%	-	0%	1120	100%	280	25%

ตาราง 5-28 : แสดงขนาดพื้นที่ในสัดส่วนเพื่อเปรียบเทียบ, พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน, พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง และพื้นที่ให้ร่มเงาใน 1 วัน ของวัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราชบูรณะ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย ได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวโน้มของปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ที่มีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย โดยพิจารณาเขตสบายถึงอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรหลัก และใช้สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และ วัดราชบูรณะ เป็นตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ได้ผลเป็นข้อสรุปดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 สรุปผลการวิจัยในขั้นตอน Pilot Study

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะคงที่ แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน
- ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในช่วงเวลา 5:00 น. – 6:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในเวลาประมาณ 8:00 น.
- ค่าสูงสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในช่วงเวลา 14:00 น. – 15:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในเวลาประมาณ 16:00 น.
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. -18:00 น.) อุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในระดับความสูง 2 เมตร อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้มีค่าต่ำสุด
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) ร่มเงาที่เกิดจากอาคารหรือต้นไม้ในระดับสูงมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ลดต่ำลงได้
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกโบสถ์มีค่าเฉลี่ยสูงเกินกว่า 70% ทั้งในเวลากลางวัน (7:00 น. -18:00 น.) และเวลากลางคืน (19:00 น. - 6:00 น.)

6.1.2 สรุปผลการวิจัยในชั้นตอนที่ 1

วัดราชาธิวาสวิหาร

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะคงที่ แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ตลอดเวลา เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. -18:00 น.) อุณหภูมิผิว ที่ถูก แสงแดด ของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า และมีความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศน้อยกว่าอุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง

วัสดุ	อุณหภูมิผิว ($^{\circ}\text{C}$)	ความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศ
หิน	42.00	+9.83
คอนกรีตสำเร็จรูป	41.67	+9.50
หญ้าทรงต่ำ (ความสูง 2-5 ซม.)	35.25	+4.40

ตาราง 6-1 : เปรียบเทียบพื้นผิวยานอกต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด ของวัดราชาธิวาสวิหาร

- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในระดับความสูง 2 เมตร อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้มีค่าต่ำสุด
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) ร่มเงาที่เกิดจากอาคารหรือต้นไม้ในระดับสูงมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ลดต่ำลงได้
- ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ต่อ ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ จะสูงถึง 2 : 1
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ หรือมีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 5% เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- ความเร็วลมภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.2 m/s

วัดกำแพง

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ตลอดเวลา เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. -18:00 น.) อุณหภูมิผิวที่ถูก แสงแดด ของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า ขณะที่อุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งมีความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศสูง

วัสดุ	อุณหภูมิผิว ($^{\circ}\text{C}$)	ความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศ
กระเบื้องดินเผา	45.67	+12.34
หินขัด	41.38	+10.00
คอนกรีตสำเร็จรูป	38.00	+ 9.50
คอนกรีต	39.33	+ 8.50

ตาราง 6-2 : เปรียบเทียบพื้นผิวภายนอกต่าง ๆ ที่ถูกแสงแดด ของวัดกำแพง

- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในระดับความสูง 2 เมตร อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้มีค่าต่ำสุด
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) ร่มเงาที่เกิดจากอาคารหรือต้นไม้มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ลดต่ำลงได้
- ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ต่อ ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ จะสูงถึง 3 : 1
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ หรือมีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 5% เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- ความเร็วลมภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.5 m/s

วัดราษฎร์บูรณะ

- อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ตลอดเวลา เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ เมื่อเปิดโบสถ์ในเวลากลางวัน
- ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในช่วงเวลา 6:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในเวลาประมาณ 8:00 น.
- ค่าสูงสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอก ณ ตำแหน่งต่าง ๆ อยู่ในช่วงเวลา 15:00 น. อุณหภูมิอากาศภายในเวลาประมาณ 16:00 -17:00 น.
- ในเวลากลางวัน (7:00 น. -18:00 น.) อุณหภูมิผิวของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งที่ถูก แสงแดดมีอุณหภูมิ และมีความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศสูง

วัสดุ	อุณหภูมิผิว (°C)	ความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศ
คอนกรีต	42.38	+ 6.25

ตาราง 6-3: พื้นผิวคอนกรีตภายนอกที่ถูกแสงแดด ของวัดราษฎร์บูรณะ

- ในเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) ร่มเงาที่เกิดจากอาคารมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์ลดต่ำลงได้
- ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์ ต่อ ค่าความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ของความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ จะสูงถึง 2 : 1
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะค่อนข้างคงที่ หรือมีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 10% เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน
- ความเร็วลมภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.3 m/s

เมื่อพิจารณาเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์ พบว่าโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพง มีโอกาสเข้าสู่เขตสบายได้มากกว่าโบสถ์ของวัดราชวรัญญะ

พิจารณาเขตสบายของ Olgyay (1992) ซึ่งกำหนดให้อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง 22°C – 27°C และมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20% – 75% เนื่องจากในเวลากลางคืนมีการปิดโบสถ์ จึงใช้ข้อมูลในเวลากลางวันที่เปิดโบสถ์ ดังแสดงในตารางที่ 6-1 พบว่า

- วัดราชาธิวาสมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 25% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 83% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 67%
- วัดกำแพงมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 33% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 67% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 58%
- วัดราชวรัญญะมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 17% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 33%

เมื่อพิจารณาเขตสบายของ Szokolay (1980 cited in Beer: 1998) ซึ่งกำหนดให้อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง 23°C – 30°C และมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 18% – 77% ดังแสดงในตารางที่ 6-2 พบว่า

- วัดราชาธิวาสมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 33% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 83% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 75%
- วัดกำแพงมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 58% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 100% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 83%
- วัดราชวรัญญะมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 42% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 75%

วัดราชวิเวกวาสวิหาร (17 มกราคม 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	21	26	80%	70%	20
8:00	22	23	78%	75%	20
9:00	23	23	70%	72%	21
10:00	27	24	56%	68%	23
11:00	31	25	45%	63%	25
12:00	31	26	43%	63%	26
13:00	31	27	47%	59%	27
14:00	32	27	43%	58%	28
15:00	31	27	48%	63%	27
16:00	31	27	46%	63%	27
17:00	28	27	59%	64%	28
18:00	27	26	63%	67%	25
เขตสภาพ	25%	83%			67%

วัดกำแพง (16 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	20	26	71%	53%	21
8:00	22	25	60%	51%	22
9:00	25	24	47%	50%	23
10:00	27	25	41%	47%	24
11:00	28	26	40%	46%	25
12:00	29	26	37%	46%	26
13:00	31	27	36%	42%	27
14:00	33	28	28%	42%	28
15:00	32	28	35%	41%	28
16:00	29	28	44%	42%	28
17:00	28	28	49%	43%	28
18:00	26	27	60%	47%	26
เขตสภาพ	33%	67%			58%

วัดจันทบุรีบุรณะ (13 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	23	25	79%	72%	-
8:00	24	25	71%	73%	-
9:00	26	26	60%	64%	-
10:00	28	27	53%	61%	-
11:00	30	28	47%	55%	-
12:00	33	29	36%	51%	-
13:00	34	29	32%	48%	-
14:00	36	30	29%	43%	-
15:00	36	31	26%	40%	-
16:00	35	31	27%	39%	-
17:00	34	31	30%	39%	-
18:00	30	30	50%	55%	-
เขตสภาพ	17%	33%			

ตาราง 6-4 : แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการอยู่ในเขตสภาพของ Olgay (1992)

จัดชาวจีนวิสาหกิจ (17 มกราคม 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	21	26	80%	70%	20
8:00	22	23	78%	75%	20
9:00	23	23	70%	72%	21
10:00	27	24	56%	68%	23
11:00	31	25	45%	63%	25
12:00	31	26	43%	63%	26
13:00	31	27	47%	59%	27
14:00	32	27	43%	58%	28
15:00	31	27	48%	63%	27
16:00	31	27	46%	63%	27
17:00	28	27	59%	64%	26
18:00	27	26	63%	67%	25
เขตสบาย	33%	83%			75%

จัดกาแฟ (16 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	20	26	71%	53%	21
8:00	22	25	60%	51%	22
9:00	25	24	47%	50%	23
10:00	27	25	41%	47%	24
11:00	28	26	40%	46%	25
12:00	29	26	37%	46%	26
13:00	31	27	36%	42%	27
14:00	33	28	28%	42%	28
15:00	32	28	35%	41%	28
16:00	29	28	44%	42%	28
17:00	28	28	49%	43%	28
18:00	26	27	60%	47%	26
เขตสบาย	58%	100%			83%

จัดงานบุญบั้งไฟ (13 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	23	25	79%	72%	-
8:00	24	25	71%	73%	-
9:00	26	26	60%	64%	-
10:00	28	27	53%	61%	-
11:00	30	28	47%	55%	-
12:00	33	29	36%	51%	-
13:00	34	29	32%	48%	-
14:00	36	30	29%	43%	-
15:00	36	31	26%	40%	-
16:00	35	31	27%	39%	-
17:00	34	31	30%	39%	-
18:00	30	30	50%	55%	-
เขตสบาย	42%	75%			

ตาราง 6-5 : แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการอยู่ในเขตสบายของ Szokolay (1980)

เมื่อพิจารณาการขยายขอบเขตสบายจากการศึกษาของ วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542) ซึ่งกำหนดให้อุณหภูมิอากาศมีค่าระหว่าง $24.1\text{ }^{\circ}\text{C} - 31.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในสภาพไม่ปรับอากาศ โดยสรุปผลมาจากการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทย ดังแสดงในตารางที่ 6-3 พบว่า

- วัดราชาธิวาสมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 67% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 67% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 83%
- วัดกำแพงมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 67% มีอุณหภูมิอากาศภายในใต้ต้นไม้อยู่ในเขตสบาย 100% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 75%
- วัดราชวรীরบูรณะมีอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 42% และมีอุณหภูมิภายในโบสถ์อยู่ในเขตสบาย 100%

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า อุณหภูมิภายในโบสถ์จะอยู่ในเขตสบายเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น มีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมจึงสามารถยอมรับอุณหภูมิที่สูงกว่าเขตสบายในภูมิอากาศในเขตอบอุ่น

อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอากาศกลางแจ้งภายนอกโบสถ์ของวัดราชวรীরบูรณะที่ไม่มีต้นไม้ ยังคงไม่สามารถเพิ่มโอกาสเข้าสู่เขตสบายได้เช่นเดียวกับอุณหภูมิภายในโบสถ์ จึงสรุปได้ว่าการที่โบสถ์มีมวลสารมาก และการเคยชินต่อสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น ทำให้ภายในโบสถ์ไทยอยู่ในเขตสบายได้ในเวลากลางวัน แต่ภายนอกโบสถ์ที่ไม่มีร่มเงาของต้นไม้ในระดับสูง แม้ว่าจะมีความเคยชินต่อสภาพภูมิอากาศก็ไม่สามารถรู้สึกว่ายู่ในเขตสบายได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงมากเกินไปเกินกว่าที่มนุษย์จะยอมรับได้

วัดจันทราภิวัตน์วิหาร (17 มกราคม 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	21	26	80%	70%	20
8:00	22	23	78%	75%	20
9:00	23	23	70%	72%	21
10:00	27	24	56%	68%	23
11:00	31	25	45%	63%	25
12:00	31	26	43%	63%	26
13:00	31	27	47%	59%	27
14:00	32	27	43%	58%	28
15:00	31	27	48%	63%	27
16:00	31	27	46%	63%	27
17:00	28	27	59%	64%	26
18:00	27	26	63%	67%	25
เขตสภาพ	67%	83%			67%

วัดท่าแม่ (16 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	20	26	71%	53%	21
8:00	22	25	60%	51%	22
9:00	25	24	47%	50%	23
10:00	27	25	41%	47%	24
11:00	28	26	40%	46%	25
12:00	29	26	37%	46%	26
13:00	31	27	36%	42%	27
14:00	33	28	28%	42%	28
15:00	32	28	35%	41%	28
16:00	29	28	44%	42%	28
17:00	28	28	49%	43%	28
18:00	26	27	60%	47%	26
เขตสภาพ	67%	100%			75%

วัดจันทราภิวัตน์ (13 กุมภาพันธ์ 2544)

เวลา	อุณหภูมิอากาศ ภายนอก	อุณหภูมิอากาศ ภายใน	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอก	ความชื้นสัมพัทธ์ ภายใน	อุณหภูมิอากาศ ใต้ต้นไม้
7:00	23	25	79%	72%	-
8:00	24	25	71%	73%	-
9:00	26	26	60%	64%	-
10:00	28	27	53%	61%	-
11:00	30	28	47%	55%	-
12:00	33	29	36%	51%	-
13:00	34	29	32%	48%	-
14:00	36	30	29%	43%	-
15:00	36	31	26%	40%	-
16:00	35	31	27%	39%	-
17:00	34	31	30%	39%	-
18:00	30	30	50%	55%	-
เขตสภาพ	42%	100%			

ตาราง 6-6 : แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิ และการอยู่ในเขตสภาพของ วรภรณ์ กาญจนวิโรจน์ (2542)

6.1.3 สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2

วัดราชาธิวาสวิหาร, วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ

- ช่วงเวลากลางคืน (19:00 น. - 6:00 น.) โดยเฉพาะเมื่อปิดโบลด์ อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์จะคงที่ แต่จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบลด์ตลอดเวลา อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) ประมาณ 2°C โดย
 1. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราษฎร์บูรณะจะมีค่าสูงที่สุด
 2. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราชาธิวาสวิหารจะมีค่ารองลงมา
 3. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดกำแพงจะมีค่าต่ำที่สุด
- ช่วงเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกโบลด์ และอุณหภูมิอากาศภายในโบลด์จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) ประมาณ 4°C เมื่อเปิดโบลด์ในเวลากลางวัน โดย
 1. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราษฎร์บูรณะจะมีค่าสูงที่สุด
 2. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และอุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดกำแพงจะมีค่าใกล้เคียงกัน
- อุณหภูมิอากาศภายนอกโบลด์จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) ประมาณ $8^{\circ}\text{C} - 13^{\circ}\text{C}$ โดย
 1. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราษฎร์บูรณะจะมีค่าสูงที่สุด
 2. อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และอุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดกำแพงจะมีค่าใกล้เคียงกัน
- อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) ประมาณ -5°C โดย อุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และอุณหภูมิอากาศภายในโบลด์ของวัดกำแพงจะมีค่าใกล้เคียงกัน
- ช่วงเวลากลางคืน (19:00 น. - 6:00 น.) โดยเฉพาะเมื่อปิดโบลด์ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบลด์จะค่อนข้างคงที่ หรือมีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 5% โดย
 1. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบลด์ของวัดราษฎร์บูรณะจะมีค่าต่ำที่สุด
 2. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบลด์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบลด์ของวัดกำแพงจะมีค่าใกล้เคียงกัน

- ช่วงเวลากลางวัน (7:00 น. - 18:00 น.) ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์จะมีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 10%
- ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกโบสถ์มีความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดกับต่ำสุด (ΔRH) ประมาณ 40%-50% เมื่อปิดโบสถ์ในเวลากลางคืน โดย
 1. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดราษฎร์บูรณะจะมีค่าต่ำที่สุด
 2. ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโบสถ์ของวัดกำแพงจะมีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาเขตสบายภายใน และภายนอกโบสถ์ พบว่าโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพงมีโอกาสเข้าสู่เขตสบายได้มากกว่าวัดราษฎร์บูรณะ

6.1.4 สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนเปรียบเทียบปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

วัดราชาธิวาสวิหาร วัดกำแพง และวัดราษฎร์บูรณะ

พื้นที่ในเขตพุทธาวาสของวัดต่าง ๆ มีขนาดไม่เท่ากัน แต่ในการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ เมื่อพิจารณาจากอัตราส่วนที่ขยายจากเส้นรอบโบสถ์โดยรอบด้วยขนาดที่เท่ากัน พบว่าสัดส่วนที่สามารถนำมาเปรียบเทียบโดยสภาพแวดล้อมภายนอกยังคงอยู่ในบริเวณเขตพุทธาวาส คือ สัดส่วนพื้นที่โบสถ์ ต่อ พื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก = 1 : 4

จากสัดส่วนดังกล่าวจึงได้พื้นที่เปรียบเทียบ ซึ่งมีพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

1. วัดราชาธิวาสวิหาร มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 40% พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 60% และมีพื้นที่ให้ร่มเงา 76%
2. วัดกำแพง มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 31% พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 69% และมีพื้นที่ให้ร่มเงา 48%
3. วัดราษฎร์บูรณะ มีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 0% พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง 100% และมีพื้นที่ให้ร่มเงา 25%

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ ร่วมกับโอกาสเข้าสู่เขตสบายของโบสถ์ที่ทำการวิจัยทั้งสามแห่ง พบว่า วัดราชาธิวาสวิหาร มีสัดส่วนพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนต่อพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง มากกว่า วัดกำแพงเล็กน้อย และมีพื้นที่ให้ร่มเงามากนั้น มีโอกาสที่ภายในโบสถ์จะอยู่ในเขตสบายใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นสภาพแวดล้อมจึงมีอิทธิพลต่อเขตสบายภายในโบสถ์ไม่มากนัก แต่จะมีอิทธิพลอย่างสูงต่อเขตสบายภายนอกโบสถ์

จากสรุปผลการวิจัยในชั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าว นำมาสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยแต่ละข้อได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวแปรสำคัญทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส และผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย จากการวิจัยพบว่า ร่มเงาจากต้นไม้ในระดับสูงที่อยู่รอบโบสถ์ในระยะใกล้จะทำให้บริเวณภายในและภายนอกโบสถ์เข้าสู่เขตสบายในเชิงอุณหภูมิได้ โดยมีตัวแปรจากความสูงของต้นไม้ ความหนาแน่นของพุ่มใบ ระยะห่างของต้นไม้กับพื้นที่โดยรอบ และปริมาณของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนต่อปริมาณของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งและโบสถ์ เนื่องจากต้นไม้สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยควบคุมแสง จากดวงอาทิตย์ด้วยการดูดกลืนและสะท้อนรังสีความร้อนในเวลากลางวัน ทำให้เกิดความเย็นกับบริเวณโดยรอบ และทำให้เกิดร่มเงาด้วยความหนาแน่นของพุ่มใบ ช่วยควบคุมอุณหภูมิพื้นผิวต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้ร่มเงา
2. ความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาส และผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย พบว่า ความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ไม่มีผลกระทบมากนักต่ออุณหภูมิภายในโบสถ์ที่มีมวลสารสูง แต่สภาพแวดล้อมที่มีภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน และมีต้นไม้จะช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอก โดยลดอุณหภูมิลงจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงจากการคายน้ำของใบไม้ให้กลายเป็นไอน้ำในอากาศ
3. ลักษณะทางสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาสที่เหมาะสมกับเขตสบายของโบสถ์ไทย พบว่า โบสถ์ไทยมีการออกแบบแผนผังในรูปแบบสัญลักษณ์ และสื่อถึงคติความเชื่อทางพุทธศาสนา โดยโบสถ์เสมือนเป็นศูนย์กลางของจักรวาลในไตรภูมิ หรือเป็นที่ประทับของพระพุทธรูป ดังนั้น บริเวณภายนอกกรอบโบสถ์จึงเปรียบเสมือนสี่ทันทรมหาสมุทร ทำให้นิยามปูพื้นด้วยวัสดุพื้นผิวแข็งต่าง ๆ รวมทั้งทำให้เป็นลานโล่งกว้างมากกว่าใช้วัสดุพื้นผิวอ่อน ดังนั้นสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในเขตพุทธาวาสที่มีความเหมาะสมจึงควรคำนึงถึงทั้งคติธรรมและความสบายในเชิงอุณหภูมิ ซึ่งยังสามารถใช้ประโยชน์จากร่มเงาของต้นไม้ได้โดยการเลือกชนิด ความสูง ความหนาแน่นของพุ่มใบ และความสำคัญทางพุทธประวัติ ให้เหมาะสมกับพื้นที่ภายนอก และรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของโบสถ์

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

6.2.1 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัย พบว่า รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพงมีความใกล้เคียงกัน ขณะที่วัดราชวรวิหารมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด

รูปแบบดังกล่าวเกิดจากลักษณะอากาศที่ร้อนที่สุด ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพงมีอุณหภูมิต่ำ แต่อุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ของวัดราชวรวิหารมีอุณหภูมิสูงกว่า

รูปแบบของความใกล้เคียงที่เกิดขึ้น เนื่องจากผลของอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ที่อยู่ด้านข้างโบสถ์ของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพง ที่ทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกด้านข้างโบสถ์มีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) ไม่แตกต่างกันมาก (ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6.1 – 6.2) ขณะที่รูปแบบของความแตกต่างที่เกิดขึ้น เนื่องจากผลของอุณหภูมิอากาศภายนอกกลางแจ้งในที่โล่ง หรืออยู่ในร่มเงาเล็กน้อยของวัดราชวรวิหาร มีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (ΔT) แตกต่างกันอย่างมาก (ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6-3)

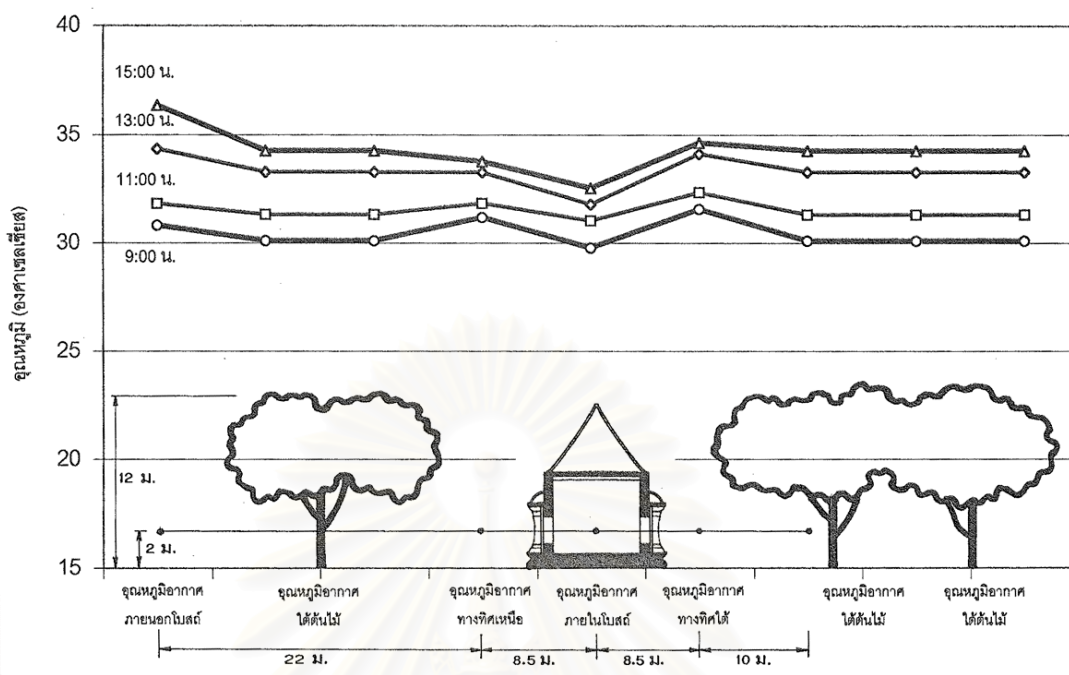
ต้นไม้จึงช่วยให้อุณหภูมิอากาศภายนอกในระยะใกล้เคียงมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วงแคบ ๆ และมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกกลางแจ้งตลอดเวลา

ในขณะเดียวกัน เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับสัดส่วนต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ในพื้นที่เปรียบเทียบ จะพบว่า การที่วัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพงที่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใกล้เคียงกันนั้น วัดราชาธิวาสวิหารมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 40% และวัดกำแพงมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 31% (ดังแสดงในตารางที่ 5-27) ขณะที่พื้นที่นอกเขตเปรียบเทียบ (พื้นที่รวมในเขตพุทธาวาส) ของวัดราชาธิวาสวิหารมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนถึง 57% และวัดกำแพงมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน 26% (ดังแสดงในตารางที่ 5-26)

จากสภาพแวดล้อมในเขตพุทธาวาสของวัดราชาธิวาสวิหาร และวัดกำแพง (ดังแสดงในภาคผนวก ค) จะพบว่า พื้นที่นอกเขตเปรียบเทียบของวัดราชาธิวาสวิหารเป็นพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน หรือมีปริมาณพื้นที่ต้นไม้ใหญ่เป็นจำนวนมาก ขณะที่วัดกำแพงมีน้อยกว่า

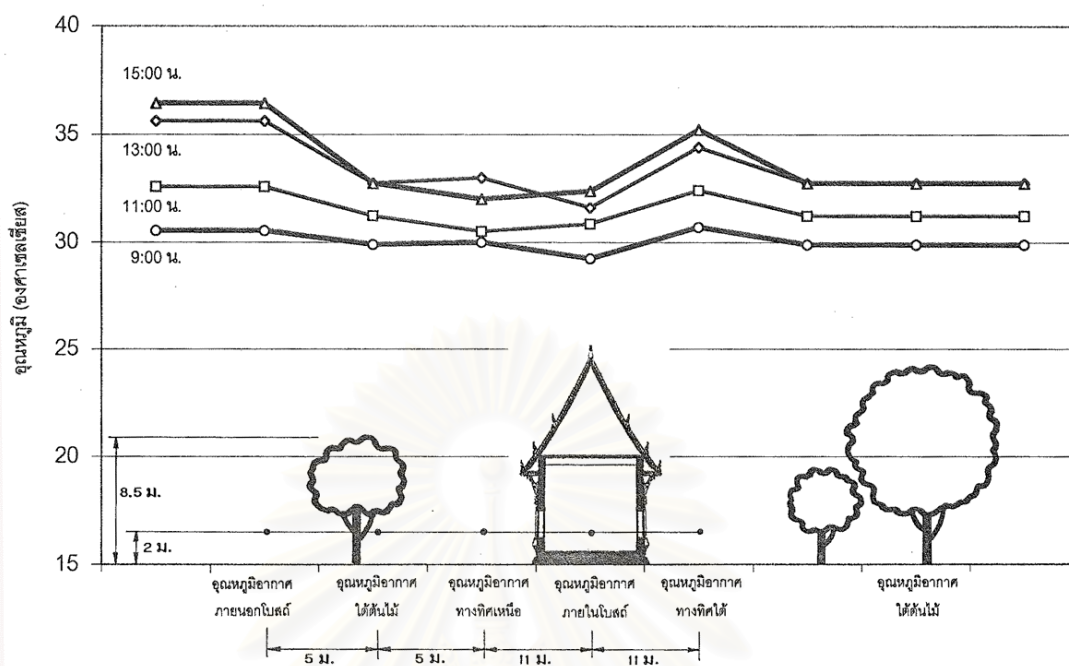
ดังนั้นอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในโบสถ์จึงมีแนวโน้มที่เกิดจาก อิทธิพลของต้นไม้ในระยะใกล้ มากกว่า อิทธิพลของต้นไม้ในระยะไกล

แผนภูมิ 6-1 : รูปแบบการเปลี่ยนแปลงจุดหมึกในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่าง ๆ ของวัดราชาธิวาสวิหาร ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544

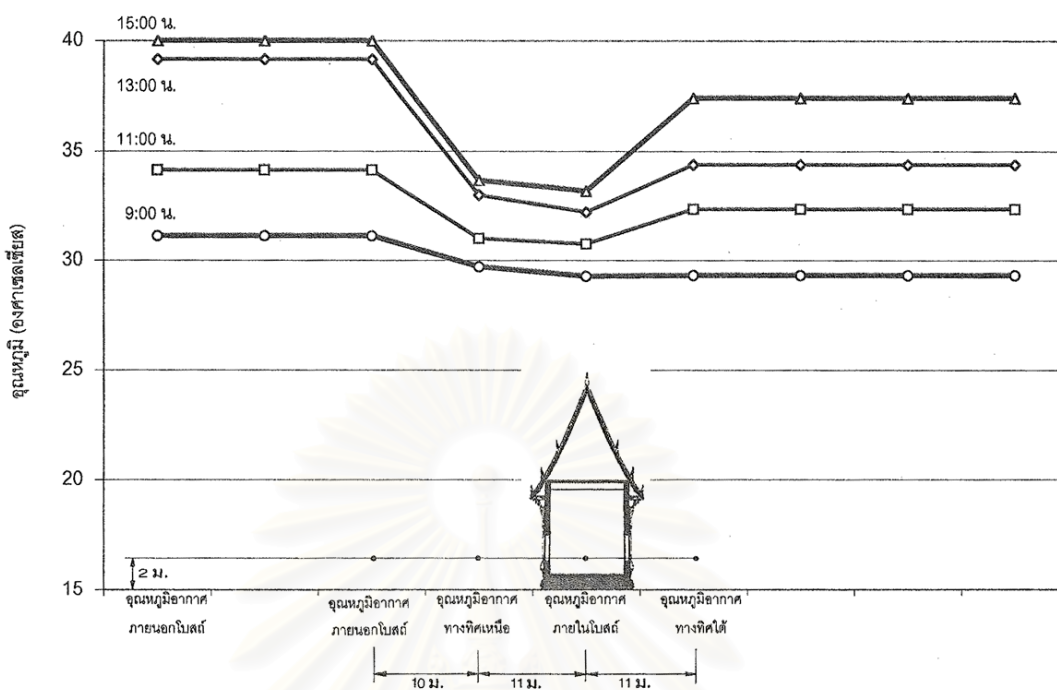


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิ 6-2 : รูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่างๆ ของวัดท่าแพง ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544



แผนภูมิ 6-3 : รูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเวลา 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น. ในตำแหน่งต่างๆ ของวัดราชกุฎบูรณะ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

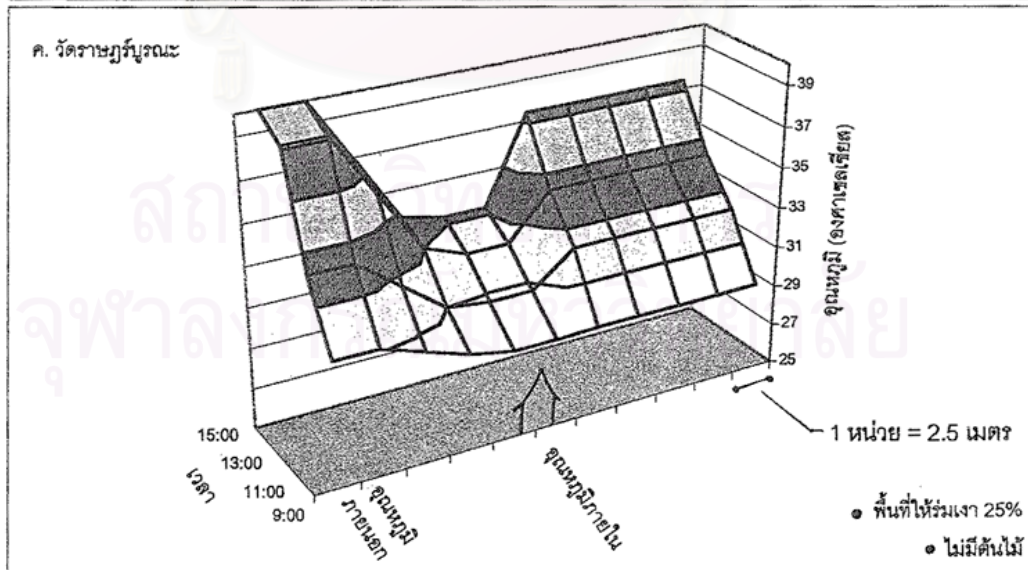
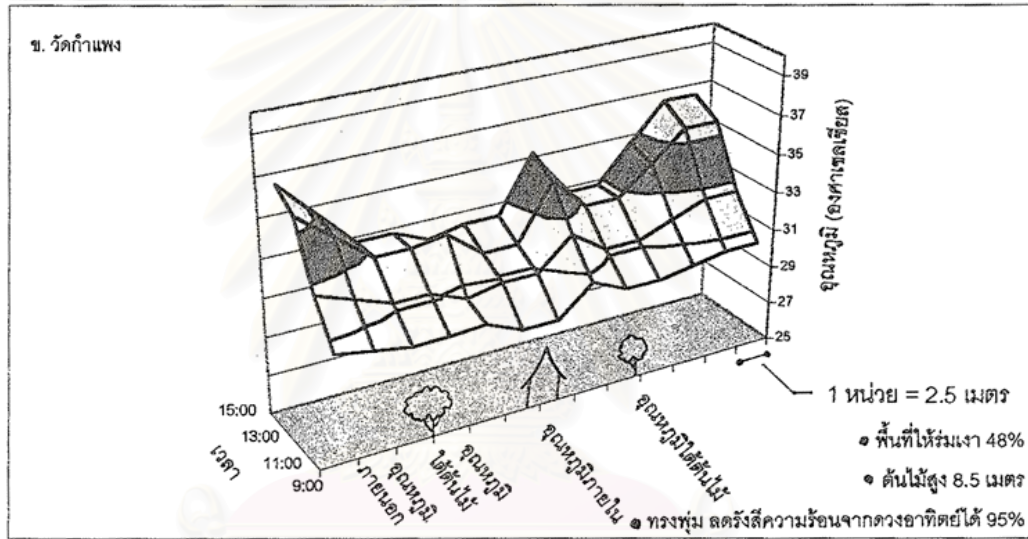
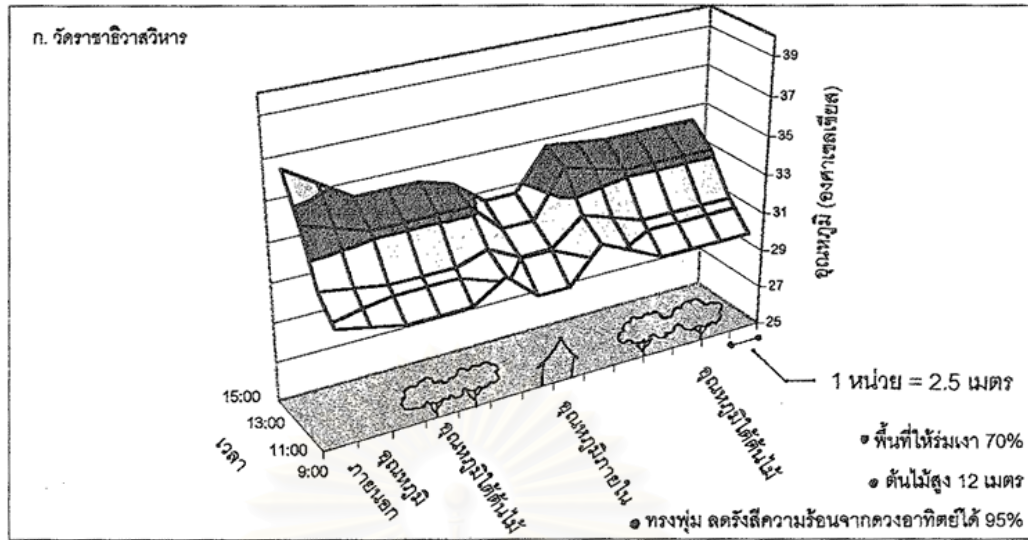
จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน สามารถนำมาประยุกต์เป็นแผนภูมิสามมิติ (ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6-4) เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศในระยะเวลาที่สามารถเปรียบเทียบระยะเวลาทางได้ใกล้เคียงความเป็นจริง และแสดงการเคลื่อนไหวของอุณหภูมิในเวลาอ้างอิงอย่างต่อเนื่อง โดยแนวแกน X แสดงอุณหภูมิ (วัดความสูงจากระดับพื้นภายนอก 2.0 เมตร ที่ความสูงตำแหน่งเดียวกันทั้งหมด) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส, แนวแกน Y แสดงระยะเวลา มีหน่วยเป็น 1 หน่วย = 2.5 เมตร, แนวแกน Z แสดงเวลา มีหน่วยเป็น 9:00 น. 11:00 น. 13:00 น. และ 15:00 น.

แต่ละรูปแบบที่ทำการเปรียบเทียบแสดงร้อยละของพื้นที่ให้ร่มเงา ความสูงของต้นไม้ และรูปทรงของต้นไม้ที่คาดว่าจะช่วยลดรังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์

แผนภูมิดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าต้นไม้ระดับสูงที่มีความสูง 8 – 12 เมตร มีรูปทรงพุ่ม หรือมีรูปทรงแผ่กว้างสามารถให้ร่มเงาได้สูงนั้น ทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกที่ได้รับอิทธิพลจากร่มเงามีอุณหภูมิอากาศที่เย็นลง และระยะของต้นไม้ที่อยู่ใกล้อาคารมีผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในอาคาร

สิ่งที่ควรสังเกตของแผนภูมิ 6-4 ที่แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เพื่อเปรียบเทียบจากความแตกต่างทางสภาพแวดล้อมภายนอก คือ รูปแบบ ค. ของวัดราชภัฏรณรงค์ที่ไม่มีต้นไม้ จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอย่างสูง รวมถึงความแตกต่างอย่างสูงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาเพิ่มขึ้นในเวลากลางวัน ซึ่งพิจารณาได้จากความชัน (Slope) ที่เพิ่มมากกว่า รูปแบบ ก. ของวัดราชาธิวาสวิหาร และรูปแบบ ข. ของวัดกำแพง ที่มีต้นไม้ทั้งสองวัด และจะพบว่าในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลาเที่ยง ความชันของอุณหภูมิใต้ต้นไม้จะน้อย เพราะการสร้างความเย็นใต้ต้นไม้เนื่องจากการเกิดขึ้นของอากาศเย็นบริเวณพื้นดินใต้ต้นไม้ ทำให้พื้นดินยังคงเย็นและไม่ร้อนเท่าอุณหภูมิอากาศจนกว่าแสงอาทิตย์จะสามารถส่องผ่านพุ่มไม้ได้

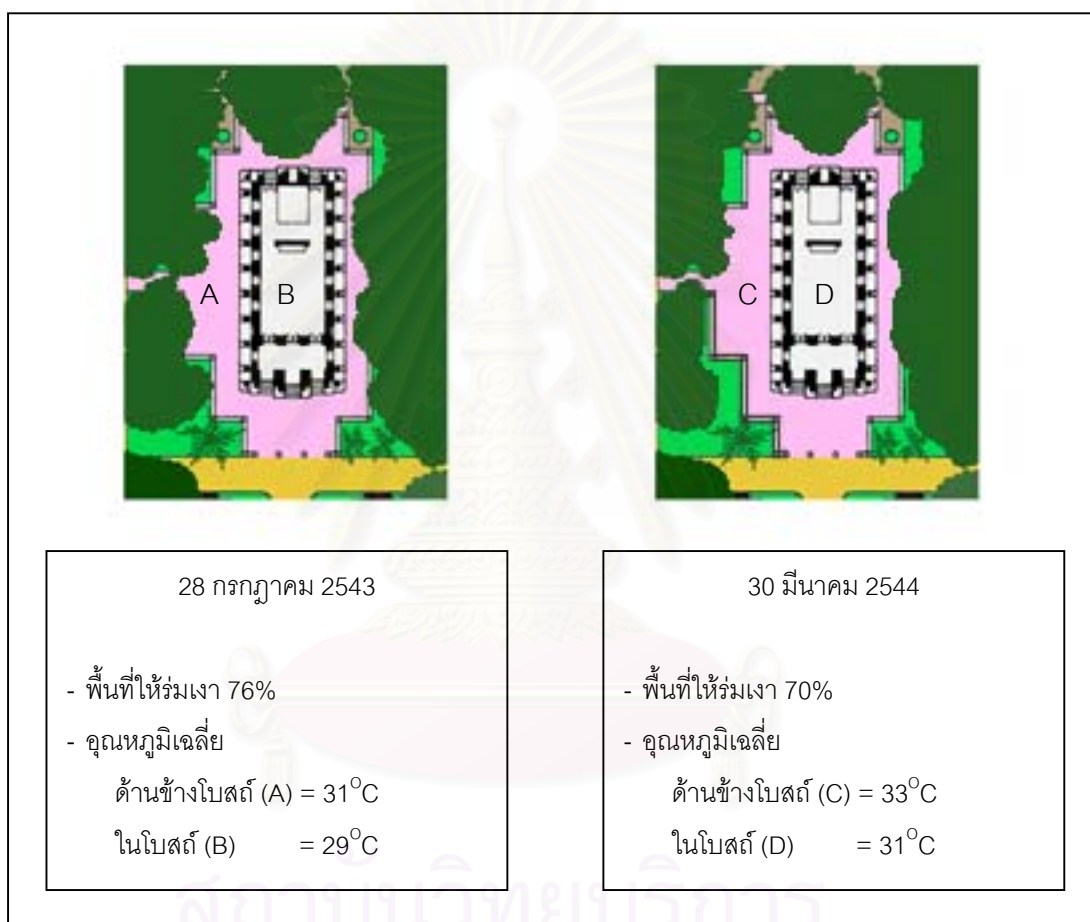
เนื่องจากตัวอย่างที่ทำการเปรียบเทียบเป็นอาคารไม่ปรับอากาศที่มีมวลสารมาก มีความหนาของผนังมากกว่า 0.40 เมตร ทำให้มีส่วนในการช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารในเวลากลางวัน แต่หากเป็นอาคารไม่ปรับอากาศที่มีมวลสารน้อย เช่น ใช้วัสดุทำด้วยไม้ หรือมีมวลสารปานกลาง เช่น ใช้วัสดุก่ออิฐฉาบปูนหนา 0.10 เมตร ที่อุณหภูมิภายในอาคารจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบอาคารโดยตรง ดังนั้นต้นไม้ในระดับสูงที่สามารถให้ร่มเงาแก่พื้นที่รอบอาคารจะช่วยทำให้ทั้งภายในและภายนอกอาคารอยู่ในเขตสบายในเชิงอุณหภูมิได้มากขึ้น



แผนภูมิ 6-4 : รูปแบบการเปลี่ยนแปลงจุดมุม ก. วัดราชาธิวาสวิหาร ข. วัดท่าแพง และ ค. วัดราชบุรณระ ณ วันที่ 30 มีนาคม 2544

6.2.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณพุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้ที่มีต่ออาคาร

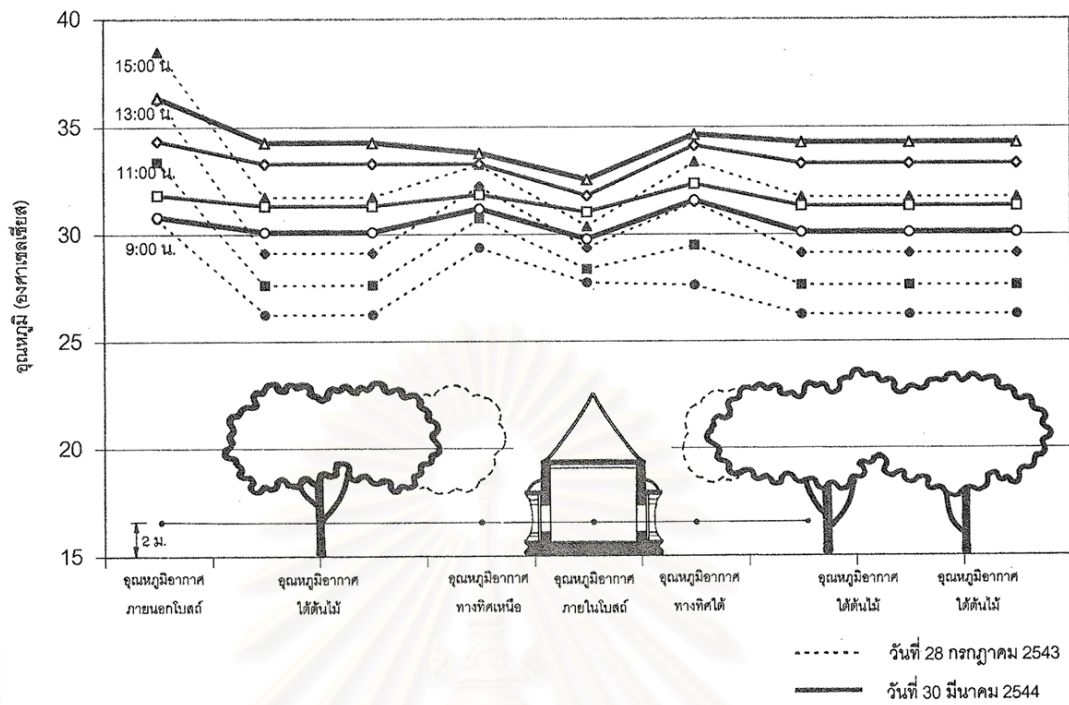
จากกรณีการเปลี่ยนแปลงปริมาณพุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้โดยรอบโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร เนื่องจากการทดลองเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2543 มีปริมาณพื้นที่ร่มเงาที่เกิดจากต้นไม้โดยรอบอาคารถึง 76% แต่เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2544 ปริมาณร่มเงาลดลงเนื่องจากการหักโค่นของกิ่งไม้และความแห้งแล้ง ทำให้เหลือพื้นที่ร่มเงาที่เกิดจากต้นไม้เพียง 70% ดังแสดงในรูปภาพที่ 6-1



รูปภาพ 6-1 : เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณพุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้ วัดราชาธิวาสวิหาร ณ วันที่ 28 กรกฎาคม 2543 และ 30 มีนาคม 2544

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีแนวโน้มทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกในบริเวณด้านข้างโบสถ์ และอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์มีค่าเฉลี่ยในเวลากลางวันสูงขึ้นกว่าเดิม คือ มีผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยด้านข้างโบสถ์ และอุณหภูมิเฉลี่ยในโบสถ์สูงขึ้น 2 °C (ดังแสดงในรูปภาพที่ 6-1) หรืออุณหภูมิอากาศภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 2 °C – 4 °C (ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6-5)

แผนภูมิ 6-5 : เปรียบเทียบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงจุดหมุ่ เนื่องจากการลดพื้นที่ป่าไม้ให้ร่มเงาของต้นไม้ด้านข้างโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เนื่องจากการลดพื้นที่พุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้ ด้านข้างโบสถ์ (ดังแสดงในแผนภูมิที่ 6-5) ระหว่างวันที่ 28 กรกฎาคม 2543 กับ วันที่ 30 มีนาคม 2544 พบว่า ลักษณะความชัน (Slope) ของเส้นระหว่างตำแหน่งอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ กับ ตำแหน่งอุณหภูมิอากาศทางทิศเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ระหว่างต้นไม้กับโบสถ์ มีระดับที่สูงขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งอุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์มีระดับที่สูงขึ้นกว่าเดิมเช่นกัน

การที่อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ของวันที่ 28 กรกฎาคม 2543 อยู่ในระดับต่ำกว่า เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝนที่ต้นไม้มีความอุดมสมบูรณ์จึงมีปริมาณความหนาแน่นของพุ่มใบสูง ขณะที่อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้ของวันที่ 30 มีนาคม 2544 อยู่ในระดับสูงกว่า เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูร้อนที่ต้นไม้ได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้ง จึงมีปริมาณความหนาแน่นของพุ่มใบลดลง โอกาสที่แสงอาทิตย์จะส่องผ่านพุ่มใบมาถึงพื้นดินจึงมากขึ้น ต้นไม้ที่เคยมีประโยชน์ในการรักษา ความเย็นระหว่างพื้นดินกับพุ่มใบไว้ได้ระหว่างช่วงเวลาเช้าที่พระอาทิตย์ขึ้นจนถึงช่วงเวลาเที่ยงจึง มีประสิทธิภาพลดลง ดังแสดงในแผนภูมิดังกล่าวที่อุณหภูมิเวลา 9:00 น. – 11:00 น. ของอุณหภูมิ อากาศใต้ต้นไม้ในช่วงฤดูร้อนมีระดับสูงกว่าช่วงฤดูฝนอย่างชัดเจน

ผลจากการลดปริมาณพุ่มใบให้ร่มเงาของต้นไม้เพียงเล็กน้อย ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายนอกจนรู้สึกได้ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวบนพื้นภายนอกให้เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย เนื่องจากร่มเงาของต้นไม้มีประโยชน์ที่สามารถสกัดกั้นความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากกว่า 70% และช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากพื้น จึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายใต้ร่มเงาเย็นลง

ต้นไม้ในระดับสูงของวัดราชาธิวาสวิหารที่อยู่รอบโบสถ์ส่วนใหญ่ คือ ต้นพิกุล ซึ่งมีขนาดสูงประมาณ 12 เมตร หากในอนาคตเกิดการลดปริมาณของต้นไม้ในระดับสูง หรือการปลูกพืชพรรณชนิดอื่น ๆ ที่ให้ร่มเงาที่แตกต่างจากร่มเงาในปัจจุบัน ย่อมทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมย่อมส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายนอกโบสถ์โดยตรง และส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในโบสถ์ รวมทั้งเขตสบายภายใน และภายนอกของวัดราชาธิวาสวิหารอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ต้นพิกุล ขนาดสูง 12 เมตร เป็นทรงพุ่มแผ่กว้าง สามารถดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ประมาณ 95% เมื่อเปลี่ยนเป็นพืชสกุลปาล์ม ขนาดสูง 12 เมตร เท่ากัน แต่ความสามารถในการดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์จะลดเหลือเพียง 10 - 50% ดังนั้นการปลูกพืชพรรณทดแทนจึงควรพิจารณาถึงผลกระทบในระยะยาว โดยคำนึงถึงความหนาแน่นของพุ่มใบ ความสูงของลำต้น นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ภายนอกโบสถ์ และทัศนียภาพความเป็นสวนภายในศาสนสถาน

6.2.3 อิทธิพลของร่มเงา

จากตารางที่ 6-7 พบว่า อิทธิพลของร่มเงามีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิว โดยข้อมูลของวัดกำแพง ณ วันที่ 15 – 16 กุมภาพันธ์ 2544 ของพื้นที่หน้าตัด เป็นบริเวณที่โดนแดดตั้งแต่เวลา 9:30 น. จนกระทั่ง เวลา 13:15 น. เริ่มได้รับอิทธิพลของร่มเงาจากเสาโบลท์ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 45 นาที อุณหภูมิผิวลดลงถึง 3.9°C และภายในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที สามารถลดต่ำถึง 6.9°C เมื่อโดนแดดอีกครั้ง พบว่าอุณหภูมิผิวมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2.1°C ภายในเวลา 30 นาที (รายละเอียดดูเพิ่มเติม จากแผนภูมิ 5-21 หน้า 146)

ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นมีผลจากอิทธิพลของร่มเงาที่ทำให้พื้นผิวไม่โดนแสงแดดโดยตรง แม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มที่ช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นผิว และทำให้อุณหภูมิกอากาศเย็นลง

พื้นที่หน้าตัด			
เวลา	พื้นโดนแสงแดด	อุณหภูมิผิว	หมายเหตุ
13:00 น.	✓	41.4°C	อุณหภูมิผิวสูงสุด
13:30 น.	✗ มีร่มเงาจากเสา	37.5°C	อุณหภูมิลดต่ำลง 3.9°C
14:00 น.	✗ มีร่มเงาจากเสา	36.0°C	อุณหภูมิลดต่ำลงอีก 1.5°C รวมลดต่ำกว่าเดิมถึง 5.4°C
14:30 น.	✗ มีร่มเงาจากเสา	34.5°C	อุณหภูมิลดต่ำลงอีก 1.5°C รวมลดต่ำกว่าเดิมถึง 6.9°C
15:00 น.	✓	36.6°C	อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2.1°C

ตาราง 6-7 : แสดงอิทธิพลของร่มเงาที่มีต่อผิววัสดุ

6.2.4 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย

จากการวิจัย พบว่า อิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อเขตสบายของโบสถ์ไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องการใช้ประโยชน์ทั้งภายในโบสถ์ และพื้นที่ภายนอกโบสถ์

กรณีใช้ประโยชน์เฉพาะภายในโบสถ์

- สภาพแวดล้อมภายนอกสามารถใช้พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งได้มากที่สุด โดยไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน หรือร่มเงาจากต้นไม้ในระดับสูง ดังนั้น ภายนอกโบสถ์สามารถใช้อาคาร หรือสิ่งก่อสร้างใกล้เคียง เช่น เจดีย์ วิหารคต เป็นที่ให้ร่มเงาโดยสกัดกั้นรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วัสดุพื้นที่เหมาะสมก็จะสามารถช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยควรเลือกวัสดุที่มีค่าการสะสมความร้อนต่ำ หรือเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ของภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อนเพื่อลดการสะสมความร้อน และการแผ่รังสีของผิวพื้น
- เขตสบายภายในโบสถ์จึงขึ้นอยู่กับลักษณะอาคารโดยตรง ดังนี้

ผนังโบสถ์

ต้องมีมวลสารมาก เพื่อใช้ประโยชน์จากการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Thermal Lag) ทำให้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวผนังเกิดขึ้นได้ช้า หากโบสถ์มีผนังที่สูงมากและมีชายคาสั้น ความหนาของผนังควรหนามากกว่า 0.40 เมตร เนื่องจาก ผนังของวัดราชบูรณะ ซึ่งเป็นตัวแทนที่อยู่ในกรณีนี้มีความหนาเพียง 0.40 เมตร และโอกาสที่ภายในโบสถ์เข้าสู่เขตสบายยังต่ำอยู่ ด้วยความสูงของผนังทำให้แสงแดดสามารถส่องเข้ามายังข้างในโบสถ์ได้โดยตรง หรือออกแบบมีระเบียงภายนอกเพื่อให้มีมีเสาพาไล และชายคายื่นยาวบังแสงแดด

การที่โบสถ์วางแนวอาคารทางทิศตะวันออก-ตะวันตก ทำให้ผนังโบสถ์ด้านยาวด้านใดด้านหนึ่งอยู่ในเงาแดดตลอดเวลา ทำให้อุณหภูมิผิวผนังและอุณหภูมิอากาศมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก

หลังคาโบสถ์

หลังคาทรงสูงทำให้อิทธิพลความร้อนเกิดขึ้นกับหลังคาเพียงด้านเดียวเป็นส่วนมาก อีกทั้งการใช้กระเบื้องเป็นวัสดุผิวมันเงามีค่าการสะท้อนแสงสูงจะช่วยสะท้อนความร้อนไปสู่ท้องฟ้า แต่เนื่องจากปัจจุบันภายในโบสถ์นิยมทำผนังคอนกรีตเสริมเหล็กใต้หลังคาเพื่อกันน้ำรั่วซึม ทำให้เพิ่มมวลสารของหลังคามากขึ้น และก่อให้เกิดการสะสมความร้อนแทนการระบายอากาศได้ดี

พื้นโบสถ์

การถมดินใต้พื้นโบสถ์ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากความเย็นของดิน และควรพิจารณาในการสกัดกั้นความชื้นจากดินด้วย นอกจากนี้พื้นโบสถ์ควรยกสูงกว่าระดับพื้นดินภายนอกและไม่ควรถมพื้นดินภายนอกในสูงเสมอพื้นโบสถ์

วัสดุภายในโบสถ์

จากการทดลอง พบว่า ผิววัสดุปูพื้น และผนังภายในโบสถ์ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28°C – 30°C ซึ่งทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของร่างกาย แต่ปัจจุบันนิยมใช้วัสดุปูพื้นภายในที่สะสมความร้อน เช่นปูพรมเต็มพื้นที่ภายในโบสถ์ ดังนั้นจึงควรเลือกปูพรมเฉพาะอาสนะของพระภิกษุสงฆ์ หรือบริเวณที่สำคัญ เป็นต้น

กรณีใช้ประโยชน์ทั้งภายใน และภายนอกโบสถ์

- สภาพแวดล้อมภายนอกโบสถ์ควรใช้พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็งเฉพาะเท่าที่จำเป็น โดยมี พื้นี่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน หรือร่มเงาจากต้นไม้ในระดับสูงในปริมาณมาก หากจำเป็นต้องมีพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง ควรพิจารณาหาแนวทางใช้ประโยชน์จากร่มเงาของต้นไม้ในระดับสูง อย่างไรก็ตาม หากพื้นที่ภายนอกโบสถ์มีไม่มากนัก อย่างน้อยควรมีพื้นที่ให้ร่มเงาที่รวมทั้งอาคารและต้นไม้ในระดับสูงประมาณ 50% -70% ของพื้นที่ภายนอกโบสถ์ (ในอัตราส่วน พื้นที่โบสถ์ ต่อ พื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก = 1 : 4) หรือในอัตราส่วน พื้นที่โบสถ์ ต่อ พื้นที่สภาพแวดล้อมภายนอก ต่อ พื้นที่ร่มเงา = 1 : 4 : 2-2.8

- เขตสบายภายในโบสถ์นอกจากขึ้นอยู่กับลักษณะอาคารโดยตรง ดังที่กล่าวไว้แล้ว ยังสามารถปรับเปลี่ยนได้บ้าง ดังนี้

ผนังโบสถ์

ถึงแม้โบสถ์มีผนังที่สูงมากและมีชายคาสั้น แต่หากมีต้นไม้ระดับสูงที่ให้ร่มเงาแก่ผนังโบสถ์ด้านยาวทั้งสองด้าน ทำให้ผนังโบสถ์อยู่ในเงาแดดตลอดเวลา จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายนอกระหว่างโบสถ์กับต้นไม้ลดต่ำลงได้ มีผลให้อุณหภูมิภายในโบสถ์ลดต่ำลงด้วย รวมทั้งช่วยสกัดกั้นไม่ให้แสงแดดส่องเข้ามายังข้างในโบสถ์จากช่องทางต่างได้โดยตรง จึงเพิ่มโอกาสที่ภายในโบสถ์จะเข้าสู่เขตสบายได้มากขึ้น

หลังคาโบสถ์

หลังคาทรงสูง การปลูกต้นไม้ใกล้โบสถ์สามารถเลือกชนิด ลักษณะของพุ่มใบที่ให้ร่มเงาแต่ไม่ทำอันตรายแก่หลังคา

พื้นโบสถ์

การเพิ่มปริมาณพื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน หรือพืชพรรณชนิดต่าง ๆ เป็นการเพิ่มความชื้นโดยตรง ดังนั้นจึงพิจารณาหาทางระบายความชื้นที่เหมาะสม

วัสดุภายในโบสถ์

ควรเป็นวัสดุที่ไม่สะสมความร้อน และความชื้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้

การปลูกต้นไม้ในเขตพุทธาวาส โดยเฉพาะบริเวณรอบโบสถ์ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมระหว่างความสบายในเชิงอุณหภูมิ ความงามในเชิงภูมิสถาปัตยกรรม และความหมายในเชิงสัญลักษณ์

การนำต้นไม้ในระดับสูงมาใช้ประโยชน์ด้านการให้ร่มเงาแก่พื้นที่ว่างรอบโบสถ์หรืออาคารต่าง ๆ ควรคำนึงถึงความสูง ความกว้างของพุ่มใบ ราก รวมทั้งลักษณะกิ่งก้านสาขา ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อโบสถ์ หรืออาคารต่าง ๆ ได้

ในกรณีที่อาคารไม่ปรับอากาศ ปริมาณต้นไม้จำนวนมากแต่อยู่ไกลจากตัวอาคาร จะไม่มีผลต่อการช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร เนื่องจากต้นไม้บริเวณรอบอาคารที่อยู่ใกล้เคียงอาคารอย่างเหมาะสมและเพียงพอที่จะใช้ประโยชน์จากร่มเงา จึงจะมีอิทธิพลต่อการช่วยทำให้ภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบายได้มากขึ้น โดยเฉพาะอาคารไม่ปรับอากาศที่มีมวลสารน้อย เช่น อาคารที่ก่อสร้างด้วยไม้ ที่อุณหภูมิอากาศภายในอาคารเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกซึ่งไม่ต้องใช้พื้นที่มาก เพียงแต่ต้องมีต้นไม้อยู่ในระยะที่จะเอื้อประโยชน์กับอาคารอย่างแท้จริงเท่านั้น

6.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

ในปัจจุบันพื้นที่ภายในวัดมีขนาดเล็กลง ดังนั้นจึงมีการสร้างโบสถ์รูปแบบใหม่เป็นสองชั้นทรงจตุรมุขขึ้น จึงควรทำการวิจัยว่าลักษณะดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในโบสถ์ชั้นบนที่ถูกยกสูงขึ้นมา และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชั้นล่างมีความสบายในเชิงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการใช้สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยไม่มีมีการปรับอากาศหรือไม่ และการวิจัยถึงการเปลี่ยนแปลงวัสดุในการสร้างโบสถ์จากเดิม ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในโบสถ์ และสภาพแวดล้อมภายนอก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ไขแสง ศุขะวัฒน์. การศึกษาการตกแต่งพระราชอุทยานและสวนในรัชสมัยพระบาท

สมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พ.ศ. 2394 - 2411. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ไขแสง ศุขะวัฒน์. ประวัติสวนไทย ภาค 1 ว่าด้วยสวนในนิยายโบราณ สวนสมัยสุโขทัย

และสมัยกรุงศรีอยุธยา. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

ไขแสง ศุขะวัฒน์. สวนไทย. ใน การแสดงปาฐกถาชุด “สิรินธร” ครั้งที่ 12 เรื่อง

“สวนไทย”. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

จุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว, พระบาทสมเด็จพระ. เรื่องวัดสมอราย อันมีนามว่า ราชธานีวาส. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์พิมพ์มหามกุฏราชวิทยาลัย, 2499. (สหธรรมิกสำนักวัดราชาธิวาสพิมพ์ถวาย เป็นธรรมเนียมบรรณาการพระราชทานเป็นที่ระลึก ในงานถวายพระเพลิงพระบรมศพ สมเด็จพระศรีสวรินทิราบรมราชเทวี พระพันวัสสาอัยิกาเจ้า)

โชติ กัลยาณมิตร. สถาปัตยกรรมแบบไทยเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2539.

ธาดา สุทธิธรรม. สถาปัตยกรรมไทย. ขอนแก่น: ขอนแก่นพิมพ์พัฒนา, 2542.

น. ณ ปากน้ำ. ศิลปะในบางกอก. พระนคร: ร. พ. เพื่ออักษร, 2514.

เนตรนภิส นาควัชระ, ปิยนาด บุนนาค และบัณฑิต จุลาสัย. การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและ

สภาพแวดล้อมของศาสนสถานในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยสภาพแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

แน่นน้อย ศักดิ์ศรี, ม.ร.ว. สถาปัตยกรรมไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2539.

บุเรศบำรุงการ, หลวง. ต้นไม้สำคัญในพุทธประวัติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ส่วนท้องถิ่น

กรมการปกครอง, 2516.

ผังเมือง, สำนัก. กรุงเทพมหานคร. **ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร (ปรับปรุงครั้งที่ 1).**

กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.), 2542.

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร:

อักษรเจริญทัศน์, 2539.

- พรรณชาติ สุริโยธิน, คมกฤษ ชูเกียรติมัน และ อุษณีย์ มิ่งวิมล. **การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคาร**. สารศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 1 วารสารวิชาการภาคศึกษาศาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2541): 110-139.
- พระธรรมปิฎก, (ประยุทธ์ ปยุตฺโต). **พจนานุกรมพุทธศาสตร์ ฉบับประมวลศัพท์**. กรุงเทพฯ: มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2538.
- พระรัชมงคณสุนทร, ท่านเจ้าคุณ. **หนังสือคู่มือทำวัตรเช้า-เย็น และศาสนพิธีต่าง ๆ**. (ม.ป.ท.), 2541.
- ไพฑูริย์ พงศบุต. **ภูมิลักษณะประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์, 2534.
- มีชัย วรสายัณห์. **ภูมิศาสตร์ธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งเรืองรัตน์, 2521.
- เลอสม สถาปัตตานนท์. **องค์ประกอบ: สถาปัตยกรรมพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อัลลายด์ พรินเตอร์ส, 2543.
- วัญญู เทพหัสดิ. **การศึกษารูปแบบศิลปสถาปัตยกรรมและสภาพปัญหาของวัดกำแพง (คลอง ชักพระ) เพื่อกำหนดแนวทางอนุรักษ์**. กรุงเทพฯ: รายงานวิชาการตถสถาปัตยกรรม ไทย ภาคศึกษาศาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์. **การศึกษาการเพิ่มขอบเขตภาชนะนำสบายในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- วิชัย อธิวิศวกุล. **อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณ อาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- วิบูลย์ ลี้สุวรรณ. **นำชมศิลปกรรมตามวัด (วัดในกรุงเทพมหานคร)**. กรุงเทพฯ: พี พรินติ้ง กรุ๊ป, 2539.
- วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. **สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่สอง. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2530.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. **หนทางข้างหน้า : วิฤตการณ์และโอกาสในวิชาชีพสถาปัตยกรรม**. สารศาสตร์สถาปัตยกรรมศาสตร์ การประชุมวิชาการครั้งที่ 1 วารสารวิชาการภาคศึกษาศาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2541): 1-13.

ศิลปากร, กรม. กองวรรณคดีและประวัติศาสตร์. **เรื่องพระปฐมเจดีย์**. ใน งานพระราชทานเพลิงศพ พระธรรมสิริชัย (ชิต ชิตวิบูลเถร). หน้า 93-95 และ 159. กรุงเทพฯ: ยูนิตีโพรเกรส, 2528.

ศิลปากร, กรม. **วัดหลวงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์**. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร, 2540.

ศิลปากร, กรม. **วิวัฒนาการพุทธสถานไทย**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้ง กรุ๊ป, 2533.

ศิลปากร, มหาวิทยาลัย. **คู่มือการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางด้านกายภาพประเภทวัด เล่มที่ 2 วัดในภาคเหนือ**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2529.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมการศาสนา. **ประวัติวัดทั่วราชอาณาจักร เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา, 2525.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมการศาสนา. **ประวัติวัดทั่วราชอาณาจักร เล่ม 2**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา, 2526.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. **หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ แสงอาทิตย์และพลังงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2535.

สมจิต โยธะคง. **การจัดการงานดูแลบำรุงรักษาภูมิทัศน์**. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น, 2541.

สุนทร บุญญาธิการ. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า**. กรุงเทพฯ: พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต, 2542.

สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวงนิค. **การวิเคราะห์สภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย**. กรุงเทพมหานคร: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา. **น้ำ บ่อเกิดแห่งวัฒนธรรมไทย**. กรุงเทพฯ: เอ็น เอส พี พริ้นติ้ง กรุ๊ป, 2539.

อนุวัตร จำลองกุล. **พลังงานทดแทน 1**. ปทุมธานี: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลองหก, 2541.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. **สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2504-2533) รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เลขที่ 551.582-02-2537** [แฟ้มข้อมูล]. ฝ่ายกรมวิธีข้อมูล กองภูมิอากาศ [ผู้เผยแพร่] <http://tmd.motc.go.th>, 2544.

เอี่ยมพร วิสมหมาย, ศศิยา ศิริพานิช, อลิศรา มีนะกนิษฐ และณัฐ พิชกรรม. **พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม**. กรุงเทพฯ: สมาคมภูมิสถาปนิกประเทศไทย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineerings.

ASHRAE Handbook of Fundamental. SI Edition. Atlanta Georgia, 1997.

Beer, Anne R. **Environmental Planning for Site Development.** New York: E & FN Spon, 1998.

Bowen, Arthur. **Amelioration of Bioclimatic Extremes through Landscape and Site Planning.** Florida: University of Miami, 1978. (First International Symposium on Non-conventional Energy 27 August – 21 September 1979)

Brown, Robert D and Gillespie Terry J. **Microclimatic Landscape Design : Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency.** New York: John Wiley & Sons, 1995.

Canter, David. **Environmental Interaction: Psychological Approaches to our Physical Surroundings.** New York: International Universities Press, 1975.

Fanger, O.P. **Thermal Comfort.** New York: McGraw-Hill, 1970.

Foster, Ruth S. **Landscaping that Saves Energy and Dollars.** Connecticut: The Globe Pequot Press, 1994.

Givoni, Baruch. **Green Architecture : The Sustainable Built Environment in the New Millennium.** Bangkok: The Council of Dean of Architecture Schools of Thailand. 2000. (Conference Proceedings April 20 – 21, 2000)

Hastings, S. Robert and Crenshaw, Richard W. **Window Design Strategies to Conserve Energy.** Washigton: U.S. Government Printing Office, 1977.

Landphair, Harlow C. and Motloch John L. **Site Reconnaissance and Engineering: An Introduction for Architects, Landscape Architects, and Planners.** New York: Elsevier Science Publishing, 1985.

Laurie, Michael. **An Introduction to Landscape Architecture.** New York: PTR Prentice Hall, 1986.

Leszczynski, Nancy A. **Planting the Landscape :A Professional Approach to Garden Design.** New York: John Wiley & Sons, 1999.

Olgay, Victor. **Design with Climate.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

Robinette, Gary O. **Energy Efficient Site Design.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

Stein, Benjamin and Reynolds, Johns. **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**. 8th Edition. New York: John Wiley & Sons. 1992.

Szokolay, S.V. **Environmental Science Handbook**. Lancaster: The Construction Press. 1980.

Watson, Donald. **Climatic Design**. New York: McGraw-Hill, 1983.

Webster, Noah. **Webster's New International Dictionary of the English Language**. 2nd Edition. Massachusetts: Marriam, 1958.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุต่าง ๆ

Use heat reflective materials on surfaces oriented to summer sun

TABLE 35a

Surface properties of materials

	Solar Reflectance (%)	Thermal Reflectance (%)	Thermal Emittance
Aluminum foil, bright	95		.50
White plaster	93		.91
Fresh snow	87		.82
Aluminum foil, oxidized	85		.12
Aluminum sheet, polished	85	92	.08
Whitewash, new	80		.90
White painted aluminum	80		.91
White paint	70-75	5-10	.90-.95
Chromium plate	72	80	.20
Polished copper	75	85	.15
Snow, re granules	67		.89
Light gray paint	60	5	.90-.95
White powdered sand	55		.90
Aluminum, weathered	47		
Aluminum, paint	45-50	45	.33-.73
Polished marble	40-50		.90
Granite	45		.44
Indiana limestone	43	5	.95
Concrete	40		.88
Wood, pine	40	5	.95
Brick (light-dark)	23-48	5	.95
Dark gray paint	30	5	.95
Asbestos, slate	19		.96
Galvanized iron, aged	10-20	72	.28
Black gloss paint	10		.90
Black tar paper	7		.93
Lamp black	2		.95

(Watson, 1983:163)



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสำรวจส่วนที่ 1.1

แผนผังเขตพุทธาวาส วัด

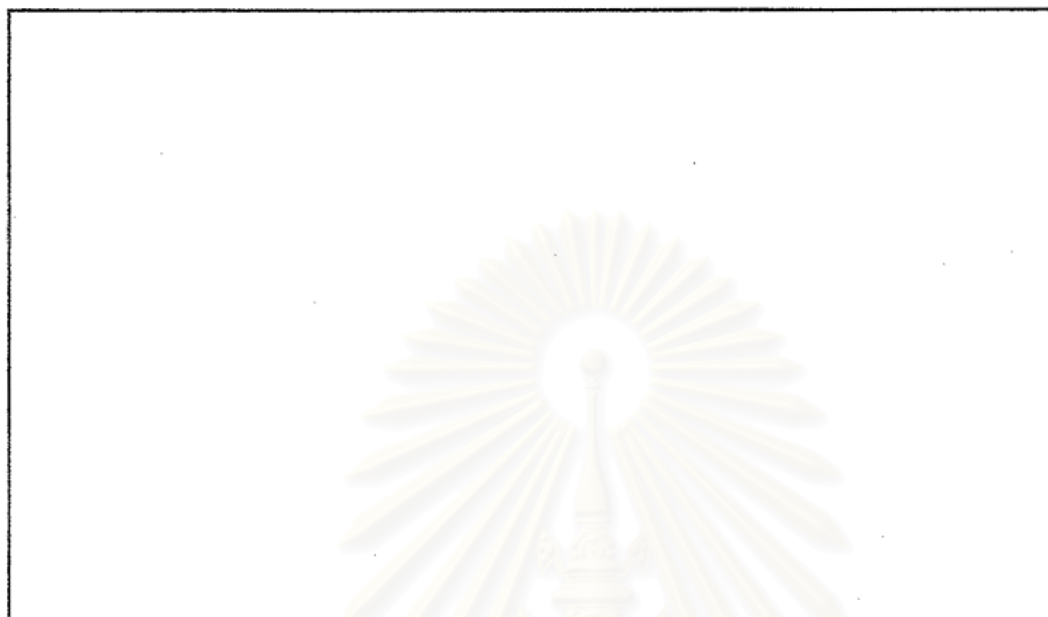


- ขนาด (กว้าง x ยาว) : เมตร
- พื้นที่รวม : ตารางเมตร
- พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- พื้นที่สถาปัตยกรรม : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร
- : ตารางเมตร

วันที่

แบบสำรวจส่วนที่ 1.2

แผนผังเขตพุทธาวาส วัด



ชนิดและความสูงของพีชพรรณ (เฉพาะไม้ระดับสูง 4 เมตรขึ้นไป) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- A ความสูง 8 เมตรขึ้นไป
- B ความสูง 4-8 เมตร

เลขที่	ขนาด	รายละเอียด	ความสูง (เมตร)

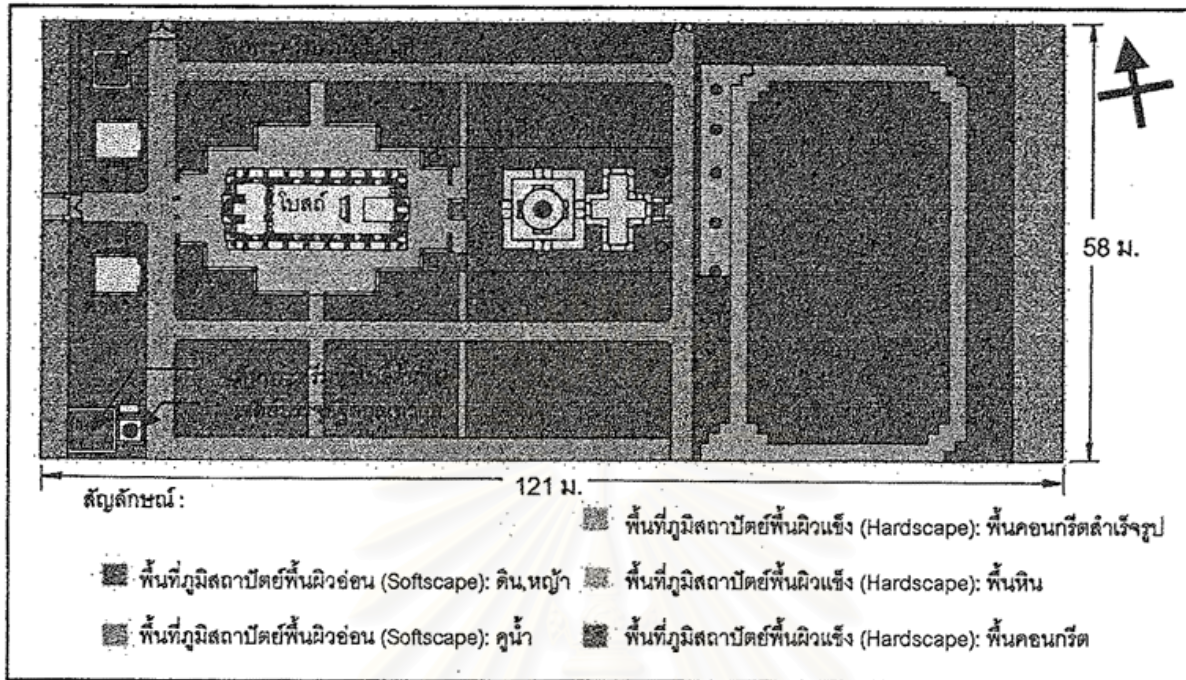
วันที่



ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร



ขนาด (กว้าง x ยาว)

: ~58 x 121 เมตร

พื้นที่รวม

: ~7000 ตารางเมตร

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน

: ดิน, หญ้า ~3991 ตารางเมตร

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง

: พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ~ 980 ตารางเมตร

: พื้นคอนกรีต ~ 360 ตารางเมตร

: พื้นหิน ~1035 ตารางเมตร

พื้นที่สถาปัตยกรรม

: โบสถ์ ~ 300 ตารางเมตร

: เจดีย์ ~ 144 ตารางเมตร

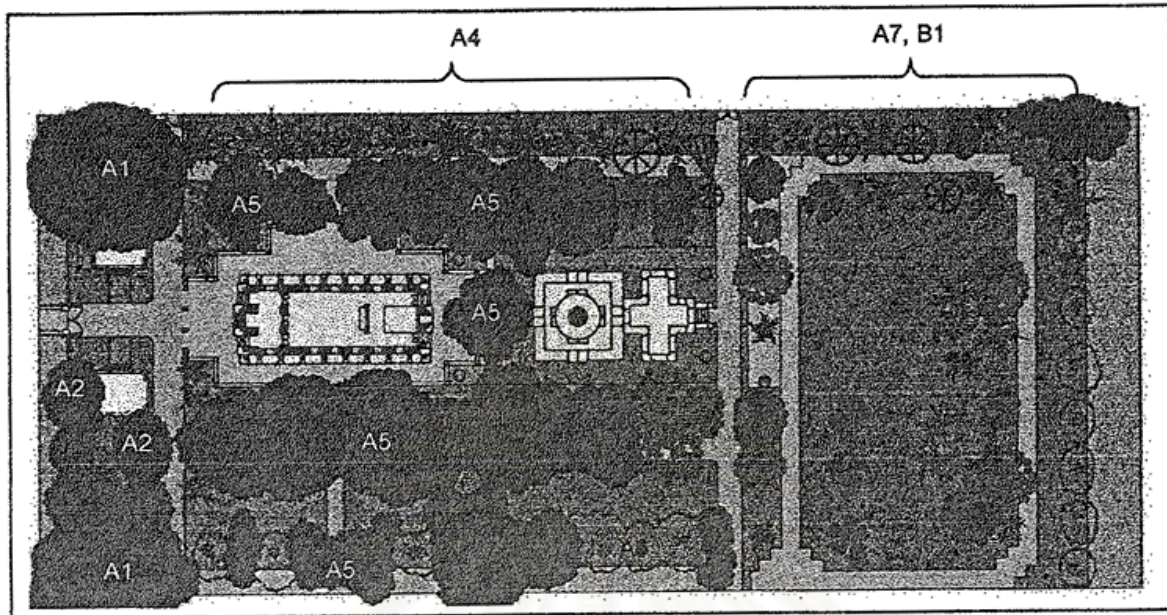
: ศาลา ~ 96 ตารางเมตร

: วิหาร ~ 78 ตารางเมตร

: เจดีย์บรรจุอัฐิสกุลเทวกุล ~ 16 ตารางเมตร

วันที่ 27 กรกฎาคม 2543

แผนผังเขตพุทธาวาส วัดราชาธิวาสวิหาร

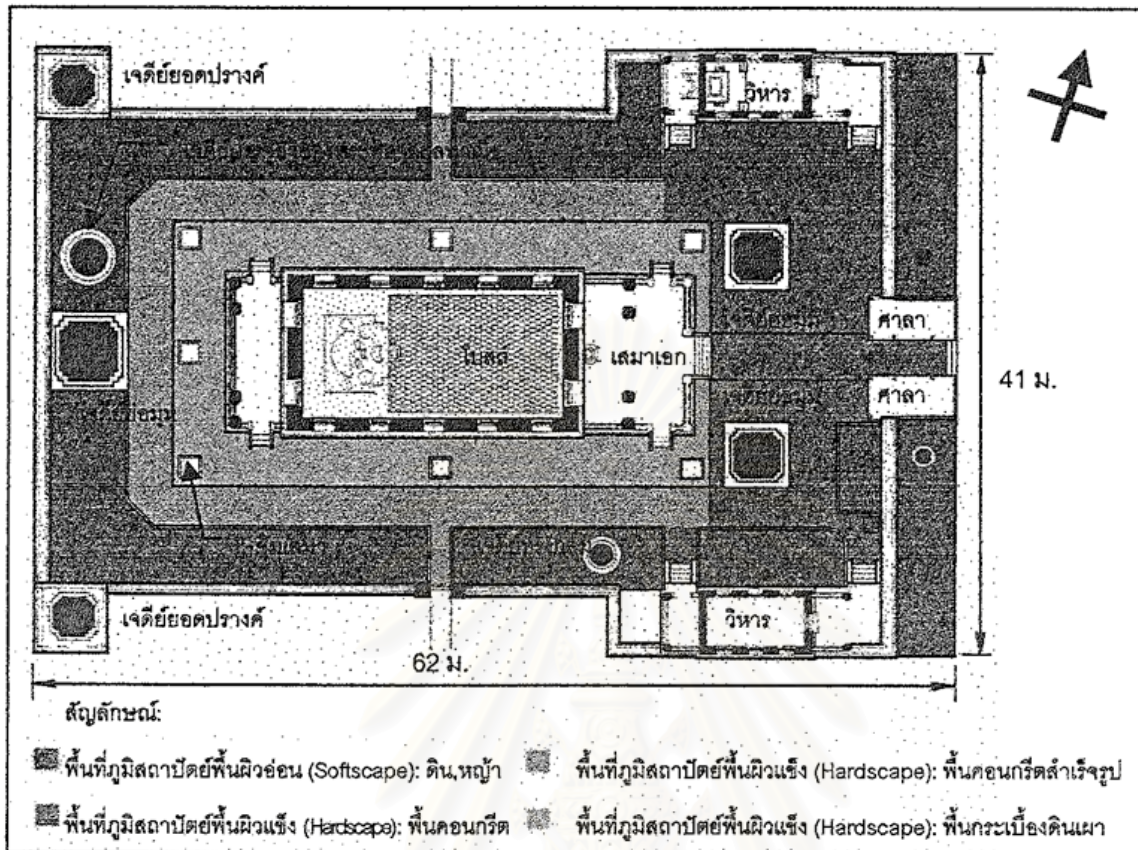


ชนิดและความสูงของพืชพรรณ (เฉพาะไม้ระดับสูง 4 เมตรขึ้นไป) แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ

- A ความสูง 8 เมตรขึ้นไป
- B ความสูง 4-8 เมตร

ขนาด	เลขที่	รายละเอียด	ความสูง (เมตร)
A	1	ต้นพระศรีมหาโพธิ์	15
A	2	กลุ่มไม้ยืนต้น	12
A	3	ต้นมะขาม	10
A	4	กลุ่มไม้ยืนต้นสกุลปาล์มและสน	10-15
A	5	กลุ่มต้นพิกุล	12
A	6	ต้นไผ่	10
A	7	กลุ่มไม้ยืนต้น	9
B	1	กลุ่มไม้ยืนต้น	6

แผนผังเขตพุทธาวาส วัดกำแพง



ขนาด (กว้าง x ยาว) : ~41 x 62 เมตร

พื้นที่รวม : ~2270 ตารางเมตร

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวอ่อน : ดิน, หญ้า ~600 ตารางเมตร

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง :

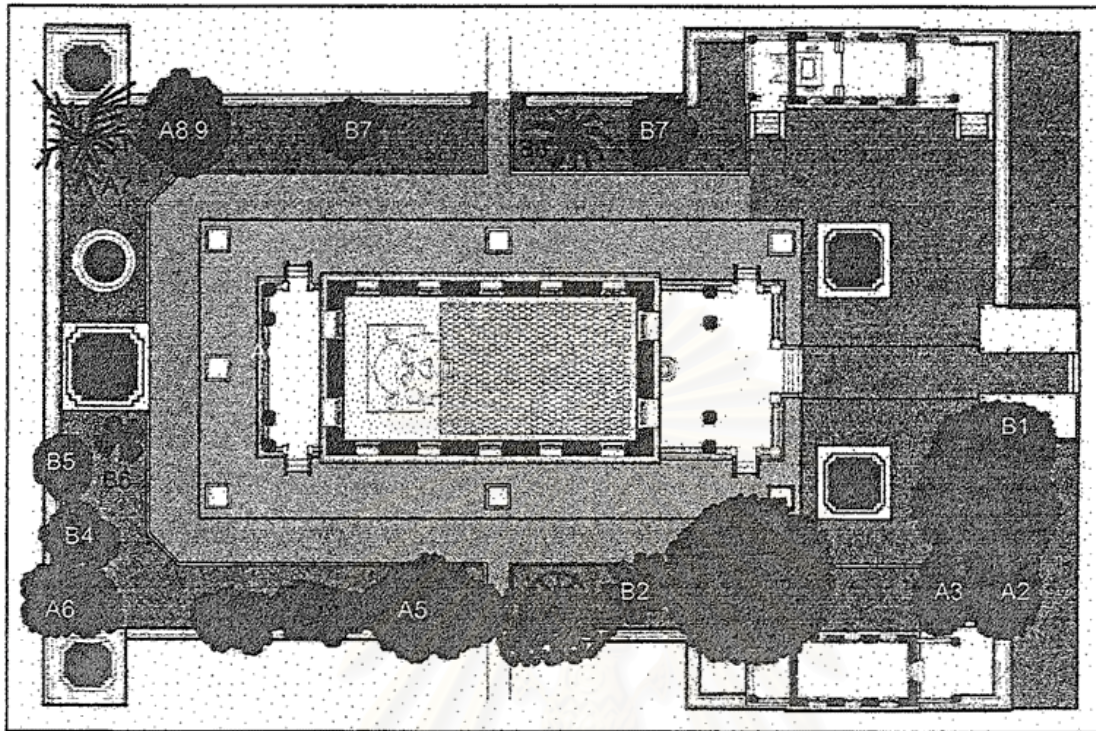
- พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ~ 285 ตารางเมตร
- พื้นคอนกรีต ~ 370 ตารางเมตร
- พื้นกระเบื้องดินเผา ~ 220 ตารางเมตร

พื้นที่สถาปัตยกรรม :

- โบสถ์ ~ 352 ตารางเมตร
- เจดีย์ยอดมูม ~ 70 ตารางเมตร
- ศาลา ~ 36 ตารางเมตร
- วิหาร ~ 150 ตารางเมตร
- เจดีย์บรรจุอัฐิพระพิศาลผลพานิช ~ 12 ตารางเมตร
- เจดีย์ยอดปรางค์ ~ 50 ตารางเมตร
- อื่นๆ ~ 125 ตารางเมตร

วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2544

แผนผังเขตพุทธาวาส วัดกำแพง



ชนิดและความสูงของพืชพรรณ (เฉพาะไม้ระดับสูง 4 เมตรขึ้นไป) แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ

- A ความสูง 8 เมตรขึ้นไป
- B ความสูง 4-8 เมตร

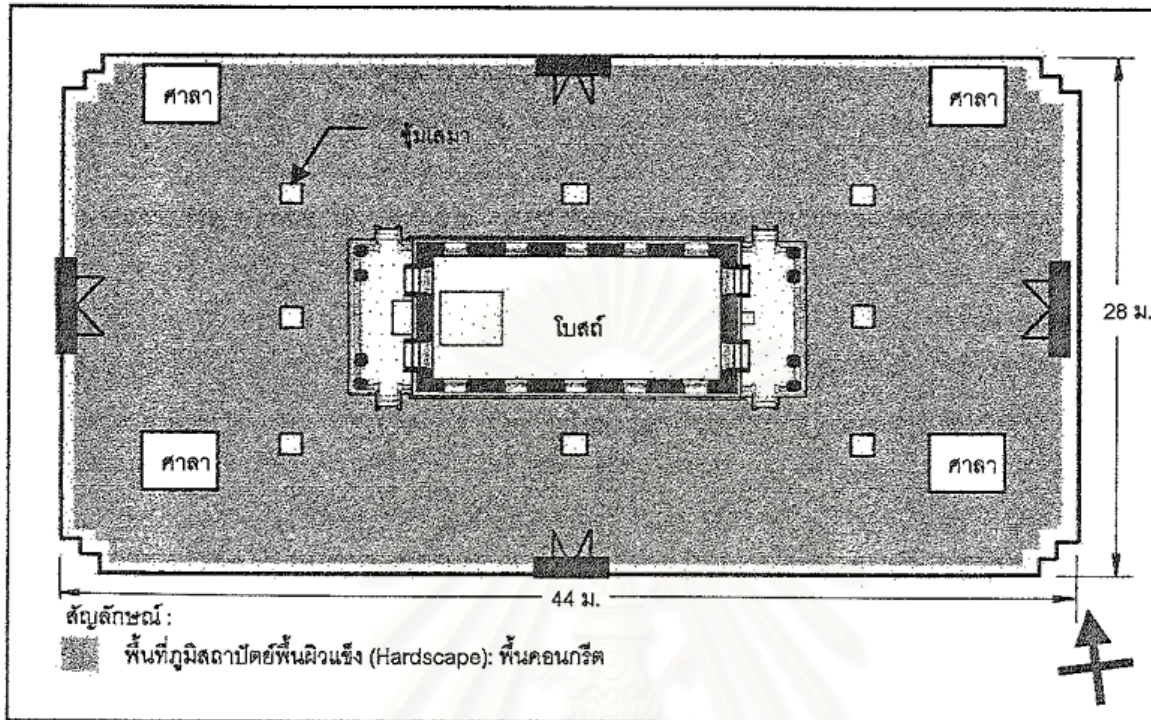
ขนาด	เลขที่	รายละเอียด	ความสูง (เมตร)
B	1	กลุ่มต้นพิกุล	6
A	1	ศาลาลังกา	12
A	2	ต้นพิกุล	12
A	3	ต้นมะม่วง	12
B	2	ต้นแสงจันทร์	4
B	3	ต้นสนฉัตร	4.5
A	4	กลุ่มต้นมะลุม	12
A	5	กลุ่มต้นอโศกพวง	8.5
A	6	ต้นจำปี	12
B	4	ต้นจำปา	4

ขนาด	เลขที่	รายละเอียด	ความสูง (เมตร)
B	5	ต้นพิกุล	4
B	6	ต้นปาล์ม	4
A	7	ต้นมะพร้าว	14
A	8,9	ต้นอิน ต้นจัน	12
B	7	ต้นพิกุล	5
B	8	ต้นบุหงารำไป	5



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนผังเขตพุทธาวาส วัดราษฎร์บูรณะ



ขนาด (กว้าง x ยาว) : ~28 x 44 เมตร

พื้นที่รวม : ~1200 ตารางเมตร

พื้นที่ภูมิสถาปัตยกรรมพื้นผิวแข็ง : พื้นคอนกรีต ~ 920 ตารางเมตร

พื้นที่สถาปัตยกรรม : โบสถ์ ~ 260 ตารางเมตร

: ศาลา ~ 20 ตารางเมตร

สถาบันวิจัยปริวรรต
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

ที่ตั้ง : เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

Date	Time	DB Out	WB Out	RH%	DB In	WB In	RH%	ΔT Out-In	Climate	
1	27/07/2000	15:00	35.00	27.50	57%	29.50	25.50	73%	5.50	ท้องฟ้ามีเมฆ
2	27/07/2000	16:00	34.00	27.13	58%	29.50	25.50	73%	4.50	ท้องฟ้ามีเมฆ
3	27/07/2000	17:00	32.25	26.75	65%	29.25	25.63	74%	3.00	มีเมฆฝน เมฆขาวมาก แดดจ้า
4	27/07/2000	18:00	30.50	26.75	75%	29.38	25.50	73%	1.13	ฝนตกปรอยๆ
5	27/07/2000	19:00	28.38	26.50	85%	28.88	26.00	80%	-0.50	เมฆมาก เริ่มมืด
6	27/07/2000	20:00	28.50	26.50	87%	28.50	26.00	82%	0.00	เมฆกระจาย มีดาวบริเวณฟ้าโล่ง
7	27/07/2000	21:00	28.25	26.00	83%	28.50	26.00	82%	-0.25	ฟ้าค่อนข้างโปร่ง มีดาว
8	27/07/2000	22:00	27.50	25.83	86%	28.50	26.00	82%	-1.00	เมฆกระจาย มีดาว
9	27/07/2000	23:00	27.33	25.50	86%	28.50	26.00	82%	-1.17	ฟ้าค่อนข้างโปร่ง มีเมฆบาง มีดาว
10	28/07/2000	0:00	27.13	25.50	87%	28.50	26.00	82%	-1.38	เมฆกระจาย มีดาว
11	28/07/2000	1:00	27.00	25.13	85%	28.50	26.00	82%	-1.50	เมฆกระจายมากขึ้น
12	28/07/2000	2:00	26.50	25.00	88%	28.50	26.00	82%	-2.00	เมฆเป็นกลุ่มก้อน ไม่มีดาว
13	28/07/2000	3:00	26.25	24.50	86%	28.50	25.63	80%	-2.25	เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
14	28/07/2000	4:00	25.88	24.25	88%	28.50	25.63	80%	-2.63	เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
15	28/07/2000	5:00	25.75	24.00	86%	28.50	25.50	79%	-2.75	เมฆมาก ไม่มีดาว
16	28/07/2000	6:00	25.63	24.00	87%	28.25	25.50	80%	-2.63	ฟ้าสว่าง เมฆน้อยกระจายเต็มฟ้า
17	28/07/2000	7:00	26.13	24.13	84%	28.00	25.50	81%	-1.88	เมฆขาวบางกระจายเต็มฟ้า
18	28/07/2000	8:00	27.75	24.75	78%	27.25	25.13	84%	0.50	เมฆมาก ไม่มีแสงแดด
19	28/07/2000	9:00	30.75	25.63	66%	27.75	25.13	80%	3.00	มีแสงแดดจ้าสลับอ่อนเป็นระยะๆ
20	28/07/2000	10:00	31.38	26.25	66%	28.00	25.00	78%	3.38	เมฆมาก แสงแดดอ่อน
21	28/07/2000	11:00	33.38	26.63	59%	28.38	25.13	78%	5.00	เมฆมาก ไม่มีแสงแดด
22	28/07/2000	12:00	36.13	28.13	54%	29.13	25.50	76%	7.00	เมฆมาก มีแสงแดด
23	28/07/2000	13:00	36.25	28.63	57%	29.38	25.50	74%	6.88	เมฆมาก มีแสงแดด
24	28/07/2000	14:00	37.38	29.13	54%	29.88	25.50	71%	7.50	เมฆมาก มีแสงแดดจัด
25	28/07/2000	15:00	38.50	29.50	52%	30.38	26.00	71%	8.13	เมฆปานกลาง แดดจัด
26	28/07/2000	16:00	38.25	29.50	53%	30.63	26.00	69%	7.63	มีแสงแดดจ้าสลับอ่อนเป็นระยะๆ
27	28/07/2000	17:00	34.63	28.88	64%	30.25	26.50	74%	4.38	มีเมฆฝนเต็มท้องฟ้า
28	28/07/2000	18:00	32.50	28.00	70%	30.00	26.50	75%	2.50	ฟ้าโปร่ง เมฆบาง มีแสงแดด
29	28/07/2000	19:00	30.50	28.00	82%	29.00	26.50	82%	1.50	เมฆบาง เริ่มมืด
30	28/07/2000	20:00	30.50	28.00	82%	29.00	26.50	82%	1.50	เมฆกระจาย มีดาว
31	28/07/2000	21:00	30.00	28.00	85%	28.50	26.50	85%	1.50	เมฆกระจาย มีดาว
Mean			30.30		75%	28.80		79%		
Day			33.58		63%	29.08		76%		
Night			27.01		86%	28.51		81%		

หมายเหตุ: คัดค่าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

Date	Time	DB North	DB South	ΔT	Tree	ΔT	Under	Grass	Bush	
				Out-South		Out-Tree				ground 6"
1	27/07/2000	15:00	33.00	31.50	3.50	29.50	5.50	34.50	30.50	30.50
2	27/07/2000	16:00	32.13	31.63	2.38	29.25	4.75	32.75	30.25	30.25
3	27/07/2000	17:00	31.25	30.50	1.75	28.63	3.63	32.38	29.88	29.75
4	27/07/2000	18:00	30.13	29.50	1.00	28.00	2.50	30.50	29.13	29.00
5	27/07/2000	19:00	28.75	28.25	0.13	27.38	1.00	29.13	28.00	27.75
6	27/07/2000	20:00	28.50	28.00	0.50	27.00	1.50	28.88	28.00	27.88
7	27/07/2000	21:00	28.00	27.75	0.50	26.88	1.38	28.25	27.25	27.13
8	27/07/2000	22:00	27.50	27.25	0.25	26.50	1.00	27.83	27.00	26.50
9	27/07/2000	23:00	27.50	27.00	0.33	26.17	1.17	27.50	26.50	26.50
10	28/07/2000	0:00	27.13	26.75	0.38	26.00	1.13	27.13	26.50	26.25
11	28/07/2000	1:00	26.88	26.50	0.50	26.00	1.00	27.00	26.13	26.00
12	28/07/2000	2:00	26.63	26.25	0.25	25.50	1.00	26.50	26.00	25.75
13	28/07/2000	3:00	26.25	26.00	0.25	25.50	0.75	26.25	25.75	25.38
14	28/07/2000	4:00	26.00	25.63	0.25	25.13	0.75	26.00	25.38	25.00
15	28/07/2000	5:00	25.50	25.50	0.25	25.00	0.75	25.50	25.00	25.00
16	28/07/2000	6:00	25.50	25.50	0.13	25.00	0.63	25.50	25.00	24.88
17	28/07/2000	7:00	25.75	25.50	0.63	25.00	1.13	25.75	25.25	25.00
18	28/07/2000	8:00	26.88	26.25	1.50	25.25	2.50	26.88	26.00	25.88
19	28/07/2000	9:00	29.38	27.63	3.13	26.25	4.50	30.25	27.25	27.25
20	28/07/2000	10:00	29.63	28.25	3.13	26.88	4.50	30.38	27.88	27.88
21	28/07/2000	11:00	30.75	29.50	3.88	27.63	5.75	32.25	29.13	29.13
22	28/07/2000	12:00	32.25	31.00	5.13	28.88	7.25	35.63	30.13	30.00
23	28/07/2000	13:00	32.25	31.50	4.75	29.13	7.13	34.38	30.13	30.38
24	28/07/2000	14:00	32.63	32.38	5.00	30.25	7.13	35.00	31.00	31.38
25	28/07/2000	15:00	33.25	33.38	5.13	31.75	6.75	39.63	31.56	32.88
26	28/07/2000	16:00	33.00	33.88	4.38	31.75	6.50	39.75	31.75	33.13
27	28/07/2000	17:00	32.13	32.25	2.38	30.13	4.50	34.75	30.63	31.25
28	28/07/2000	18:00	32.00	31.00	1.50	29.50	3.00	32.00	30.00	30.00
29	28/07/2000	19:00	30.75	29.75	0.75	28.75	1.75	31.25	29.00	28.50
30	28/07/2000	20:00	30.50	29.75	0.75	28.50	2.00	31.00	29.00	28.00
31	28/07/2000	21:00	30.00	29.50	0.50	28.00	2.00	30.50	28.25	27.75
Mean			28.92	28.45		27.27		30.09	27.80	27.84
Day			30.82	30.21		28.53		33.05	29.22	29.51
Night			27.01	26.70		26.00		27.12	26.38	26.17

หมายเหตุ: คัดค่าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

	Date	Time	Sand	Cement	Stone	Plastering	Granite	Carpet	Marble
				Block		Wall - out	Wall - In		
1	27/07/2000	15:00	32.00	37.00	43.00	30.00	28.50	29.00	28.88
2	27/07/2000	16:00	30.75	36.00	41.75	29.88	28.75	29.00	28.85
3	27/07/2000	17:00	29.75	34.00	38.75	29.50	29.00	29.00	28.50
4	27/07/2000	18:00	28.75	32.88	36.38	29.38	29.00	29.00	28.25
5	27/07/2000	19:00	28.00	30.25	32.38	29.00	29.00	28.75	28.00
6	27/07/2000	20:00	27.50	30.00	32.00	28.75	29.00	28.50	28.00
7	27/07/2000	21:00	27.25	30.00	31.75	28.50	28.50	28.50	28.00
8	27/07/2000	22:00	27.00	29.50	31.17	28.25	28.50	28.50	28.00
9	27/07/2000	23:00	26.67	29.17	30.33	28.00	28.50	28.50	27.85
10	28/07/2000	0:00	26.50	28.88	29.88	27.88	28.50	28.50	27.85
11	28/07/2000	1:00	26.50	28.50	29.50	27.50	28.50	28.50	27.85
12	28/07/2000	2:00	26.50	28.50	29.13	27.50	28.50	28.50	27.85
13	28/07/2000	3:00	26.00	28.00	28.63	27.13	28.50	28.50	27.85
14	28/07/2000	4:00	25.88	27.75	28.38	27.00	28.50	28.50	27.63
15	28/07/2000	5:00	25.50	27.50	28.00	27.00	28.50	28.50	27.25
16	28/07/2000	6:00	25.50	27.50	28.00	27.00	28.50	28.25	27.25
17	28/07/2000	7:00	25.63	27.50	27.88	27.00	28.50	28.13	27.25
18	28/07/2000	8:00	26.88	28.25	29.25	27.00	28.38	28.13	27.25
19	28/07/2000	9:00	28.25	29.50	31.88	27.25	28.50	28.00	27.25
20	28/07/2000	10:00	29.13	30.50	33.13	27.63	28.50	28.00	27.25
21	28/07/2000	11:00	31.50	32.00	35.88	28.13	28.50	28.38	27.75
22	28/07/2000	12:00	34.88	35.25	41.50	28.88	28.50	28.63	27.75
23	28/07/2000	13:00	35.13	36.50	42.88	29.25	28.63	29.00	28.00
24	28/07/2000	14:00	36.13	38.38	45.75	29.63	29.00	29.00	28.35
25	28/07/2000	15:00	34.50	40.13	48.38	30.13	29.13	29.38	28.55
26	28/07/2000	16:00	31.13	39.88	47.75	30.50	29.50	29.50	28.85
27	28/07/2000	17:00	30.13	38.38	43.38	30.25	29.50	29.38	28.88
28	28/07/2000	18:00	29.00	36.00	39.50	30.00	29.50	29.00	28.75
29	28/07/2000	19:00	28.25	33.50	35.50	30.00	29.50	29.00	28.25
30	28/07/2000	20:00	27.75	33.25	35.00	29.75	29.50	28.75	28.00
31	28/07/2000	21:00	27.50	33.00	34.75	29.50	29.00	28.75	28.00
Mean			28.79	31.57	34.43	28.30	28.71	28.60	27.89
Day			31.02	34.35	38.93	28.80	28.84	28.71	27.99
Night			26.57	28.80	29.93	27.79	28.58	28.50	27.78

หมายเหตุ: คัดค้าน้อยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลวัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)

ที่ตั้ง : เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

Date	Time	DB Out	WB Out	RH%	DB In	WB In	RH%	ΔT Out-In	Climate
1	16/01/2001	15:00	31.55	22.60	47%	26.75	21.50	62%	4.80 เมฆกระจาย มีแสงแดดอ่อนๆ
2	16/01/2001	16:00	30.45	22.50	50%	26.75	21.50	62%	3.70 เมฆกระจาย มีแสงแดดอ่อนๆ
3	16/01/2001	17:00	27.35	23.20	70%	26.50	21.50	63%	0.85 เมฆกระจาย มีแสงแดดอ่อนๆ
4	16/01/2001	18:00	26.05	23.20	79%	26.50	22.00	67%	-0.45 เมฆกระจาย เริ่มมืด
5	16/01/2001	19:00	26.00	23.50	81%	27.00	23.00	71%	-1.00 เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
6	16/01/2001	20:00	25.63	23.50	84%	27.00	23.50	75%	-1.38 เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
7	16/01/2001	21:00	25.63	22.00	72%	27.00	23.50	75%	-1.38 เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
8	16/01/2001	22:00	25.13	21.63	73%	26.88	23.50	76%	-1.75 เมฆกระจาย มีดาวเล็กน้อย
9	16/01/2001	23:00	25.00	21.50	74%	26.67	23.50	76%	-1.67 ไม่มีเมฆ มีดาวมากขึ้น
10	17/01/2001	0:00	24.75	21.13	72%	26.50	23.50	77%	-1.75 ไม่มีเมฆ มีดาวมาก
11	17/01/2001	1:00	24.13	19.88	66%	26.50	23.50	77%	-2.38 ไม่มีเมฆ มีดาวมาก
12	17/01/2001	2:00	23.63	19.63	69%	26.50	23.50	77%	-2.88 มีเมฆเป็นสายบางๆ มีดาวลดลง
13	17/01/2001	3:00	22.75	19.50	74%	26.50	23.25	75%	-3.75 ไม่มีเมฆ มีดาวเล็กน้อย
14	17/01/2001	4:00	22.38	19.50	77%	26.50	23.00	74%	-4.13 ไม่มีเมฆ มีดาวเล็กน้อย
15	17/01/2001	5:00	21.19	19.63	87%	26.50	23.00	74%	-5.31 ไม่มีเมฆ มีดาวเล็กน้อย
16	17/01/2001	6:00	21.00	18.88	81%	26.50	23.00	74%	-5.50 ฟ้าสว่าง ไม่มีเมฆ
17	17/01/2001	7:00	21.00	18.75	80%	25.63	22.30	74%	-4.63 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
18	17/01/2001	8:00	21.70	19.00	78%	22.70	19.50	75%	-1.00 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
19	17/01/2001	9:00	23.20	19.40	70%	23.20	19.85	72%	0.00 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
20	17/01/2001	10:00	26.63	20.31	56%	24.00	20.00	68%	2.63 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
21	17/01/2001	11:00	30.50	21.50	45%	25.17	20.17	63%	5.33 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
22	17/01/2001	12:00	31.25	21.88	43%	26.00	20.75	63%	5.25 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดด
23	17/01/2001	13:00	30.85	22.15	47%	26.75	21.00	59%	4.10 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดด
24	17/01/2001	14:00	32.17	22.33	43%	27.17	21.17	58%	5.00 ฟ้าโปร่ง มีเมฆบางๆ มีแสงแดด
25	17/01/2001	15:00	31.00	22.63	48%	26.75	21.63	63%	4.25 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
26	17/01/2001	16:00	31.20	22.35	46%	26.75	21.65	63%	4.45 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
27	17/01/2001	17:00	28.13	22.13	59%	26.50	21.63	64%	1.63 ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
28	17/01/2001	18:00	26.83	21.50	63%	26.00	21.50	67%	0.83 ฟ้าโปร่ง เริ่มมืด
29	17/01/2001	19:00	25.80	21.80	70%	26.50	22.90	65%	-0.70 ฟ้าโปร่ง มีดาวเล็กน้อย
30	17/01/2001	20:00	25.50	22.00	73%	26.50	23.00	66%	-1.00 ฟ้าโปร่ง มีดาวเล็กน้อย
31	17/01/2001	21:00	25.50	22.00	73%	26.50	23.00	66%	-1.00 ฟ้าโปร่ง มีดาวเล็กน้อย
Mean			25.90		66%	26.11		70%	
Day			27.87		57%	25.55		66%	
Night			23.93		76%	26.67		75%	

หมายเหตุ: คัดค่าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลวัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)

Date	Time	DB North	DB South	ΔT	DB	Tree	ΔT	ΔT	Grass
1	16/01/2001	15:00	27.84	29.35	2.20	26.76	4.79	-0.01	31.50
2	16/01/2001	16:00	27.10	29.15	1.30	26.90	3.55	-0.15	30.00
3	16/01/2001	17:00	25.82	27.95	-0.60	26.17	1.18	0.33	26.69
4	16/01/2001	18:00	25.50	27.00	-0.95	25.47	0.58	1.03	25.02
5	16/01/2001	19:00	24.50	26.00	0.00	24.50	1.50	2.50	24.00
6	16/01/2001	20:00	24.13	25.75	-0.13	24.13	1.50	2.88	23.63
7	16/01/2001	21:00	24.00	25.63	0.00	24.00	1.63	3.00	23.50
8	16/01/2001	22:00	23.63	25.25	-0.13	23.50	1.63	3.38	22.50
9	16/01/2001	23:00	23.50	25.00	0.00	23.50	1.50	3.17	22.67
10	17/01/2001	0:00	23.25	24.50	0.25	23.13	1.63	3.38	22.38
11	17/01/2001	1:00	22.75	24.13	0.00	22.63	1.50	3.88	21.88
12	17/01/2001	2:00	22.25	23.75	-0.13	22.25	1.38	4.25	21.75
13	17/01/2001	3:00	21.63	23.00	-0.25	21.50	1.25	5.00	21.25
14	17/01/2001	4:00	21.00	22.13	0.25	20.88	1.50	5.63	20.63
15	17/01/2001	5:00	20.19	21.19	0.00	20.00	1.19	6.50	20.13
16	17/01/2001	6:00	19.88	21.50	-0.50	19.88	1.13	6.63	19.50
17	17/01/2001	7:00	19.81	21.50	-0.50	19.63	1.38	6.00	19.94
18	17/01/2001	8:00	21.30	21.90	-0.20	20.10	1.60	2.60	21.30
19	17/01/2001	9:00	22.90	23.30	-0.10	21.40	1.80	1.80	23.10
20	17/01/2001	10:00	24.50	25.63	1.00	22.63	4.00	1.38	25.75
21	17/01/2001	11:00	26.33	26.83	3.67	24.67	5.83	0.50	26.67
22	17/01/2001	12:00	27.75	28.13	3.13	25.88	5.38	0.13	33.88
23	17/01/2001	13:00	28.40	29.25	1.60	27.10	3.75	-0.35	35.25
24	17/01/2001	14:00	29.17	29.83	2.33	27.83	4.33	-0.67	32.17
25	17/01/2001	15:00	28.25	29.13	1.88	26.50	4.50	0.25	30.38
26	17/01/2001	16:00	28.25	28.95	2.25	26.60	4.60	0.15	29.65
27	17/01/2001	17:00	27.63	27.75	0.38	25.88	2.25	0.63	27.00
28	17/01/2001	18:00	26.33	26.83	0.00	25.17	1.67	0.83	25.33
29	17/01/2001	19:00	25.40	25.80	0.00	24.20	1.60	2.30	24.30
30	17/01/2001	20:00	25.00	25.50	0.00	24.00	1.50	2.50	24.00
31	17/01/2001	21:00	25.00	25.50	0.00	24.00	1.50	2.50	24.00
Mean			24.22	25.28		23.47			24.76
Day			25.89	26.59		24.45			27.53
Night			22.56	23.98		22.49			21.98

ข้อมูลวัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)

	Date	Time	Cement Block	Stone	Stone South	Marble	Carpet	ΔT DB In-Carpet
1	16/01/2001	15:00	39.21	41.65	28.69	26.50	27.50	0.25
2	16/01/2001	16:00	35.90	40.32	28.32	26.50	27.50	0.25
3	16/01/2001	17:00	32.74	36.38	28.14	26.50	27.50	0.00
4	16/01/2001	18:00	31.10	33.80	27.42	26.50	27.50	0.00
5	16/01/2001	19:00	29.50	32.00	26.50	26.50	27.50	0.50
6	16/01/2001	20:00	29.38	31.38	26.25	26.50	27.50	0.50
7	16/01/2001	21:00	28.88	30.13	26.00	26.50	27.50	0.50
8	16/01/2001	22:00	28.13	29.00	25.50	26.50	27.50	0.38
9	16/01/2001	23:00	27.67	28.17	25.50	26.50	27.50	0.17
10	17/01/2001	0:00	27.38	27.75	25.00	26.50	27.25	0.00
11	17/01/2001	1:00	26.75	26.38	24.63	26.50	27.00	0.00
12	17/01/2001	2:00	26.38	25.88	24.25	26.50	27.00	0.00
13	17/01/2001	3:00	25.88	25.50	23.88	26.13	27.00	0.38
14	17/01/2001	4:00	25.25	24.75	23.38	26.00	27.00	0.50
15	17/01/2001	5:00	24.88	24.19	22.75	26.00	27.00	0.50
16	17/01/2001	6:00	24.38	23.63	22.50	26.00	27.00	0.50
17	17/01/2001	7:00	24.00	23.00	22.19	25.88	26.50	-0.25
18	17/01/2001	8:00	24.30	23.30	22.40	25.50	26.50	-2.80
19	17/01/2001	9:00	25.00	23.60	23.20	25.50	26.50	-2.30
20	17/01/2001	10:00	26.25	25.00	24.13	25.50	26.50	-1.50
21	17/01/2001	11:00	27.17	25.83	25.00	25.67	26.50	-0.50
22	17/01/2001	12:00	28.88	32.88	26.00	26.00	26.63	0.00
23	17/01/2001	13:00	39.10	38.90	27.10	26.00	27.10	0.75
24	17/01/2001	14:00	41.67	42.00	27.83	26.17	27.33	1.00
25	17/01/2001	15:00	39.38	40.63	27.50	26.50	27.13	0.25
26	17/01/2001	16:00	36.25	39.30	27.45	26.50	27.10	0.25
27	17/01/2001	17:00	33.13	35.38	26.75	26.50	27.00	0.00
28	17/01/2001	18:00	31.50	32.83	25.83	26.50	27.00	-0.50
29	17/01/2001	19:00	29.90	30.95	25.05	26.50	27.00	0.00
30	17/01/2001	20:00	29.17	29.83	24.50	26.50	27.00	0.00
31	17/01/2001	21:00	29.00	29.50	24.50	26.50	27.00	0.00
Mean			29.21	29.64	25.06	26.18	27.02	
Day			31.38	31.89	25.45	26.02	26.82	
Night			27.03	27.39	24.68	26.34	27.23	

ข้อมูลของวัดกำแพง (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)

ที่ตั้ง: เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร

Date	Time	DB Out	WB Out	RH% Out	DB In	WB In	RH% in	ΔT Out-In	Climate	
1	15/02/2001	15:00	36.33	24.90	40%	29.00	21.00	51%	7.33	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
2	15/02/2001	16:00	30.30	22.45	30%	28.90	20.95	49%	1.40	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
3	15/02/2001	17:00	29.42	21.75	50%	28.83	20.42	47%	0.58	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
4	15/02/2001	18:00	26.50	21.38	63%	27.88	20.38	50%	-1.38	ฟ้าโปร่ง เริ่มมีด
5	15/02/2001	19:00	25.00	21.00	70%	26.83	20.00	53%	-1.83	ฟ้าโปร่ง หมอกบาง มีดาว
6	15/02/2001	20:00	24.00	20.50	73%	26.75	20.25	55%	-2.75	ฟ้าโปร่ง มีดาวมากขึ้น
7	15/02/2001	21:00	23.38	20.25	76%	27.00	20.50	55%	-3.63	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก
8	15/02/2001	22:00	22.50	19.67	78%	26.83	20.50	56%	-4.33	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก
9	15/02/2001	23:00	21.67	19.50	82%	26.50	20.50	57%	-4.83	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก
10	16/02/2001	0:00	20.75	19.38	88%	26.50	20.63	58%	-5.75	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก
11	16/02/2001	1:00	20.83	19.50	89%	26.50	20.83	59%	-5.67	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก มีพระจันทร์
12	16/02/2001	2:00	21.00	19.00	82%	26.38	20.25	57%	-5.38	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก มีพระจันทร์
13	16/02/2001	3:00	20.50	18.38	81%	26.00	19.75	55%	-5.50	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก มีพระจันทร์
14	16/02/2001	4:00	19.50	18.17	86%	26.00	19.67	54%	-6.50	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก มีพระจันทร์
15	16/02/2001	5:00	18.88	18.13	92%	25.50	20.00	60%	-6.63	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก มีพระจันทร์
16	16/02/2001	6:00	19.63	17.63	82%	25.50	19.50	57%	-5.88	ฟ้าสว่าง ไม่มีเมฆ
17	16/02/2001	7:00	20.25	17.00	71%	25.50	18.88	53%	-5.25	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
18	16/02/2001	8:00	22.25	17.25	60%	24.50	17.88	51%	-2.25	ฟ้าใส แสงแดดแรงขึ้น
19	16/02/2001	9:00	24.88	17.38	47%	24.38	17.38	50%	0.50	ฟ้าใส มีแสงแดด
20	16/02/2001	10:00	27.38	18.38	41%	25.00	17.63	47%	2.38	ฟ้าใส มีแสงแดดจัด
21	16/02/2001	11:00	28.33	18.83	40%	25.67	18.00	46%	2.67	ฟ้าใส มีแสงแดดจัด
22	16/02/2001	12:00	29.38	19.13	37%	26.00	18.25	46%	3.38	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดจัด
23	16/02/2001	13:00	31.38	19.63	36%	27.00	18.38	42%	4.38	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดจัด
24	16/02/2001	14:00	33.33	20.17	28%	27.50	18.67	42%	5.83	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดจัด
25	16/02/2001	15:00	31.50	20.25	35%	28.00	18.88	41%	3.50	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
26	16/02/2001	16:00	29.13	20.25	44%	28.00	19.00	42%	1.13	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
27	16/02/2001	17:00	28.17	20.33	49%	28.00	19.17	43%	0.17	ฟ้าโปร่ง มีแสงแดดอ่อนๆ
28	16/02/2001	18:00	25.88	20.25	60%	27.25	19.38	47%	-1.38	ฟ้าโปร่ง เริ่มมีด
29	16/02/2001	19:00	24.25	20.00	67%	26.50	19.50	52%	-2.25	ฟ้าโปร่ง มีดาวเล็กน้อย
30	16/02/2001	20:00	23.20	20.00	74%	26.50	20.20	55%	-3.30	ฟ้าโปร่ง มีดาวมากขึ้น
31	16/02/2001	21:00	22.54	19.75	77%	26.50	20.44	57%	-3.96	ฟ้าโปร่ง มีดาวมาก
Mean			24.56		64%	26.38		51%		
Day			27.65		46%	26.40		46%		
Night			21.47		82%	26.36		56%		

หมายเหตุ: คัดค่าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลของวัดกำแพง (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)

	Date	Time	DB	DB	DB	DB	Natural Tile	Natural Tile	Natural Tile
			East	North	South	West	North	South 1	South 2
1	15/02/2001	15:00	29.50	30.67	36.00	36.33	28.17	37.67	40.00
2	15/02/2001	16:00	29.50	29.30	37.40	30.30	29.65	40.55	39.90
3	15/02/2001	17:00	28.75	28.42	34.58	29.42	29.75	34.25	39.00
4	15/02/2001	18:00	26.25	26.25	28.13	26.50	27.13	30.25	33.88
5	15/02/2001	19:00	25.00	24.67	26.50	25.00	25.83	28.50	31.50
6	15/02/2001	20:00	24.13	23.88	25.50	24.00	24.63	27.25	29.88
7	15/02/2001	21:00	23.25	23.13	24.63	23.38	23.88	26.25	28.75
8	15/02/2001	22:00	22.50	22.33	23.50	22.50	23.33	25.67	27.67
9	15/02/2001	23:00	22.00	21.50	23.17	21.67	23.00	25.00	27.00
10	16/02/2001	0:00	21.00	20.63	22.50	20.75	22.50	24.63	26.25
11	16/02/2001	1:00	21.00	20.50	23.33	20.83	22.00	24.17	26.00
12	16/02/2001	2:00	21.50	20.50	23.50	21.00	22.00	24.13	25.75
13	16/02/2001	3:00	20.88	20.13	22.75	20.50	21.50	23.75	25.25
14	16/02/2001	4:00	20.00	19.67	21.33	19.50	21.33	23.00	24.50
15	16/02/2001	5:00	19.00	18.75	20.63	18.88	21.00	22.63	23.88
16	16/02/2001	6:00	19.75	19.50	21.38	19.63	20.88	22.38	23.50
17	16/02/2001	7:00	20.38	20.38	21.63	20.25	21.00	22.25	23.50
18	16/02/2001	8:00	21.38	21.00	22.88	22.25	21.38	22.75	24.13
19	16/02/2001	9:00	22.75	22.38	24.63	24.88	22.25	23.48	25.75
20	16/02/2001	10:00	25.50	23.63	26.38	27.38	23.25	24.75	28.50
21	16/02/2001	11:00	27.83	25.00	29.83	28.33	24.00	26.00	32.33
22	16/02/2001	12:00	29.75	27.50	31.88	29.38	24.75	27.38	40.75
23	16/02/2001	13:00	31.25	29.63	33.63	31.38	25.63	37.25	44.63
24	16/02/2001	14:00	30.83	31.83	35.83	33.33	26.33	40.67	45.67
25	16/02/2001	15:00	28.50	30.88	34.75	31.50	26.88	39.63	44.00
26	16/02/2001	16:00	28.13	29.38	34.13	29.13	29.00	36.63	41.38
27	16/02/2001	17:00	27.50	27.33	32.33	28.17	28.00	31.00	37.17
28	16/02/2001	18:00	25.88	25.75	28.13	25.88	26.38	28.88	32.88
29	16/02/2001	19:00	24.50	24.00	25.75	24.25	25.25	27.75	31.00
30	16/02/2001	20:00	23.65	23.21	24.85	23.35	24.00	26.54	29.30
31	16/02/2001	21:00	22.75	22.45	23.90	22.64	23.25	25.55	28.15
Mean			24.15	23.74	26.45	24.56	23.78	27.42	30.86
Day			26.64	26.22	29.67	27.65	24.90	30.05	35.06
Night			21.67	21.26	23.23	21.47	22.66	24.78	26.66

ข้อมูลของวัดกำแพง (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Concrete	Cement	Chip	Tree	ΔT	ΔT	Bush	Marble	Carpet	Plastering	
		Block	Marble	Out-Tree	In-Tree	Wall						
1	15/02/2001	15:00	32.33	30.50	41.67	29.00	7.33	0.00	30.17	27.67	28.66	27.50
2	15/02/2001	16:00	32.20	29.55	41.30	29.00	1.30	-0.10	30.15	27.73	28.70	27.20
3	15/02/2001	17:00	31.42	35.00	35.92	28.83	0.59	0.00	29.58	27.00	28.00	26.75
4	15/02/2001	18:00	29.25	31.25	32.13	27.13	-0.63	0.75	26.88	27.00	28.00	26.38
5	15/02/2001	19:00	28.00	29.33	30.50	25.50	-0.50	1.33	25.33	26.50	27.50	26.00
6	15/02/2001	20:00	27.00	28.00	29.38	24.75	-0.75	2.00	24.75	26.50	27.50	26.00
7	15/02/2001	21:00	26.25	27.25	28.63	23.88	-0.50	3.13	23.75	26.50	27.50	26.00
8	15/02/2001	22:00	25.67	26.33	27.83	23.17	-0.67	3.67	23.17	26.50	27.50	25.83
9	15/02/2001	23:00	25.00	25.67	27.17	22.67	-1.00	3.83	23.00	26.50	27.50	25.50
10	16/02/2001	0:00	24.63	25.13	26.63	21.88	-1.13	4.63	22.50	26.50	27.25	25.50
11	16/02/2001	1:00	24.33	25.00	26.17	22.33	-1.50	4.17	22.83	26.50	27.25	25.50
12	16/02/2001	2:00	24.00	24.88	25.88	22.50	-1.50	3.88	23.13	26.38	27.03	25.50
13	16/02/2001	3:00	23.50	24.38	25.38	21.88	-1.38	4.13	22.50	26.00	26.88	25.38
14	16/02/2001	4:00	23.00	23.33	25.00	20.83	-1.33	5.17	21.50	26.00	26.88	25.00
15	16/02/2001	5:00	22.50	23.13	24.63	20.13	-1.25	5.38	20.75	26.00	26.88	25.00
16	16/02/2001	6:00	22.38	23.00	24.00	20.88	-1.25	4.63	21.38	26.00	26.88	25.00
17	16/02/2001	7:00	22.25	23.00	24.00	21.13	-0.88	4.38	21.63	26.00	27.00	24.75
18	16/02/2001	8:00	22.75	23.25	24.25	22.38	-0.13	2.13	22.63	25.63	26.63	23.63
19	16/02/2001	9:00	23.63	24.13	25.25	23.00	1.88	1.38	24.63	25.13	26.50	23.50
20	16/02/2001	10:00	25.00	25.63	29.50	24.13	3.25	0.88	26.00	25.50	26.50	23.88
21	16/02/2001	11:00	31.33	27.50	31.67	25.00	3.33	0.67	27.17	25.50	26.50	24.33
22	16/02/2001	12:00	36.63	30.75	38.13	25.88	3.50	0.13	28.38	25.63	26.60	24.88
23	16/02/2001	13:00	38.38	32.00	41.38	26.75	4.63	0.25	30.50	26.00	27.10	25.50
24	16/02/2001	14:00	39.33	35.83	36.00	27.50	5.83	0.00	30.17	26.00	27.21	26.00
25	16/02/2001	15:00	32.75	38.00	36.63	27.75	3.75	0.25	29.25	26.50	27.33	26.50
26	16/02/2001	16:00	31.00	37.13	38.63	27.50	1.63	0.50	29.00	26.50	27.15	26.50
27	16/02/2001	17:00	30.00	34.17	34.83	27.50	0.67	0.50	28.67	26.50	27.00	26.17
28	16/02/2001	18:00	28.50	30.00	31.75	26.25	-0.38	1.00	27.00	26.50	27.00	26.00
29	16/02/2001	19:00	27.50	28.25	30.25	24.75	-0.50	1.75	24.75	26.50	27.00	25.50
30	16/02/2001	20:00	27.00	27.85	29.15	23.85	-0.65	2.65	23.75	26.5	27.00	25.5
31	16/02/2001	21:00	26.00	27.00	28.53	23.15	-0.61	3.35	23.50	26.50	27.00	25.50
Mean			27.41	27.78	29.72	23.96			24.98	26.14		25.33
Day			30.13	30.11	32.67	25.40			27.08	25.95		25.14
Night			24.69	25.45	26.76	22.53			22.88	26.32		25.52

ข้อมูลวัดราษฎรบูรณะ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)

ที่ตั้ง: เขตราษฎรบูรณะ กรุงเทพมหานคร

Date	Time	DB Out	WB Out	RH% Out	DB In	WB In	RH% In	ΔT Out-In	Climate
1	12/02/2001	15:00	34.45	25.75	50%	29.00	22.00	53%	5.45 เมฆ หมอกบางเต็มท้องฟ้า
2	12/02/2001	16:00	33.12	26.60	60%	28.75	22.75	60%	4.37 เมฆ หมอกบางเต็มท้องฟ้า
3	12/02/2001	17:00	32.50	27.00	65%	28.50	22.50	68%	4.00 เมฆ หมอกบางเต็มท้องฟ้า
4	12/02/2001	18:00	28.83	25.17	74%	27.00	22.17	65%	1.83 เมฆ หมอกบางเต็มท้องฟ้า เริ่มมีดีด
5	12/02/2001	19:00	27.00	24.50	81%	26.75	21.75	64%	0.25 ท้องฟ้ามีหมอกบาง มีดาว
6	12/02/2001	20:00	26.13	23.38	79%	27.00	22.13	65%	-0.88 ท้องฟ้ามีหมอกบาง มีดาวมากขึ้น
7	12/02/2001	21:00	25.75	22.00	71%	27.00	22.50	68%	-1.25 ฟ้าโปร่ง มีดาวกระจายมากขึ้น
8	12/02/2001	22:00	25.38	22.00	75%	26.88	22.50	69%	-1.50 เมฆกระจาย ดาวย้อยลง
9	12/02/2001	23:00	25.00	21.67	74%	26.50	23.00	73%	-1.50 ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์
10	13/02/2001	0:00	24.50	21.38	75%	26.50	22.88	74%	-2.00 เมฆ หมอกบาง มีพระจันทร์
11	13/02/2001	1:00	24.00	21.38	79%	26.50	22.88	74%	-2.50 หมอกบาง มีดาว มีพระจันทร์
12	13/02/2001	2:00	23.38	21.50	85%	26.50	23.00	75%	-3.13 หมอกบาง มีพระจันทร์
13	13/02/2001	3:00	22.75	21.50	90%	26.50	23.00	75%	-3.75 ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์
14	13/02/2001	4:00	22.75	21.50	90%	26.25	23.00	76%	-3.50 หมอกบาง มีดาว มีพระจันทร์
15	13/02/2001	5:00	22.38	21.13	90%	26.00	22.88	76%	-3.63 หมอกบาง มีดาว มีพระจันทร์
16	13/02/2001	6:00	22.33	20.50	85%	26.00	22.33	72%	-3.67 ฟ้าโปร่ง หมอกลงต่ำ
17	13/02/2001	7:00	22.63	20.00	79%	25.25	21.50	72%	-2.63 ฟ้าสว่าง หมอกจาง มีแสงแดด
18	13/02/2001	8:00	24.25	20.50	71%	24.88	21.38	73%	-0.63 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
19	13/02/2001	9:00	26.38	20.63	60%	26.00	21.13	64%	0.38 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
20	13/02/2001	10:00	28.13	21.00	53%	26.88	21.38	61%	1.25 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
21	13/02/2001	11:00	29.88	21.38	47%	28.13	21.50	55%	1.75 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
22	13/02/2001	12:00	32.75	21.38	36%	28.75	21.38	51%	4.00 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
23	13/02/2001	13:00	34.17	21.33	32%	29.33	21.00	48%	4.83 ฟ้าโปร่ง หมอกจาง มีแสงแดดจัด
24	13/02/2001	14:00	35.50	21.75	29%	30.13	20.88	43%	5.38 ฟ้าใส มีแสงแดดจัด
25	13/02/2001	15:00	36.13	21.50	26%	30.50	20.50	40%	5.63 ฟ้าใส มีแสงแดดจัด
26	13/02/2001	16:00	35.25	20.88	27%	30.88	20.63	39%	4.38 ฟ้าใส มีแสงแดดจัด
27	13/02/2001	17:00	33.63	20.63	30%	30.88	20.63	39%	2.75 ฟ้าใส แสงแดดอ่อน
28	13/02/2001	18:00	30.13	22.38	50%	29.88	22.75	55%	0.25 ฟ้ามีหมอกบาง เริ่มมีดีด
29	13/02/2001	19:00	28.33	22.50	60%	29.00	23.50	64%	-0.67 ฟ้าโปร่ง มีหมอก มีดาว
30	13/02/2001	20:00	27.45	23.25	70%	28.75	23.50	64%	-1.30 ฟ้าโปร่ง มีหมอก มีดาว
31	13/02/2001	21:00	27.00	23.50	75%	28.75	23.25	64%	-1.75 ฟ้าโปร่ง มีหมอก มีดาว
Mean			27.51		63%	27.49		63%	
Day			30.73		45%	28.45		53%	
Night			24.28		81%	26.53		72%	

หมายเหตุ: คัดค่าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 19:00 น. - 18:00 น.

ข้อมูลวัดราษฎร์บูรณะ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	DB North	DB South	Concrete	Concrete North	Concrete South 1	Concrete South 2
1	12/02/2001 15:00	30.10	33.25	37.14	27.25	37.20	36.85
2	12/02/2001 16:00	29.80	32.80	36.00	26.95	35.00	34.55
3	12/02/2001 17:00	29.50	31.00	35.50	26.50	32.00	32.00
4	12/02/2001 18:00	28.33	29.67	33.67	25.50	31.67	31.33
5	12/02/2001 19:00	27.00	28.25	32.13	25.13	30.38	30.25
6	12/02/2001 20:00	26.13	27.38	31.25	24.63	29.00	29.50
7	12/02/2001 21:00	26.00	27.00	30.38	24.50	28.25	29.00
8	12/02/2001 22:00	25.75	26.63	29.75	24.13	27.75	28.38
9	12/02/2001 23:00	25.00	26.00	29.17	23.67	26.00	27.83
10	13/02/2001 0:00	24.25	25.63	28.50	23.25	27.75	27.25
11	13/02/2001 1:00	23.75	24.88	28.00	23.00	27.25	26.63
12	13/02/2001 2:00	23.13	24.38	27.63	22.63	26.88	26.13
13	13/02/2001 3:00	22.75	24.13	27.38	22.38	26.50	25.88
14	13/02/2001 4:00	23.00	23.88	27.00	22.38	26.00	25.50
15	13/02/2001 5:00	22.75	23.63	26.50	22.13	25.50	25.00
16	13/02/2001 6:00	22.67	23.50	26.33	22.00	25.33	24.67
17	13/02/2001 7:00	23.00	23.63	26.00	22.00	25.00	24.63
18	13/02/2001 8:00	26.13	25.63	26.88	23.50	25.88	26.50
19	13/02/2001 9:00	29.00	28.63	28.00	24.75	28.25	29.75
20	13/02/2001 10:00	30.75	30.13	29.25	26.00	30.88	32.25
21	13/02/2001 11:00	30.13	32.00	30.63	27.38	34.63	36.25
22	13/02/2001 12:00	30.75	33.38	37.88	28.13	39.00	39.75
23	13/02/2001 13:00	31.67	34.50	40.17	28.83	41.00	41.33
24	13/02/2001 14:00	31.75	34.75	41.00	29.38	41.00	41.50
25	13/02/2001 15:00	32.00	35.75	40.38	29.50	42.38	40.63
26	13/02/2001 16:00	31.88	35.00	39.25	29.25	40.13	38.38
27	13/02/2001 17:00	31.38	33.25	37.75	28.88	36.75	35.75
28	13/02/2001 18:00	29.50	30.50	35.00	27.88	34.13	33.38
29	13/02/2001 19:00	28.33	29.17	33.50	27.00	32.50	31.83
30	13/02/2001 20:00	27.45	28.25	32.65	25.75	31.25	31.15
31	13/02/2001 21:00	27.00	27.94	31.53	25.50	30.55	30.50
Mean		27.09	28.43	31.51	25.22	31.15	31.09
Day		29.83	31.43	34.35	27.12	34.92	35.01
Night		24.35	25.44	28.67	23.32	27.38	27.17

ข้อมูลวัดรณภูมิ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Marble	Carpet	ΔT	
				DB In-Carpet	Plastering Wall DB In-Wall
1	12/02/2001 15:00	26.00	27.00	2.00	28.75 0.25
2	12/02/2001 16:00	26.50	27.00	1.75	27.25 1.50
3	12/02/2001 17:00	26.00	26.50	2.00	27.50 1.00
4	12/02/2001 18:00	26.00	26.50	0.50	27.50 -0.50
5	12/02/2001 19:00	26.00	26.50	0.25	27.88 -1.13
6	12/02/2001 20:00	26.00	26.50	0.50	28.00 -1.00
7	12/02/2001 21:00	26.00	26.50	0.50	28.00 -1.00
8	12/02/2001 22:00	26.00	26.50	0.38	28.00 -1.13
9	12/02/2001 23:00	26.00	26.50	0.00	28.00 -1.50
10	13/02/2001 0:00	26.00	26.50	0.00	28.00 -1.50
11	13/02/2001 1:00	26.00	26.50	0.00	28.00 -1.50
12	13/02/2001 2:00	26.00	26.50	0.00	28.00 -1.50
13	13/02/2001 3:00	26.00	26.50	0.00	28.00 -1.50
14	13/02/2001 4:00	26.00	26.50	-0.25	28.00 -1.75
15	13/02/2001 5:00	26.00	26.50	-0.50	27.63 -1.63
16	13/02/2001 6:00	26.00	26.50	-0.50	27.50 -1.50
17	13/02/2001 7:00	25.75	26.25	-1.00	27.25 -2.00
18	13/02/2001 8:00	25.50	26.00	-1.13	27.00 -2.13
19	13/02/2001 9:00	25.88	26.50	-0.50	27.00 -1.00
20	13/02/2001 10:00	26.13	26.75	0.13	27.38 -0.50
21	13/02/2001 11:00	26.75	27.25	0.88	27.88 0.25
22	13/02/2001 12:00	27.00	27.88	0.88	28.25 0.50
23	13/02/2001 13:00	27.50	28.17	1.17	28.67 0.67
24	13/02/2001 14:00	28.00	28.50	1.63	29.25 0.88
25	13/02/2001 15:00	28.50	28.88	1.63	29.88 0.63
26	13/02/2001 16:00	28.63	29.38	1.50	30.25 0.63
27	13/02/2001 17:00	28.50	29.75	1.13	30.50 0.38
28	13/02/2001 18:00	28.25	28.88	1.00	30.00 -0.13
29	13/02/2001 19:00	28.00	28.50	0.50	30.00 -1.00
30	13/02/2001 20:00	28.00	28.50	0.25	30.00 -1.25
31	13/02/2001 21:00	28.00	28.50	0.25	30.00 -1.25
Mean		26.60	27.17		28.26
Day		27.20	27.85		28.61
Night		26.00	26.50		27.92

ข้อมูลของวัดราชาธิวาสวิหาร (29-31 มีนาคม 2544)

Date	Time	T-In	T-Out	T-Tree	RH%-In	RH%-Out	Climate	Wind
29/03/2001	19:00	30.28	31.00	30.00	74%	82%	ฟ้าโปร่ง มีดาว	ลมพัดอ่อน
29/03/2001	20:00	30.28	30.55	29.50	74%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
29/03/2001	21:00	30.28	30.25	28.97	74%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
29/03/2001	22:00	30.28	29.67	28.77	74%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
29/03/2001	23:00	30.28	29.38	28.31	74%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	0:00	30.28	29.15	28.15	74%	87%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	1:00	30.28	29.15	28.25	76%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	2:00	30.28	28.50	27.50	75%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	3:00	30.28	28.00	27.25	75%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	4:00	30.28	28.00	27.25	75%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	5:00	29.28	28.00	27.25	75%	80%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมพัดอ่อน
30/03/2001	6:00	29.28	28.29	28.40	75%	78%	ฟ้าโปร่ง	ลมพัดอ่อน
30/03/2001	7:00	29.28	28.29	28.40	75%	78%	หมอกบาง	ลมปานกลางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	8:00	29.28	28.80	28.40	75%	77%	หมอกบาง ฟ้าโปร่ง	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	9:00	29.78	30.82	30.11	75%	65%	เมฆบาง กระจาย	ลมแรงเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	10:00	30.79	31.83	31.09	70%	63%	เมฆบาง กระจาย แดดออก	ลมแรงพัดตลอดเวลา
30/03/2001	11:00	31.04	31.83	31.33	66%	63%	เมฆฝนกระจาย แดดบาง	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	12:00	32.05	34.35	32.31	70%	54%	เมฆกระจาย แดดจัด	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	13:00	31.80	34.35	33.29	64%	54%	เมฆมาก แดดออกเป็นครั้งคราว	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	14:00	32.05	36.38	34.03	62%	47%	เมฆกระจาย แดดจัด	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	15:00	32.56	36.38	34.27	59%	47%	เมฆกระจาย แดดจัด	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	16:00	32.31	35.11	33.29	65%	51%	เมฆก่อนกระจาย แดดบาง	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	17:00	32.31	33.60	32.56	62%	62%	เมฆกระจาย แดดอ่อน ฟ้าโปร่ง	ลมบางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	18:00	31.80	33.34	32.31	68%	63%	เมฆกระจาย แดดอ่อน ฟ้าโปร่ง	ลมสงบ
30/03/2001	19:00	32.31	32.59	31.33	61%	61%	ฟ้าโปร่ง มีดาว	ลมสงบ
30/03/2001	20:00	31.80	31.58	31.33	73%	75%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	21:00	31.80	31.58	30.35	73%	78%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	22:00	31.80	32.00	30.55	73%	82%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	23:00	31.80	31.50	30.33	73%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	0:00	31.80	31.50	30.33	73%	83%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	1:00	31.80	30.00	29.00	73%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	2:00	31.80	30.00	29.00	73%	88%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	3:00	31.80	30.00	29.00	73%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	4:00	31.80	30.00	28.50	71%	88%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	5:00	31.80	29.00	27.88	70%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	6:00	31.80	29.00	27.85	70%	84%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
Mean(Day)		31.25	32.92	31.78	68%	60%		Day: (7:00-18:00)
Mean(Night)		31.84	30.73	29.62	71%	82%		Night: (19:00-6:00)

ข้อมูลของวัดกำแพง (29-30 มีนาคม 2544)

Date	Time	T-In	T-Out	T-Tree	RH%-In	RH%-Out	Climate	Wind
29/03/2001	19:00	29.42	30.50	31.50	65%	78%	ฟ้าโปร่ง มีดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	20:00	29.42	30.50	30.77	65%	81%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	21:00	29.42	30.00	30.50	65%	79%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	22:00	29.42	30.00	30.50	67%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
29/03/2001	23:00	29.42	29.00	29.84	67%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	0:00	29.42	28.00	29.77	69%	83%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	1:00	29.42	28.00	29.77	71%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	2:00	29.42	28.00	28.50	70%	83%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	3:00	28.95	27.00	28.15	69%	84%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	4:00	28.95	27.00	27.50	72%	84%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	5:00	28.95	27.00	26.85	70%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	6:00	28.95	27.89	27.52	68%	76%	ฟ้าโปร่ง	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	7:00	28.95	27.89	28.38	68%	76%	ฟ้าใส เมฆบาง แดดอ่อน	ลมปานกลางเหนี่ยยอดไม้
30/03/2001	8:00	28.95	29.52	28.57	72%	67%	ฟ้าใส เมฆบาง แดดอ่อน	ลมพัดแรงเป็นระยะ
30/03/2001	9:00	29.23	30.54	29.89	72%	63%	ฟ้าใส เมฆกระจาย แดดแรงขึ้น	ลมพัดแรงเป็นระยะ
30/03/2001	10:00	30.04	31.45	30.65	70%	62%	ฟ้าใส เมฆบาง แดดจ้า	ลมพัดแรงเป็นระยะ
30/03/2001	11:00	30.84	32.57	31.22	68%	59%	ฟ้าครึ้มมีเมฆมาก แดดร่ม	ลมพัดแรงเป็นครั้งคราว
30/03/2001	12:00	31.79	34.41	31.41	63%	54%	ฟ้าครึ้มมีเมฆฝนมาก แดดออก/ร่ม	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	13:00	31.60	35.63	32.74	63%	50%	ฟ้าครึ้มมีเมฆมาก แดดออก/ร่ม	ลมพัดแรงเป็นครั้งคราว
30/03/2001	14:00	32.55	35.63	32.74	59%	50%	ฟ้าใส เมฆกระจาย แดดจ้า	ลมพัดแรงเป็นครั้งคราว
30/03/2001	15:00	32.36	36.44	32.74	60%	47%	ฟ้าใส เมฆกระจาย แดดจ้า	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	16:00	32.36	34.41	32.74	66%	57%	ฟ้าใส เมฆบาง แดดอ่อน	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	17:00	32.27	34.31	32.74	66%	60%	ฟ้าใส เมฆบาง ไม่มีแดด	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	18:00	32.08	32.57	32.27	69%	66%	เริ่มมืด เมฆบาง	ลมพัดแรงเป็นครั้งคราว
30/03/2001	19:00	31.60	31.56	31.32	70%	70%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดวงดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	20:00	31.32	30.54	31.00	72%	73%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดวงดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	21:00	31.32	30.54	30.95	72%	73%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดวงดาว	ลมสงบ
30/03/2001	22:00	31.32	30.54	30.95	70%	76%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดวงดาว	ลมสงบ
30/03/2001	23:00	31.32	30.00	30.44	70%	77%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	0:00	31.32	29.00	30.00	71%	77%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	1:00	31.32	29.00	30.00	70%	78%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	2:00	31.12	29.00	29.88	69%	79%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	3:00	31.12	29.00	29.75	64%	80%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	4:00	31.12	28.00	29.12	63%	76%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	5:00	31.12	27.00	28.50	67%	79%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	6:00	31.12	27.00	28.00	62%	75%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
Mean(Day)		31.08	32.95	31.34	66%	59%		Day: (7:00-18:00)
Mean(Night)		31.26	29.26	29.99	68%	76%		Night: (19:00-6:00)

ข้อมูลของวัดราษฎร์บูรณะ (29-31 มีนาคม 2544)

Date	Time	T-In	T-Out	RH%-In	RH%-Out	Climate	Wind
29/03/2001	19:00	30.81	30.00	71%	78%	ฟ้าโปร่ง มีดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	20:00	30.81	29.81	71%	79%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	21:00	30.81	30.00	72%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ.
29/03/2001	22:00	30.81	30.00	71%	82%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
29/03/2001	23:00	30.81	30.00	72%	84%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	0:00	30.81	30.00	71%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	1:00	30.81	29.00	72%	87%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	2:00	30.81	28.00	74%	88%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	3:00	30.81	28.00	75%	90%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	4:00	29.81	28.00	75%	90%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	5:00	29.28	27.00	76%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	6:00	29.28	27.11	75%	81%	ฟ้าโปร่ง	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	7:00	29.27	27.11	75%	81%	เมฆบางๆ	ลมพัดอ่อน
30/03/2001	8:00	29.27	28.61	75%	72%	เมฆบางๆ	ลมพัด
30/03/2001	9:00	29.28	31.12	75%	64%	แดดจางๆ เมฆบางๆ	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	10:00	30.26	32.13	70%	60%	แดดจ้า เมฆมาก	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	11:00	30.75	34.14	72%	50%	เมฆมาก ฟ้าครึ้ม	ลมพัดแรงขึ้น
30/03/2001	12:00	31.24	37.15	75%	44%	แดดเริ่มออกสลับร่มเป็นบางครั้ง	ลมสงบ
30/03/2001	13:00	32.21	39.16	65%	38%	แดดบาง เมฆมาก	ลมพัดเป็นครั้งคราว
30/03/2001	14:00	32.70	39.16	68%	38%	แดดบาง เมฆมาก	ลมพัดเป็นครั้งคราว
30/03/2001	15:00	33.19	40.16	64%	38%	แดดร่ม เมฆมาก	ลมพัดสม่ำเสมอ
30/03/2001	16:00	33.19	40.16	64%	35%	แดดอ่อน ฟ้าครึ้ม	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	17:00	33.19	37.15	70%	45%	ไม่มีแดด เมฆมาก	ลมพัดเป็นครั้งคราว
30/03/2001	18:00	32.21	33.13	75%	60%	เริ่มมืด เมฆบาง	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	19:00	32.21	31.12	75%	71%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	20:00	32.21	30.62	75%	75%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	21:00	32.21	30.12	75%	77%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมค่อนข้างสงบ
30/03/2001	22:00	32.21	30.00	78%	83%	เมฆบาง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
30/03/2001	23:00	32.21	30.00	79%	85%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	0:00	32.21	30.00	82%	86%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	1:00	32.21	29.00	83%	89%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	2:00	32.21	28.00	84%	89%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	3:00	32.21	28.00	84%	89%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	4:00	31.89	28.00	84%	88%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	5:00	31.89	27.00	85%	89%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
31/03/2001	6:00	31.89	27.00	85%	89%	ฟ้าโปร่ง มีพระจันทร์ และดาว	ลมสงบ
Mean(Day)		31.40	34.93	71%	52%		Day: (7:00-18:00)
Mean(Night)		32.13	29.07	81%	84%		Night: (19:00-6:00)



ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลความเร็วลมภายนอกโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
27/07/2000	19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	0.00	0.00	1.31	0.00	3.32	0.33
27/07/2000	19:30	1.13	0.98	1.02	1.24	4.41	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	9.76	0.98
27/07/2000	20:00	1.27	1.13	1.18	0.00	1.16	1.12	1.36	1.63	0.00	1.36	10.20	1.02
27/07/2000	20:30	2.01	1.71	1.71	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00	7.69	0.77
27/07/2000	21:00	1.03	1.86	0.99	1.13	0.98	1.42	1.27	1.20	0.00	0.00	9.89	0.99
27/07/2000	21:30	0.00	0.00	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.14
27/07/2000	22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	23:00	1.12	0.00	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.13	0.31
27/07/2000	23:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	0:30	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	2.13	0.00	0.00	0.00	3.76	0.38
28/07/2000	1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	1:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	2:00	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.13
28/07/2000	2:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	3:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	4:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	6:00	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	1.63	0.00	0.00	0.00	4.13	0.41
28/07/2000	6:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	7:30	2.01	1.36	1.01	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	0.64
28/07/2000	8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	8:30	1.00	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	2.01	0.00	0.00	0.00	4.19	0.42
28/07/2000	9:00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	0.16
28/07/2000	9:30	1.00	1.36	1.15	0.00	0.00	1.81	1.91	1.19	0.00	1.20	9.62	0.96
28/07/2000	10:00	2.13	1.38	1.06	1.63	1.71	0.00	1.81	1.21	2.01	0.00	12.94	1.29
28/07/2000	10:30	1.58	1.23	1.14	1.18	0.00	2.13	1.29	1.20	1.26	0.00	11.01	1.10

ข้อมูลความเร็วลมภายนอกโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
28/07/2000	11:00	0.00	0.00	1.36	1.30	1.26	1.21	1.03	0.00	2.13	0.00	8.30	0.83
28/07/2000	11:30	1.33	1.25	1.03	1.05	0.00	1.48	1.81	1.20	0.99	0.98	11.13	1.11
28/07/2000	12:00	0.00	1.63	1.21	1.24	1.18	2.01	1.07	1.03	1.18	0.98	11.54	1.15
28/07/2000	12:30	0.99	1.02	1.33	1.63	2.01	0.99	1.33	1.00	0.00	1.26	11.56	1.16
28/07/2000	13:00	0.00	1.26	1.91	0.99	1.00	1.03	1.06	2.07	2.01	0.00	11.35	1.13
28/07/2000	13:30	0.98	2.15	4.41	1.99	1.26	1.05	2.31	1.45	0.00	0.00	15.61	1.56
28/07/2000	14:00	1.55	1.61	1.58	1.38	1.00	1.11	1.36	1.44	0.00	2.01	13.04	1.30
28/07/2000	14:30	0.00	1.22	1.63	0.00	1.63	0.00	2.01	1.23	1.63	0.00	9.35	0.94
28/07/2000	15:00	1.10	1.71	1.91	2.31	1.22	1.85	1.69	2.14	0.99	2.01	16.94	1.69
28/07/2000	15:30	1.08	1.05	1.24	2.01	1.58	1.88	2.16	1.27	0.00	0.00	12.27	1.23
28/07/2000	16:00	0.00	2.01	1.23	1.17	0.98	0.99	0.00	1.63	1.36	0.00	9.37	0.94
28/07/2000	16:30	0.00	0.00	0.00	2.01	0.00	1.63	1.61	1.21	1.18	1.03	8.68	0.87
28/07/2000	17:00	2.06	1.18	1.18	1.03	2.13	0.00	0.00	0.00	1.63	1.07	10.28	1.03
28/07/2000	17:30	1.03	1.36	1.26	1.24	0.98	0.99	1.36	0.00	0.00	0.00	8.22	0.82
28/07/2000	18:00	2.05	1.59	1.15	2.01	1.07	1.11	1.26	2.01	1.15	1.71	15.12	1.51
Mean		0.59	0.67	0.78	0.69	0.54	0.60	0.71	0.51	0.43	0.29	5.81	0.58
Day		0.86	1.06	1.24	1.19	0.83	0.92	1.18	0.93	0.76	0.53	9.50	0.95
Night		0.33	0.29	0.34	0.21	0.27	0.28	0.27	0.12	0.10	0.06	2.27	0.23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
27/07/2000	19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	19:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	20:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	21:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/07/2000	23:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	0:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	1:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	2:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	3:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	4:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	6:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	6:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	7:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	8:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	9:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/07/2000	9:30	0.11	0.32	0.00	0.67	0.89	0.17	0.11	0.31	0.00	0.00	2.58	0.26
28/07/2000	10:00	0.00	0.29	0.00	0.47	0.24	0.07	0.00	0.00	0.13	0.00	1.20	0.12
28/07/2000	10:30	0.60	0.18	0.14	0.45	0.26	0.44	0.20	0.51	0.37	0.20	3.35	0.34

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (27-28 กรกฎาคม 2543)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
28/07/2000	11:00	0.36	0.20	0.24	0.82	0.27	0.01	0.38	0.55	0.51	0.15	3.49	0.35
28/07/2000	11:30	0.66	0.53	0.18	0.56	0.24	0.30	0.23	0.40	0.00	0.05	3.15	0.32
28/07/2000	12:00	0.38	0.14	0.00	0.00	0.07	0.19	0.26	0.24	0.21	0.24	1.73	0.17
28/07/2000	12:30	0.25	0.09	0.69	0.60	0.31	0.15	0.33	0.07	0.00	0.01	2.50	0.25
28/07/2000	13:00	0.54	0.83	0.16	0.53	0.12	0.56	1.34	0.01	0.05	0.00	4.14	0.41
28/07/2000	13:30	0.39	0.90	0.53	0.29	0.27	2.76	1.59	0.29	0.55	0.49	8.06	0.81
28/07/2000	14:00	0.23	0.30	0.00	0.19	0.00	0.27	0.33	0.00	0.05	0.00	1.37	0.14
28/07/2000	14:30	0.15	0.20	0.57	0.00	0.32	0.40	0.48	1.16	0.20	0.05	3.53	0.35
28/07/2000	15:00	0.39	0.39	0.16	0.10	0.33	0.43	0.16	0.13	0.00	0.36	2.45	0.25
28/07/2000	15:30	0.55	0.11	0.21	0.05	0.25	0.29	0.18	0.39	0.24	0.35	2.62	0.26
28/07/2000	16:00	0.35	0.14	1.06	0.43	0.16	0.16	0.23	0.03	0.00	0.00	2.56	0.26
28/07/2000	16:30	0.09	0.38	0.44	0.27	0.00	0.07	0.18	0.21	0.00	0.00	1.64	0.16
28/07/2000	17:00	0.43	0.00	0.05	0.00	0.09	0.03	0.45	0.20	0.10	0.21	1.56	0.16
28/07/2000	17:30	0.53	0.00	0.00	0.28	0.13	0.34	0.47	1.38	0.00	0.18	3.31	0.33
28/07/2000	18:00	0.09	0.38	0.44	0.27	0.00	0.07	0.18	0.21	0.00	0.00	1.64	0.16
Mean		0.13	0.11	0.10	0.13	0.08	0.14	0.15	0.13	0.05	0.05	1.08	0.11
Day		0.27	0.23	0.21	0.26	0.17	0.29	0.31	0.26	0.10	0.10	2.21	0.22
Night		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean	
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down			
16/01/2001	19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	19:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	20:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	21:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01/2001	23:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	0:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	1:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	2:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	3:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	4:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	6:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	6:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	7:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	8:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01/2001	9:00	0.56	0.00	0.00	1.16	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19	0.22	
17/01/2001	9:30	0.11	0.32	0.00	0.67	0.89	0.62	0.22	0.75	0.30	0.24	4.12	0.41	
17/01/2001	10:00	0.14	0.15	0.00	0.11	0.42	0.09	0.45	0.00	0.00	0.00	1.36	0.14	
17/01/2001	10:30	0.70	0.72	0.26	0.40	0.19	0.17	0.14	0.00	0.00	0.00	2.58	0.26	

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชาธิวาสวิหาร (16-17 มกราคม 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
17/01/2001	11:00	0.00	0.00	0.00	1.36	0.83	0.34	0.13	0.60	0.12	0.22	3.60	0.36
17/01/2001	11:30	0.17	0.00	0.03	0.00	0.22	0.10	0.39	0.36	0.27	0.00	1.54	0.15
17/01/2001	12:00	0.59	0.36	0.27	0.27	0.64	0.39	0.25	1.36	0.29	0.26	4.68	0.47
17/01/2001	12:30	0.27	0.03	0.00	0.00	0.00	0.67	0.17	0.44	0.52	0.21	2.31	0.23
17/01/2001	13:00	0.78	0.34	0.20	0.18	0.30	0.00	0.35	0.19	0.05	0.23	2.62	0.26
17/01/2001	13:30	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.37	0.27	0.08	0.08	1.71	0.17
17/01/2001	14:00	0.18	0.29	0.16	0.84	0.61	1.43	0.38	1.17	0.29	0.17	5.52	0.55
17/01/2001	14:30	0.81	0.24	0.09	0.20	0.77	0.45	0.30	0.19	0.03	0.32	3.40	0.34
17/01/2001	15:00	0.68	0.21	0.08	0.00	0.15	0.07	0.00	0.00	0.00	0.23	1.42	0.14
17/01/2001	15:30	0.44	0.05	0.08	0.32	0.23	0.00	0.00	0.17	0.06	0.24	1.59	0.16
17/01/2001	16:00	0.00	0.00	0.15	0.03	0.00	0.03	0.18	0.00	0.00	0.00	0.39	0.04
17/01/2001	16:30	0.54	0.41	0.43	0.66	0.66	0.19	0.25	0.83	0.56	0.14	4.67	0.47
17/01/2001	17:00	0.24	0.05	0.00	0.09	0.52	0.22	0.45	0.28	0.00	0.00	1.85	0.19
17/01/2001	17:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.24	0.02
17/01/2001	18:00	0.85	0.40	0.18	0.93	0.51	0.39	0.36	0.14	0.00	0.14	3.90	0.39
Mean		0.16	0.08	0.04	0.15	0.16	0.12	0.09	0.14	0.05	0.05	1.06	0.11
Day		0.33	0.16	0.08	0.31	0.33	0.24	0.19	0.29	0.11	0.11	2.16	0.22
Night		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดกำแพง (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
15/02/2001	19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	19:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	20:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	21:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/02/2001	23:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	0:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	1:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	2:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	3:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	4:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	6:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	6:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	7:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/02/2001	8:00	0.16	0.79	0.42	0.43	0.10	0.27	0.21	0.25	0.12	0.26	3.01	0.30
16/02/2001	8:30	0.36	1.01	0.29	1.03	0.23	0.97	0.56	0.35	0.15	0.16	5.11	0.51
16/02/2001	9:00	0.15	0.19	0.43	0.49	0.60	1.95	1.07	0.47	0.54	0.21	6.10	0.61
16/02/2001	9:30	0.47	0.25	1.36	0.57	0.56	1.17	0.78	0.46	0.37	0.10	6.09	0.61
16/02/2001	10:00	1.53	0.41	0.48	0.61	0.38	0.96	0.69	0.99	0.39	0.16	6.60	0.66
16/02/2001	10:30	0.96	0.35	0.48	0.66	0.34	0.59	0.22	0.38	0.33	0.24	4.55	0.46

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดกำแพง (15-16 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
16/02/2001	11:00	0.33	0.75	0.13	0.19	0.32	1.75	1.91	0.71	0.46	0.33	6.88	0.69
16/02/2001	11:30	0.26	0.11	0.41	0.35	0.33	0.38	0.13	0.54	0.00	0.09	2.60	0.26
16/02/2001	12:00	0.49	0.74	0.74	0.22	0.43	0.27	0.52	0.26	0.22	0.17	4.06	0.41
16/02/2001	12:30	0.34	0.80	0.93	0.16	0.31	0.50	1.03	0.24	0.27	0.08	4.66	0.47
16/02/2001	13:00	0.80	0.47	0.19	0.20	0.34	1.67	1.35	0.41	0.27	0.22	5.92	0.59
16/02/2001	13:30	0.39	0.68	0.47	0.33	1.29	1.71	0.93	0.24	0.59	0.38	7.01	0.70
16/02/2001	14:00	0.16	0.57	0.22	0.10	0.24	0.69	0.21	0.38	0.34	0.15	3.06	0.31
16/02/2001	14:30	0.24	0.76	0.42	0.72	1.46	1.75	0.59	0.30	0.31	0.42	6.97	0.70
16/02/2001	15:00	0.39	0.29	0.22	0.19	0.18	0.59	0.36	0.27	0.35	0.13	2.97	0.30
16/02/2001	15:30	0.54	1.63	1.59	0.84	1.29	2.30	1.11	0.95	0.36	0.26	10.87	1.09
16/02/2001	16:00	0.69	0.48	0.19	0.90	0.74	0.51	0.71	0.64	0.46	0.35	5.67	0.57
16/02/2001	16:30	1.29	1.42	1.18	0.96	1.55	1.84	0.74	0.65	0.54	0.41	10.58	1.06
16/02/2001	17:00	0.54	0.20	0.01	0.15	0.22	0.51	0.36	0.24	0.21	0.16	2.60	0.26
16/02/2001	17:30	0.18	0.34	0.10	0.21	0.90	0.78	0.68	0.11	0.14	0.00	3.44	0.34
16/02/2001	18:00	1.38	0.26	0.49	0.32	0.86	0.74	0.78	0.94	0.03	0.25	6.05	0.61
Mean		0.25	0.27	0.23	0.20	0.27	0.47	0.32	0.21	0.14	0.10	2.44	0.24
Day		0.51	0.54	0.47	0.42	0.55	0.95	0.65	0.43	0.28	0.20	4.99	0.50
Night		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราชภัฏวชิรเวศน์ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
12/02/2001	19:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	19:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	20:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	21:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	21:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	22:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	22:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	23:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/02/2001	23:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	0:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	0:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	1:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	1:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	2:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	2:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	3:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	3:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	4:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	4:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	5:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	5:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	6:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	6:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	7:30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/02/2001	8:30	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.16	0.02
13/02/2001	9:00	0.16	0.00	0.03	0.55	0.53	0.33	0.00	0.16	0.46	0.16	2.38	0.24
13/02/2001	9:30	0.96	0.17	0.03	0.44	0.14	0.00	0.34	0.33	0.00	0.11	2.52	0.25
13/02/2001	10:00	0.51	0.45	0.08	0.43	0.20	0.32	0.59	0.15	0.14	0.08	2.95	0.30
13/02/2001	10:30	0.06	0.74	0.16	0.34	0.40	0.10	0.21	1.09	0.21	0.20	3.51	0.35

ข้อมูลความเร็วลมภายในโบสถ์ วัดราษฎร์บูรณะ (12-13 กุมภาพันธ์ 2544)

Date	Time	Wind Direction										Sum	Mean
		S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Up	Down		
13/02/2001	11:00	0.00	0.78	1.07	0.00	0.17	0.55	0.70	0.14	0.15	0.20	3.76	0.38
13/02/2001	11:30	0.64	0.77	1.05	0.36	0.01	1.33	0.29	0.37	0.03	0.10	4.95	0.50
13/02/2001	12:00	0.18	0.71	0.72	0.12	0.25	1.05	1.88	0.67	0.20	0.59	6.37	0.64
13/02/2001	12:30	0.28	0.46	0.33	0.14	0.35	0.22	0.23	0.09	0.55	0.11	2.76	0.28
13/02/2001	13:00	0.92	0.98	0.18	0.34	0.72	1.06	0.24	0.22	0.25	0.59	5.50	0.55
13/02/2001	13:30	0.19	0.67	0.54	0.00	0.19	0.21	0.30	0.16	0.00	0.25	2.51	0.25
13/02/2001	14:00	0.14	0.43	0.00	0.00	0.38	0.40	0.18	0.40	0.14	0.25	2.32	0.23
13/02/2001	14:30	0.37	0.30	0.31	0.33	0.28	0.36	0.44	0.00	0.18	0.29	2.86	0.29
13/02/2001	15:00	0.45	0.17	0.09	0.32	0.92	0.43	0.29	0.34	0.76	0.46	4.23	0.42
13/02/2001	15:30	0.32	0.34	0.00	0.25	0.09	0.75	0.16	0.65	0.64	0.38	3.58	0.36
13/02/2001	16:00	0.18	0.80	0.05	0.19	0.19	1.01	0.71	0.28	0.24	0.00	3.65	0.37
13/02/2001	16:30	0.74	0.42	0.15	0.64	0.22	1.05	0.19	0.70	0.24	0.26	4.61	0.46
13/02/2001	17:00	0.58	0.24	0.00	0.37	0.17	0.23	0.22	0.54	0.37	0.26	2.98	0.30
13/02/2001	17:30	0.35	0.00	0.00	0.21	0.23	0.00	0.16	0.16	0.10	0.00	1.21	0.12
13/02/2001	18:00	0.48	1.12	0.44	0.75	1.33	0.18	1.14	1.17	1.03	0.45	8.09	0.81
Mean		0.16	0.20	0.11	0.12	0.14	0.20	0.18	0.16	0.12	0.10	1.51	0.15
Day		0.33	0.42	0.23	0.25	0.29	0.42	0.37	0.33	0.25	0.21	3.08	0.31
Night		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย