

การศึกษาการออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติ

กรณีศึกษา : อาคารประเภทประถมศึกษา

(โรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี)

THE STUDY OF NATURAL COMFORT FOR CLASSROOM

CASE STUDY : ELEMENTARY SCHOOL (WATPIHANDAENG SCHOOL

PIHANDAENG DIVISION, MUANG DISTRICT, SUPHANBURI PROVINCE)



คงฤทธิ จิ่งพิมลยานนท์

KONGRIT JUENGPIMONYANON

เลขหม.....

เลขทะเบียน..... 43737

จัน, เดือน, ปี..... 30 ก.ย. 2545

Box containing labels .b..... and .i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-906-2

**THE STUDY OF NATURAL COMFORT FOR CLASSROOM
CASE STUDY : ELEMENTARY SCHOOL (WATPIHANDAENG SCHOOL
PIHANDAENG DIVISION, MUANG DISTRICT, SUPHANBURI PROVINCE)**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ ISBN 974-648-906-2 นี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษา การออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติ กรณีศึกษา : อาคารประเภทประถมศึกษา (โรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี)

นักศึกษา นายคงฤทธิ จิ่งพิมลยานนท์

รหัสประจำตัว 38062112

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ. 2545

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ. สุภาวดี รัตนมาศ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการออกแบบห้องเรียน เพื่อสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคารโดยวิธีธรรมชาติ ในลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ซึ่งศึกษาปัญหาจากสภาพกรณีอาคารตัวอย่าง ประเภทประถมศึกษา โรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นอาคารเรียนจริงที่สร้างเสร็จแล้ว ซึ่งพบว่าสภาพปัญหาเบื้องต้น นั้นมาจากความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ส่งผ่านมายังบริเวณสถานที่ตั้งโครงการกระทบกับตัวอาคาร และบางส่วนส่งผ่านเข้ามาภายในอาคารได้โดยตรง และจากปัญหาการวางทิศทางอาคารที่มีส่วนอาคารด้านยาวหันไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก ทำให้ช่องแสงและช่องเปิดได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ เป็นเหตุทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงขึ้น และสูงขึ้นจนเกินขอบเขตสภาวะสบาย ส่งผลให้นักเรียนร้อนไม่สบายทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนลดลง

จากผลของการวิจัยพบว่า เราสามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารลงได้ด้วยการปรับลดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของโครงการให้เย็นลงด้วยการปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆเพื่อให้เกิดร่มเงาให้กับบริเวณ การปลูกพืชคลุมดินเพื่อให้ความชื้น ลดการสะสมความร้อนและสะท้อนความร้อน ก็จะทำให้อุณหภูมิอากาศโดยรอบเย็นลงก่อนที่จะพัดเข้ามาสู่ภายในอาคาร สำหรับการลดความร้อนให้กับช่องแสงหรือช่องเปิดของอาคารด้วยการออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันแสงแดดโดยตรงในส่วนของการเลือกวัสดุประกอบผนังอาคารและหลังคา ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการป้องกันความร้อนที่ดี คือมีคุณสมบัติการเป็นฉนวน เพื่อลดและหน่วงเวลาค่าการส่งผ่านความร้อนเข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอน

เมื่อได้ทำการออกแบบเพื่อควบคุมสภาพอุณหภูมิอากาศภายในอาคารให้อยู่ในขอบเขตสภาวะสบายให้มากที่สุดโดยวิธีธรรมชาติแล้วนั้น บางช่วงเวลาตั้งแต่เที่ยงจนถึงช่วงบ่าย ของเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม สภาพอุณหภูมิอากาศยังเกินขอบเขตสภาวะสบาย จากการประเมินผลสภาวะความสบายด้านอุณหภูมิโดยใช้โปรแกรม Archipak หลังจากการปรับปรุงวัสดุระดอบอาคารและปรับสภาพบริเวณสามารถลดค่าภาระความร้อน ทำให้เพิ่มขอบเขตสภาวะสบายได้ 36% ที่ชั้นล่าง และ 44 % ที่ชั้นบน และเมื่อได้มีการใช้พัดลมไฟฟ้าเข้าช่วยเพื่อให้เกิดการระเหยและลดอุณหภูมิผิวร่างกายลง พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในส่วนใหญ่ทั้งหมดอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Study of Natural Comfort for Classroom Case Study : Elementary School (Watpihandeng School Pihandaeng Division, Muang District, Suphanburi Province)
Student	Mr. Kongrit Juengpimonyanon
Student ID.	38062112
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2002
Thesis Adviser	Associate Professor Suphawadee Ratanamart

ABSTRACT

This research is the potential of building design for occupants to achieve thermal comfort by natural mean in tropical climate of Thailand. That can find the first preliminary object design from the case study elementary school building is heat gain from the direct sun that transmit to site location, skin building and the part of sunlight direct to the inside of building, and next is the orientation of building, the short span could be oblique to the east-west of sunrise but this building conflict with above that increase the air temperature higher and over limit of thermal comfort that cause of decrease the ability of learning.

The result of the research reveals many factors to control inside air temperature to thermal comfort or close to thermal of comfort. The first consideration is design micro-climate for make the site elements to lowering air temperature by selecting plants for shading, vegetations and ground covering for absorb the humidity and reduce reflecting of sunlight to the building that make the cool air temperature before ventilates to รั้วรทำ the building. For the building orientation we can reduce heat gain by design shading device to protect direct sun to the window or opening. In case of building envelope and roof consideration select high resistant materials, low conductivity to reduce and time lag heat gain transmit to inside the building in study hour periods.

After passive design to control the inside air temperature to achieve most thermal comfort by natural. But some periods from 12.00 am. to 16.00 pm. in May — October the เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

inside air temperature are still over limit of thermal comfort. From the simulation by Archipak program after selecting building envelope and design micro climate can reduce heat gain, the thermal comfort can achieve 36% at down-stair and 44% at up-stair. When the active design system is consider by use electric fans to control thermal comfort by cooling effect that the most inside air temperature is in thermal comfort.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความกรุณาจาก รศ. สุภาวดี รัตนมาศ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนทั้งคณะกรรมการคือ รศ. กุสุมา ธรรมธำรง, ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และท่านอาจารย์ ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ที่ช่วยกรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาแก่ผู้วิจัย ตลอดมา ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ. ปรีชญา รังสิรักษ์, รศ. อนุสรณ์ จัวงพานิช ที่กรุณาแนะนำแนวทาง และให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ใหญ่ มนัส ปาละพันธ์, คุณครู สมปอง แป้นแจ้ รวมทั้งคุณครูและเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้อง โรงเรียนวัดพิหารแดง ที่ช่วยเหลือเพื่อสถานที่ และอำนวยความสะดวกต่างๆในระหว่างการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กรมอนุรักษ์พลังงาน ที่ช่วยให้คำแนะนำและเอกสารในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ อ.จเร สุวรรณชาติ, อ.วินัย หมั่นคติธรรม, อ. วชิระ แสงรัศมี และเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้
สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเกื้อกูลและส่งเสริมการศึกษามา โดยตลอดตั้งแต่ครั้งวัยเยาว์ รวมทั้งสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจ คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คงฤทธิ จิ่งพิมลยานนท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญรูป.....	XIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ดวงอาทิตย์และการส่งผ่านพลังงาน	5
2.1.1 รังสีคลื่นสั้น (short wave)	5
2.1.2 รังสีคลื่นยาว (long wave)	5
2.2 รังสีความร้อนที่ส่งผลกระทบต่ออาคาร.....	6
2.2.1 คลื่นรังสีรวมจากดวงอาทิตย์.....	6
2.2.2 รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนออกมาจากพื้นดิน และสิ่งใกล้เคียง.....	6
2.2.3 รังสีคลื่นยาวจากพื้นดิน หรือสิ่งใกล้เคียงที่ร้อน	6
2.2.4 รังสีคลื่นยาวที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างวัตถุและท้องฟ้า	6
2.3 ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร.....	7
2.3.1 การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction)	8
2.3.2 การถ่ายเทความร้อนของหน้าต่างกระจก	8
2.3.3 การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection)	8
2.3.4 การถ่ายเทความร้อนจากผู้อาศัย.....	9
2.3.5 การถ่ายเทความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VI นี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4	เครื่องบังแดดและอุปกรณ์บังแดด.....	10
2.4.1	Solar Charts.....	10
2.4.2	มุมของเงา.....	12
2.4.3	อุปกรณ์บังแดด.....	16
2.4.4	การใช้ Protractor Shading Mask.....	20
2.4.5	ข้อแนะนำในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด.....	25
2.4.6	ลำดับขั้นของการออกแบบเครื่องบังแดด.....	25
2.5	การทำความเย็นโดยการหน่วงเวลา (Time Lag)	26
2.6	การทำความเย็นโดยต้นไม้.....	27
2.7	การทำความเย็นโดยการระบายอากาศและการเคลื่อนที่ของลม (Ventilation and Air Movement)	32
2.7.1	การระบายอากาศ (Ventilation)	32
2.7.2	การเคลื่อนที่ของลม (Air Movement)	33
2.8	กระแสลม (Wind)	34
2.8.1	อัตราแรงลม (Mean Wind Speed Profiles)	35
2.8.2	การเคลื่อนที่ไหลของลม	38
2.8.3	ตำแหน่งช่องลมพัดผ่านในอาคาร.....	39
2.8.4	ขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อกระแสลม.....	40
2.8.5	การควบคุมช่องลมเข้า.....	41
2.9	การไหลระบายอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack-effect ventilation)	42
2.10	การทำความเย็นโดยการระเหย (Evaporative Cooling)	43
2.11	การทำความเย็นด้วยดิน (Earth Cooling)	44
2.12	การใช้พัดลมดูดอากาศที่ฝ้าเพดาน (Wholehouse Fans)	45
2.13	การทำความเย็นโดยพัดลม (Forced Ventilation-Electric Fans)	46

บทที่ 3	การศึกษาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและสภาวะสบายของจังหวัดสุพรรณบุรี.....	50
---------	---	----

3.1	สภาพภูมิศาสตร์ทั่วไปของจังหวัดสุพรรณบุรี.....	50
-----	---	----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 สภาพภูมิอากาศทั่วไปในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี.....	52
3.2.1 อุณหภูมิ.....	53
3.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์.....	53
3.2.3 สภาพเมฆปกคลุม.....	53
3.2.4 ช่วงเวลาที่มีแสงแดด.....	54
3.2.5 รังสีดวงอาทิตย์.....	54
3.2.6 กระแสลม.....	55
3.2.7 ปริมาณน้ำฝน.....	55
3.2.8 ทางเดินดวงอาทิตย์.....	55
3.3 ร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อม.....	77
3.3.1 การเพิ่มความร้อนในร่างกาย (Heat gain)	77
3.3.2 การลดความร้อนในร่างกาย (Heat loss).....	77
3.4 สภาพความสะดวกสบาย.....	78
3.4.1 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (Ambient Air Temperature)	78
3.4.2 อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)	79
3.4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	79
3.4.4 ความเร็วลม (Wind Speed)	79
3.4.5 อัตราเผาผลาญอาหารในร่างกาย (Metabolism)	79
3.4.6 เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing)	79
3.5 ขอบเขตความสะดวกสบาย.....	79
3.5.1 สภาพความสะดวกสบาย โดยแผนภูมิไบโอไคลเมติก	79
3.5.2 สภาพความสะดวกสบายโดยแผนภูมิไซโครเมตริก	81
3.5.3 สภาพความสะดวกสบายจากโปรแกรม Archipak.....	83

บทที่ 4 การศึกษาข้อมูลอาคารตัวอย่างโรงเรียนนิหารแดง ตำบลนิหารแดง อำเภอเมือง

จังหวัดสุพรรณบุรี..... 91

4.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไป..... 91

4.2 การจัดทำผังโครงการ..... 91

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 การศึกษาอาคารเรียนชั้นประถมศึกษา.....	92
4.4 การตรวจสอบอุปกรณ์บังแดด ของอาคารตัวอย่าง	100
4.5 การตรวจสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV/RTTV) ของอาคารตัวอย่าง...103	
บทที่ 5 การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติ.....	104
5.1 แนวความคิดในการออกแบบ.....	104
5.2 การวิเคราะห์การวางผังโครงการ.....	105
5.3 การศึกษาวิเคราะห์การใช้ต้นไม้เพื่อปรับอุณหภูมิ.....	107
5.4 การวิเคราะห์ออกแบบอุปกรณ์บังแดด.....	114
5.5 การพิจารณาวัสดุอุปกรณ์ประกอบอาคาร.....	123
5.5.1 วัสดุผนังทึบ.....	123
5.5.2 วัสดุช่องแสงกระจก.....	128
5.5.3 วัสดุช่องประตู – หน้าต่าง.....	130
5.5.4 วัสดุผนังหลังคาและฉนวนกันความร้อน.....	131
5.5.5 วัสดุผิวพื้น.....	134
5.6 การศึกษาวัสดุประกอบอาคาร ที่มีผลกระทบต่อภาวะความร้อน.....	134
5.7 การตรวจสอบค่าความสบายทางด้านอุณหภูมิ.....	138
5.8 การตรวจสอบสภาวะอุณหภูมิ.....	140
5.9 การตรวจสอบอุปกรณ์บังแดดของอาคารตัวอย่าง.....	150
5.9.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ.....	150
5.9.2 วิธีการและขั้นตอนในการตรวจสอบ.....	150
5.9.3 ผลการตรวจสอบ.....	150
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	158
บรรณานุกรม.....	160
ภาคผนวก ก.....	163
ภาคผนวก ข.....	194
ประวัติผู้เขียน.....	207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.8 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของกระจกใสหนา 6 มม.	130
5.9 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประตู – หน้าต่าง.....	130
5.10 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุประตู – หน้าต่าง.....	131
5.11 เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุหลังคาชนิดต่างๆ.....	132
5.12 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุหลังคา	133
5.13 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุผิวพื้นชนิดต่างๆ.....	134
5.14 ภาวะความร้อนจากหลังคาเดือนพฤษภาคม.....	136
5.15 ภาวะความร้อนจากผนังก่ออิฐ.....	136
5.16 ภาวะความร้อนจากช่องแสงกระจก.....	137
5.17 ภาวะความร้อนจากหน้าต่างเหล็ก.....	137
5.18 ภาวะความร้อนจากหลังคา.....	138
5.18 แสดงค่าอุณหภูมิภายในก่อนและหลังการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร.....	139
5.20 แสดงค่า HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997.....	141
5.21 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH11) ก่อนปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร.....	142
5.22 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH12) ก่อนปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร.....	143
5.23 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH21) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร.....	144
5.24 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร.....	145
5.25 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997 1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ.....	146
5.26 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ.....	147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ผลิตขึ้นสำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.27 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ (กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตร/วินาที).....	148
5.28 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 – 1997 2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ (กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตร/วินาที).....	149



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 รูปแสดงลักษณะของความยาวคลื่นรังสีดวงอาทิตย์.....	4
2.1 รูปแสดงลักษณะของความยาวคลื่นรังสีดวงอาทิตย์.....	5
2.2 รูปแสดงรังสีความร้อนที่อาคารได้รับ.....	6
2.3 รูปแสดงกระบวนการถ่ายเทความร้อน.....	7
2.4 Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14° (กรุงเทพฯ).....	10
2.5 วิธีกำหนดทางเดินของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ.....	11
2.6 รูปแสดงมุมของเงาผนังด้านทิศเหนือ เวลา 8.00 น. วันที่ 21 มิถุนายน ที่กรุงเทพฯ.....	12
2.7 รูปแสดง Shadow-Angle Protractor.....	13
2.8 รูปแสดงทิศทางของอาคาร.....	14
2.9 รูปแสดงการใช้ Solar Chart และ Shadow-Angle Protractor.....	14
2.10 รูปแสดงมุมของเงาและเงาที่ปรากฏ.....	16
2.11 รูปเปรียบเทียบการถ่ายทางเดินดวงอาทิตย์ และเงาที่ปรากฏลงบนพื้นราบ.....	18
2.12 รูปแสดงลักษณะเงาที่ปรากฏใน Shading Mask.....	18
2.13 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางนอน (ให้มุมของเงาทางตั้ง).....	19
2.14 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางตั้ง (ให้มุมของเงาทางนอน).....	19
2.15 รูปแสดงเครื่องบังแดดชนิดผสม (ให้มุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอน).....	20
2.16 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shadow-Angle Protractor & Shading Mask.....	20
2.17 รูปส่วนตัดของแผงบังแดดและหน้าต่างของอาคารพาณิชย์.....	21
2.18 รูปแสดงวิธีสร้าง Shading Mask จาก Protractor และใช้ตรวจสอบว่าแดดจะส่องเข้า.....	22
2.19 รูปแสดงสัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศเหนือ รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบังแดด.....	23
2.20 รูปแสดงสัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศใต้ รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบังแดด.....	24
2.21 รูปแสดงต้นไม้ช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์.....	29
2.22 รูปแสดงรั้วต้นไม้สูงไม่เกิน 1.00 เมตร.....	29
2.23 รูปแสดงรั้วต้นไม้สูงปานกลาง และรั้วต้นไม้สูง.....	30
2.24 รูปแสดงต้นไม้สูง 9 เมตร แผ่กว้าง 7 เมตร ลำต้นสูง 1.50 เมตร.....	30
2.25 รูปแสดงต้นไม้ห่างจากอาคาร 3 เมตร และรั้วต้นไม้ห่างจากอาคาร 1.50 เมตร.....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้ผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการฝ่าฝืน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 รูปแสดงต้นไม้ห่างจากอาคาร 6 เมตร และรั้วต้นไม้ห่างจากอาคาร 3 เมตร.....	31
2.27 รูปแสดงการเคลื่อนไหวของอากาศ.....	34
2.28 รูปแสดงการเคลื่อนไหวของอากาศผ่านแหล่งน้ำขนาดใหญ่.....	34
2.29 รูปแสดงกระแสลมที่พัดผ่านอาคาร กระแสลมพัดเข้ามาประทะอาคาร (+) และส่วนที่อับลม (-).....	35
2.30 รูปแสดงผังอาคารที่ได้รับลม และเขตอับลม.....	35
2.31 รูปแสดงอัตราเฉลี่ยความเร็วลมที่ลักษณะสภาพบริเวณแวดล้อมต่าง ๆ	36
2.32 รูปแสดงระยะของเขตอับลม.....	37
2.33 รูปแสดงทิศทางและปริมาณกระแสลมที่มีผลกับช่องเปิด.....	38
2.34 รูปแสดงเงาของลม ที่มีผลต่อความเร็วลม.....	38
2.35 รูปแสดงแนวลมที่ไม่ได้ผ่านตลอดอาคาร.....	39
2.36 รูปแสดงตำแหน่งช่องลมเข้า.....	39
2.37 รูปแสดงความกดอากาศหน้าช่องลมเข้าที่มีผลต่อทิศทางลม.....	39
2.38 รูปแสดงช่องเปิดที่นำลมเข้ามาในอาคาร.....	40
2.39 รูปแสดงสัดส่วนของขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราเร็วลม.....	40
2.40 รูปแสดง การใช้ครีปดักลม (WING WALLS) สำหรับช่องหน้าต่างบนผนังเดียวกัน หรือ ผนังติดกัน.....	41
2.41 รูปแสดงการใช้บานกระทุ้งและบานกระดก.....	41
2.42 รูปแสดงการใช้ Canopy.....	42
2.43 รูปแสดงการใช้บานเกล็ด.....	42
2.44 รูปแสดงการไหลระบายอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ.....	43
2.45 รูปแสดงลักษณะการทำความเย็นโดยการระเหย.....	44
2.46 รูปแสดงลักษณะการทำความเย็นโดยให้พื้นสัมผัสกับดินโดยตรง.....	44
2.47 รูปแสดงการทำความเย็นจากท่อใต้ดิน.....	45
2.48 รูปแสดงลักษณะการติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ฝ้าเพดาน.....	45
2.49 รูปแสดงหลักการทำงานของพัดลม.....	46
2.50 รูปแสดงลักษณะพัดลม.....	47
2.51 รูปแสดงลักษณะการกระจายลมที่สัมพันธ์กับอัตราความเร็วลม.....	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 รูปแสดงสถานที่ตั้งโครงการ.....	51
3.2 รูปแสดงสถานที่ตั้งจังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียง.....	52
3.3 รูปแสดงเขตการปกครองของจังหวัดสุพรรณบุรี.....	52
3.4 รูปแสดงทางเดินดวงอาทิตย์.....	55
3.5 รูปแสดงลักษณะแผนภูมิอากาศจังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ.2531-2540.....	57
3.6 รูปแสดงความถี่ ของความเร็วลมและทิศทางรายเดือนจังหวัดสุพรรณบุรี รอบสิบปี พ.ศ.2531-2540.....	58
3.7 รูปแสดงการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ. 2531-2540.....	59
3.8 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก ช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2531-2540.....	60
3.9 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก ช่วงเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	61
3.10 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก ช่วงเดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	62
3.11 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ ช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2531-2540.....	63
3.12 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ ช่วงเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	64
3.13 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความเร็วลม = 0.1 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2531-2540.....	65
3.14 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความเร็วลม = 0.1 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	66
3.15 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isoplethes กรณีความเร็วลม = 0.1 เมตรต่อวินาที	67
3.16 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isoplethes กรณีความเร็วลม = 0.1 เมตรต่อวินาที.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความ เร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2531-2540.....	69
3.18 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความ เร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	70
3.19 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isopleths กรณีความเร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที.....	71
3.20 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isopleths กรณีความ เร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที	72
3.21 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความ เร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2531-2540.....	73
3.22 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดือนดวงอาทิตย์ กรณีความ เร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540.....	74
3.23 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isopleths กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที.....	75
3.24 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิ Isopleths กรณีความ เร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที.....	76
3.25 รูปแสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อม.....	78
3.26 รูปแสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติก และ แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะภูมิอากาศ.....	80
3.27 รูปแสดงเทคนิคในการปรับสภาพภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก.....	81
3.28 รูปแสดงองค์ประกอบของเส้นบนแผนภูมิไซโครเมตริก และแนววิธีการแก้ปัญหาสภาพ ภูมิอากาศ.....	82
3.29 รูปแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยกับช่วงอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบายจากโปรแกรม Archipak พ.ศ. 2531 - 2540.....	87
3.30 รูปแสดงขอบเขตสบายและข้อมูลภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริกของจังหวัดสุพรรณบุรี จากโปรแกรม Archipak.....	88
3.31 รูปแสดงขอบเขตสบายและแนวทางการแก้ไขสภาพอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิ ไซโครเมตริก ของจังหวัดสุพรรณบุรีจากโปรแกรม Archipak.....	89
3.32 รูปแสดงอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบายตามมาตรฐาน ET กับสภาพภูมิอากาศ.....	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.33 รูปแสดงเปรียบเทียบสภาพอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบายตามมาตรฐาน ET.....	90
4.1 รูปแสดงผังบริเวณโรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี...94	
4.2 รูปแสดงภายนอกอาคาร 1) รูปด้านทิศตะวันออก, 2) รูปด้านทิศตะวันตก, 3) รูปด้านทิศเหนือ, 4) รูปด้านทิศใต้.....	95
4.3 รูปแสดงภายในอาคาร 1) รูปภายในอาคารชั้นล่าง, 2) รูปภายในอาคารชั้นล่าง 3) รูประเบียบด้านหน้าอาคารเรียนชั้นล่าง, 3) รูประเบียบด้านหน้าอาคารเรียนชั้นบน.....	96
4.4 รูปแสดงแปลนของอาคารเรียนของอาคารตัวอย่าง.....	97
4.5 รูปแสดง รูปตัด รูปด้าน ของอาคารตัวอย่าง.....	98
4.6 รูปแสดงแบบขยายประตู-หน้าต่าง ของอาคารตัวอย่าง.....	99
4.7 รูปแสดงการตรวจสอบ อุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันตก Azimuth = 90°	101
4.8 รูปแสดงการตรวจสอบ อุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันออก Azimuth = -90°	102
5.1 รูปแสดงตัวอย่างการวางผังอาคาร สำหรับอาคารในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น.....	106
5.2 เปรียบเทียบรูปร่างอาคาร ในแต่ละลักษณะภูมิอากาศ.....	107
5.3 รูปแสดงลักษณะการปลูกต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร.....	108
5.4 รูปแสดงการปลูกต้นไม้ทางด้านทิศตะวันตก.....	111
5.5 รูปแสดงการปลูกต้นไม้ทางด้านทิศใต้.....	112
5.6 รูปแนวขีดตัวอาคารด้านทิศตะวันออก ปลูกต้นไม้เพื่อลดการส่งผ่านความร้อนและ ปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันแสงสะท้อนจากลานคอนกรีต.....	113
5.7 รูปแสดงการใช้ต้นไม้ เพื่อลดการสะท้อนความร้อนจากลานคอนกรีตและถนนเรียบโครง การด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันออก.....	113
5.8 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางแนวนอน (ให้มุมของเงาทางตั้ง)	115
5.9 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางแนวตั้ง (ให้มุมของเงาทางแนวนอน)	116
5.10 รูปแสดงเครื่องบังแดดชนิดผสม.....	116
5.11 รูปแสดงการวิเคราะห์ห้ออกแบบอุปกรณ์บังแดดทางแนวนอน.....	117
5.12 รูปแสดงการวิเคราะห์ห้ออกแบบอุปกรณ์บังแดดทางแนวตั้ง.....	118
5.13 รูปแสดงแบบขยายอุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศตะวันตก.....	121
5.14 รูปแสดงแบบขยายอุปกรณ์บังแดด ทางด้านทิศตะวันออก.....	122

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.15 รูปแสดงคลื่นรังสีความร้อนที่กระทบกระจกชนิดต่าง ๆ	128
5.16 รูปแสดงรังสีความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร.....	135
5.17 รูปแสดงการติดตั้งฉนวนความร้อนบนฝ้าเพดาน.....	136
5.18 รูปแสดงภาวะความร้อนจากหลังคา.....	137
5.19 รูปแสดงภาวะความร้อนจากผนังก่ออิฐ.....	137
5.20 รูปแสดงภาวะความร้อนจากช่องแสงกระจก.....	138
5.21 รูปแสดงภาวะความร้อนจากหน้าต่างเหล็ก.....	138
5.22 รูปแสดงภาวะความร้อนจากหลังคา.....	138
5.23 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ก่อนและหลังการปรับปรุงวัสดุกรอบ อาคารและหลังคา.....	139
5.24 รูปแสดงโต๊ะเข้คเงา และหุ่นจำลองทดสอบแสงเงา.....	151
5.25 รูปถ่ายมุมสูงแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 22 มิถุนายน.....	152
5.26 รูปถ่ายมุมสูงแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 22 ธันวาคม.....	153
5.27 รูปถ่ายมุมสูงแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 16 เมษายน หรือ 23 สิงหาคม.....	154
5.28 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 22 มิถุนายน.....	155
5.28 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 22 ธันวาคม.....	156
5.28 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 16 เมษายน หรือ วันที่ 23 สิงหาคม.....	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการศึกษาเพื่อออกแบบอาคารเรียนด้วยวิธีการสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคาร โดยวิธีธรรมชาติ นับว่ามีความจำเป็น เพราะนอกจากจะเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในการทำความเย็นให้กับผู้ใช้อาคารด้วยระบบปรับอากาศแล้ว ยังทำให้ผู้ใช้อาคารได้สัมผัสอากาศจากธรรมชาติโดยตรง

จากการศึกษาลักษณะอาคารเรียนแบบสปช. 105/2529 จากสำนักงานคณะกรรมการ ประถมศึกษาแห่งชาติ ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานสำหรับก่อสร้างอาคารเรียนระดับชั้นประถมศึกษาใน หน่วยงานการศึกษาของรัฐ ทั่วประเทศ เป็นอาคารเรียน คอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 2 ชั้น มีลักษณะ เรียบง่าย ราคาประหยัด รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นการวางที่วางตัวอาคารให้เหมาะสมตาม ลักษณะสถาปัตยกรรมเขตร้อนในแต่ละพื้นที่โครงการ คือการวางตัวอาคารในลักษณะด้านแคบอยู่ ทางด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้ผนังของอาคารได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้น้อยที่สุด และการวางตัวอาคารให้หันช่องเปิดสามารถรับลมธรรมชาติที่พัดมาในแนวจากทางทิศเหนือ-ใต้ เพื่อสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคารด้วยวิธีธรรมชาติ

จากปัญหาของอาคารเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าตัวอาคารมีการวางอาคารหันด้านยาวไปทางด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก หันด้านแคบไปทางด้านทิศเหนือ-ใต้ และไม่มีการใช้อุปกรณ์บังแดดเพื่อบังเงาให้กับช่องแสงหรือช่องเปิดของอาคาร ทำให้แสงแดดและความร้อนส่งเข้ามาภายในห้องเรียนได้โดยตรง และจากระบบที่เคยปฏิบัติกันมาคือการเลือกใช้วัสดุผนังก่ออิฐมวลเบารั้วฉนวนปูนเรียบ และในส่วนหลังคาใช้กระเบื้องลอนคู่+ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดฉนวนเรียบ ที่ไม่มีระบบป้องกันและลด ค่าภาระความร้อนที่แพร่เข้ามาภายในอาคาร เป็นเหตุทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องเรียนสูงขึ้น และสูงขึ้นจนเกินขอบเขตสภาวะสบาย ส่งผลทำให้ลดความตั้งใจในการเรียนและการสอนลง

นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคารคือ จาก ปัจจัยสภาพแวดล้อมของบริเวณรอบตัวอาคารที่เป็นลักษณะโปร่งโล่ง มีลานคอนกรีตขนาดใหญ่ ไม่มีการปลูกต้นไม้เพื่อบังเงาให้กับบริเวณตั้งโครงการ ทำให้อุณหภูมิอากาศรอบบริเวณอาคารมี อุณหภูมิสูงและร้อน เมื่อเกิดลมพัดก็จะทำให้พัดอากาศร้อนเข้ามาภายในอาคารส่งผลทำให้ผู้ใช้ อาคารเกิดความรู้สึกไม่สบายด้านอุณหภูมิ

จากการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศสภาพแวดล้อมของ

ที่ตั้งโครงการเฉลี่ย 10 ปี พ.ศ. 2531-2540 กับอุณหภูมิอากาศภายในของอาคารเรียนตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Archipak คำนวณ ในกรณีต่างๆโดยใช้วิธีธรรมชาติ ตั้งแต่การเลือกใช้วัสดุ ประกอบอาคาร ผนัง ฝ้าเพดาน หลังคา และการปรับปรุงบริเวณอาคาร จะได้ค่าอุณหภูมิอากาศ ภายในที่เปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการปรับปรุงอาคารตลอด 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ ขอบเขตสภาวะสบาย ก็จะทำให้ทราบแนวทางในการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอาคาร เพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาแนวทางสร้างสภาวะความสบายด้านอุณหภูมิให้กับผู้ใช้อาคารใน ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรี
- 1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายนอก-ภายในอาคาร ที่มีผลมา จากการออกแบบอาคารและการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร
- 1.2.3 เพื่อศึกษาแนวทางเทคนิคการออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของโครงการให้ต่ำลงด้วย วิธีธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 ทำการศึกษาแนวทางปรับปรุงเฉพาะตัวอาคารเรียนชั้นประถมศึกษาเท่านั้น
- 1.3.2 สถานที่ตั้งโครงการอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
- 1.3.3 ศึกษาพิจารณาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ราคาประหยัด ก่อสร้างง่าย สะดวก มีความเหมาะสมต่อหน่วยงานการศึกษาของรัฐ
- 1.3.4 ทำการทดสอบและประเมินค่าอุณหภูมิจากข้อมูลอุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยราย 10 ปี ช่วงปี พ.ศ. 2531-2540

1.4 วิธีการและขั้นตอนในการศึกษา

- 1.4.1 ทำการศึกษาปัญหาเบื้องต้น จากการค้นคว้ารวบรวมข้อมูล แนวคิดทฤษฎี รายงาน การวิจัย บทความสัมมนาทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบาย โดยวิธีธรรมชาติ
- 1.4.2 คัดเลือกข้อมูลและทฤษฎีที่ได้มาทำการศึกษาวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาประกอบ สำหรับการออกแบบแก้ปัญหา ห้องเรียนที่นำเสนอ
- 1.4.3 ทำการออกแบบแก้ปัญหาเพื่อความสบายด้านอุณหภูมิให้กับห้องเรียนตัวอย่าง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นมาประกอบในการออกแบบ โดยคัดเลือกรูปแบบที่สมบูรณ์เหมาะสม

1.4.4 ทำการวิเคราะห์พิสูจน์ผลงานที่ออกแบบจากการประเมินด้วยโปรแกรม Archipak และจากการทำหุ่นจำลองทดสอบ

1.4.5 สรุปผลการออกแบบ และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบายโดยวิถีธรรมชาติ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

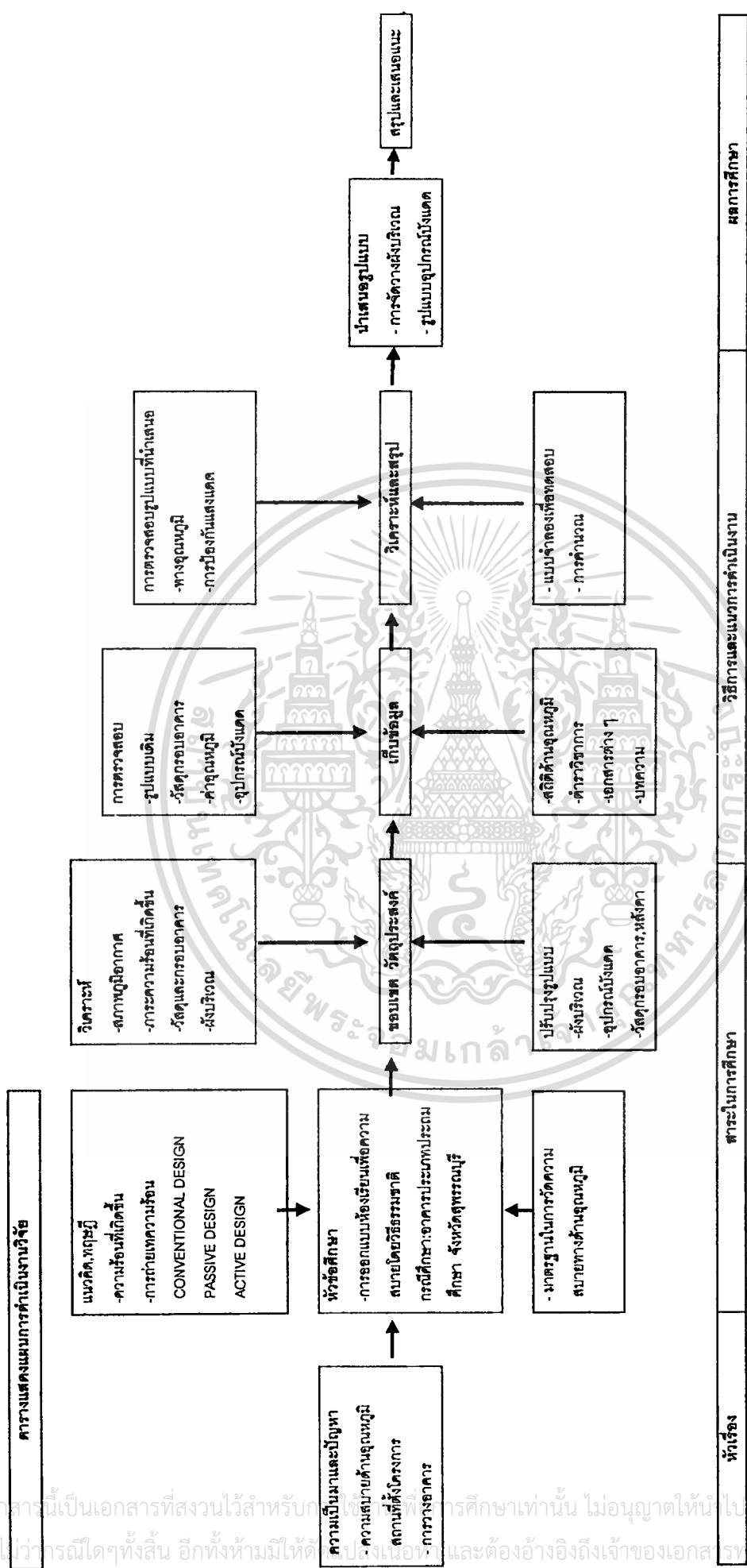
1.5.1 เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบอาคารประเภทสถานศึกษาที่ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดสภาวะความสบายโดยวิถีธรรมชาติ

1.5.2 นำเสนอรูปแบบการออกแบบผังบริเวณเพื่อปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลงโดยวิถีธรรมชาติ

1.5.3 นำเสนอรูปแบบของอุปกรณ์บังแดด ที่มีส่วนช่วยในการป้องกันความร้อนให้กับห้องเรียน ทำให้ช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคาร

1.5.4 ทำให้ทราบลักษณะของวัสดุที่น่าเสนอว่ามีคุณสมบัติในการช่วยลดภาวะความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มลดอุณหภูมิ

1.5.5 เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นให้กับผู้ออกแบบ หรือเกี่ยวข้องนำไปศึกษาพิจารณาปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

หัวข้อเรื่อง	สาระในการศึกษา	วิธีการและแนวทางการดำเนินงาน	ผลการศึกษา
--------------	----------------	------------------------------	------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้... ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

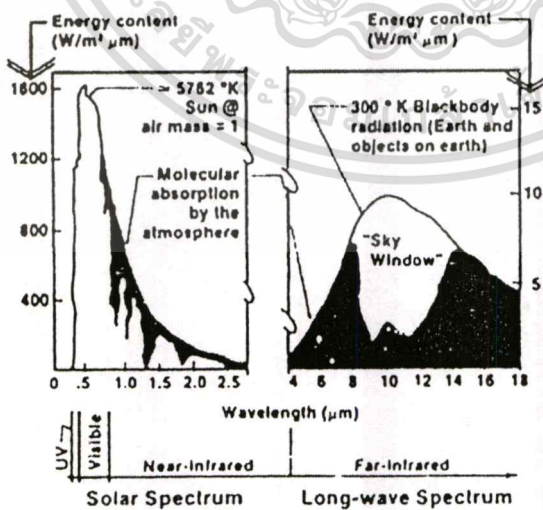
บทที่ 2 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดวงอาทิตย์และการส่งผ่านพลังงาน

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนที่ส่งมายังโลก โดยลักษณะการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์แยกตามสเปกตรัม จะมีช่วงคลื่นตั้งแต่ 290 ถึง 2,300 nm ($\text{nm} = 10^{-9} \text{ m}$) โดยสามารถแยกลักษณะการแผ่รังสีได้ 3 ชนิดคือ

2.1.1 รังสีคลื่นสั้น (short wave) คือ ความร้อนที่อยู่ในแสงสว่างเป็นรังสีที่สามารถมองเห็นได้ มีความยาวคลื่นในช่วงประมาณ 0.4 ถึง 0.7 ไมครอน และรังสีอุลตราไวโอเล็ต มีช่วงคลื่นระหว่าง 0.3 ถึง 0.4 ไมครอน ช่วยสร้างวิตามินดีในผิวหนังคน และมีปฏิกิริยากับสารเคมีบางชนิด รังสีคลื่นสั้นจะถูกดูดซึมโดยสีดำ และจะสะท้อนกับวัตถุที่มีผิวมันเรียบและสีอ่อน สามารถผ่านทะลุกระจกได้

2.1.2 รังสีคลื่นยาว (long Wave) คือรังสีความร้อน มีพลังงานต่ำ (Radiation Thermal) มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 0.7 ถึง 20 ไมครอนเมตร แบ่งได้เป็นรังสี Near Infrared และรังสี Far Infrared รังสีเมื่อกระทบกับวัตถุจะทำให้วัตถุนั้นร้อนขึ้น และถ่ายความร้อนออกไปสู่วิวที่เย็นกว่า รังสีนี้จะสะท้อนโดยผิวเป็นมันและกระจก แต่จะไม่สะท้อนได้ผิวที่มีสีอ่อน



รูปที่ 2.1 รูปแสดงลักษณะของความยาวคลื่นรังสีดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รังสีความร้อนที่ส่งผลกระทบต่ออาคาร

รังสีความร้อนที่ผ่านมาถึงผิวโลกมีประมาณ $420 \text{ Blu/h fl}2$ หรือ $1325 \text{ w/m}2$ ซึ่งรังสีความร้อนที่น้อยลงเนื่องจากบรรยากาศของโลกได้กรองไว้ ส่วนหนึ่งถูกดูดซับไว้ในบรรยากาศ บางส่วนกระทบกับโมเลกุลของบรรยากาศ แล้วแผ่กลับให้โลกในลักษณะรังสีกระจาย บางส่วนพื้นดินได้รับและอมความร้อนไว้ และคายความร้อนให้กับอากาศบริเวณพื้นผิวและสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นสูงขึ้น

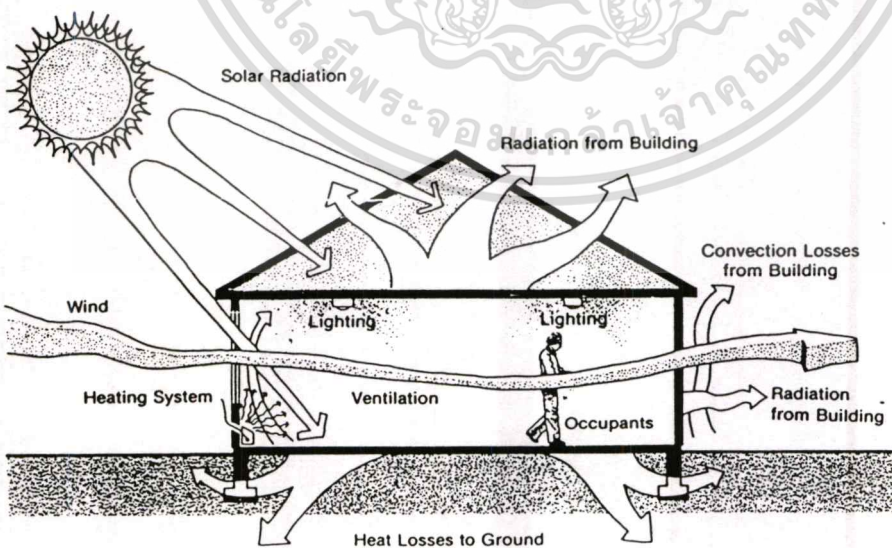
ลักษณะรังสีความร้อนที่อาคารได้รับแยกได้เป็น

2.2.1 **คลื่นรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ (Total Radiation)** ซึ่งประกอบด้วยรังสีคลื่นสั้นที่แผ่ลงมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) และรังสีคลื่นสั้นที่กระจายผ่านเมฆหมอกออกมา (Diffuse Radiation)

2.2.2 **รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนออกมาจากพื้นดิน และสิ่งใกล้เคียง** ซึ่งในการออกแบบอาคารควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนความร้อนต่ำโดยรอบอาคาร

2.2.3 **รังสีคลื่นยาวจากพื้นดิน หรือสิ่งใกล้เคียงที่ร้อน** เนื่องจากแสงอาทิตย์จะทำให้พื้นดินที่อยู่ใกล้อาคาร หรือวัสดุประกอบอาคารร้อนขึ้น เสมือนกับเป็นต้นกำเนิดรังสีความร้อน

2.2.4 **รังสีคลื่นยาวที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนระหว่างวัตถุและท้องฟ้า** จะไม่ค่อยมีความเข้มข้นมากนัก แต่จะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และตำแหน่งของเส้นรุ้ง ถ้าเป็นเส้นรุ้งสูง ๆ ใกล้ขั้วโลกก็จะมีค่าน้อยลง



Heat gains and losses in buildings.

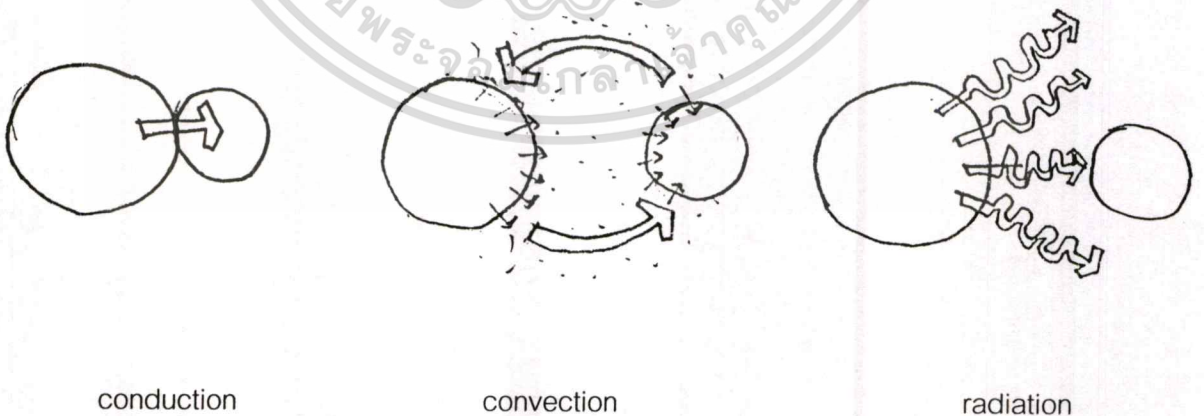
รูปที่ 2.2 รูปแสดงรังสีความร้อนที่อาคารได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรรมใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

ภาวะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ซึ่งมีผลต่อร่างกายมนุษย์ ที่ทำให้รู้สึกร้อนหนาวนั้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ ความร้อนแฝง (Latent Heat) เป็นความร้อนที่อยู่ในความชื้นของอากาศ และความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) เป็นความร้อนที่รู้สึกได้หรือทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ความร้อนเหล่านี้มีที่มาจาก 2 ทาง คือ ความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายในอาคาร กระบวนการส่งผ่านความร้อนจะถ่ายเทจากที่อุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ โดยมีวิธีการอยู่ 3 วิธี คือ

- การนำความร้อน (Conduction) เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายใน ทำให้เกิดการนำความร้อนผ่านผนัง และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ เข้าสู่อาคาร
- การพาความร้อน (Convection) เกิดขึ้นจากการระบายอากาศและรอยรั่วต่าง ๆ ซึ่งทำให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้ามาได้
- การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เกิดจากรังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งผ่านกระจกเข้ามาภายในอาคารโดยตรง หรือกระทบกับผนังและหลังคาแล้วจึงถ่ายเทเข้าสู่อาคารอีกทีหนึ่ง การแผ่รังสีนี้มี 2 แบบคือ รังสีโดยตรง (Direct Solar Radiation) และรังสีแผ่กระจาย (Diffuse of Sky Radiation)



รูปที่ 2.3 รูปแสดงกระบวนการถ่ายเทความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาค่าปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.1 การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction) เนื่องจาก ความแตกต่างของอุณหภูมิของอุณหภูมิภายนอก และอุณหภูมิภายใน คำนวณจากสมการ

$$Q = U \times A \times (t_0 - t_1)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน (บีทียู / ชม.)

U คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

A คือ พื้นที่ของส่วนต่างๆ ได้แก่ พื้น, ฝ้าเพดานและผนัง (m²)

t₀ คือ อุณหภูมิภายนอก (องศา C)

t₁ คือ อุณหภูมิภายใน (องศา C)

หมายเหตุ $U_{รวม} = \frac{1}{R_{รวม}}$

โดย $R_{รวม} = R_0 + \frac{b_1}{K_1} + \frac{b_2}{K_2} + \dots + \frac{b_n}{K_n} + R_1$

เมื่อ R_{รวม} คือ ค่าความต้านทานความร้อนรวม (W/m²K)⁻¹

R₀ คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านนอกของผนังอาคาร

R₁ คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านในของผนังอาคาร

b คือ ความหนาของวัสดุแต่ละชั้น (ม.)

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการนำความร้อนของวัสดุ (W/mK)

N คือ จำนวนชนิดของวัสดุที่ประกอบเป็นผนังอาคาร

2.3.2 การถ่ายเทความร้อนของหน้าต่างกระจก โดยการถ่ายเทแบบการแผ่รังสี คำนวณจากสมการ

$$Q = A \times SC \times SF$$

เมื่อ A คือ พื้นที่กระจก (m²)

SC คือค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ที่เกิดจากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกเอง (spec จากบริษัท) และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดให้แก่กระจก

SF คือ Solar Gain Factor ในแต่ละทิศ
และโดยการถ่ายเทแบบการนำความร้อน คำนวณจากสมการ

$$Q = U \times A \times (t_0 - t_1)$$

เมื่อ U คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่างๆ
 A คือ พื้นที่ผนัง, หลังคา
 T_0 คือ Temperature Sol-Air หรือเท่ากับอุณหภูมิใกล้ผนังลบ
ด้วย อุณหภูมิที่ผนัง (อากาศ) (องศา C)
 t_1 คือ อุณหภูมิภายใน (องศา C)

2.3.3 การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection) จากการเปิดหน้าต่าง
ต่าง แทรกซึมหรือรอยรั่วต่าง ๆ (Infiltration) คำนวณได้จากสมการ

$$Q = 1300 \times V \times (t_0 - t_1)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน (วัตต์)
1300 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนของอากาศเป็นปริมาตร $J/m^3 \text{ } ^\circ C$
 V คือ ปริมาณอากาศที่เข้ามา (ม. / วินาที)
 t_0 คือ อุณหภูมิภายนอก (องศา C)
 t_1 คือ อุณหภูมิภายใน (องศา C)
ถ้ากำหนดค่า n คือ อัตราการระบายอากาศ air change ต่อชั่วโมง จะได้สมการ

$$V = \frac{n \times \text{ปริมาตรของห้อง}}{3600}$$

3600 คือ การเปลี่ยนชั่วโมงให้เป็นวินาที

2.3.4 การถ่ายเทความร้อนจากผู้อาศัย ซึ่งคนเราจะมีการระบายความร้อนออกจากร่างกายตลอดเวลา ทั้งรูปของความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง คำนวณได้จากสมการ

$$Q = \text{คิดจำนวนคน} \times \text{ค่าคงที่เฉลี่ย (ความร้อน)}$$

2.3.5 การถ่ายเทความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งเป็นความร้อนสัมผัส

- แบบไม่มีมอเตอร์ คำนวณได้จากสมการ

$$Q = W \times 3.4$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน (บีทียู / ชม.)
 W คือ จำนวนวัตต์เป็น บีทียู / ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบมีมอเตอร์ (สำหรับหลอดไฟลูออเรสเซนต์ ต้องเพิ่มปริมาณความร้อนไปอีก

25% เนื่องจากบัลลาสต์) คำนวณได้จากสมการ

$$Q = W \times 3.4 \times 1.25$$

2.4 เครื่องบังแดดและอุปกรณ์บังแดด

ในการพิจารณาออกแบบ อุปกรณ์บังแดดนั้น สามารถพิจารณาจากรายละเอียดดังนี้

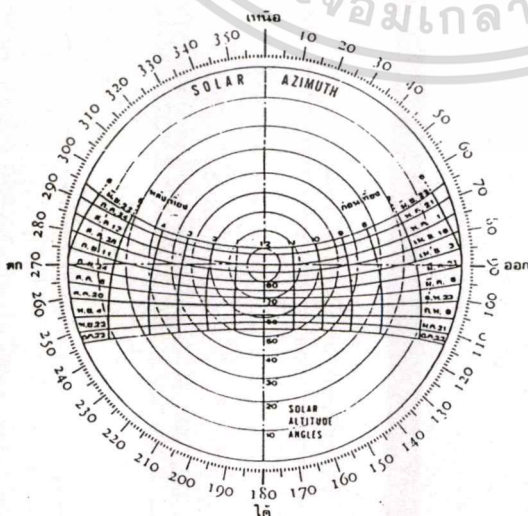
2.4.1 Solar Charts

Solar Charts ก็คือทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ที่กำหนดให้เห็นบนพื้นราบเส้นต่าง ๆ ที่ปรากฏใน Solar Charts คือ

- จุดศูนย์กลางของ Diagram ใช้แทนที่ตำแหน่งที่ผู้มองยืนอยู่ (Observer's Position)
- จุดศูนย์กลางของ Diagram ใช้แทนที่ตำแหน่งที่ผู้มองยืนอยู่ (Observer's Position)
- เส้นซึ่งขนานกับเส้นรอบวงที่ขยายจาก 0° ถึง 90° เป็นเส้นที่บอกมุม Altitude
- เส้นรัศมี ซึ่งมีตัวเลขบอกขนาดมุมกำกับที่เส้นรอบวงของ Diagram คือของศาของมุม

Azimuth

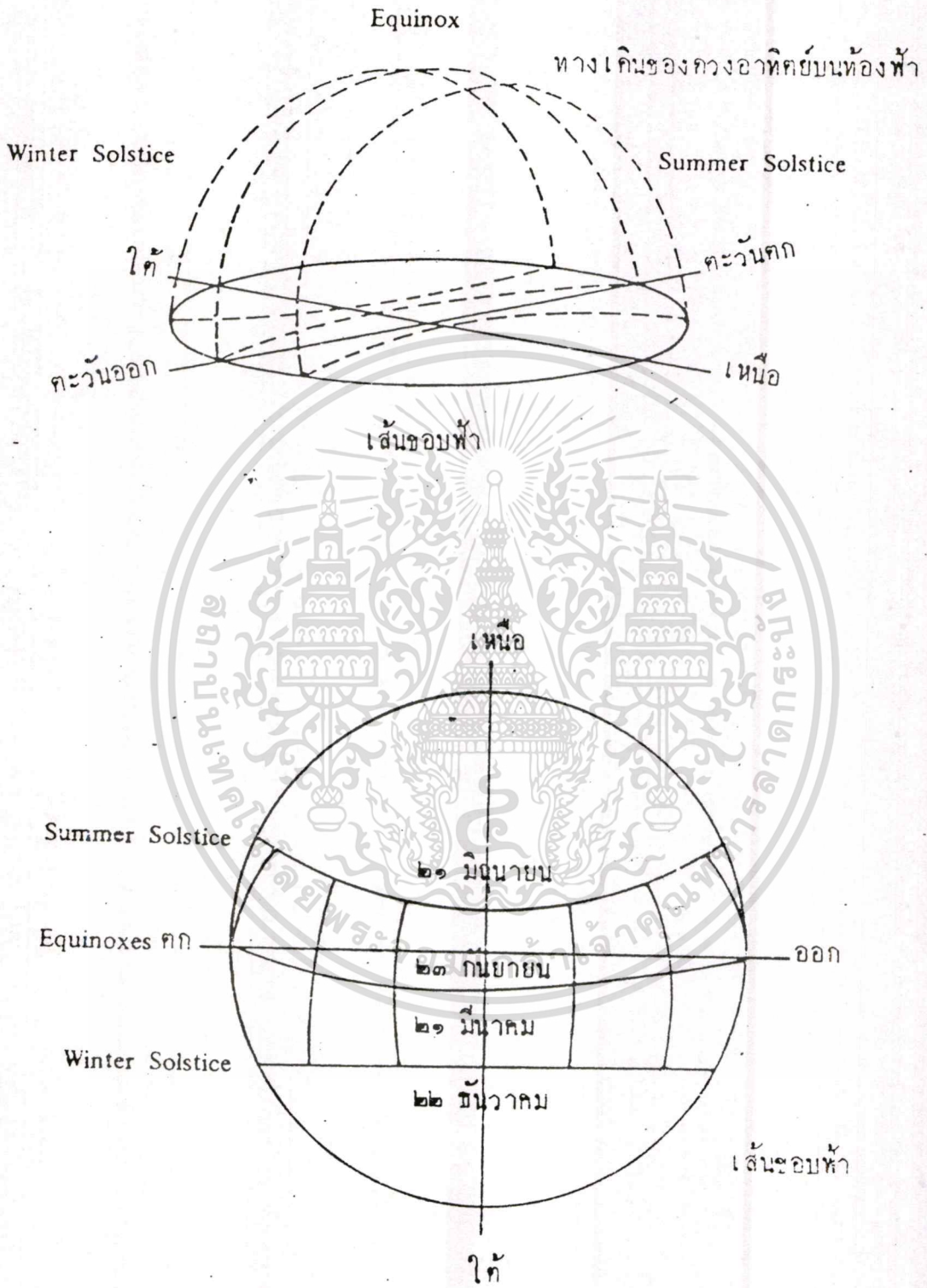
- เส้นโค้งที่ผ่านกลาง Diagram มีวันที่และเดือนกำกับอยู่ ได้แก่เส้นทางเดินของดวงอาทิตย์ในรอบปี
- กัดเส้นซึ่งตัดทางเดินดวงอาทิตย์ออกเป็นส่วน ๆ ได้แก่เส้นบอกเวลา มีตัวเลขกำกับบอกเวลาดังแต่เที่ยงถึง 6 โมงเช้าและเย็น
- ตัวหนังสือบอกทิศได้เขียนไว้ที่เส้นรอบวง Diagram



รูปที่ 2.4 Solar Chart ที่เส้นรุ้ง 14° (กรุงเทพฯ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



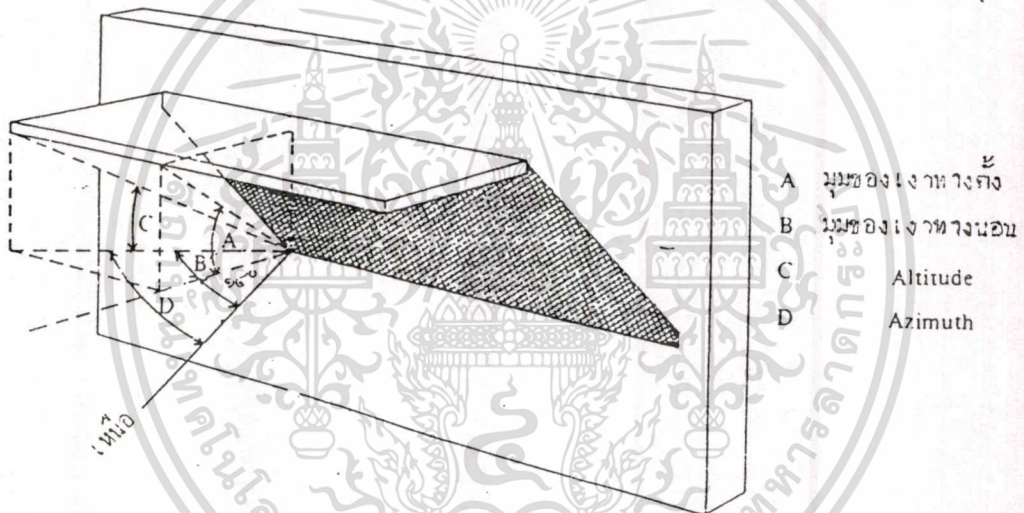
รูปที่ 2.5 วิธีกำหนดทางเดินของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีอ่าน Solar Chart

ตัวอย่าง ต้องการทราบตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 22 ธันวาคม เวลา 10.00 น. ที่กรุงเทพฯ จุดที่ทำเครื่องหมาย B คือจุดที่บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่ต้องการทราบ จุดนี้อยู่ระหว่างเส้นรอบวงขนาน 40° กับ 50° อ่านได้ 42° นั่นคือ Altitude เท่ากับ 42° จากจุดศูนย์กลางลากเส้นผ่าน B ไปยังเส้นรอบวง ขนาดมุมจากเส้นเหนือใต้ ถึงเส้นที่ลากใหม่ อ่านได้ 142° นั่นคือ Azimuth เท่ากับ 142°

การเลือกใช้ Solar Chart

สำหรับการหมุนของเงานี้ สถานที่ ๆ อยู่ห่างกันไม่เกินเส้นรุ้ง $21 \frac{1}{2}^{\circ}$ (ประมาณ 170 ไมล์) อาจใช้ Solar Chart อันเดียวกันได้ เพราะมุมของเงาจะไม่ผิดไปก็มากนัก



รูปที่ 2.6 รูปแสดงมุมของเงาผนังด้านทิศเหนือ เวลา 8.00 น. วันที่ 21 มิถุนายน ที่กรุงเทพฯ

2.4.2 มุมของเงา

การที่จะทราบได้ว่า แสงอาทิตย์จะส่องเข้าในอาคารเวลาใดและเพียงใด หรือต้องการทราบว่าควรยื่นชายคาออกเท่าใดจึงจะบังมิให้แสงอาทิตย์ส่องเข้าในอาคารได้ รวมไปถึงการออกแบบเครื่องบังแดดซึ่งใช้บังแดดตามเวลาที่ต้องการอย่างได้ผล เหล่านี้ จำเป็นต้องทราบ “มุมของเงา” (Shadow Angle)

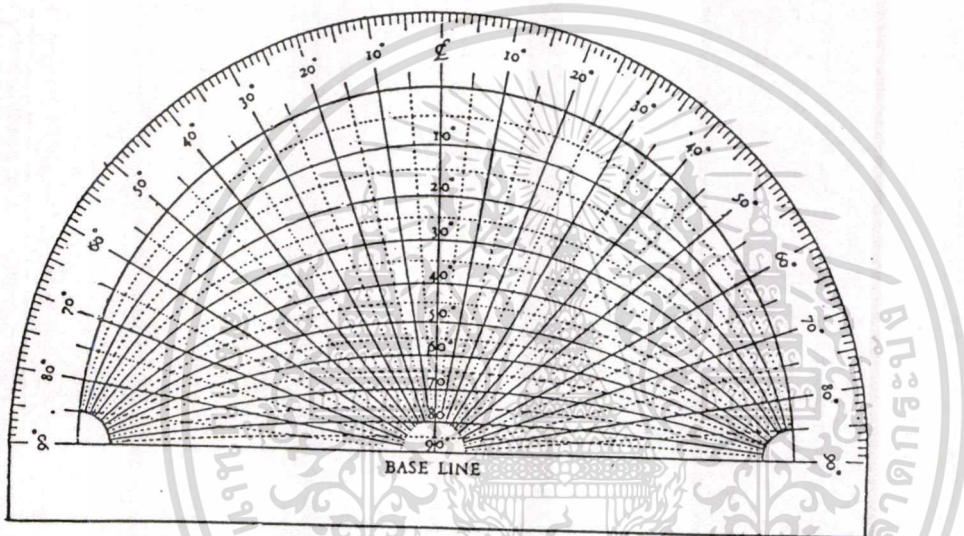
เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการหามุมของเงา(Shadow Angle) นี้เรียกว่า “Shadow Angle Protractor” มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม ประกอบด้วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นฐาน (Base line) ใช้แทนด้านของผนังที่ต้องการทราบเงา

เส้นกึ่งกลาง (Center line ซึ่งเขียนย่อเป็น C) เป็นเส้นที่ใช้ชี้ไปยังองศาที่ผนังนั้นชี้ไป

เส้นโค้ง มีตัวเลข 0° ถึง 90° กำกับอยู่ เป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทงตั้ง (Vertical Shadow Angle)

เส้นรัศมี มีตัวเลขบอกขนาดมุมอยู่ที่เส้นรอบวง เป็นเส้นที่บอกขนาดมุมของเงาทงนอน (Horizontal Shadow-Angle)



รูปที่ 2.7 รูปแสดง Shadow-Angle Protractor
(หมายเหตุ เครื่องมือนี้เป็นพลาสติกโปร่งแสง)

หามุมของเงาได้โดยซ้อนโปรแทรกเตอร์ขึ้นบน Solar-Chart โดยให้ศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี และหมุนให้เส้นฐานหันไปยังทิศทางที่ขนาดกับผนังด้านที่ต้องการทราบมุมของเงา เส้นโค้งและเส้นรัศมีที่ผ่านตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันและเวลาที่ต้องการทราบ จะบอกขนาดมุมของเงาของแผงบังแดดที่จะบังแสงอาทิตย์ไว้ได้พอดี

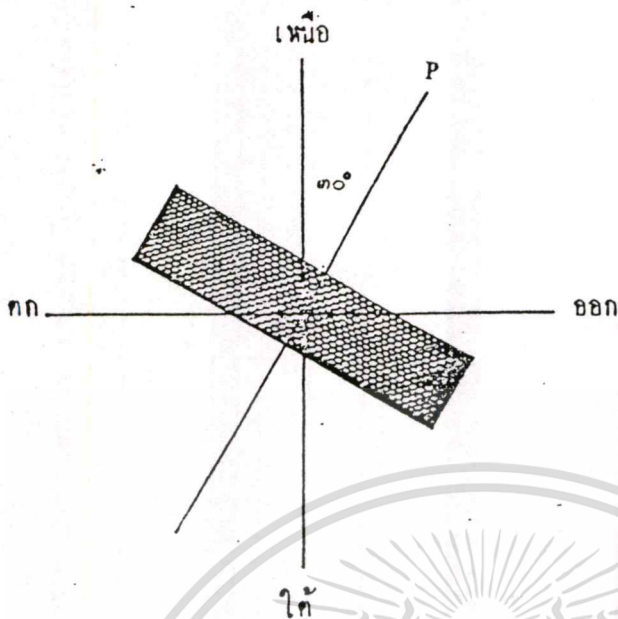
วิธีใช้ Shadow Angle Protractor

ตัวอย่าง อาคารหลังหนึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดพระนคร (Lat. $13^\circ 45'$ เหนือ) ต้องการหามุมของเงา (Shadow Angle) ของแผงทงนอนที่ยื่นจากผนังด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (มุม NOP

เท่ากับ 30°) ของวันที่ 22 มิถุนายน เวลา 08.00 น.

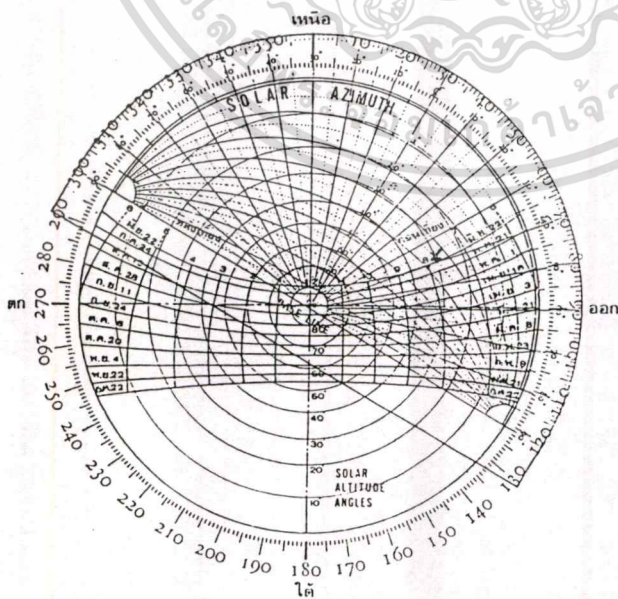
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

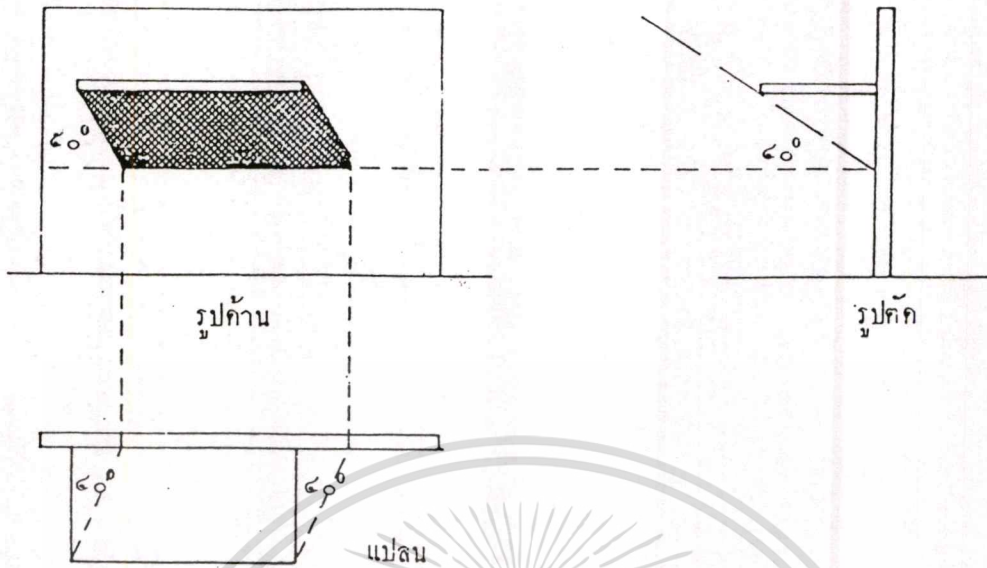


รูปที่ 2.8 รูปแสดงทิศทางของอาคาร

วิธีทำ ใช้ Solar-Chart ของจังหวัดกรุงเทพฯ เส้นรุ้ง 14° เหนือ วาง Protractor ทับลงบน Solar-Chart ให้จุดศูนย์กลางของทั้งสองทับกันพอดี หมุนให้ E ชี้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ห่างจากทิศเหนือ 30° จะเห็นได้ว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน เวลา 08.00 น. อยู่ตรงกับเส้นโค้ง 40° และทับเส้นรัศมี 40° พอดี นั่นคือมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนเท่ากับ 40°



รูปที่ 2.9 รูปแสดงการใช้ Solar Chart และ Shadow-Angle Protractor
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 รูปแสดงมุมของเงาและเงาที่ปรากฏ

เขียนรูปด้าน, แปลน รูปตัด ของผนังให้อยู่ในแนวเดียวกันดังรูป ที่ 2.10

จากรูปตัด ลากเส้นผ่านส่วนยื่นของแผงบังแดด โดยให้ทำมุม 40° กับแนวราบ ตรงไปตัดกับเส้นผนัง ลากเส้นตรงจากจุดนั้นขนานกับพื้นผ่านมาที่รูปด้าน

จากแปลน ลากเส้นจากปลายสุดของแผงบังแดด ทำมุม 40° ตรงไปสัมผัสกับเส้นผนัง จากจุดที่สัมผัส ลากเส้นตรงตั้งฉากขึ้นไป ตัดกับเส้นที่ลากมาจากรูปตัด ที่จุด A และ B ลากเส้น CA และ EB จะได้เงาที่ต้องการทราบวัดมุม CAD ได้ 50° สำหรับขนาดของมุม CAD นี้อาจอ่านได้โดยตรงจาก Protractor โดยที่ด้านหน้าของแผงหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นด้านข้างของแผงจึงหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ หมุน Protractor ให้ชี้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยให้ห่างจากทิศตะวันออก 30°

อ่านขนาดมุมของเงาทางตั้งจาก Protractor ได้ 50°

ต่อไปนี้เป็นขนาดมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนของแผงดังกล่าว ในเวลาอื่น ๆ ที่อ่านได้จาก Protractor

เวลา	มุมของเงาทางตั้ง	มุมของเงาทางนอน
6 AM.	6°	37°
7 AM	23°	39°
8 AM	40°	40°
9 AM	$52^\circ 30'$	40°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 AM	64°	36°
11 AM	74°	21°
12 AM	81°	0°
13 AM	88°	-82°

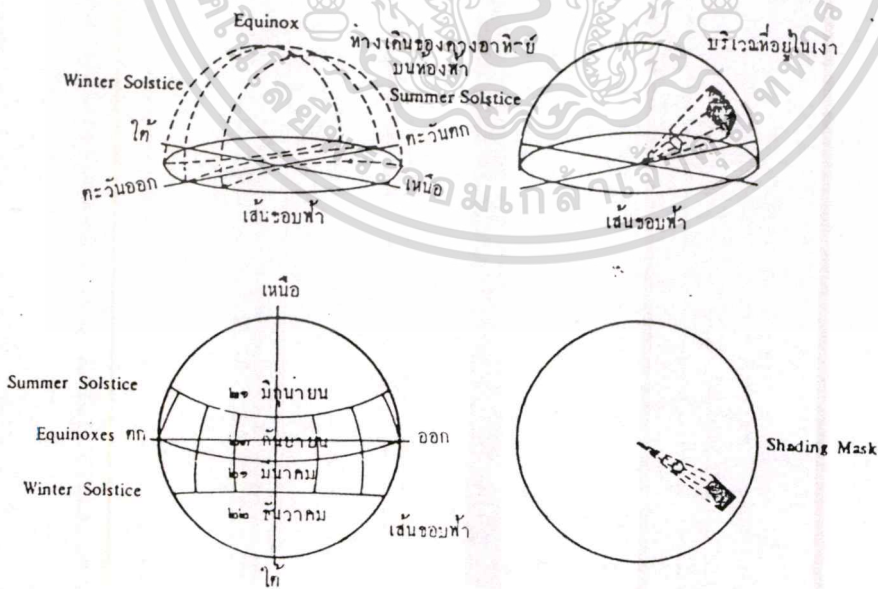
13.20 แสงอาทิตย์ลับไปจากผนังด้านนี้

2.4.3 อุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์บังแดด คือวัตถุที่บดบังแสงที่ทำหน้าที่บังแสงจากดวงอาทิตย์ ทั้งนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง เช่น ห้องชั้นบนที่ยื่นล้ำออกจากห้องชั้นล่าง ชายคาที่ยื่นยาวออกมา หรือส่วนการก่อสร้างเพื่อการบังแดดโดยเฉพาะ เช่น ครัวทางตั้ง ทางนอน บานเกร็ดต่าง ๆ หรือสิ่งอื่นในบริเวณ เช่น ต้นไม้ เป็นต้น

Shading Mask

วัตถุที่บดบังใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นระหว่างลำแสงอาทิตย์และจุด O.P (Opserver Point ซึ่งอยู่ที่จุดศูนย์กลางของ Diagram) จะทำให้เกิดเงาบน O.P. โดยทางกลับกัน ถ้าเราฉายแสงจาก O.P. ไปยังวัตถุที่บดบังที่กั้นอยู่ เงาของวัตถุนั้นจะไปปรากฏบนผิวของท้องฟ้า ซึ่งถ้าดวงอาทิตย์ส่องแสงจากบริเวณที่เงานั้นจับอยู่จุด O.P. จะอยู่ในเงา



รูปที่ 2.11 รูปเปรียบเทียบการถ่ายทางเดินดวงอาทิตย์ และเงาที่ปรากฏลงบนพื้นราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าครึ่งทรงกลม ถูกกำหนดให้เห็นบนแปลนพื้นราบ ในรูปของ Sun Chart (รูปที่ 2.5) ถ้าเรากำหนดเงาที่ปรากฏบนท้องฟ้า ลงบนแปลนพื้นราบ เช่นเดียวกับทางเดินดวงอาทิตย์ เราก็จะสามารถทราบได้ว่า เมื่อมีวัตถุทึบแสงบังแสงอาทิตย์ไว้จะปรากฏเงาบนพื้นราบอย่างไร เงาที่ปรากฏบนแปลนพื้นราบนี้ เรียกว่า Shading Mask

โดยที่บริเวณที่เงาปรากฏเป็นบริเวณที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงไม่ถึง O.P. เพราะมีวัตถุทึบแสงกั้นไว้ ดังนั้น ถ้าเอา Shading Mask ทับบน Sun Chart ให้ O.P. ทับกันพอดี เราก็สามารถทราบว่าเวลาใดบ้างที่แสงอาทิตย์ส่องไม่ถึง O.P. หรือนัยหนึ่งก็คือ เวลาใดบ้างที่เครื่องบังแดดนั้น ๆ บังแสงอาทิตย์ไว้ได้

เนื่องด้วยเงาที่ปรากฏใน Shading Mask เป็นเงาที่ถ่ายจากผิวโค้งของทรงกลม ดังนั้น ลักษณะของ Mask จึงแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ลักษณะและวิธีที่วัตถุนั้นบังแสงอาทิตย์ แผงบังแดดทางนอนชายคาคืบทางตั้ง คีรีบนอนผสม หรือเครื่องบังแดดรูปเหลี่ยมต่าง ๆ จะมีเงาปรากฏใน Shading Mask เป็นรูปร่างต่าง ๆ กันดังนี้

- ส่วนยื่นจากผนังทางแนวนอน ที่ขนานกับกำแพงทางตั้ง เช่น ชายคา เฉลียง แผงบังแดด ฯลฯ ให้มุมของเงาทางตั้ง และทำให้ปรากฏเงาใน Shading Mask เป็นรูปโค้ง Segment ของวงกลม
- กส่วนยื่นจากผนังทางตั้ง ซึ่งตั้งฉากกับแนวผนัง เช่น แผงบังแดดทางตั้ง บานหน้าต่างที่เปิดออก ฯลฯ ทำให้เกิดมุมของเงาทางนอน และทำให้เงาที่ปรากฏใน Shading Mask เป็นรูปรัศมีพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง
- ส่วนยื่นจากผนังที่มีทั้งทางนอนและทางตั้ง มุมของเงาจะมีทั้งมุมทางนอนและมุมทางตั้ง นั่นคือ Shading Mask จะมีทั้งรูปโค้งและรูปรัศมี
- บันไดไม้หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่ใกล้เคียง ที่เงาบังถึงตัวอาคารเหล่านี้ สามารถเขียนเงาลงใน Shading Mask ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องทราบขนาดและที่ตั้งของวัตถุนั้น

มุมของเงานี้ มิได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องบังแดด แต่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความกว้างหรือความลึกของเครื่องบังแดดนั้น ดังนั้น เฉลียงที่ยื่นออกมาจากตัวบ้าน ก็อาจให้เงาใน Shading Mask เช่นเดียวกับบานเกล็ดไม้เล็ก ๆ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของสถาปนิก ในอันที่จะเลือกวัตถุและวิธีก่อสร้างเครื่องบังแดดใด ๆ ตามที่เห็นควร

ประโยชน์ของ Shading Mask

ใช้สำหรับตรวจสอบหรือออกแบบเครื่องบังแดดว่า จะให้เงามากน้อยเพียงใด และลักษณะใดเพื่อให้เครื่องบังแดดนั้น ๆ ทำงานได้ผลแน่นอน

เครื่องบังแดดชนิดต่าง ๆ

เครื่องบังแดดแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 3 ชนิด คือ

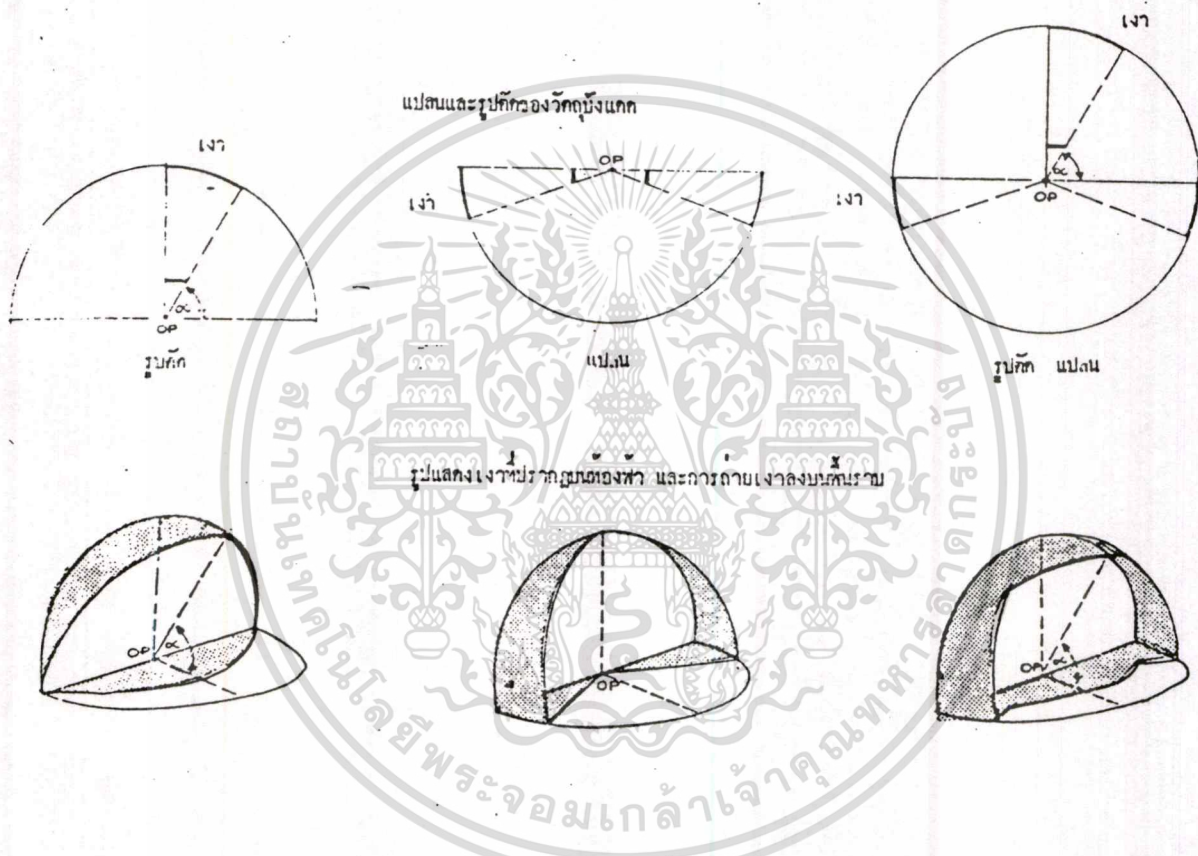
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

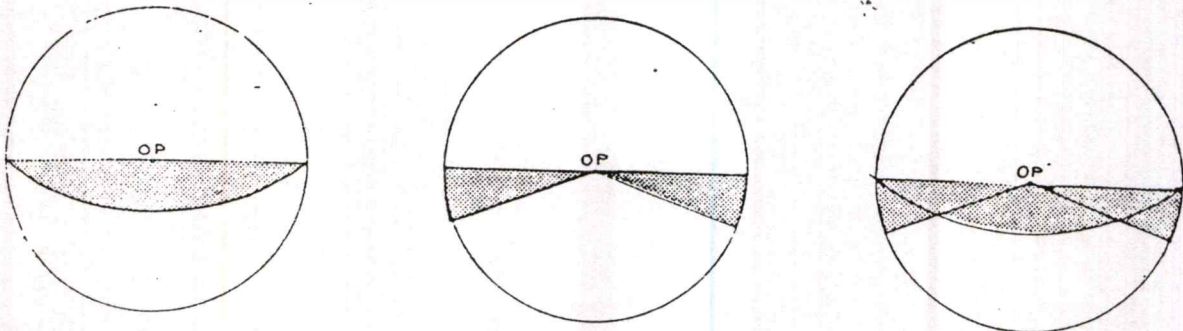
- เครื่องบังแดดทางนอน เช่น ชายคา, แผงทางนอน เกิดคานนอน
- ยื่นจเครื่องบังแดดทางตั้ง เช่น ครัวทางตั้ง เกิดคานทางตั้ง
- เครื่องบังแดดแบบผสม ได้แก่เครื่องบังแดดที่มีทั้งแนวนอนและแนวตั้งผสมกัน เช่น

ครัวที่เป็นรูปกล่อง

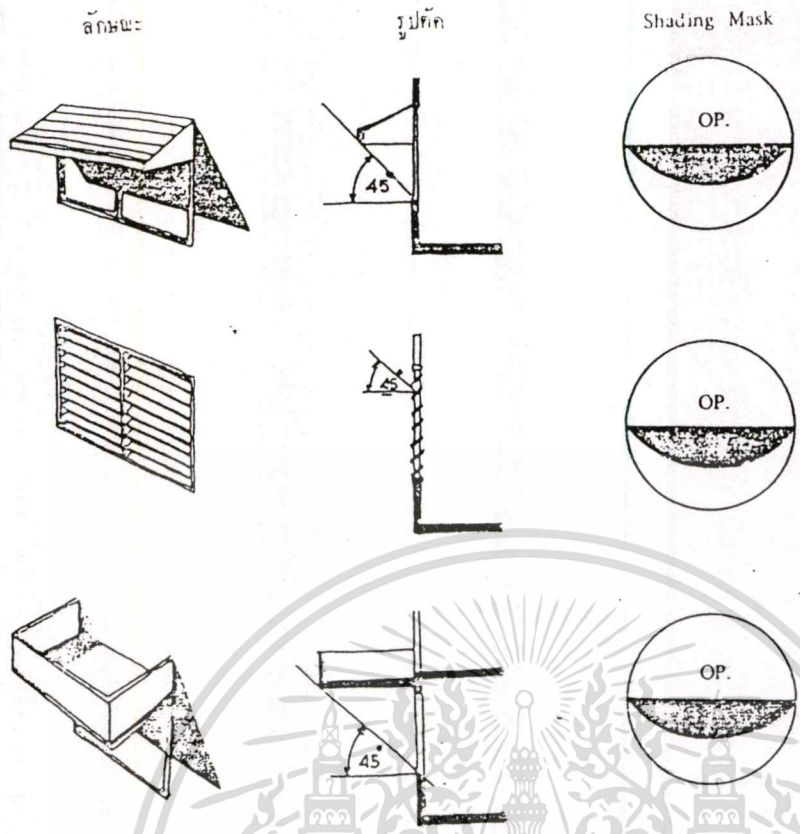
ทั้งสามชนิดนี้ มีทั้งชนิดติดตั้ง และชนิดที่ปรับมุมได้ ลักษณะของเครื่องบังแดด และเงาที่ปรากฏใน Shading Mask เป็นเช่นไร ดูได้จากรูปต่อไปนี้



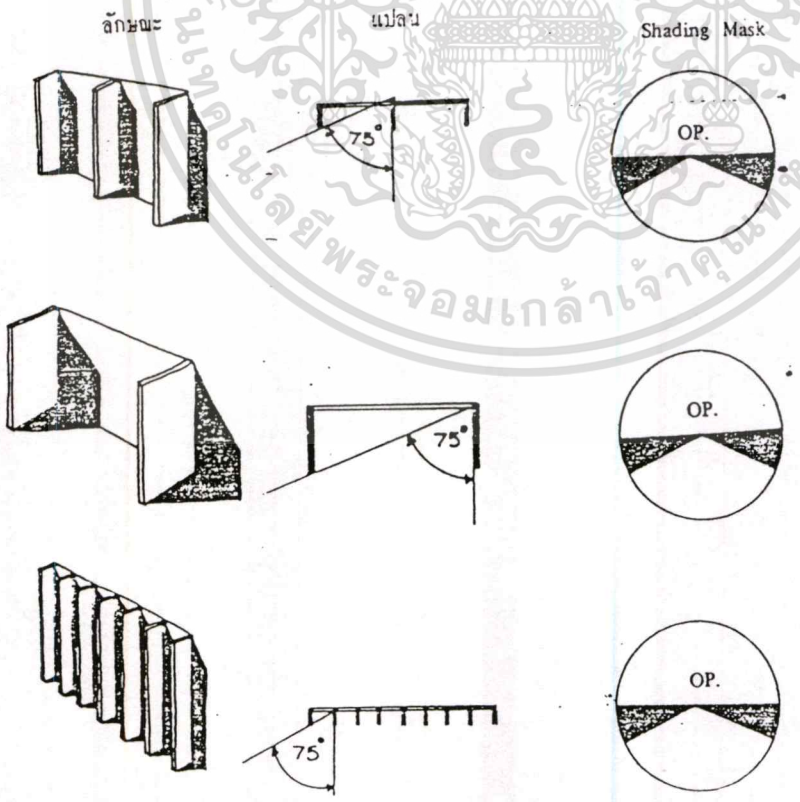
รูปแสดง Shading Mask



รูปที่ 2.12 รูปแสดงลักษณะเงาที่ปรากฏใน Shading Mask
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

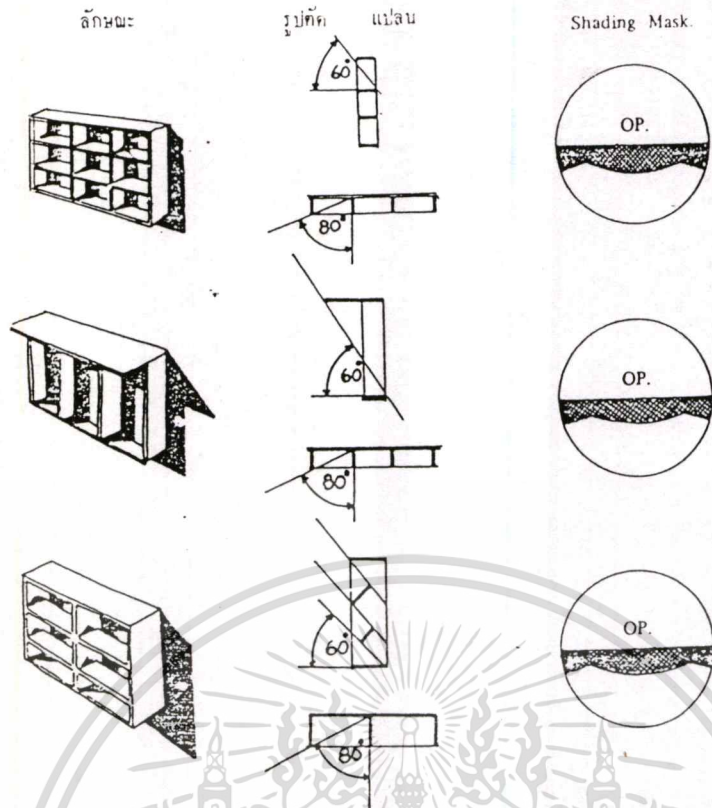


รูปที่ 2.13 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางนอน (ให้มุมของเงาทงตั้ง)



รูปที่ 2.14 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางตั้ง (ให้มุมของเงาทงนอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

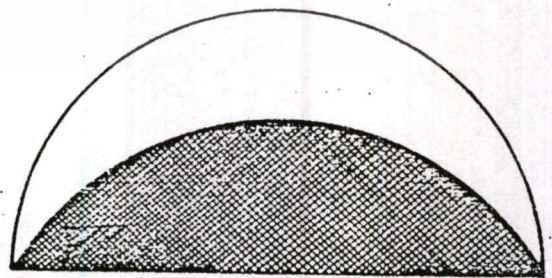
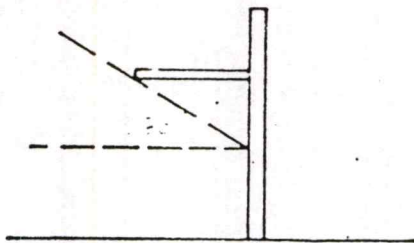


รูปที่ 2.15 รูปแสดงเครื่องบังแดดชนิดผสม (ให้มุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอน)

2.4.4 การใช้ Protractor Shading Mask

การใช้ Shading Mask โดยได้ขนาดองศาจาก Protractor นี้ช่วยในการตรวจสอบว่า เมื่อใดแสงอาทิตย์จะส่องเข้าในอาคารหรือเพื่อออกแบบเครื่องบังแดดให้ได้ขนาดตามประโยชน์ใช้สอยเงาที่ปรากฏใน Shading Mask นี้เป็นเช่นเดียวกับที่ปรากฏใน Protractor เพียงแต่ว่า ถ้าทำ Shading Mask จะสะดวกในการตรวจสอบมากขึ้น แต่ถ้าชำนาญแล้ว จะอ่านเอาจาก Protractor โดยตรงก็ได้

(ก) มุมของเงาทั้ง ๓๐° ซึ่งปรากฏใน Protractor



(ข) Mask ของมุมของเงาทั้ง ๓๐° ส่วนที่อยู่ในเงาเป็นส่วนที่อยู่ในร่มเงา

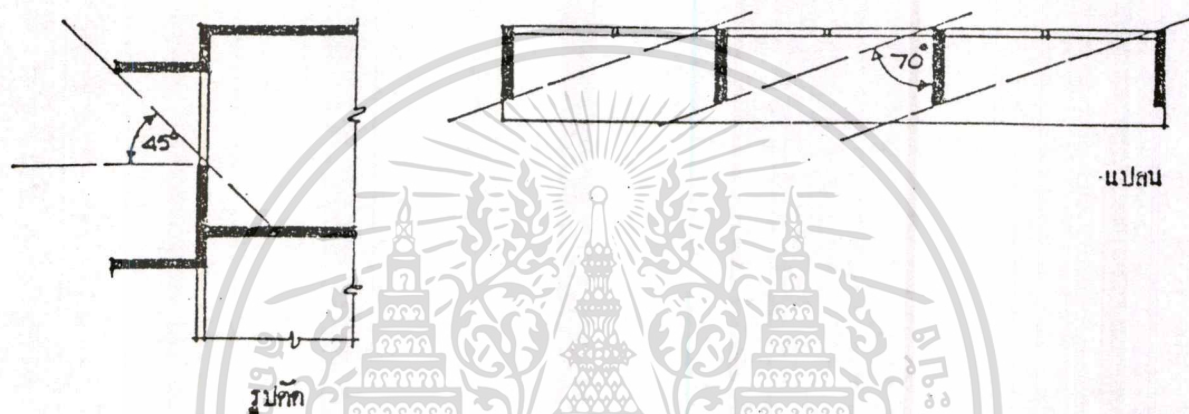
รูปที่ 2.16 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shadow-Angle Protractor & Shading Mask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผงบังแดดทางนอนจากรูป ให้มุมของเงาทงตั้ง 30° ซึ่งถ้าอ่านจาก Protractor จะเป็นดังรูป (ก) และเงาที่ปรากฏใน Shading Mask นี้ จะเป็นเช่นในรูป (ข)

การตรวจสอบว่า แดดจะส่องเข้าในอาคารเมื่อใด

ตัวอย่าง อาคารแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ มีขนาดหน้าต่างและที่บังแดดดังปรากฏในภาพ หน้าต่างนี้หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทำมุมห่างจากทิศเหนือ 20° อยากทราบว่า เวลาใดของเดือนใดบ้างที่แดดจะส่องเข้าในหน้าต่างนี้



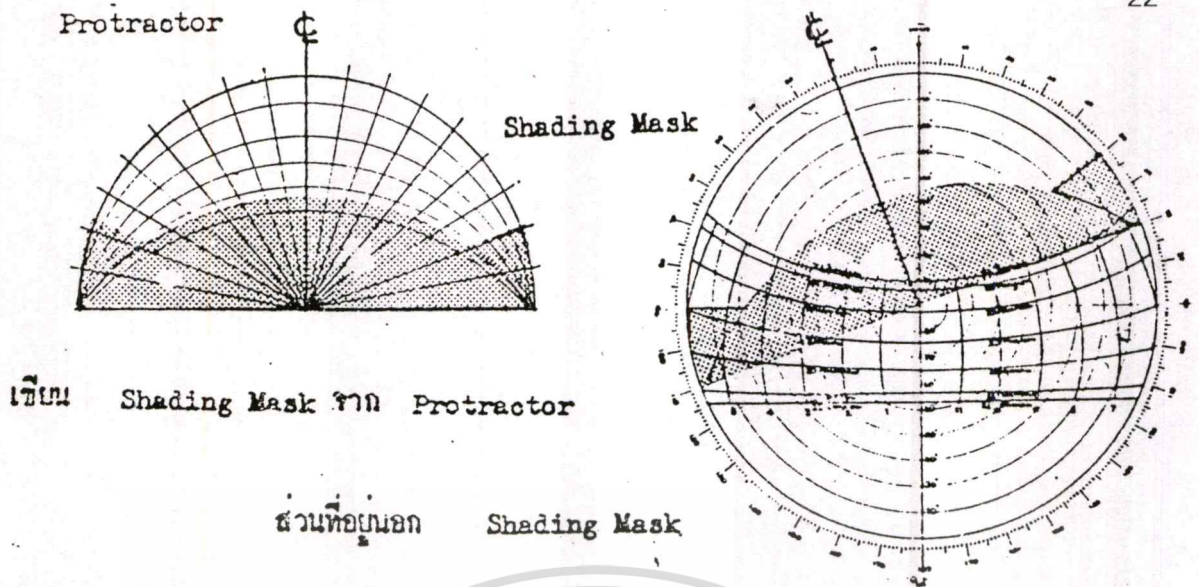
รูปที่ 2.17 รูปส่วนตัดของแผงบังแดดและหน้าต่างของอาคารพาณิชย์

จากรูปตัด ลากเส้นผ่านส่วนยื่นมากที่สุดของแผงบังแดดทางนอนลงมาจรดวงกบล่างของหน้าต่าง วัดมุมของเงาทงตั้ง (Vertical Shadow Angle) ได้ 45° ซึ่งแสดงว่า ถ้ามุมของเงาทงตั้งมากกว่านี้จะไม่มีการส่องแดดส่องเข้าหน้าต่างเลย

จากแปลน ลากเส้นผ่านส่วนยื่นมากที่สุดของแผงบังแดดทางตั้งไปจรดวงกบของอีกด้านหนึ่ง วัดมุมของเงาทงนอน (Horizontal Shadow Angle) ได้ 70° ซึ่งแสดงว่า ถ้ามุมของเงาทงนอนมากกว่านี้จะไม่มีการส่องแดดส่องเข้าหน้าต่างเลย

ใช้กระดาษบาง ๆ ทับลงบน Protractor เขียนเส้นโค้งตามเส้นโค้ง 45° และเส้นรัศมี 70° ระบายสีลงในบริเวณที่อยู่ในเงา ลากเส้นฐานและเส้น ๕ สิ่งที่เขียนขึ้นใหม่นี้เรียกว่า Shading Mask

วางกระดาษบางนี้ทับลงบน Sun Chart ให้เส้นฐานหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และ ๕ ทับ 20° จากเหนือพอดี ดูว่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์เมื่อเวลาใด เดือนใดบ้างที่อยู่นอก Shading Mask ส่วนที่อยู่นอก Shading Mask ก็คือช่วงเวลาที่แดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีทำ Shading Mask จาก Protractor

ส่วนที่ออกมา Shading Mask

รูปที่ 2.18 รูปแสดงวิธีสร้าง Shading Mask จาก Protractor และใช้ตรวจดูว่าแดดจะส่องเข้าอาคารเมื่อใด

จากรูปที่ 2.18 จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่แดดจะส่องผ่านหน้าต่างเข้าไปได้ คือ

วันที่	เดือน	เวลา
22	มิถุนายน	16.00 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก
21	พฤษภาคม และ 23 กรกฎาคม	16.08 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก
20	เมษายน และ 23 สิงหาคม	16.21 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก
21	มีนาคม และ 22 กันยายน	16.50 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก
20	กุมภาพันธ์ และ 22 ตุลาคม	17.10 น. จนถึงดวงอาทิตย์ตก

ระหว่างวันที่ 17 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 15 มกราคม จะไม่มีแสงอาทิตย์ส่องถูกผนังด้านนี้

การหาขนาดเครื่องบังแดด

อาคารหลังหนึ่งในกรุงเทพฯ ตัวอาคารวางขนานกับทิศเหนือใต้พอดี ควรจะทำที่บังแดดให้แกหน้าต่างด้านทิศเหนือได้อย่างไร จึงจะกันมิให้แดดส่องเข้าภายในได้ ตั้งแต่ 08.30 น. ถึง 04.30 น. ตลอดปี

ด้านทิศเหนือ วาง Protractor ทับบน Solar Chart ให้จุดกึ่งกลางของ Protractor ทับจุดศูนย์กลางของ Sun Chart และเส้น ϵ ทับ 0° เหนือพอดี พระอาทิตย์เดินอ้อมเหนือสุดในวันที่ 22 มิถุนายน ดังนั้นใช้ทางเดินของดวงอาทิตย์วันที่ 22 มิถุนายน เป็นหลัก

เส้นโค้ง ที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ตั้งแต่ 9 โมงเช้าถึง 3 โมงเย็น คือเส้นโค้งที่ 70° นั่นคือต้องการมุมของเงาท่างตั้ง (Vertical Shadow Angle) 70°

เส้นรัศมี เส้นรัศมีที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 07.30 น. ถึง 09.00 น. เช้าและบ่าย 3 โมง ถึงบ่าย 4.30 โมง คือเส้นรัศมี 70° นั่นคือ ต้องการมุมของเงาท่างนอน (Horizontal Shadow

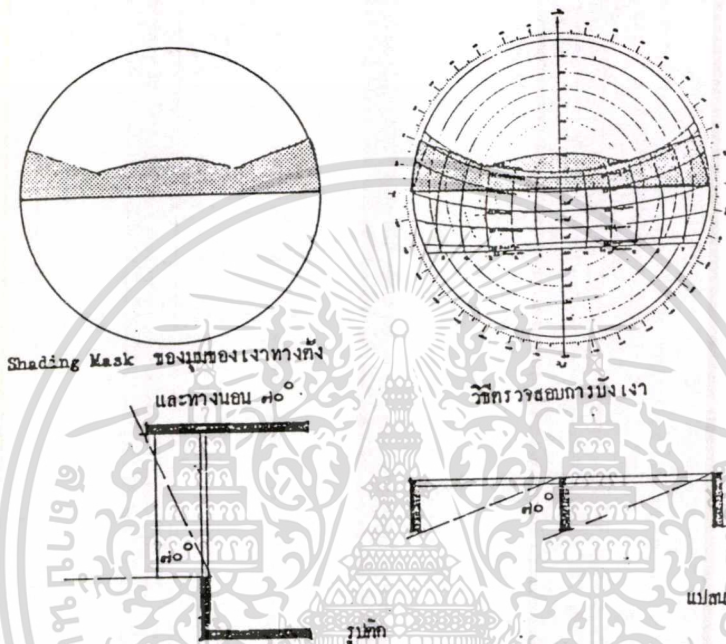
Angle) 70° สารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ทางด้านเหนือนี้ ต้องการเครื่องบังแดดชนิดผสม คือมีทั้งทางตั้งและทางนอน และมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอน เท่ากับ 70°

วิธีตรวจสอบ

ลองเขียน Shading Mask ของมุมของเงา 70° ทั้งทางตั้งและทางนอน ลงบนกระดาษบาง แล้ววางทับบน Sun Chart ดูว่าจะปิดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 08.30 น. ถึงบ่าย 4.30 น. ได้หรือไม่ถ้าปิดหมดก็แสดงว่า การจัดที่บังแดดนั้นใช้ได้



รูปที่ 2.19 รูปแสดงสัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศเหนือ รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบังแสงแดด

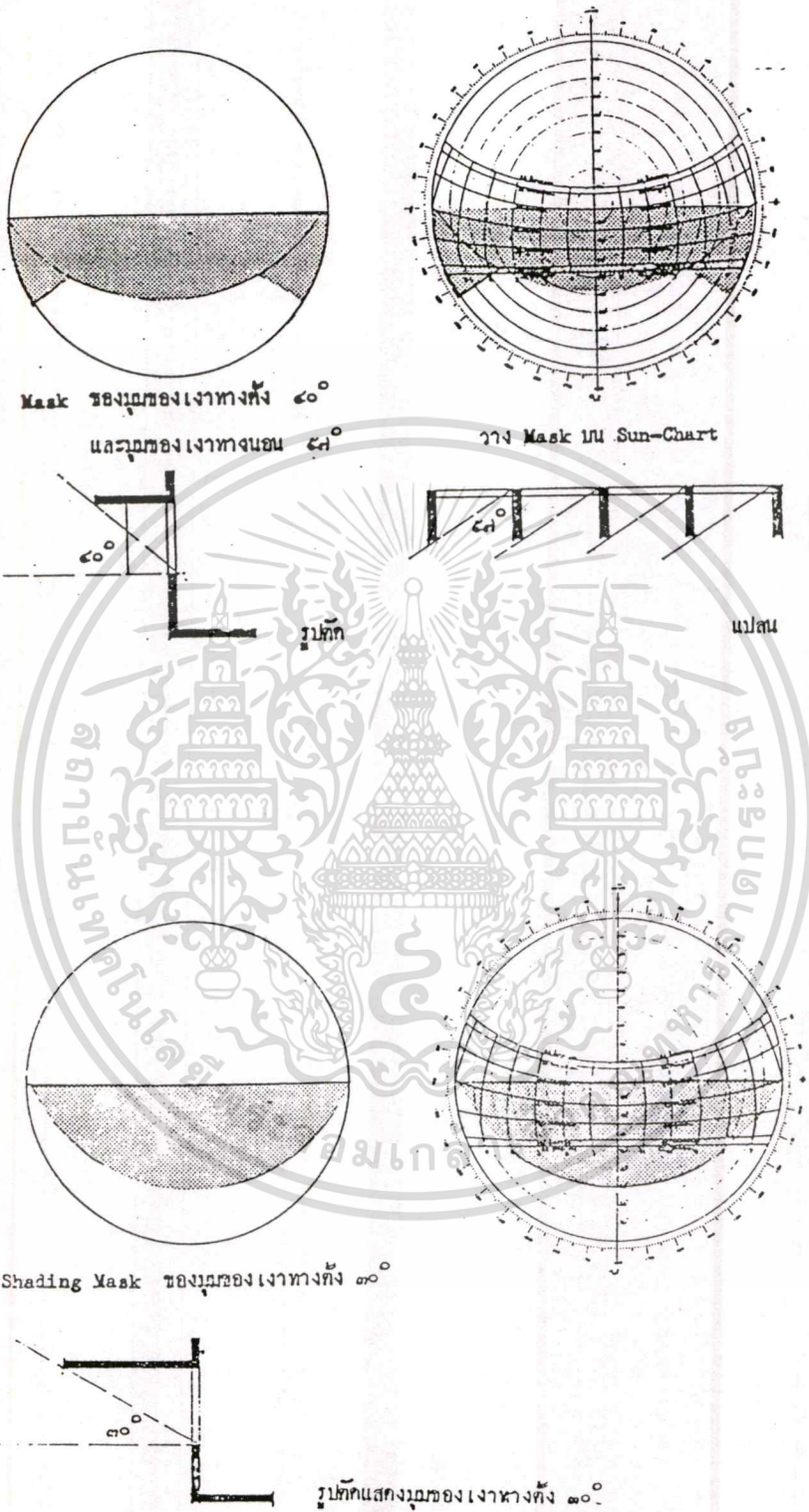
ด้านทิศใต้ วาง Protractor ทับบน Sun Chart โดยวิธีเดียวกับทางทิศเหนือ พระอาทิตย์เดินอ้อมได้สุด ในวันที่ 22 ธันวาคม ดังนั้นจึงใช้ทางเดินของดวงอาทิตย์ในวันที่ 22 ธันวาคม เป็นหลัก

เส้นโค้ง เส้นโค้งซึ่งบังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ 08.30 น. เข้าถึง 3.30 น. บ่ายคือ เส้นโค้งที่ 40° (เส้นโค้ง 40° นี้หลังจากบ่าย 3.30 น.แล้ว จะมีแดดเข้าในอาคารในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม) นั่นคือ มุมของเงาทั้งเท่ากับ 40°

เส้นรัศมี เส้นรัศมีที่บังทางเดินดวงอาทิตย์ ตั้งแต่บ่าย 3.30 น. เป็นต้นไป คือ เส้นรัศมีที่ 57° นั่นคือ มุมของเงาทงนอน เท่ากับ 57°

สรุป ทางด้านทิศใต้นี้ ต้องการเครื่องบังแดดชนิดผสมตั้งและนอน โดยให้มุมของเงาทั้ง 40° และมุมของเงาทงนอน 57° หรืออาจใช้มุมของเงาทั้ง 30° เพียงอย่างเดียว ซึ่งจะกันแดดได้ตั้งแต่ 07.30 น. เข้าถึงบ่าย 4.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่ง วรวิสาห์รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 รูปแสดงสัดส่วนของหน้าต่างและแผงบังแดดด้านทิศใต้ รวมทั้งวิธีตรวจสอบผลการบัง

แสงแดด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ การหามุมของเงาเพื่อออกแบบเครื่องบังแดดนี้ อาจยืดหยุ่นได้ เช่น ลดมุมทางตั้งลง เพิ่มมุมทางนอนขึ้น หรือกลับกัน ทั้งนี้ยอมแล้วแต่การพลิกแบบลงในวิธีการออกแบบตามตัวอย่างที่ให้มาแล้วนั้น ต้องการให้เป็นแต่เพียงแนวทางว่า เรามีวิธีหามุมของเงาได้อย่างไรบ้าง

2.4.5 ข้อเสนอแนะในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด

1. โดยที่ด้านตะวันออกและตะวันตก เป็นด้านที่รับแดดมากที่สุด ดังนั้น ควรหันอาคารด้านยาวรับทิศเหนือและทิศใต้
2. ทางด้านทิศเหนือ ต้องการแผงบังแดดทางนอนเช่นเดียวกับแผงบังแดดทางตั้ง แต่ส่วนยื่นของแผงบังแดดทางนอนน้อยกว่าด้านทิศใต้
3. ทางด้านทิศใต้ แผงบังแดดทางนอนใช้ได้ผลดีที่สุด เพราะช่วยบังแดดและฝน
4. ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก แผงบังแดดทางตั้งชนิดทแยงใช้ได้ผลดี และควรทแยงไปทางทิศเหนือ เพื่อบังแดดแดดที่อ้อมได้
5. ด้านอื่นนอกจากนี้ แบบผสม (นอนและตั้ง) ใช้ได้ผลดี
6. เครื่องบังแดด ชนิดปรับมุมได้นั้น มีที่ใช้เช่นเดียวกับแบบติดตาย แต่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับด้านซึ่งแสงแดดหมุนเร็ว เช่น ด้านตะวันออก ตะวันตก หรือด้านตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงใต้

2.4.6 ลำดับชั้นของการออกแบบเครื่องบังแดด

ในการออกแบบเครื่องบังแดด เพื่อใช้ ณ สถานที่ใดก็ตาม มีแนวทางที่จะคิดตามลำดับชั้นดังนี้

- เวลาที่ควรใช้เครื่องบังแดด

แสงแดดอ่อนในเวลาเช้าและเย็น เป็นสิ่งพึงปรารถนา เพราะช่วยฆ่าเชื้อโรค ให้แสงสว่างและความอบอุ่นในฤดูหนาว แต่ในเวลาสายถึงบ่าย อุณหภูมิโดยเฉลี่ยค่อนข้างสูงในลักษณะนี้ถ้ามีแสงแดดส่องเข้าในอาคาร จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ จากการศึกษาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดปีของกรุงเทพฯ จะช่วยให้ตัดสินใจได้ว่า เวลาใดเป็นเวลาที่มีอุณหภูมิสูงแล้ว และเราไม่ควรให้แสงแดดมาเพิ่มความร้อนแก่อาคารขึ้นไปอีก

แต่สำหรับในบางจังหวัด เช่น ในจังหวัดทางภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งอุณหภูมิในฤดูหนาวลดต่ำลงมาก และต้องการแสงแดดเพื่อช่วยให้อาคารอบอุ่นขึ้น ในลักษณะนั้นจะต้องทำตารางอุณหภูมิ

สำหรับการหามุมของเงานี้ สถานที่ ๆ อยู่ห่างกันไม่เกิน 2 ½ องศาเส้นรุ้ง อาจใช้ Sun เอกภพ Chart อันเดียวกันได้ เพราะมุมของเงาจะไม่ผิดไปก็มากนัก ไม่นุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

ข้อนี้ใช้ Solar Chart เป็นเครื่องประกอบ Solar Chart ก็คือทางเดินของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าที่ถูกถ่ายลงบนพื้นราบ เส้นขอบฟ้าก็คือ เส้นรอบวงของ Sun Chart นี้ ทางเดินของดวงอาทิตย์เห็นเป็นเส้นโค้งผ่านกลางวงกลม ตัดด้วยเส้นบอกเวลาแสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตลอดปี

Solar Chart ของแต่ละสถานที่ ที่อยู่ต่างเส้นรุ้งกัน ก็แตกต่างกันออกไป ควรเขียนเวลาที่ต้องการร่วมเงาลงใน Solar Chart นี้ด้วย เพื่อเป็นแนวทางว่า เมื่อใดบ้างที่เราต้องการเครื่องบังแดด

- มุมของเงาที่จะบังแดดได้

จาก Sun Chart ที่ระบุเวลาที่ต้องการร่วมเงาลงไปเรียบร้อยแล้ว นำมาพิจารณาต่อไปว่า อาคารวางทำมุมเท่าใดกับทิศต่าง ๆ ควรใช้เครื่องบังแดดที่มีส่วนกว้าง สวนลึกเท่าใด จึงจะได้ร่วมเงาเท่าที่ต้องการ ซึ่งเราใช้ Protractor และ Shading Mask ประกอบกัน

วาง Protractor ลงบน Sun Chart เราก็สามารถเขียน Shading Mask ที่ต้องการลงได้อ่านมุมของเงาที่บังแดดได้พอดี จาก Protractor

และในทางกลับกัน เราอาจตรวจสอบเครื่องบังแดดที่เราคิดขึ้นว่าจะใช้บังแดดได้เมื่อใดบ้าง และวันที่เท่าใด เดือนใดบ้าง ที่เครื่องบังแดดของเราใช้ไม่ได้ผล

- การออกแบบเครื่องบังแดด

เมื่อเราทราบขนาดของมุมของเงาทั้งทางตั้งและทางนอนแล้ว ต่อจากนั้นก็ออกแบบเครื่องบังแดด โดยอาศัยมุมของเงาที่ได้เป็นหลัก โดยที่มุมของเงานี้ไม่เกี่ยวข้องกับขนาด แต่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของความกว้าง ความลึก ตัวผนัง ฯลฯ ดังนั้น การออกแบบจึงไม่ตายตัวเสมอไป และเครื่องบังแดดที่ทำด้วยวัสดุก่อสร้างต่างชนิด หรือมีขนาดแตกต่างกัน เช่นบานเกล็ดหน้าต่างกับชายคา ก็อาจให้มุมของเงาเท่ากันได้ ถ้าอัตราส่วนความกว้างหรือความลึกกับผนังเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการออกแบบของแต่ละบุคคล ที่จะได้ผลงานที่ขนาดุมาน้อยเพียงใด

2.5 การทำความเย็นโดยการหน่วงเวลา (Time Lag)

การหน่วงเวลา หมายถึง ปรากฏการณ์ลดตัวของการถ่ายเทความร้อน วัสดุเมื่อได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ จะจุความร้อนไว้ และจะคายความร้อนออก ระหว่างด้านนอกที่โดนแสงอาทิตย์ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า ไปสู่ด้านในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

วัสดุเมื่อได้รับความร้อน อุณหภูมิจะไม่สูงขึ้นทันที แต่จะค่อย ๆ ขึ้นในภายหลัง ในระยะเวลาหนึ่งถึงจุดอิ่มตัว แล้วค่อยถ่ายเทความร้อนวัสดุที่มีขนาดความจุ หรือ ปริมาตรต่อมวล วัสดุสูง (High capacity materials) จะมีการหน่วงเวลาของการถ่ายเทความร้อนสูงกว่า วัสดุที่มีขนาดความจุหรือปริมาตรต่อมวลต่ำกว่า (Low capacity materials) และปรากฏการณ์ Time Lag เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ้นสุดลง เมื่อปริมาตร ความจจะความร้อนมีการกักเก็บความร้อนเต็มที่ (The storage tank is full) อีกทั้งภายในสภาวะคงที่ (Steady — state) ไม่มีการเกิด Time lag (Norbert Lechner 1991) แต่ในสภาพจริง การหน่วงเวลาของการถ่ายเทความร้อนของวัสดุขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ (Kwang-Woo Kim , 1984)

สมการคำนวณค่าการหน่วงความร้อน (Time Lag)

$$\text{Time lag (second)} = dt = \frac{\rho C(dx)^2}{k}$$

เมื่อ ρ = Density (kg/m³)
 C_p = Specific Heat (J/kg °C)
 dx = thickness (m)
 K = Conductivity (W/m °C)

ตารางที่ 2.1 แสดงช่วงเวลาที่ความร้อนผ่านผิววัสดุ (Time Lag) สำหรับส่วนประกอบอาคาร

ส่วนของอาคาร	วัสดุ	ค่าการหน่วงความร้อน (Time Lag) ชม.
หลังคา	แผ่นโลหะ ไม่มีวัสดุกันความร้อน	0
	ไม้เคลือบน้ำมันยางกันความร้อน	0.5 — 1.0
	กระเบื้องมีฝ้าเพดานและวัสดุกันความร้อน	1.5 — 2.5
	คอนกรีตมีฝ้าเพดาน	2.5 — 6.0
ผนัง	ไม้ชั้นเดียวไม่มีวัสดุกันความร้อน	0.5 — 1.0
	ไม้มีวัสดุกันความร้อน (ผนัง 2 ชั้น)	1.5 — 3.0
	อิฐ หิน หรือคอนกรีต	
	หนา 10 ซม.	2.3 — 2.6
	หนา 20 ซม.	5.0 — 6.0
หนา 30 ซม.	7.0 — 8.0	
ช่องแสงและประตู หน้าต่าง	กระจกชั้นเดียว	0
	กระจก 2 ชั้น	0.0 — 0.5
	ผนังโปร่งแสง (Glass block)	1.0 — 2.1

2.6 การทำความเย็นโดยต้นไม้

ต้นไม้และพืชคลุมดินสามารถทำให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้ ด้วยการดูดซึม รังสีดวงอาทิตย์ และทำความเย็นด้วยวิธีการแพร่กระจายออกไป จากการศึกษาวิจัยพบว่า กลุ่มต้นไม้ใหญ่ และพืชคลุมดินสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงอากาศร้อนจัดได้ถึง 3 องศาเซลเซียส

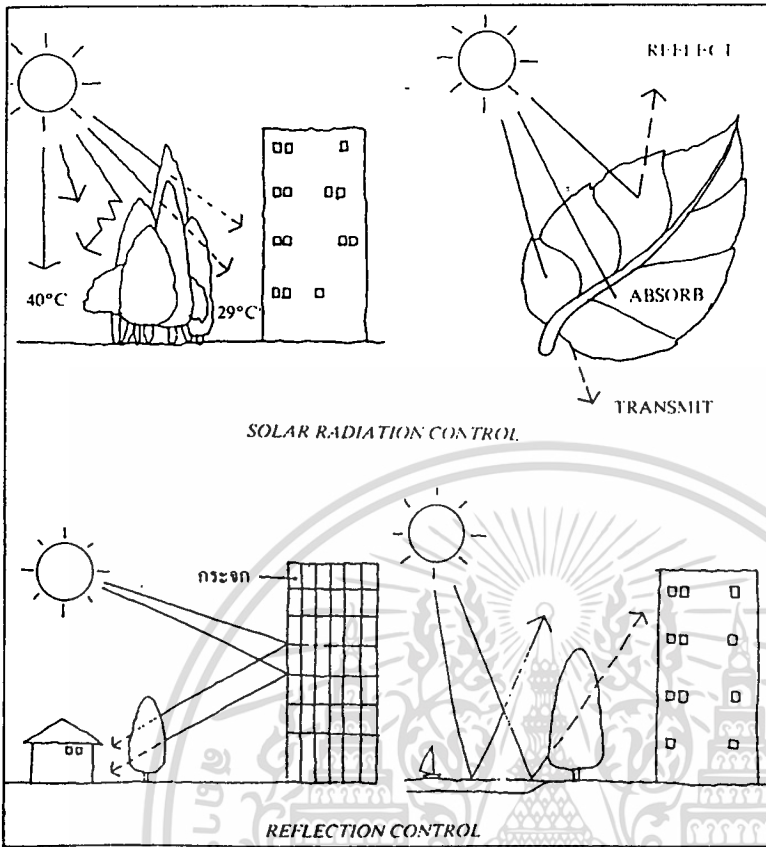
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ผิวหน้าคลุมดินในวันที่ร้อน มีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดิน 5-8 องศาเซลเซียส

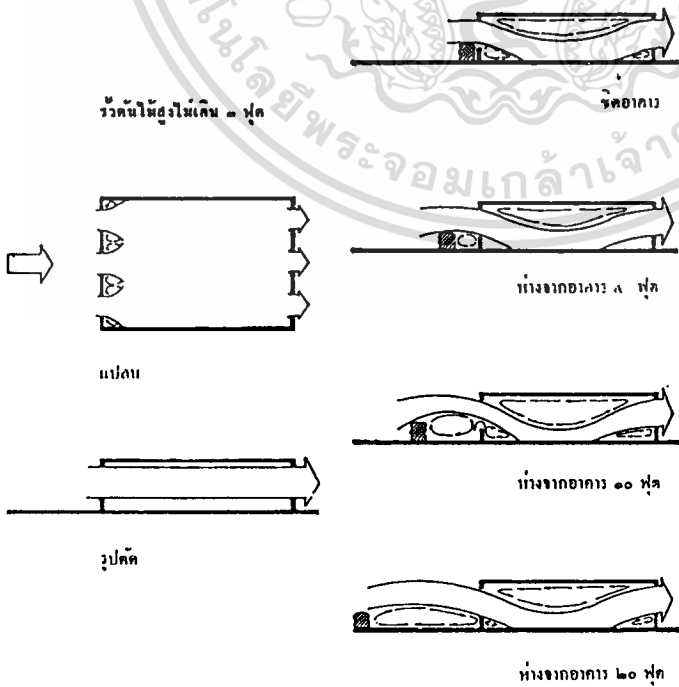
การระเหยของน้ำ ต้องใช้ความร้อนช่วยในการเปลี่ยนสถานะ จากน้ำให้เป็นไอน้ำ หรือ Vapor ในที่ที่มีความดันของบรรยากาศปกติที่ระดับน้ำทะเล การระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ (ประมาณ 0.45 ลิตร) ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1000 BTU (ASHRAE 1989) นั้นหมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยได้ในอากาศ อากาศนั้นจะเย็นลงกว่าปกติ แต่จะเย็นลงมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหยของน้ำ โดยปกติก็จะมาจากอากาศบริเวณนั้น

ในสภาพอุณหภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนใหญ่จะสูงกว่า 55% การระเหยของน้ำโดยวิธีธรรมชาติ เพื่อให้อากาศเย็นลง จะเกิดขึ้นได้ช้ามาก และไม่ค่อยได้ผลนัก แต่กระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อต้นไม้สามารถดูดน้ำจากทางรากแล้วส่งผ่านไปทางใบ เป็นการทำให้ น้ำระเหยไปในตัว (Transpiration) หากต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถดูดน้ำได้ 5.5 ลิตรต่อชั่วโมง ก็สามารถปรับสภาพแวดล้อมให้เย็นลง 12000 บีทียูต่อชั่วโมง หรือเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน ผลที่ได้รับก็คือ อากาศรอบ ๆ ต้นไม้เย็นลง ทำให้อุณหภูมิรอบ ๆ อาคารที่มีต้นไม้มาก เย็นลงตามไปด้วย ไม่ว่าจะความชื้นสัมพัทธ์จะสูงมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

ต้นไม้มีผลต่อกระแสลมประจำถิ่น มวลของต้นไม้ขนาดใหญ่กลุ่มของต้นไม้สามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม ลดความเร็วของกระแสลม และเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้ และต้นไม้ยังช่วยควบคุมผลกระทบจากแสงแดด โดยที่ต้นไม้ช่วยกรองรังสีดวงอาทิตย์ และช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดิน และปริมาณความร้อนที่สะสม สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่าง ๆ ต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถบังเงาให้กับผิวอาคาร สามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวอาคารลงได้ ร่มเงาต้นไม้เป็นที่พึงประสงค์ต่อกิจกรรมที่อยู่ภายนอกอาคาร และภูมิทัศน์รอบอาคาร ผู้ออกแบบควรมีความเข้าใจในการพิจารณาวิเคราะห์เลือกต้นไม้ที่เหมาะสม และถูกต้องของแต่ละบริเวณ

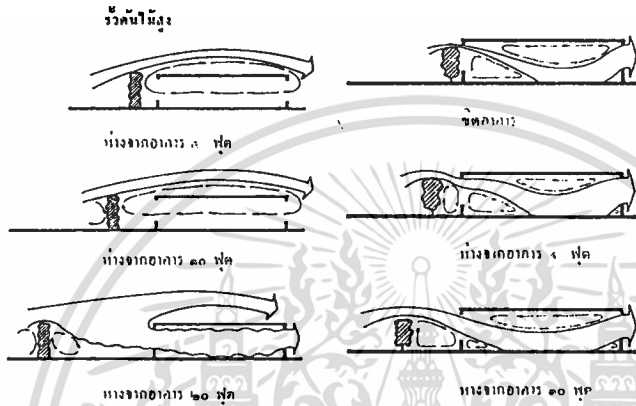
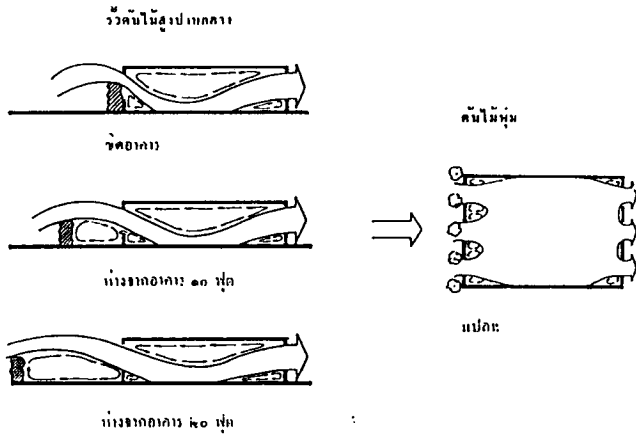


รูปที่ 2.21 รูปแสดงต้นไม้ช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์

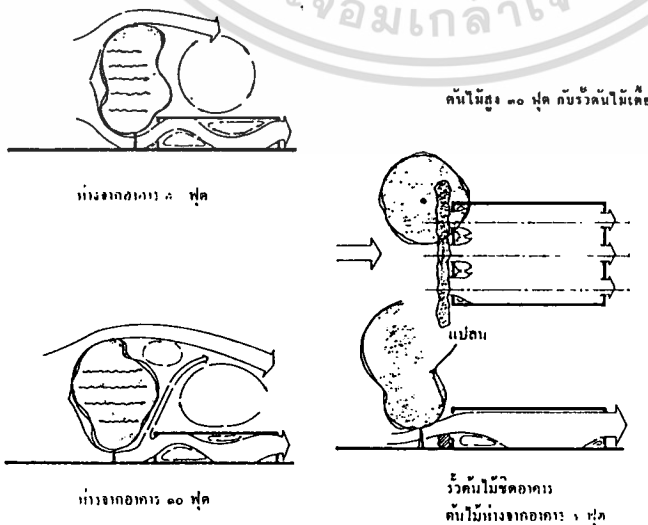


รูปที่ 2.22 รูปแสดงรั้วต้นไม้สูงไม่เกิน 1.00 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

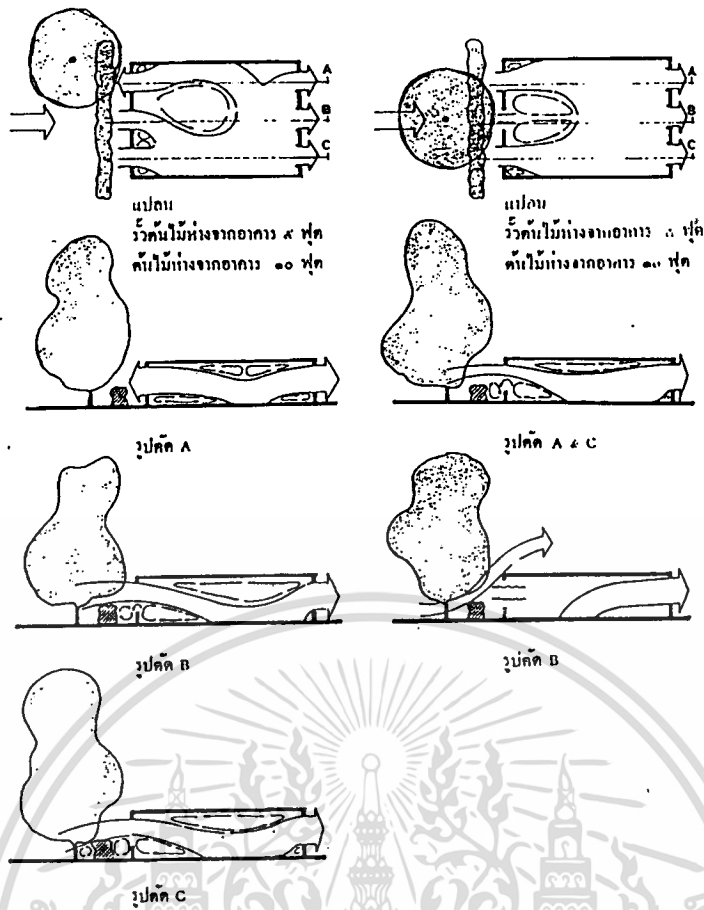


รูปที่ 2.23 รูปแสดงรวัดต้นไม้สูงปานกลาง และรวัดต้นไม้สูง

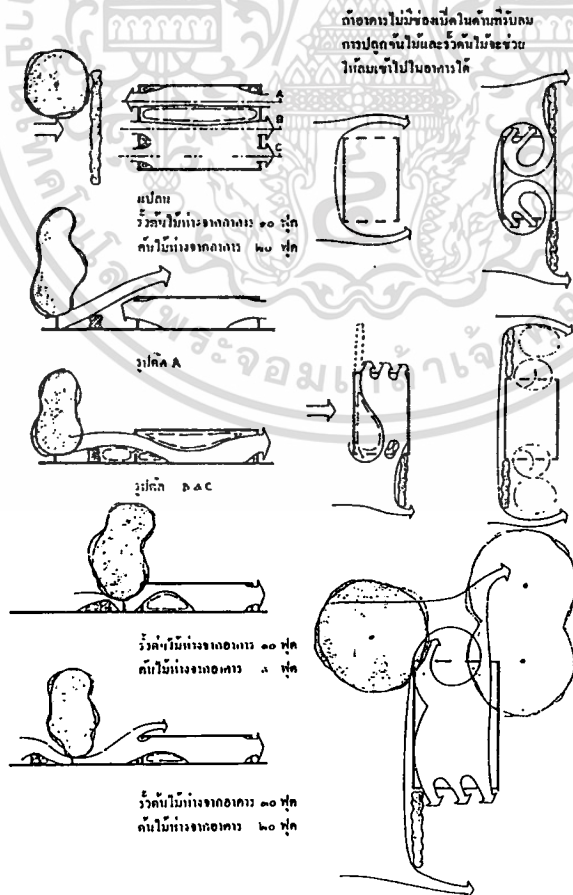


รูปที่ 2.24 รูปแสดงคันทันไม้สูง 9 เมตร แผลกว้าง 7 เมตร ลำคันทันสูง 1.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญแต่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 รูปแสดงต้นไม้ห่างจากอาคาร 3 เมตร และรั้วต้นไม้ห่างจากอาคาร 1.50 เมตร



รูปที่ 2.26 รูปแสดงต้นไม้ห่างจากอาคาร 6 เมตร และรั้วต้นไม้ห่างจากอาคาร 3 เมตร
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การทำความเย็นโดยการระบายอากาศ และการเคลื่อนที่ของลม (Ventilation and Air Movement)

ในลักษณะสถาปัตยกรรมเขตร้อน การออกแบบอาคารเพื่อความสบายของผู้พักอาศัยโดยวิธีธรรมชาติ และไม่ต้องใช้พลังงานจากไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ นั้น สามารถทำได้โดยให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบของร่างกายผู้อยู่อาศัย เพื่อลดความร้อน ความชื้น และแลกเปลี่ยนอากาศบริสุทธิ์

2.7.1 การระบายอากาศ (Ventilation) คือการเคลื่อนที่อากาศภายในด้วยอากาศภายนอก ความต้องการอากาศบริสุทธิ์จะขึ้นอยู่กับประเภท จำนวนคน และลักษณะการทำงานของคน ในห้องนั้น มีหน่วยเป็น m^3/h คน หรือจำนวน air change ต่อชั่วโมง ในการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ จำเป็นต้องเปิดหน้าต่างหรือช่องลมไว้ตลอดเวลา โดยขนาดของช่องลมหรือหน้าต่างจะเป็นสัดส่วนพื้นที่กับตารางเมตรภายใน หรือสัมพันธ์กับปริมาตรของห้องภายใน มนุษย์ต้องการออกซิเจน โดยการหายใจเข้าไปและหายใจออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ปกติทั่วไปมนุษย์ต้องการอากาศบริสุทธิ์ตั้งแต่ $0.5 - 5 \text{ m}^3/\text{h}$ และเมื่ออยู่ในห้องที่ปิดประตู-หน้าต่าง ปริมาณออกซิเจนจะลดลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 0.15% โดยปริมาตรก็เริ่มเป็นผลร้ายต่อร่างกายมนุษย์ และเมื่อปริมาตรเพิ่มเป็น 0.5% ก็จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ทันที สำหรับการติดตั้งระบบระบายอากาศ โดยประมาณจะให้อยู่ระหว่าง $12 - 28 \text{ m}^3/\text{h}$ ต่อ 1 คน

โดยที่ ห้องใช้งานทั่วไป 15 ac/hr ห้องเก็บของ 10 ac/hr ห้องน้ำ $20 - 30 \text{ ac/hr}$ ห้องเครื่อง, โรงงาน, ห้องครัว $30 - 40 \text{ ac/hr}$

สมการคำนวณการระบายความร้อนด้วยการระบายอากาศ

$$W_v = 0.33 N_v (T_i - T_o)$$

เมื่อ W_v = ปริมาณความร้อน (วัตต์)

N = air changes per hour (ac/hr)

V = ปริมาตรของห้อง (ลบ.ม.)

และหาอัตราเร็วลมที่ช่องเปิด

$$\text{Vol flow per sec} = V \times N / 3600 \text{ m}^2/\text{sec}$$

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตราการถ่ายเทอากาศภายนอก

กิจกรรม	ปริมาณผู้ใช้สอย (คนต่อพื้นที่ 1,000 ตร.ฟ. หรือ 100 ตร.ม.)	ปริมาณอากาศ			
		สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่
	เมื่อไม่ทราบจำนวนคน	Cfm ต่อคน		L/s ต่อคน	
ห้องเรียน	50	25	5	12.5	2.5
ห้องทดลอง	30	-	10	-	5
ห้องปฏิบัติการ	30	35	7	17.5	3.5
ห้องดนตรี	50	35	7	17.5	3.5
ห้องสมุด	20	-	5	-	2.5

2.7.2 การเคลื่อนที่ของลม (Air Movement) คือความรู้สึกของผู้อาศัยว่ามีอากาศเคลื่อนไหวผ่านร่างกาย เมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านผิวหนังจะทำให้รู้สึกเย็นได้ จากการที่กระแสลมช่วยพาความร้อนออกไป และยังช่วยพัดพาความชื้นบริเวณผิวหนังของร่างกายซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ความเร็วลมที่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ หากความเร็วลมน้อยเกินไปก็จะทำให้รู้สึกอึดอัดไม่มีอากาศถ่ายเท แต่หากความเร็วลมมากเกินไปก็จะทำให้รำคาญหรือรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่างๆ

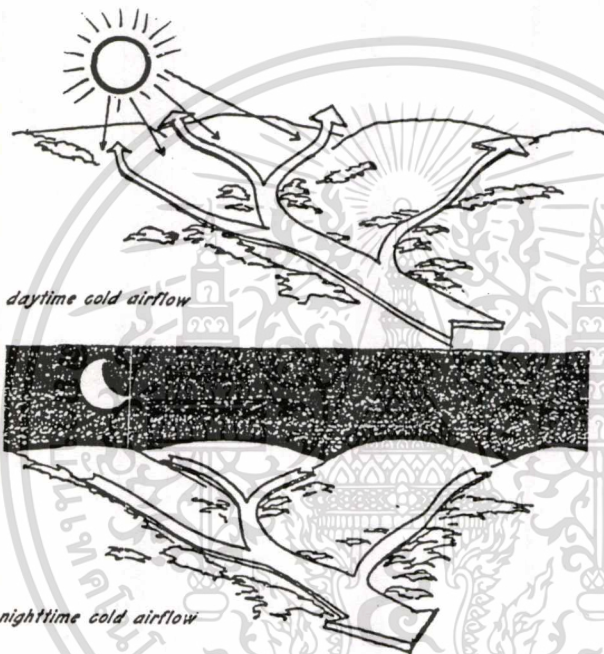
ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและสภาวะน่าสบาย

ความเร็วลมภายในห้องและสภาวะน่าสบาย		
ความเร็วลม	ความรู้สึกของอุณหภูมิที่ลดลง	ผลที่เกิดขึ้น
0 – 0.25 m/s	ไม่มีความเปลี่ยนแปลง	ไม่สามารถสังเกตได้
0.25 – 0.5 m/s	ต่ำลง 1 – 2 °C	สบาย และไม่รบกวน
0.5 – 1 m/s	ต่ำลง 2 – 3 °C	สบาย และรับรู้ว่ามีลมเคลื่อนไหวของอากาศ
1 – 5 m/s	ต่ำลง 3 – 5 °C	มีลมพัดจนถึงรบกวนได้
มากกว่า 5 m/s	ต่ำลง 5 °C	สบายสำหรับที่โล่ง

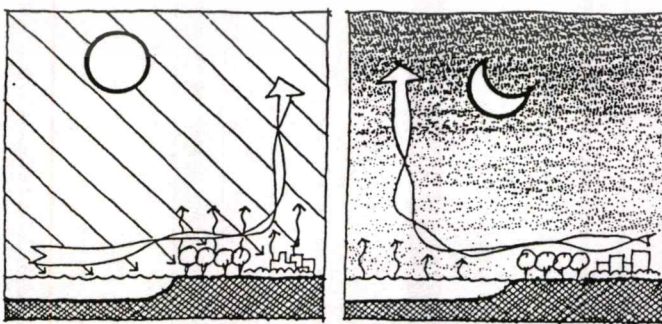
ที่มา : Henry j. Cowan, Peter R. Smith, *Environmental Systems* . New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1983 . p83.

2.8 กระแสลม (Wind)

กระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศ เกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ และความแตกต่างของอุณหภูมิ ลมจะพัดจากพื้นที่ที่มีความกดดันของอากาศสูงไปยังพื้นที่ที่มีความกดดันของอากาศต่ำ เขตที่มีความกดดันอากาศสูง (+) คือส่วนที่ลมพัดมาปะทะกับผนัง ส่วนที่มีความกดดันอากาศต่ำ (-) หรือ Wind Shadow คือลมในเขตด้านหลังของอาคาร ส่วนแนวการพัดของลมเป็นไปตามลักษณะที่ตั้งของพื้นแผ่นดิน (Land) และลักษณะของพื้นที่ที่เป็นน้ำ (Water) หรือเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินและพื้นน้ำ



รูปที่ 2.27 รูปแสดงการเคลื่อนไหวของอากาศ

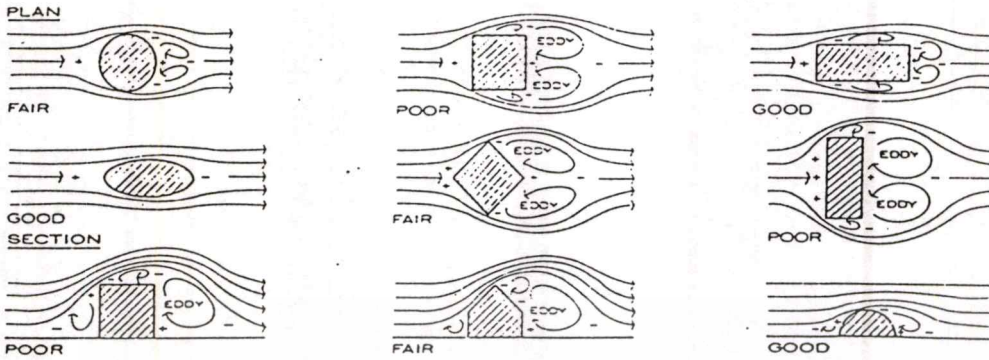


รูปที่ 2.28 รูปแสดงการเคลื่อนไหวของอากาศผ่านแหล่งน้ำขนาดใหญ่

ที่มา : Fuller Moore, *Environmental Control Systems* . New York : McGraw-Hill, Inc., 1993 . p64.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 รูปแสดงกระแสลมที่พัดผ่านอาคาร กระแสลมพัดเข้ามาปะทะอาคาร (+) และส่วนที่อับลม (-)



Layout of buildings and effect on wind shadowing

รูปที่ 2.30 รูปแสดงผังอาคารที่ได้รับลม และเขตอับลม

2.8.1 อัตราแรงลม (Mean Wind Speed Profiles)

อัตราแรงลมนั้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ต่างๆในระดับต่างๆใกล้พื้นดิน อัตราความเร็วลมจะน้อยกว่าอัตราความเร็วลมที่ระดับสูงขึ้นไป และอัตราการเพิ่มของความเร็วลมในบริเวณผิวน้ำหรือทุ่งกว้างจะสูงกว่าในบริเวณที่เป็นป่าทึบหรือตัวเมือง การประมาณอัตราแรงลมในระดับความสูงต่างๆ เหนือระดับพื้นดิน สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

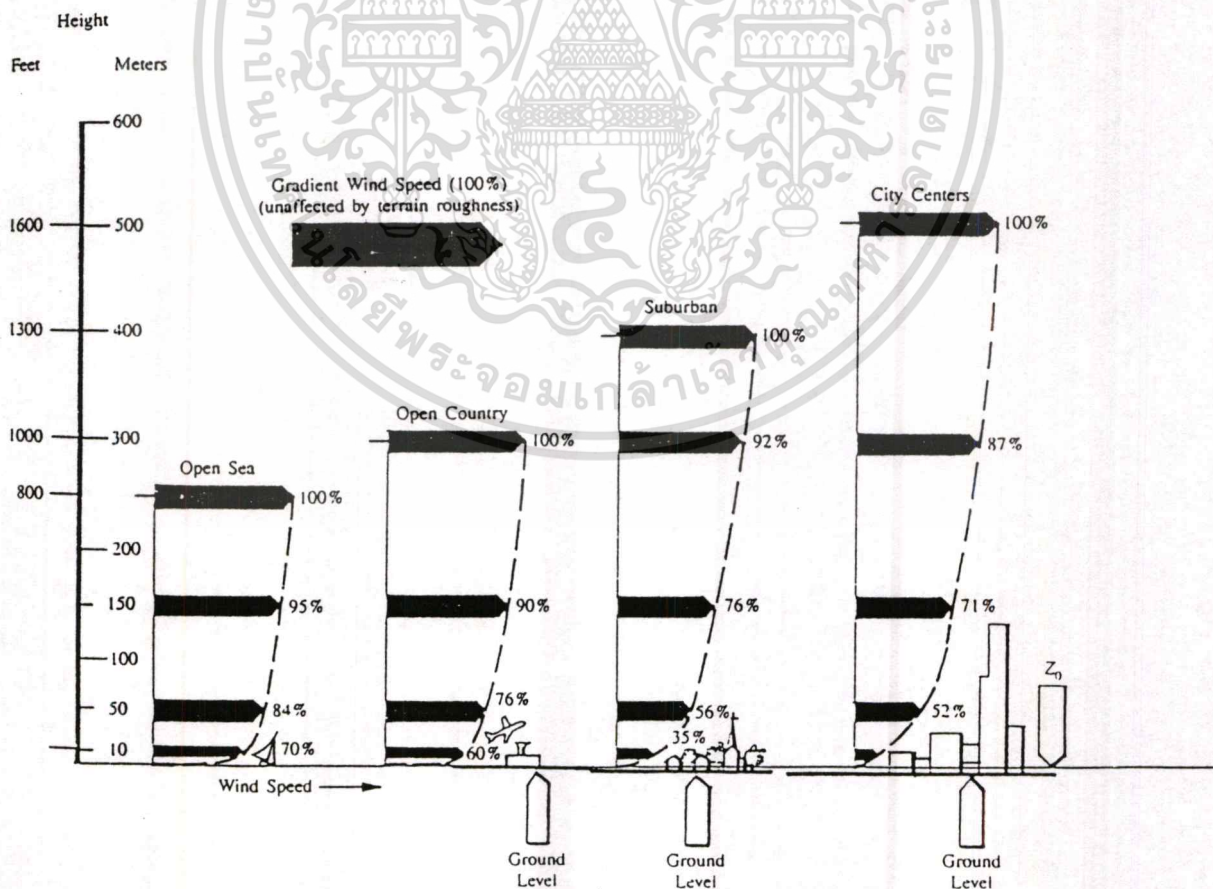
$$V_z = V_g \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^a$$

- เมื่อ V_z คือ ค่าอัตราเฉลี่ยความเร็วลมที่ความสูง z
- V_g คือ ค่าอัตราเฉลี่ยความเร็วลมที่ความสูง Z_g
- Z คือ ระดับความสูงของความเร็วลมที่ต้องการหา
- Z_g คือ ข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง V_g
- a คือ ค่าตัวแปรของสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าตัวแปร (a) ของสภาพภูมิประเทศ

สภาพบริเวณแวดล้อม	ตัวแปร
พื้นที่เรียบ, ที่โล่ง, ไม่มีสิ่งปกคลุม, ทะเลทราย	0.11
พื้นที่ทุ่งโล่ง, พุ่มไม้กระจัดกระจาย	0.15
พื้นที่ชานเมือง ต้นไม้สูงสลับไม้เตี้ย	0.25
ในตัวเมือง มีอาคารหนาแน่น	0.36

ที่มา : Henry J.Cowan, " Handbook of Architectural Technology " New York : Nostrand Reinhold , 1991 , p 136



ภาพที่ 2.31 รูปแสดงอัตราเฉลี่ยความเร็วลมที่ลักษณะสภาพบริเวณแวดล้อมต่างๆ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

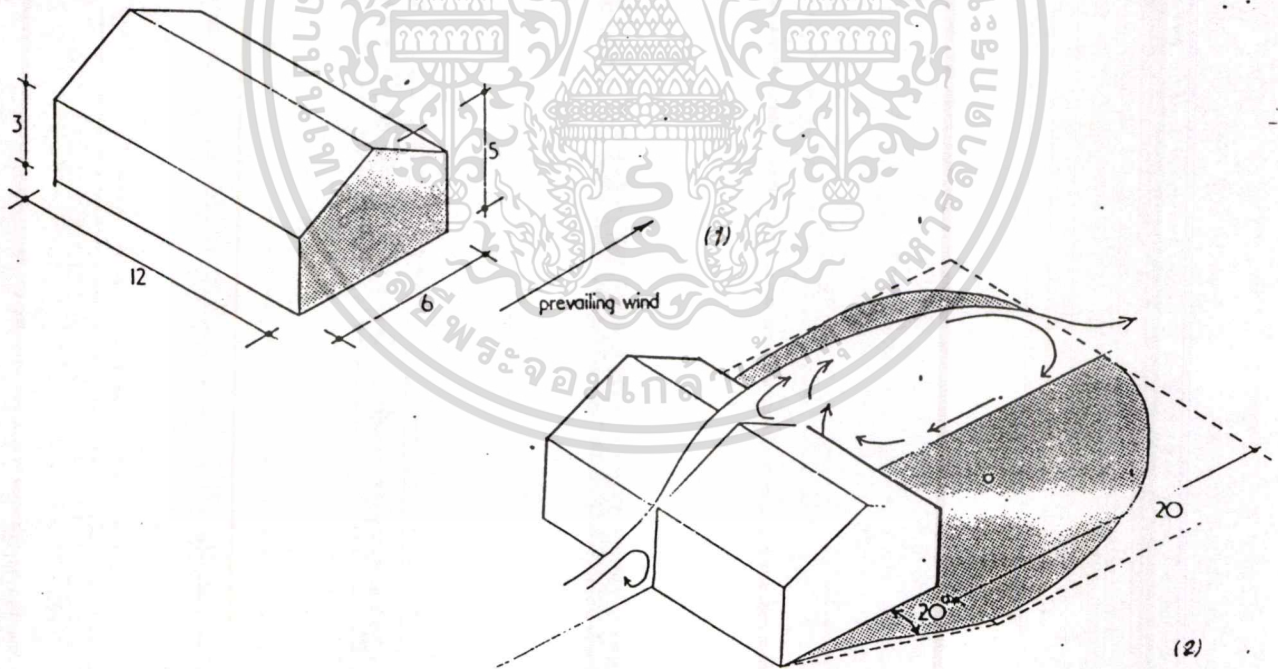
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงเขตอับลม (Wind shadow) ด้านหลังอาคาร สัมพันธ์กับสัดส่วนของอาคาร

TABLE LENGTH OF THE WIND SHADOW OF A BUILDING, IN TERMS OF THE HEIGHT, LENGTH AND WIDTH OF THE BUILDING FORM

Building form	Width (W)	Height (H)	Roof pitch	Wind shadow length (xH)					Wind direction
				2A	4A	8A	16A	24A	
A	A	A	0°	2½	3½	5½	8	8½	
2A	A	A	0°	2	2½	3½	6	7	
3A	A	A	0°	2½	3½	4½	5½	5½	
A	2A	A	0°	5½	8½	11½	16½	18	
A	3A	A	0°	6½	11½	16½	18½	20½	
2A	2A	2A	45°	2½	5½	9½	13½	15	
2A	1.6A	1.6A	30°	3	4	6½	10	13	
2A	1.5A	1.5A	15°	3	5½	8½	11½	14½	
2A	1.5A	1.5A	15°	2½	4½	6½	11	13½	

Source: R. H. Evans, 'Natural Air Flow around Buildings', Research Report 59, Texas Engineering Experiment Station, Texas, 1957.



รูปที่ 2.32 รูปแสดงระยะของเขตอับลม

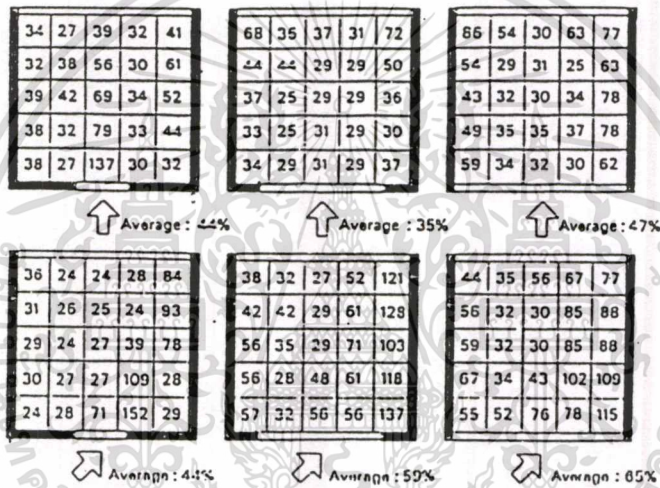
รูปที่ 1) เมื่ออาคารสูง A = 3.00 เมตร ความกว้างของอาคาร 2A = 6.00 เมตร ความสูง 1.6A = 5.00 เมตร มุมหลังคา 30° ความยาวของอาคาร 4A = 12.00 เมตร

รูปที่ 2) เขตอับลมมีค่า 4A = 4x5.00 = 20.00 เมตร

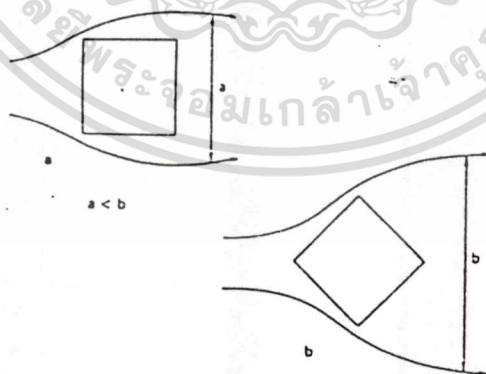
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 การเคลื่อนไหวของลม

เมื่อกระแสลมปะทะอาคารโดยตรงกับอาคารเป็นมุม 90° แล้วจะเกิดบริเวณความกดอากาศสูงขึ้นที่บริเวณนี้ หากเปลี่ยนให้กระแสลมปะทะกับผนังอาคารเป็นมุม 45° แล้ว ความกดอากาศสูงนี้จะลดลงไปเหลือ 50% ในการเปิดช่องลมหรือทำช่องหน้าต่างให้ดักลมได้มากที่สุดได้มีการทำรายงานทดสอบกระแสลมจากรูปที่ 2.33 โดยถือว่าความเร็วลมที่เข้าปะทะกับอาคารเป็น 100% และทำการวัดที่ระดับสูงจากพื้น 1.2 เมตร กระแสลมที่ปะทะอาคารเป็นมุม 45° จะช่วยให้กระแสลมที่พัดเข้าภายในอาคารแรงและมีการกระจายลมดีกว่า ซึ่งเหตุผลที่เป็นเช่นนี้สังเกตได้จากรูปที่ 2.34 เมื่อแนวลมปะทะอาคารที่ 45° แนวเงาของลมด้านหลังกว้างกว่าแนวลมที่ปะทะอาคาร 90° ความกดอากาศต่ำด้านหลังจะมีมากและเกิดแรงดูด (SUCTION) มาก ทำให้เกิดแรงลมแรงในอาคาร



รูปที่ 2.33 รูปแสดงทิศทางและปริมาณกระแสลมที่มีผลกับช่องเปิด



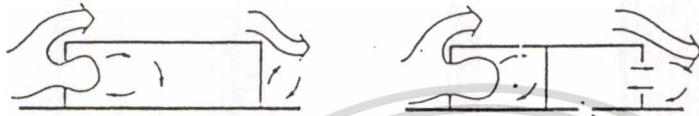
รูปที่ 2.34 รูปแสดงเงาของลม ที่มีผลต่อความเร็วลม

ในการวางผังอาคารนั้น มีความจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกระหว่างทิศของตะวันกับทิศของทางลม ซึ่งผลที่ออกมาก็มักจะเลือกเอาทิศตะวันที่สูงและตกแน่นอนทุกวัน ในการป้องกันความร้อนให้กับอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

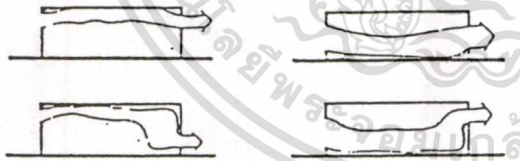
2.8.3 ตำแหน่งช่องลมพัดผ่านในอาคาร

ในการออกแบบอาคารให้รับลมพัดผ่านภายในอาคาร หากเป็นช่องลมเข้าแต่ไม่มีทางลมออก ลมจะไม่พัดเข้าอาคารเลย ไม่ว่าลมนั้นจะพัดแรงเพียงใด แต่ความกดอากาศภายในห้องจะสูงขึ้นทำให้เกิดความอึดอัดไม่สบาย และกระแสลมจะแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเปิดช่องลมด้านเงาของลมแล้วไม่มีทางลมออก

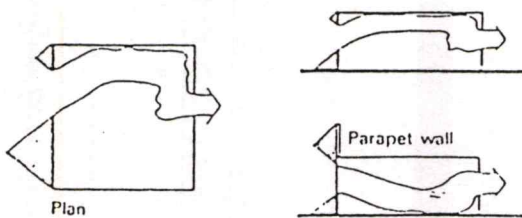


รูปที่ 2.35 รูปแสดงแนวลมที่ไม่ได้ผ่านตลอดอาคาร

ดังนั้นการเจาะช่องลมให้ได้ประโยชน์สูงสุด ควรให้ลมพัดผ่านผู้ใช้สอยภายในให้มากที่สุด คือให้กระแสลมอยู่ที่ระดับตั้งแต่ 2 เมตรลงมา และเมื่อกระแสลมพัดเข้าอาคารบริเวณหน้าต่างที่ลมเข้านั้นจะเกิดความกดอากาศสูง และถ้าพื้นที่กำแพงมีมาก ความกดอากาศสูงก็จะมีมากตามและความกดอากาศสูงจะเป็นตัวผลักดันกระแสลมออกไปจากตัวเสมอทั้งในแปลนและรูปตัด



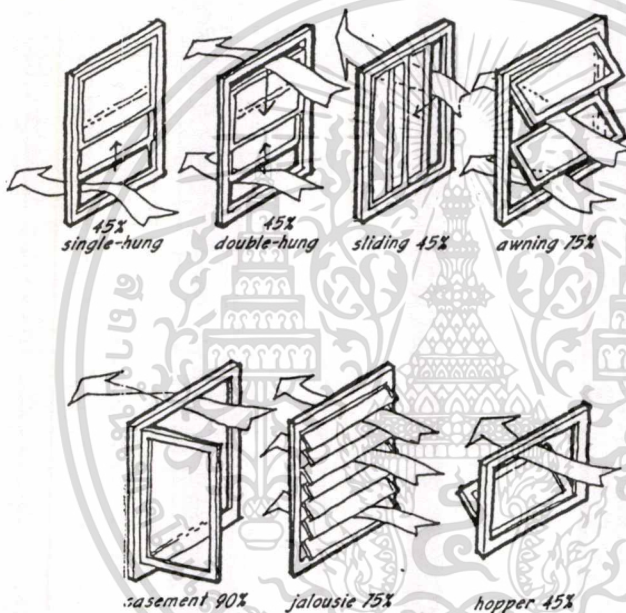
รูปที่ 2.36 รูปแสดงตำแหน่งช่องลมเข้า



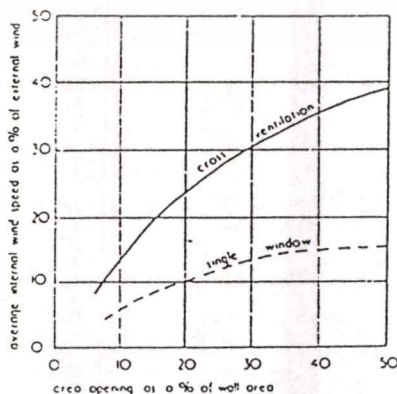
รูปที่ 2.37 รูปแสดงความกดอากาศหน้าช่องลมเข้าที่มีผลต่อทิศทางลม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 ขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อกระแสลม

พื้นที่ของรูปด้านจะเป็นตัวกำหนดขนาดปริมาณลม และความเร็วของลมจะเร็วยิ่งขึ้นถ้าช่องเข้าแคบและช่องออกกว้าง เพราะปริมาณลมทั้งหมดจะถูกบีบให้เล็กลงเพื่อจะผ่านช่องทางเข้าที่แคบในเวลาเดียวกัน และจะง่ายต่อการควบคุมที่จะส่งไปยัง ณ จุดใดในห้องได้ หรือในกรณีเมื่อช่องลมเข้ามีขนาดใหญ่ ความเร็วของลมก็จะมีน้อย แต่ปริมาณลมที่ผ่านห้องนั้นจะมีมากกว่าในกรณีแรก ดังนั้นการเตรียมช่องลมเข้าให้ใหญ่ไว้ก่อนจะเป็นการดี เพราะจะได้ลมพัดผ่านห้องได้มากที่สุด เมื่อทิศทางลมเข้ามาในอาคารไม่แน่นอนวิธีการที่ดีที่สุด คือ ทำช่องลมเข้าและช่องลมออกได้ให้ใหญ่ที่สุด แล้วควบคุมกระแสลมด้วยหน้าต่างบานกระทุ้งหรือหน้าต่างบานกระจก หรือหน้าต่างบานเกล็ดที่จะปิดเปิดส่งลมไปยัง ณ จุดที่ต้องการ



รูปที่ 2.38 รูปแสดงช่องเปิดที่นำลมเข้ามาในอาคาร



รูปที่ 2.39 รูปแสดงสัดส่วนของขนาดช่องเปิดที่มีผลต่ออัตราเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

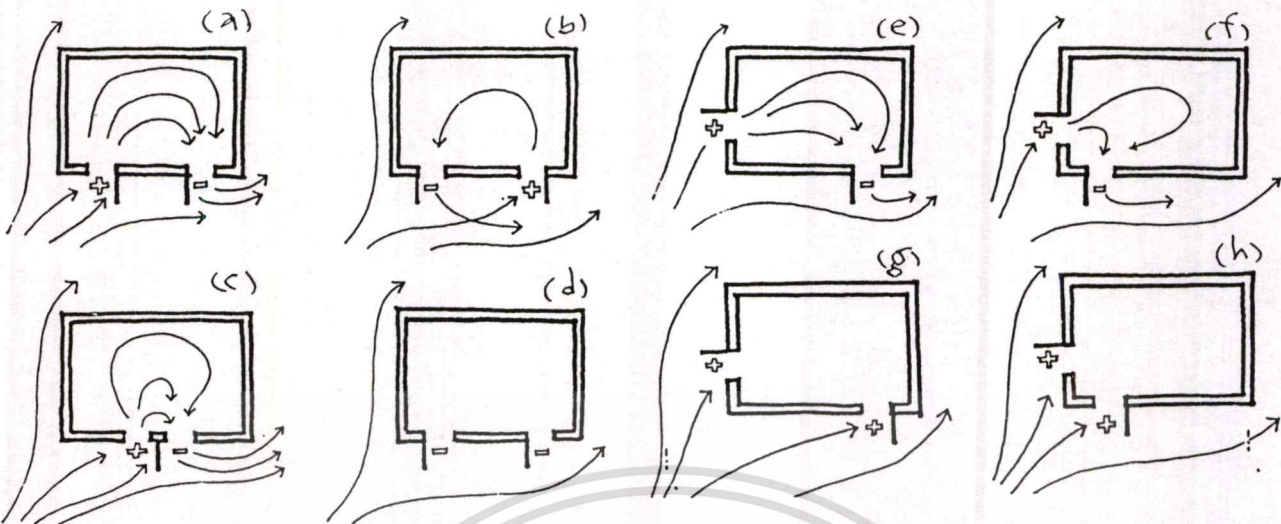


Figure : Wing wall design patterns for two windows on the same or adjacent walls showing probable airflow patterns and wind directions for improved ventilation performance due to wing walls: (a) excellent, (b) poor, (c) good, (d) poor, (e) excellent, (f) good, (g) poor, and (h) poor. (After Chandra et al., 1983.)

รูปที่ 2.40 รูปแสดง การใช้ครีบริดจ์ลม (WING WALLS) สำหรับช่องหน้าต่างบนผนังเดียวกัน หรือผนังติดกัน

ที่มา FULLER MORRE, "ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEMS HEATING COOLING LIGHTING p. 83

2.8.5 การควบคุมช่องลมเข้า

ในการควบคุมกระแสลมเข้าภายในอาคาร สามารถจำแนกได้ดังนี้

- บานกระทุ้งหรือบานกระดก สามารถปรับกระแสลมได้ ตามต้องการ โดยบานกระทุ้งจะเป็นตัวส่งกระแสลมขึ้นข้างบนเสมอ ส่วนบานกระดกจะเป็นตัวปรับกระแสลมให้ลงสู่ส่วนผู้อาศัย



รูปที่ 2.41 รูปแสดงการใช้บานกระทุ้งและบานกระดก

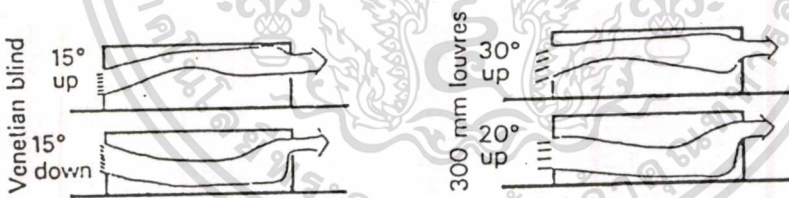
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คานยี่น (Canopy) สามารถป้องกันไม่ให้เกิดความกดอากาศสูง บริเวณเหนือหน้าต่างต่างได้ ก็จะหลีกเลี่ยงความกดอากาศสูง ที่ได้หน้าต่างที่จะเป็นตัวส่งกระแสลมขึ้นข้างบน การแยก Canopy ออกจากอาคาร เพียงเล็กน้อย ก็ช่วยส่งกระแสลมไปสู่โซนพักอาศัยได้



รูปที่ 2.42 รูปแสดงการใช้ Canopy

- บานเกล็ดและมู่ลี่ สำหรับมู่ลี่ที่มีครีบบาง ๆ และแคบนั้น สามารถส่งกระแสลมได้ตามที่ต้องการ แต่สำหรับบานเกล็ดที่มีใบกว้างกว่ามู่ลี่แม้บิดเงยขึ้น 20° แล้วก็ยังจะส่งกระแสลมลงสู่ส่วนพักอาศัยได้



รูปที่ 2.43 รูปแสดงการใช้บานเกล็ด

2.9 การไหลระบายอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (Stack-effect ventilation)

เป็นวิธีการที่นำเอาการไหลของอากาศ อันเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทำให้อากาศภายในลอยตัวขึ้นและเกิดการแทนที่ วิธีการอันนี้เคยมีการใช้กันมาในอดีต ได้แก่การระบายอากาศด้วยปล่องความร้อน เช่น โรงเลี้ยง, โรงงานแปง, อาคารตึกแถวรุ่นเก่า วิธีการนี้จะเกิดผลได้ดี ในกรณีที่ช่องลมออกมีอุณหภูมิแตกต่างจากช่องลมเข้ามาก ๆ อีกทั้งระดับความสูงของช่องระบายทั้งสองต่างกันมากเท่าไร อัตราการถ่ายเทก็ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการนี้ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดังกล่าวทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "Stack effect" และ "Chimney effect" สมการการไหลระบายอากาศ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

$$V = 0.121 \times A \times H \times (T_i - T_o)$$

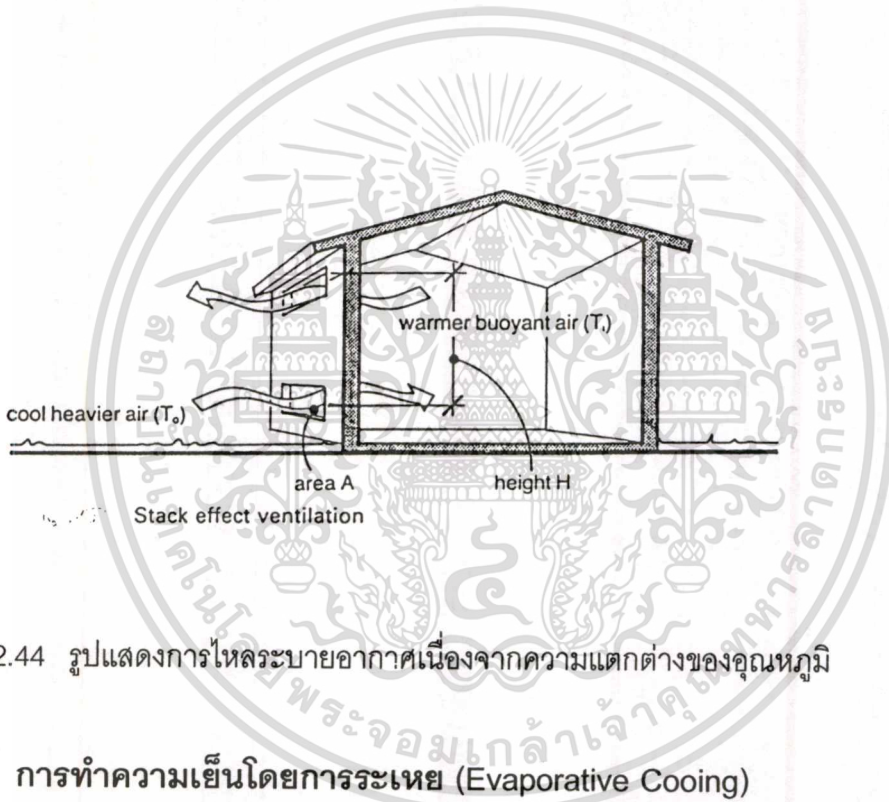
$$V = \text{ปริมาตรอากาศ หน่วย } m^3 / \text{sec}$$

$$A = \text{พื้นที่ช่องเปิด หน่วย } m^2 \text{ (กำหนดให้ช่องลมเข้า ช่องลมออก)}$$

$$H = \text{ความสูงระหว่างช่องลมเข้าและช่องลมออก หน่วย } m$$

$$T_i = \text{อุณหภูมิอากาศภายในความสูง } h \text{ หน่วย } ^\circ C$$

$$T_o = \text{อุณหภูมิอากาศภายนอก หน่วย } ^\circ C$$



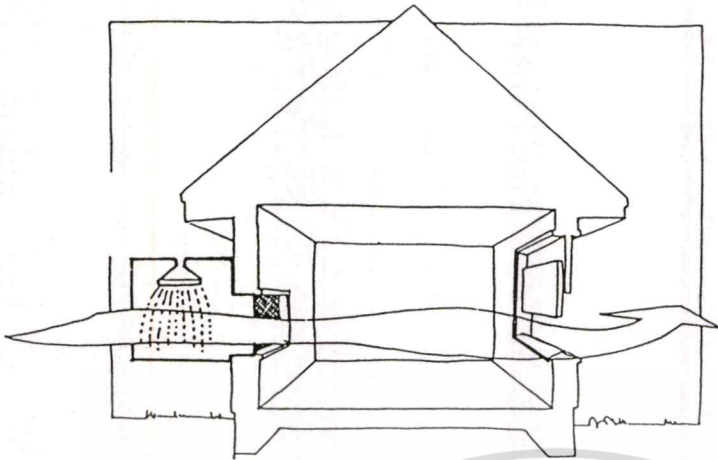
รูปที่ 2.44 รูปแสดงการไหลระบายอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

2.10 การทำความเย็นโดยการระเหย (Evaporative Cooling)

เป็นวิธีการทำความเย็น ที่เหมาะสมสำหรับบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ คือ ให้อากาศผ่านแหล่งความเย็นก่อนเข้าสู่อาคาร โดยพ่นละอองน้ำเข้าไปในอากาศ ในบริเวณที่ร้อนและมีความชื้นต่ำ ละอองน้ำจะระเหยไปในอากาศและเพิ่มปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ กระบวนการนี้จะเปลี่ยนความร้อนที่รู้สึกได้เป็นความร้อนแฝง ซึ่งจะลดอุณหภูมิอากาศได้ ในปริมาณเท่ากับ 1,000 Btus ต่อน้ำจำนวน 1 ปอนด์ ที่ระเหยไปในอากาศ

การระเหยเพื่อให้ความเย็นสามารถนำไปใช้กับหลังคา ดาดฟ้า หรือพื้นผิวที่เป็นตัวดูดรังสีความร้อน เมื่อพ่นละอองน้ำลงบนหลังคา การระเหยเป็นไอ จะลดอุณหภูมิของหลังคา และช่วยให้สภาพภายในดีขึ้น การทพทำความเย็นโดยการระเหยต้องใช้ร่วมกับการระบายอากาศเพื่อให้ได้ผลตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Schematic of direct evaporative cooler.

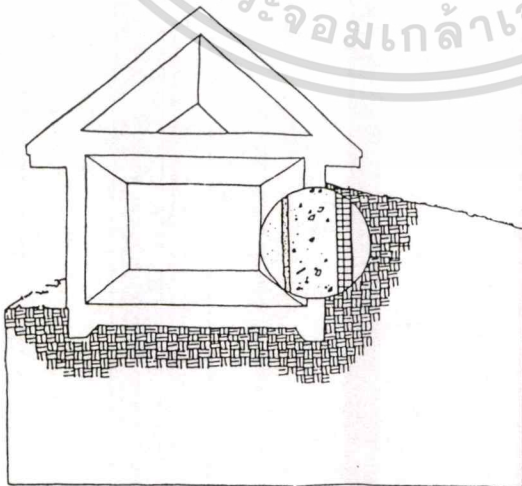
รูปที่ 2.45 รูปแสดงลักษณะการทำความเย็นโดยการระเหย

2.11 การทำความเย็นด้วยดิน (Earth Cooling)

อุณหภูมิใต้ดิน จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ และคงที่อยู่ มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26 – 27 องศาเซลเซียส ที่ระดับความลึก 0.60 เมตร จากผิวดิน

การทำความเย็นโดยให้พื้นดินสัมผัสกับดินโดยตรง (Direct Earth Contact Cooling)

คือการออกแบบให้พื้นอาคารสัมผัสกับดินโดยตรง และเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดึงความร้อนจากดินได้ดี เข้ามาภายในอาคาร โดยมีการปูพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้นที่จะเข้ามาภายในอาคาร



Direct earth contact cooling.

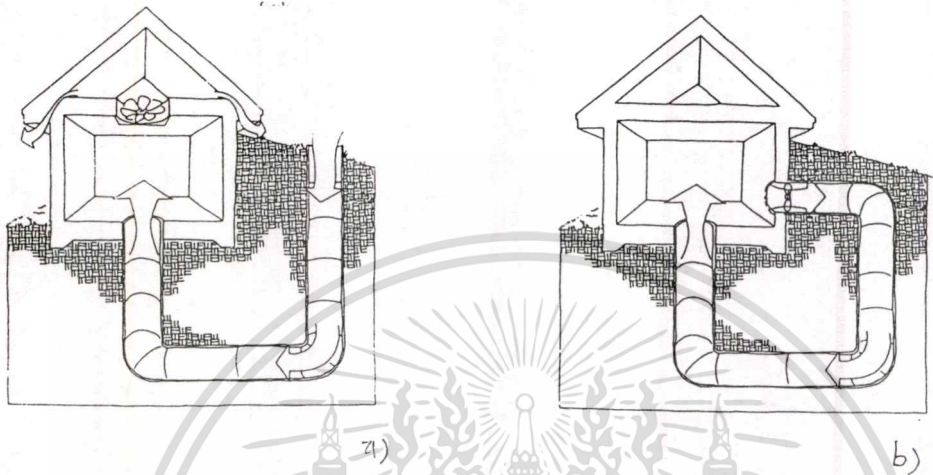
รูปที่ 2.46 รูปแสดงลักษณะการทำความเย็นโดยให้พื้นสัมผัสกับดินโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.1 การใช้ความเย็นจากท่อใต้ดิน (Earth Cooling Tubes)

คือ การออกแบบให้นำอากาศผ่านท่ออากาศที่ฝังอยู่ใต้ดินก่อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร อากาศที่ผ่านท่อจุดนี้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เพราะมีการคายความร้อนแก่ท่อที่ฝัง



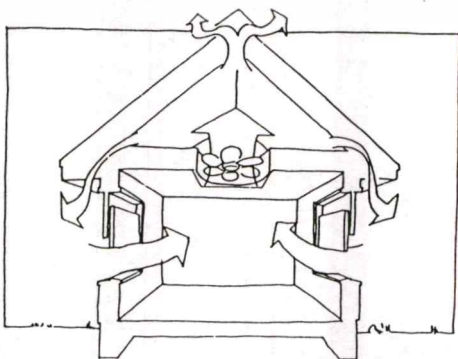
รูปที่ 2.47 รูปแสดงการทำความเย็นจากท่อใต้ดิน a) Open-loop, b) Closed-loop

2.12 การใช้พัดลมดูดอากาศที่ฝ้าเพดาน (Wholehouse Fans)

เพื่อดึงอากาศที่เย็นกว่าเข้าไปแทนที่อากาศร้อนในฝ้าเพดาน ซึ่งเมื่อเปิดพัดลมจะทำให้เกิดความกดอากาศต่ำในห้อง ซึ่งจะดึงอากาศภายนอกที่เย็นกว่าเข้ามาภายในอาคารทางหน้าต่าง แล้วออกไปทางหลังคา ผ่านฝ้าเพดาน สำหรับอัตราเร็วลมควรอยู่ระหว่าง 100 ถึง 200 ft/min ขนาดของพัดลมควรมีอัตราการระบายอากาศ 30 ถึง 60 airchanges per hour

$$\text{Recommended flow rate} = \text{floor area} \times \text{ceiling height} \times f \text{ (CFM)}$$

เมื่อ $f = 0.5$ สำหรับพัดลมติดตั้งร่วมกับระบบปรับอากาศ, $f = 1.0$ สำหรับระบบพัดลมอย่างเดียว



รูปที่ 2.48 รูปแสดงลักษณะการติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ฝ้าเพดาน

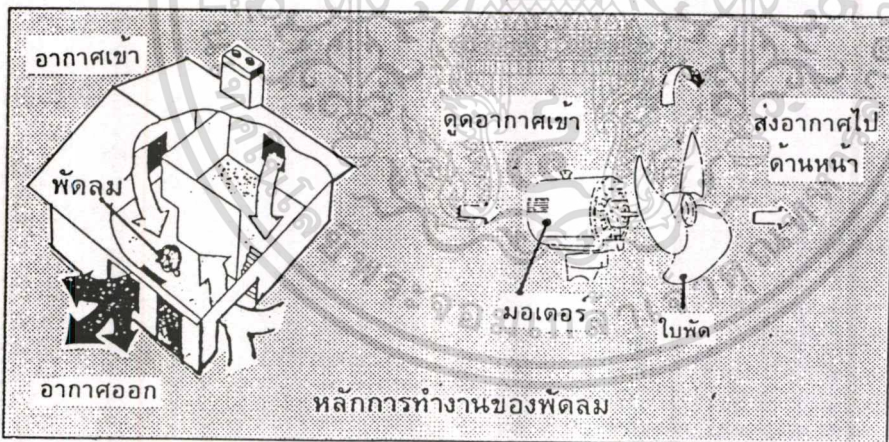
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การทำความเย็นโดยพัดลม (Forced Ventilation-Electric Fans)

พัดลม จากการศึกษา ของ OLGAY (1962) พบว่าตัวแปรที่ช่วยเสริมให้มนุษย์เรามีความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงในลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ได้แก่ การมีความเร็วลมที่เพียงพอ และเมื่อใช้ความเร็วลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง พบว่าทุกๆ 100 fpm (5 m/s) ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น คนเราจะรู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่า แม้อุณหภูมิของอากาศจะร้อนกว่าปกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอ เราอาจมีความรู้สึกเหมือนหนึ่งว่าเราอยู่ในสภาวะที่น่าสบายได้

พัดลมเพดาน และพัดลมตั้งพื้น เป็นสิ่งที่หาง่าย และประหยัดพลังงานมากกว่าระบบปรับอากาศ พัดลมทำให้บริเวณที่ใช้งานมีสภาพของอุณหภูมิ สภาพการเคลื่อนตัว และสภาพของการระบายอากาศที่ดีขึ้น หลักการของพัดลมคือ มอเตอร์ที่ติดอยู่ด้านหลังเมื่อทำงานอากาศส่วนหลังใบพัดส่งไปยังส่วนหน้าใบพัด คือหลักการดูดอากาศจากด้านหลังส่งไปยังด้านหน้าของใบพัด ด้วยความเร็วตามการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ สำหรับห้องที่ติดตั้งพัดลมควรจะเป็นห้องที่ไม่ทึบ มีช่องให้อากาศภายนอกเข้ามาผสมหรือถ่ายเทออกไปได้ พัดลมให้ความรู้สึกสบาย แต่ไม่ได้ลดความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 2.49 รูปแสดงหลักการทำงานของพัดลม

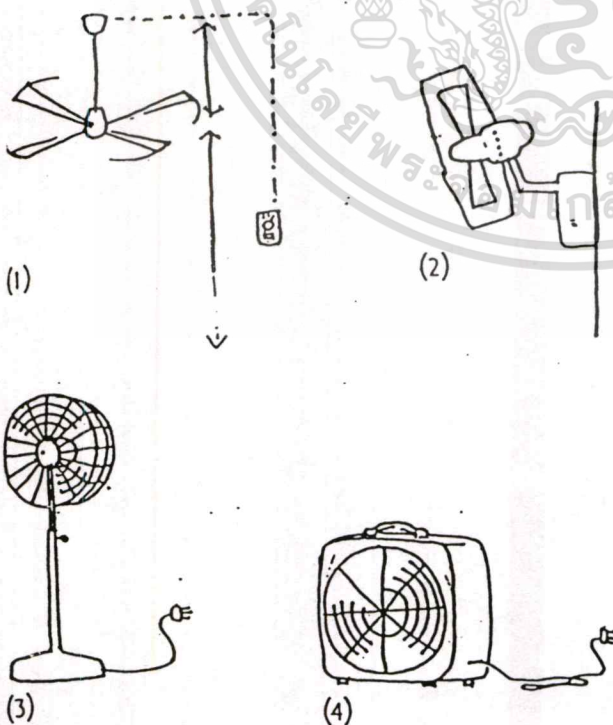
พัดลมตั้งพื้นสามารถให้อัตราเร็วลม 4 m/s ที่ระยะ 3 เมตร และ 0.5 m/s ที่ระยะ ถึง 12 เมตร พัดลมสามารถแบ่งออกตามการนำไปใช้งานและการติดตั้งได้ 6 ชนิดคือ

- พัดลมตั้งพื้น (Desk Fan) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 6-16 นิ้ว หรือ 150-400 มิลลิเมตร มีสวิทช์ควบคุมการทำงาน โดยสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วลมได้ตั้งแต่ 2-4 ระดับ และมีปุ่มควบคุมการส่ายที่ด้านหลังของพัดลม

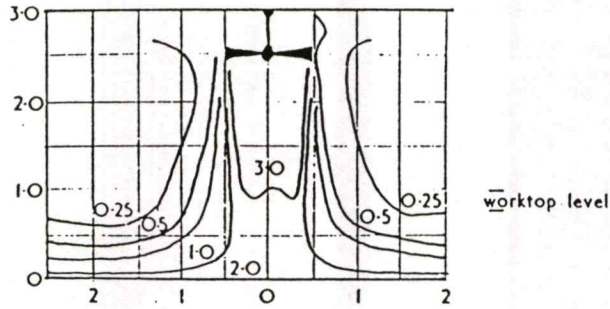
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

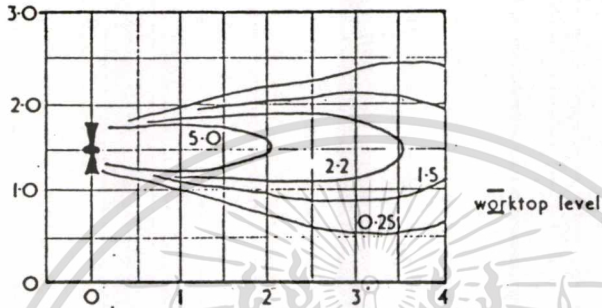
- พัดลมตั้งพื้น (Floor Fan) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 3.2-24 นิ้ว หรือ 80-600 มิลลิเมตร มีสวิตช์ปรับเปลี่ยนความเร็วลมได้ 2-4 ระดับ และปุ่มควบคุมการส่ายไปมาที่ด้านท้ายของพัดลม
- พัดลมติดผนัง (Wall Fan) มีขนาดเส้นผ่าเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 8-48 นิ้ว หรือ 200-400 มิลลิเมตร การควบคุมความเร็วและการส่ายของพัดลมจะใช้ระบบชักหรือดึงเชือก เพราะจะสะดวกกว่าการใช้ปุ่มกดควบคุม โดยปกติสามารถปรับระดับความเร็วได้ 3 ระดับ
- พัดลมติดเพดานหรือพัดลมแขวนเพดาน (Attic Fan) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 20.8-72 นิ้ว หรือ 520-1,800 มิลลิเมตร มีสวิตช์ควบคุมระดับความเร็วของพัดลมอยู่ในระดับที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก พัดลมติดเพดานบางแบบมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตกแต่งให้สวยงาม เรียกว่า พัดลมประดับ
- พัดลมแบบโคจร (Orbit Fan) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 12-16 นิ้ว หรือ 300-400 มิลลิเมตร เป็นพัดลมติดเพดานชนิดหนึ่งซึ่งจะส่งแรงลมเป็นรัศมีวงกลม โดยแรงลมที่ส่งออกไปสามารถปรับแคบหรือกว้างได้โดยการปรับสกรูที่ด้านท้ายของพัดลม
- พัดลมดูดอากาศ (Ventilating Fan) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดตั้งแต่ 4-24.4 นิ้ว หรือ 100-610 มิลลิเมตร มีใช้กันมากทั้งในอาคารบ้านเรือน โรงงานและห้องปรับอากาศ ส่วนใหญ่จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อดูดหรือระบายอากาศที่ไม่บริสุทธิ์ภายในห้องออกมานอกห้อง



Basic fan types
 (1) Ceiling mounted fan with control unit on wall
 (2) Wall mounted fan
 (3) Portable standard mounted fan
 (4) Portable low-level fan



Section—1m ceiling fan



Section—600mm wall fan

Wind speed and distribution with fans

Notes:

Each square is 0.5m × 0.5m.

Wind speeds are metres per second; compare with the effects of different speeds given in appendix C.

รูปที่ 2.51 รูปแสดงลักษณะการกระจายลมที่สัมพันธ์กับอัตราความเร็วลม

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราการระบายอากาศและค่าการใช้งานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของพัดลมติดเพดาน

ขนาดใบพัด (มิลลิเมตร)	อัตราการระบายอากาศ (ลบ.เมตร/นาที)	ค่าการใช้งาน (ลบ.เมตร/นาที/วัตต์)	
	มีคະແປซີເຕอርหรือไม่มีคະແປซີເຕอር	มีคະແປซີເຕอር	ไม่มีคະແປซີເຕอር
900	140	3.40	2.12
1,200	215	4.30	2.74
1,400	270	4.50	2.83
1,500	300	4.80	3.00
1,800	325	4.95	3.08

ตารางที่ 2.7 แสดงการเลือกขนาดพัดลม

Area Served (ft) ²	Fan Diameter (in.)
150	42
225	48
375	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินค่าใช้จ่ายของพัดลมสามารถประเมินได้จากสมการ

$$\text{Hourly operating cost (B/h)} = \frac{\text{Wattage(Watts)} \times \text{Power cost (B/kWh)}}{1000 \text{ (W/kw)}}$$

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพของมอเตอร์

Horsepower	Type	Full Load Efficiency,%
0.05	Shadeed pole	35
0.08	Shadeed pole	35
0.125	Shadeed pole	35
0.16	Shadeed pole	35
0.25	Split phase	54
0.33	Split phase	56
0.50	Split phase	60
0.75	Three-phase	72
1.00	Three-phase	75
2.00	Three-phase	79
3.00	Three-phase	81
5.00	Three-phase	82

เมื่อรู้ค่า horsepower จำนวนวัตต์ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Wattage} = \frac{\text{Horsepower (HP)} \times 746 \text{ W/HP}}{\text{Efficiency}}$$

การศึกษาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและสภาวะสบาย ของจังหวัดสุพรรณบุรี

3.1 สภาพภูมิศาสตร์ทั่วไปของจังหวัดสุพรรณบุรี

จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นจังหวัดในภาคกลางด้านตะวันตกของประเทศไทย ทำเลที่ตั้งของจังหวัดนี้ตั้งอยู่ใกล้อ่าวไทย บนที่ราบลุ่มแม่น้ำท่าจีนตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศา 10 ลิบดาเหนือ (ละติจูด $14^{\circ} 10'$ เหนือ) และระหว่างเส้นแวงที่ 101 องศา 10 ลิบดา ตะวันออก (ลองจิจูด $101^{\circ} 17'$ ตะวันออก)¹ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3.00 – 10.00 เมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ โดยทางรถยนต์ประมาณ 107 กิโลเมตร และรถไฟประมาณ 142 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดข้างเคียงดังนี้

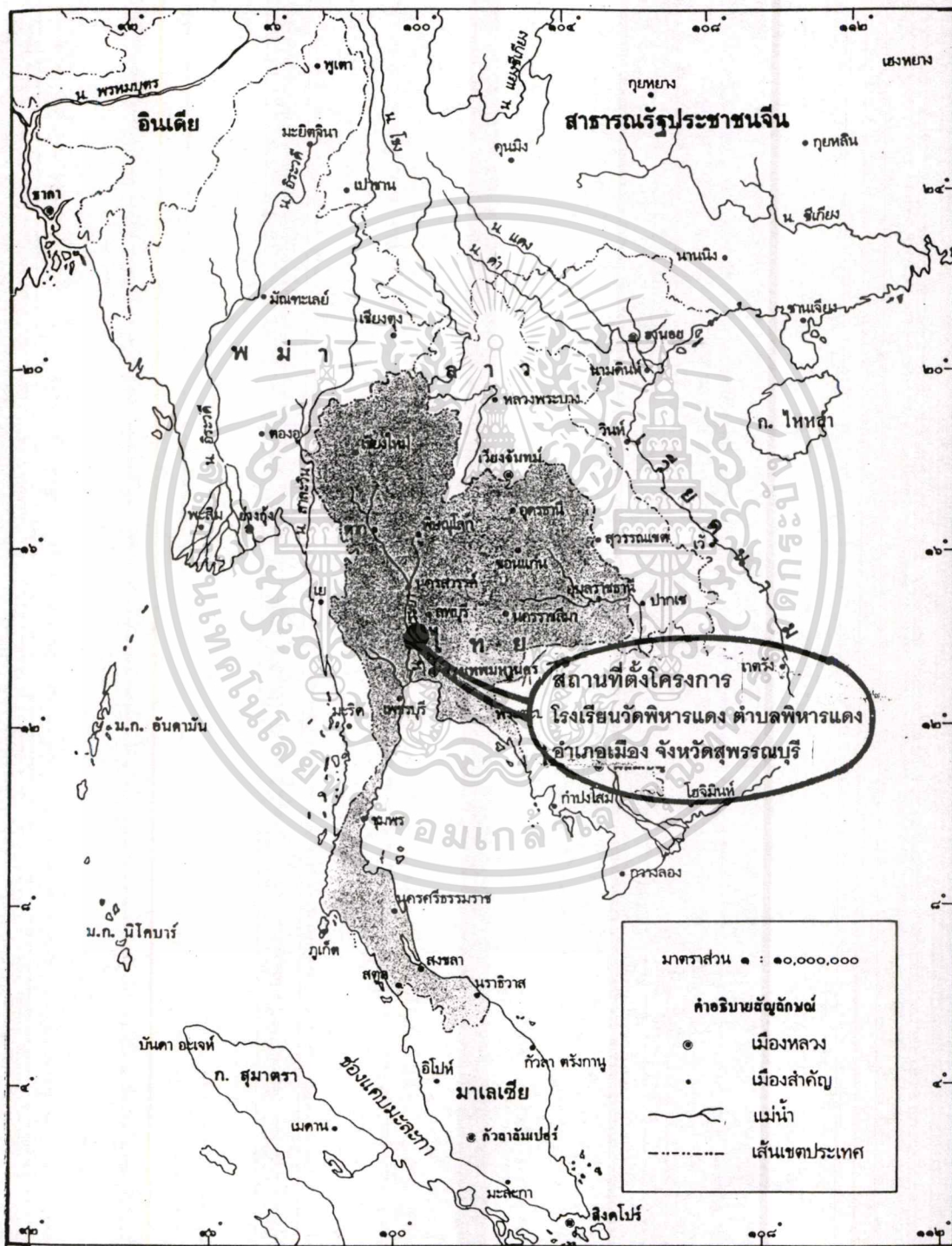
ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	จังหวัดชัยนาทและจังหวัดอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดนครปฐม
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดอ่างทอง สิงห์บุรีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดอุทัยธานี

จังหวัดสุพรรณบุรีมีพื้นที่ทั้งหมดที่ประมาณ 5,349.022 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,343,138.75 ไร่ แบ่งการปกครองออกเป็น 10 อำเภอ 110 ตำบล 909 หมู่บ้าน 22 ชุมชน ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มที่ลาดเทจากเหนือสู่ใต้ โดยพื้นที่ราบสูงจะอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัด ตลอดแนวจากเหนือจรดใต้ ในบริเวณอำเภอด่านช้างและอำเภอบางนางบัว พื้นที่ต่ำสุดอยู่ในบริเวณตะวันออกเฉียงใต้กับทางใต้

อำเภอเมืองสุพรรณบุรี มีเนื้อที่ 550.162 ตารางกิโลเมตร เป็นศูนย์กลางการบริหาร การปกครอง ของจังหวัดสุพรรณบุรี ในเขตอำเภอเมืองประกอบด้วย 20 ตำบล 121 หมู่บ้าน 10 ชุมชน 35,154 หลังคาเรือน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ประมาณร้อยละ 99.92 อำเภอเมืองสุพรรณบุรี มีอาณาเขตติดต่อดังนี้คือ

¹ สำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย, ผังเมืองสุพรรณบุรี, กรุงเทพฯ : 2535, หน้าที่ 11
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

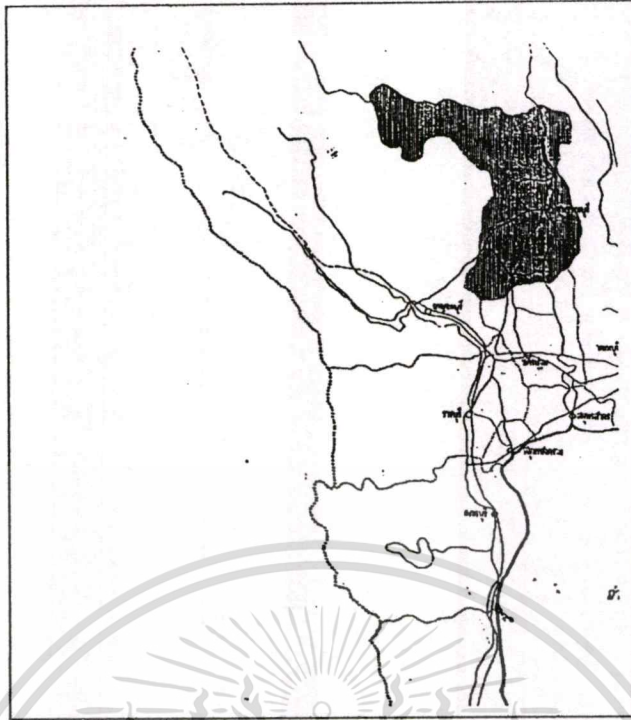
- ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอดอนเจดีย์ และอำเภอศรีประจันต์
- ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอบางปลาม้า
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง และอำเภอผักไห่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อำเภออุทุมพร



รูปที่ 3.1 รูปแสดงสถานที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 รูปแสดงสถานที่ตั้งจังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียง



รูปที่ 3.3 รูปแสดงเขตการปกครองของจังหวัดสุพรรณบุรี

ที่มา : กองสาธารณสุขภูมิภาค สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข รายงานประจำปีงบประมาณ 2537
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สภาพภูมิอากาศทั่วไปในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี

สรุปลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดสุพรรณบุรี สภาพภูมิอากาศจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (HOT HUMID ZONE) สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป มีลักษณะคล้ายคลึงกับจังหวัดอื่นๆ ในภาคกลาง คือจะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านในเดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม นอกจากนี้ยังมีลมตะวันออกเฉียงใต้พัดมาจากทะเลจีนใต้ พัดผ่านเข้ามาในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ลักษณะภูมิอากาศในจังหวัดสุพรรณบุรี สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- กลุ่มช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ซึ่งตรงกับฤดูหนาว เป็นระยะเวลา 4 เดือน ลักษณะภูมิอากาศเย็นและแห้ง เป็นช่วงที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย และบางช่วงเวลาอุณหภูมิอยู่ต่ำกว่าขอบเขตสภาวะสบาย ส่วนในบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่ใกล้ขอบเขตสภาวะสบายสามารถนำการเคลื่อนที่ของกระแสลมมาช่วยให้เกิดสภาวะสบายได้ แนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะชัดเจนมาจากทางด้านทิศเหนือ และจะเริ่มเปลี่ยนแนวทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้เมื่อย่างเข้าเดือนกุมภาพันธ์
- กลุ่มช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม ตรงกับฤดูร้อน เป็นระยะเวลา 3 เดือน เดือนเมษายน เป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่นอกขอบเขตสภาวะสบาย และในบางช่วงเวลาร้อนวิกฤต ต้องอาศัยระบบเครื่องกลหรือระบบปรับอากาศเพื่อช่วยปรับอากาศให้เข้าสู่สภาวะสบาย แนวทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะชัดเจนพัดมาจากทางด้านทิศใต้ ซึ่งเป็นช่วงที่มีกระแสลมแรงมากที่สุด
- กลุ่มช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม ตรงกับฤดูฝน เป็นระยะเวลาประมาณ 5 เดือน ลักษณะภูมิอากาศส่วนใหญ่ร้อนความชื้นสัมพัทธ์สูง ควรมีการออกแบบอาคารเพื่อป้องกันฝนและความชื้นไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย ส่วนบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่นอกขอบเขตสภาวะสบาย สามารถใช้กระแสลมเพื่อช่วยปรับอากาศให้เข้าสู่สภาวะสบายได้ แนวทางการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะชัดเจนมาจากทางทิศใต้ และจะเริ่มเปลี่ยนแนวทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางด้านทิศเหนือในเดือนตุลาคม

3.2.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ ของอากาศอยู่ในเกณฑ์สูงเกือบตลอดปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.4°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.4°C และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 28.0°C อุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนเดือนเมษายน วัดได้ 36.9°C และอุณหภูมิต่ำสุดในฤดูหนาวเดือนธันวาคม วัดได้ 19.5°C

3.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนกันยายนและตุลาคม 93 % และต่ำสุดในเดือนมีนาคม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43% ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 73%

3.2.3 สภาพเมฆปกคลุม

สภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมบางส่วน ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤษภาคม ซึ่งตรงกับฤดูหนาวและฤดูร้อน เป็นระยะเวลาประมาณ 8 เดือน มีเมฆปกคลุมอยู่ระหว่าง 3-7 ส่วนของท้องฟ้า เดือนที่มีท้องฟ้าโปร่งมากคือช่วงเดือน ธันวาคม-พฤษภาคม โดยมีค่าเฉลี่ยท้องฟ้าโปร่งมากที่สุดในเดือนธันวาคม มีค่าเมฆปกคลุมเฉลี่ย 3.8 ส่วนของท้องฟ้า และสภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม เป็นระยะเวลา 4 เดือน มีเมฆปกคลุมอยู่ระหว่าง 7-10 ส่วนของท้องฟ้า โดยมีค่าเฉลี่ยท้องฟ้ามีเมฆมากที่สุดในเดือนสิงหาคม มีเมฆปกคลุมเฉลี่ย 8.7 ส่วนของท้องฟ้า

3.2.4 ช่วงเวลาที่มีแสงแดด

ช่วงเวลาที่มีแสงแดดให้ยึดถือตามกรุงเทพมหานคร จะสังเกตเห็นได้ว่าจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยในเดือนที่มีแสงแดดมากที่สุด คือเดือนธันวาคม-เมษายน ซึ่งจะเป็นช่วงฤดูหนาวกับฤดูร้อน โดยเดือนที่มีจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยแสงแดดมากที่สุดคือเดือนมกราคม เป็นจำนวน 8.5 ชั่วโมง และเดือนที่มีจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยแสงแดดน้อยที่สุดตรงกับฤดูฝน คือเดือนกันยายน เป็นจำนวน 5.0 ชั่วโมง

3.2.5 รังสีดวงอาทิตย์

ปริมาณการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์แยกเป็น คลื่นรังสีสั้นที่สะท้อนจากพื้นดินหรือสิ่งใกล้เคียง หรือคลื่นรังสีความร้อนที่ตกบนพื้นที่แนวนอน ซึ่งจะมีค่าประมาณ 2 เท่าของคลื่นรังสีความร้อนที่ตกบนพื้นที่ทางแนวตั้ง โดยในช่วงที่เกิดความร้อนวิกฤตคือเวลาประมาณ 12.00 นาฬิกา และมากที่สุดในช่วงวันที่ 27 กุมภาพันธ์-12 เมษายน ตรงกับฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 756 วัตต์ต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยความร้อนต่ำที่สุด ในช่วงวันที่ 1 กันยายน-15 ตุลาคม ตรงกับฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 604 วัตต์ต่อตารางเมตร

และคลื่นรังสีรวม (คลื่นรังสีตรงจากดวงอาทิตย์+คลื่นรังสีแผ่กระจาย) หรือคลื่นรังสีความร้อนที่ตกบนพื้นที่ทางแนวตั้ง ซึ่งจะได้รับรังสีความร้อนมากที่สุดในฤดูหนาว ช่วงวันที่ 30 พฤศจิกายน-13 มกราคม ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ เวลา 10.00 นาฬิกา มีค่าเฉลี่ยประมาณ 416 วัตต์ต่อตารางเมตร และรองลงมาทางด้านทิศใต้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 403 วัตต์ต่อตารางเมตร และผนังทางแนวตั้งด้านนี้จะได้รับรังสีความร้อนน้อยมากในฤดูร้อน ช่วงวันที่ 13 เมษายน-28 พฤษภาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 239 วัตต์ต่อตารางเมตร และได้รับรังสีความร้อนน้อยที่สุด ทางด้านทิศเหนือ ในฤดูหนาวตรงกับช่วงวันที่ 30 เมษายน-13 มกราคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 189 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเฉียงและทิศตะวันตก จะได้รับรังสีความร้อนมากในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ในฤดูร้อนตรงกับช่วงวันที่ 27 กุมภาพันธ์- 12 เมษายน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 349 วัตต์ต่อตารางเมตร

3.2.6 กระแสลม

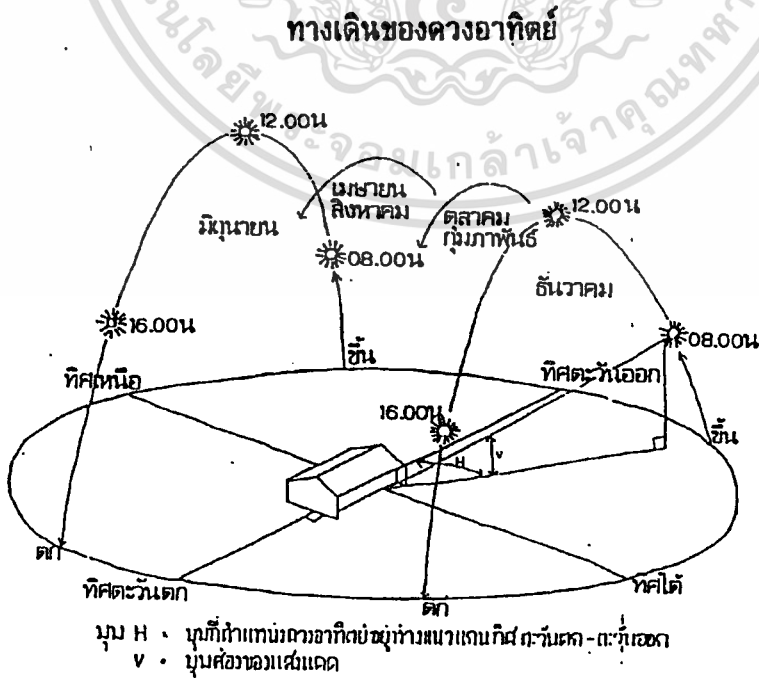
ความเร็วลมท้องถิ่นเฉลี่ยตลอดปี 1.34 – 2.21 เมตรต่อวินาที มีความเร็วลมสูงสุดพัดมาจากทางทิศใต้ ในเดือนมิถุนายนซึ่งตรงกับฤดูร้อน มีอัตราเร็วลม 2.21 เมตรต่อวินาที ทิศทางของลมมาตามฤดูกาลคือพัดมาจากทางทิศใต้ กุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน และความเร็วลมต่ำสุดพัดมาจากทิศเหนือ ในเดือนมกราคม ซึ่งตรงกับฤดูหนาว มีอัตราเร็วลม 1.34 เมตรต่อวินาที

3.2.7 ปริมาณน้ำฝน

จังหวัดสุพรรณบุรีมีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,059.2 มิลลิเมตร/ปี โดยมีปริมาณฝนตกสูงสุด 137.8 มิลลิเมตร/เดือน ในเดือนพฤษภาคม มีจำนวนวันที่ฝนตกสูงสุด 19.4 มิลลิเมตร/วัน ในเดือนกันยายน ปริมาณฝนตกต่ำสุด 42.9 มิลลิเมตร/เดือน ในเดือนกุมภาพันธ์ และมีจำนวนวันที่ฝนตกน้อยที่สุด คือ .8 มิลลิเมตรต่อวันในเดือนมกราคม การกระจายของฝนที่ตกเฉลี่ยจำนวน 100.6 วัน/ปี

3.2.8 ทางเดินดวงอาทิตย์

การศึกษาเรื่องทางเดินของดวงอาทิตย์ ของจังหวัดสุพรรณบุรี และบริเวณใกล้เคียง เราจะพบว่า ตั้งแต่ เดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน ดวงอาทิตย์จะขึ้นเยื้องไปทางด้านทิศเหนือ และค่อนข้างไปทางเหนือมากที่สุด วันที่ 21 มิถุนายน จะตรงกับฤดูร้อน แล้วจะค่อย ๆ กลับลงทางใต้ ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนมีนาคม และค่อนข้างมาทางใต้มากที่สุด ในวันที่ 21 ธันวาคม จะตรงกับฤดูหนาว หมุนเวียนเปลี่ยนไปตลอดปี



รูปที่ 3.4 รูปแสดงทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ค่าสถิติด้านภูมิอากาศในเขต จังหวัดสุพรรณบุรี (ปี พ.ศ. 2531 - 2540)

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ

CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1988-1995

Station	SUPHANBURJ														
Index station	48425														
Latitude	13 44 N														
Longitude	100 08 E														
													levation of station above MSL	7	Meters
													Height of barometer above MSL	8	Meters
													Height of thermometer above ground	1.20	Meters
													Height of wind vane above ground	11.65	Meters
													Height of raingauge	0.80	Meters
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year		
Pressure (Hectopascal)															
Mean	1012.58	1011.53	1010.01	1008.34	1007.22	1006.69	1006.56	1006.97	1008.12	1010.47	1012.72	1014.08	1009.60		
Ext. Max.	1019.62	1018.98	1017.34	1015.04	1012.21	1011.21	1011.42	1011.84	1013.41	1015.94	1019.29	1020.78	1021.51		
Ext. Min	1006.95	1005.69	1004.04	1002.60	1001.95	1001.55	1000.77	1001.29	1002.52	1004.89	1007.08	1007.85	1000.33		
Temperature (Celsius)															
Mean	26.2	27.1	28.9	30.5	30.0	29.2	28.7	28.3	28.2	27.7	26.6	25.2	28.0		
Mean max.	32.6	33.8	35.6	37.3	36.2	34.9	34.1	33.8	34.4	32.2	31.7	31.4	33.9		
Mean min.	21.0	22.1	24.2	25.2	25.8	25.5	25.1	24.9	24.7	24.4	22.4	20.0	23.8		
Ext. max.	34.7	36.0	38.0	39.6	39.3	37.3	37.2	36.7	35.7	34.6	34.2	34.3	39.8		
Ext. min.	18.4	18.6	21.7	22.6	23.2	23.5	23.4	23.2	22.9	21.5	19.1	15.8	15.3		
Relative Humidity (%)															
Mean	71	73	73	70	73	74	75	78	81	80	73	68	74		
Mean max.	90	92	93	91	90	88	89	91	94	93	90	86	90		
Mean min.	46	46	46	43	51	55	57	59	62	62	54	46	52		
Ext. min.	30	29	29	30	36	42	43	46	50	48	42	34	24		
Dew Point (Celsius)															
Mean	19.9	21.1	22.9	23.6	24.1	23.7	23.6	23.8	24.3	23.7	21.0	18.4	22.5		
Evaporation (mm.)															
Mean-Pan	127.6	137.3	182.5	199.3	190.6	171.2	159.9	150.4	141.0	130.5	133.7	135.3	1859.4		
Cloudiness (0-10)															
Mean	4.2	4.0	4.2	5.2	7.0	8.0	8.1	8.8	8.5	7.0	4.8	3.6	6.1		
Sunshine Duration (hr.)															
Monthly total Mean	242.8	234.1	251.3	241.1	183.3	153.2	153.4	125.5	136.7	163.3	201.3	229.9	2316.1		
Daily total Mean	8.1	7.8	8.4	8.0	6.1	5.1	5.1	4.2	4.6	5.4	6.7	7.7	77.2		
Visibility (km.)															
0700 L.S.T.	3.8	2.9	5.0	6.8	9.0	10.2	10.5	10.3	9.6	8.7	7.7	6.4	7.6		
Mean	6.3	6.4	7.1	8.0	9.3	10.1	10.2	10.0	9.7	9.3	8.4	7.8	8.6		
Wind (Knots)															
Mean wind speed	1.5	2.4	3.2	3.2	2.7	3.2	3.2	2.9	1.8	2.1	2.7	2.3	2.6		
Prevailing wind	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N		
Max wind speed	13.8	15.3	20.1	27.5	25.1	22.2	22.6	21.0	21.2	18.9	16.9	18.0	31.6		
Rainfall (MM.)															
Mean	5.9	1.3	14.6	37.7	117.9	98.5	75.8	127.3	239.2	212.9	20.6	4.8	956.5		
Mean rainy day	0.9	0.6	1.4	4.1	10.8	11.5	13.5	16.8	19.0	13.5	2.4	0.6	95.1		
Daily maximum	5.6	1.2	9.3	23.9	47.5	35.2	27.7	40.5	53.3	71.7	12.3	4.4	88.8		
Number of days with															
Haze	30.3	27.8	29.2	23.0	9.0	2.1	3.1	1.2	0.9	4.4	17.6	26.2	174.8		
Fog	6.6	7.8	1.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.8	17.4		
Hail	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Thunder storm	0.1	0.5	0.8	3.9	8.7	5.9	3.3	5.6	12.4	8.5	0.9	0.2	50.8		
Squall	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4		

Computer Section
Climatology division
Meteorological department
23-Dec-97

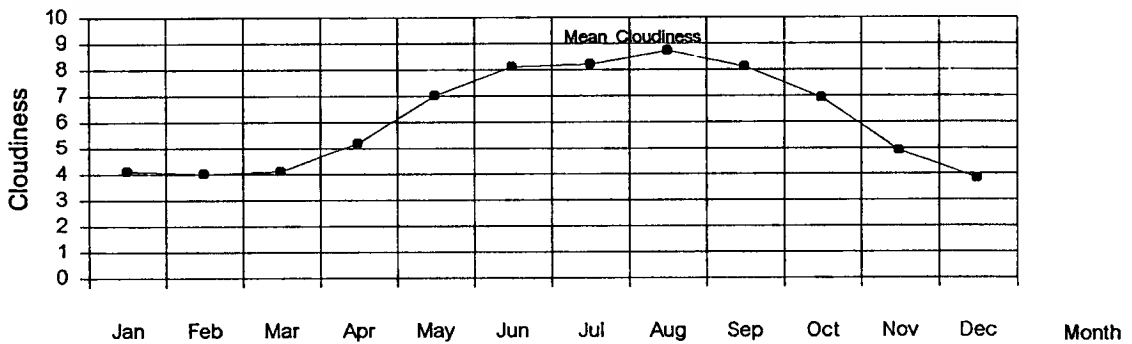
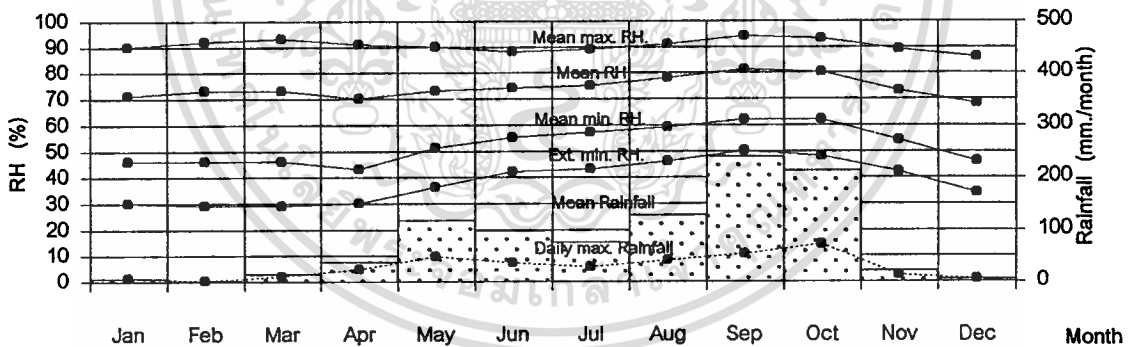
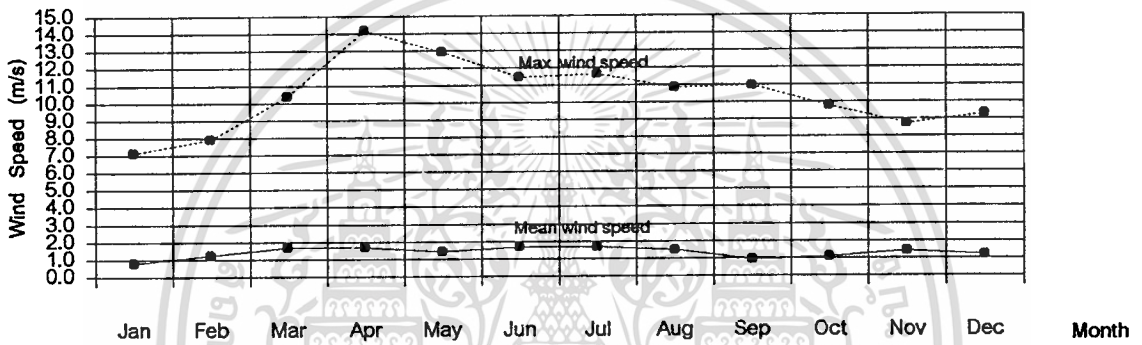
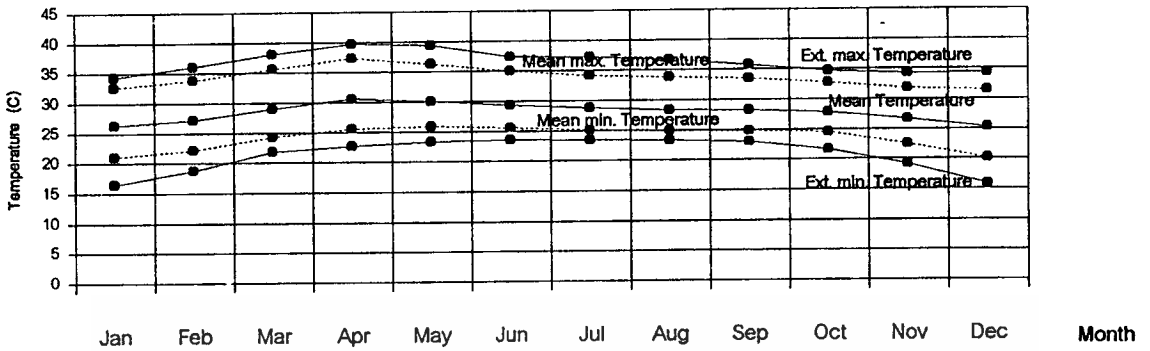
1 นิ้วต = 1.853 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLIMATE GRAPH FOR THE PERIOD 1988-1997

Station : SUPHANBURI

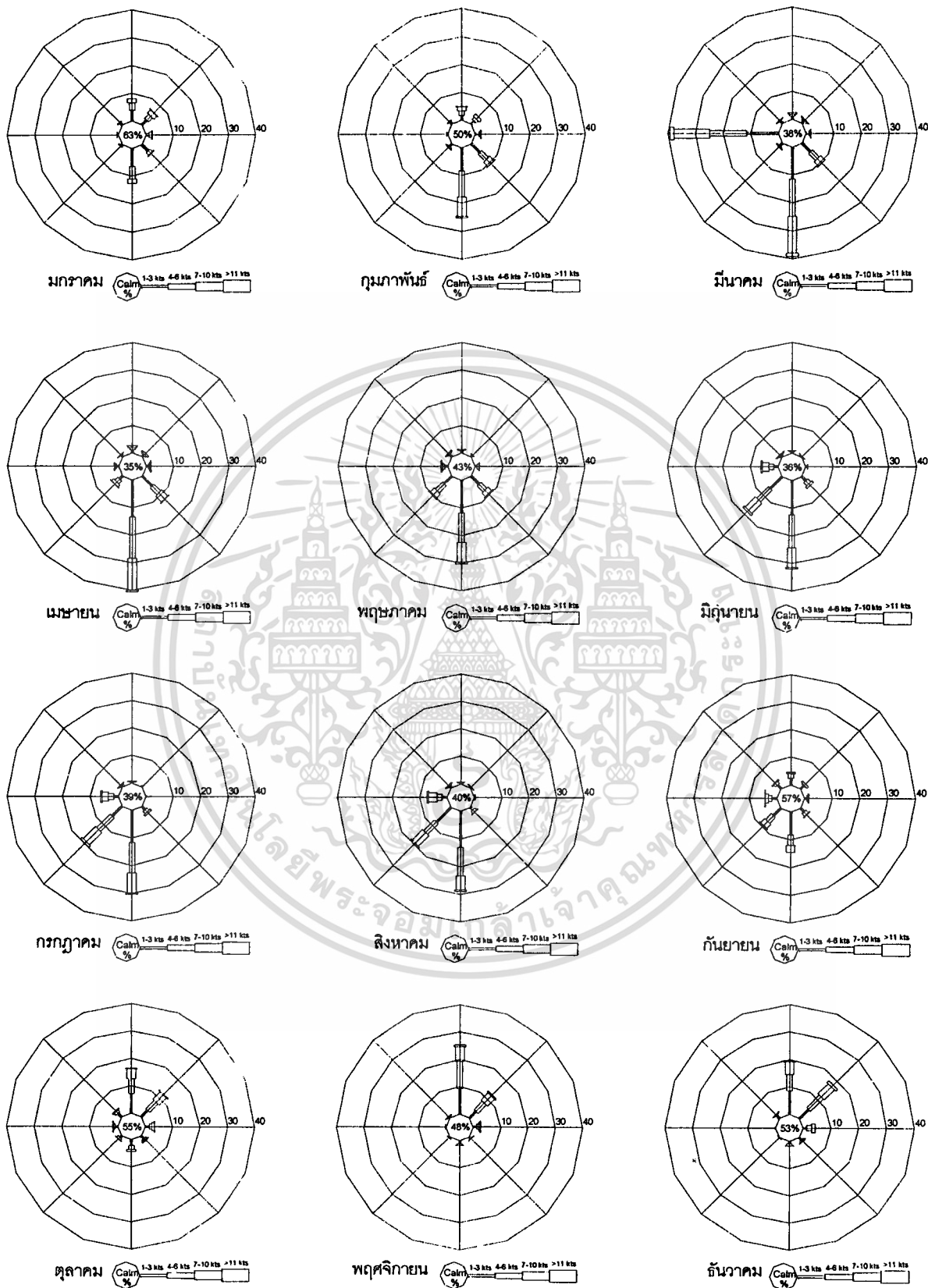
Latitude 13.44 N Longitude 100.08 E



รูปที่ 3.5 รูปแสดงลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ. 2531 - 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



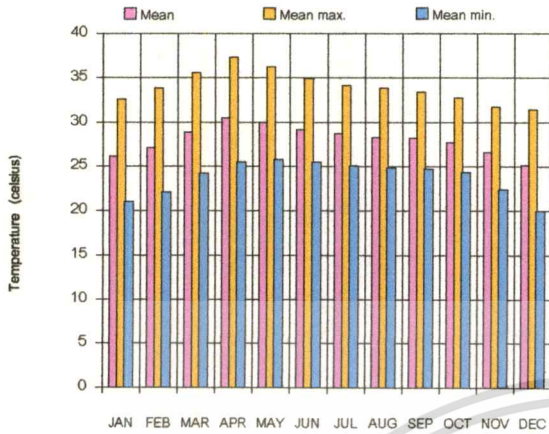
รูปที่ 3.6 รูปแสดงความถี่ ของความเร็วลมและทิศทางรายเดือนจังหวัดสุพรรณบุรี รอบสิบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 พ.ศ.2531-2540
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

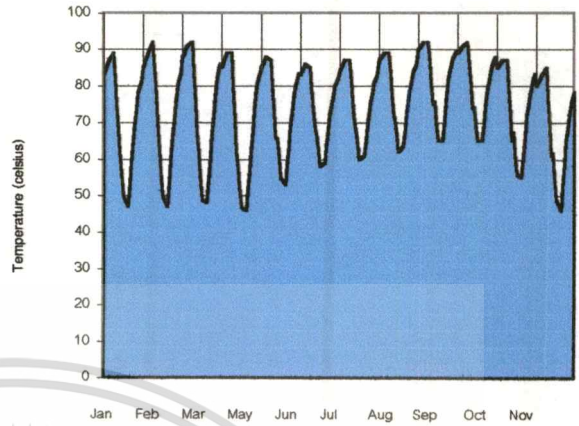
CLIMATIC ANALYSIS

SUPHANBURI 1988 - 1997

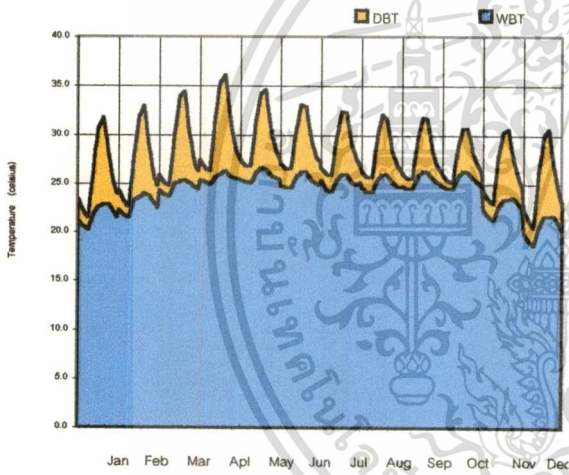
Temperature



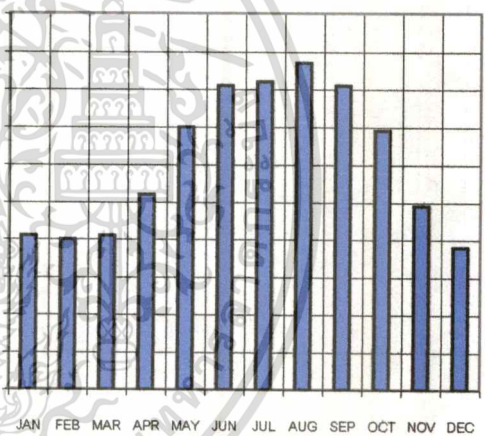
Relative Humidity



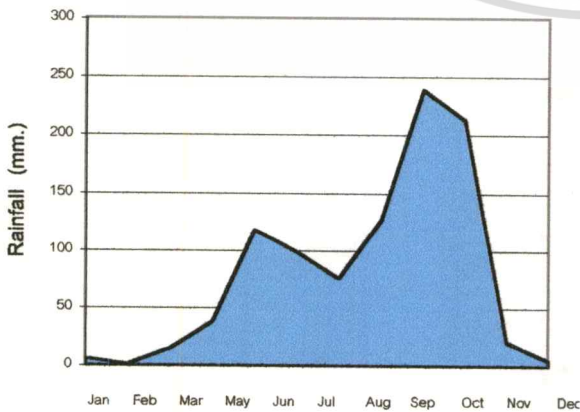
Diurnal Temperature



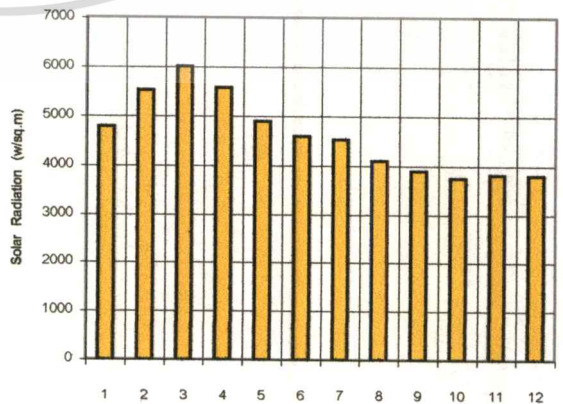
Cloudiness



Mean Rainfall 1988 - 1997



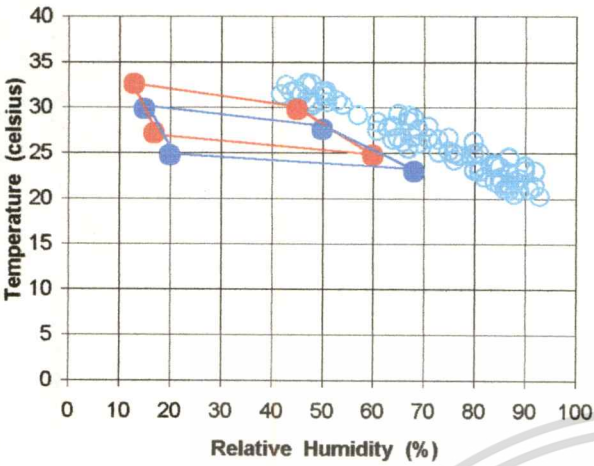
Solar Radiation 1988-1997



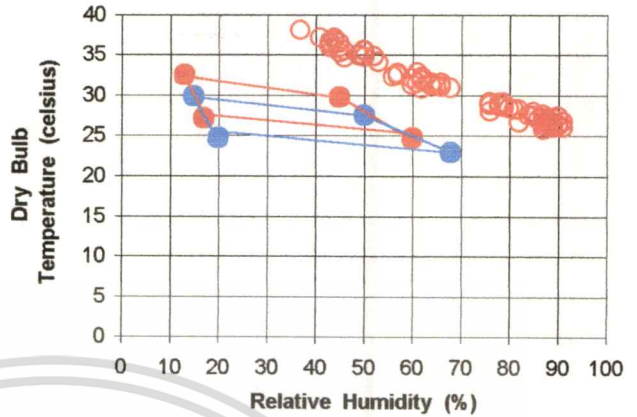
รูปที่ 3.7 รูปแสดงการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ. 2531 - 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

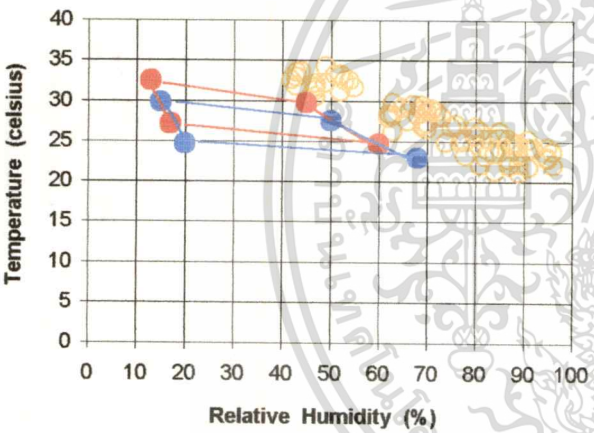
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : JANUARY
1988 - 1997**



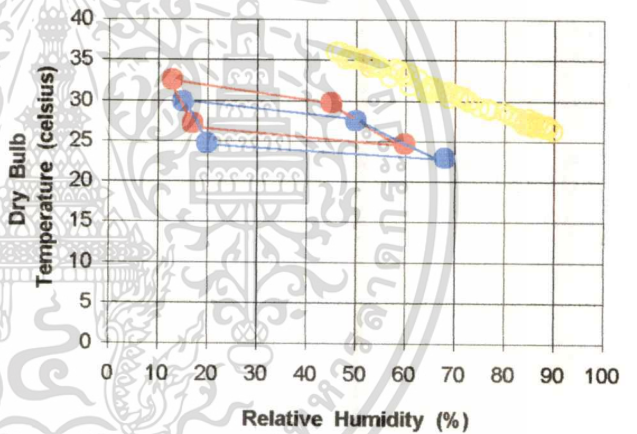
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : APRIL
1988 - 1997**



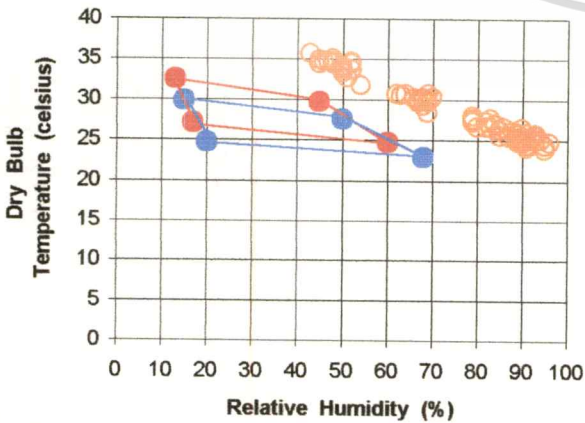
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : FEBRUARY
1988 - 1997**



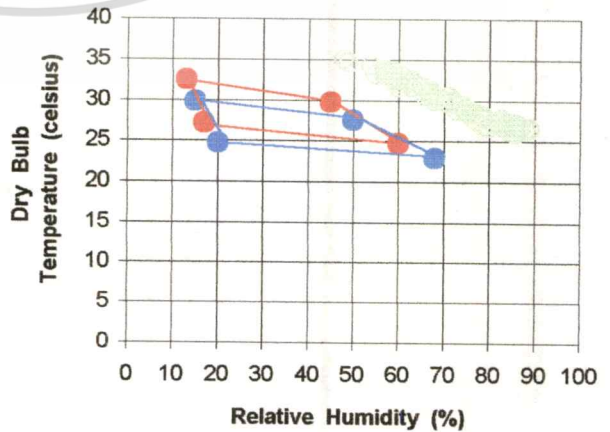
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : MAY
1988 - 1997**



**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : MAR
1988 - 1997**

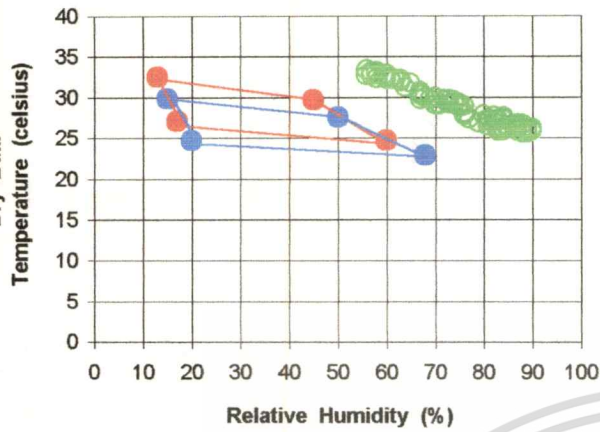


**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : JUNE
1988 - 1997**

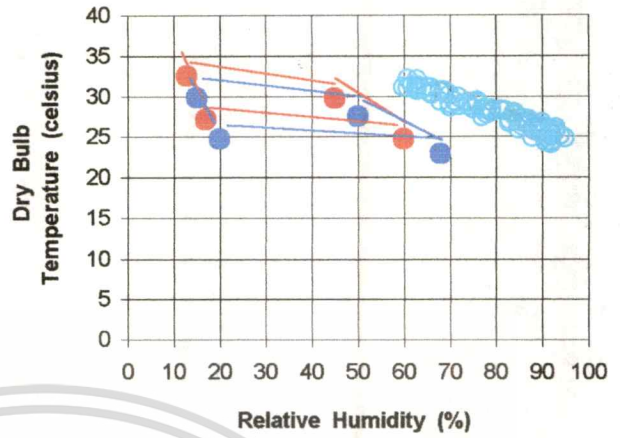


ที่ 3.8 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไบโอไคลเมตริก ช่วงเดือน มกราคม-กันยายน พ.ศ. 2531-2540 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

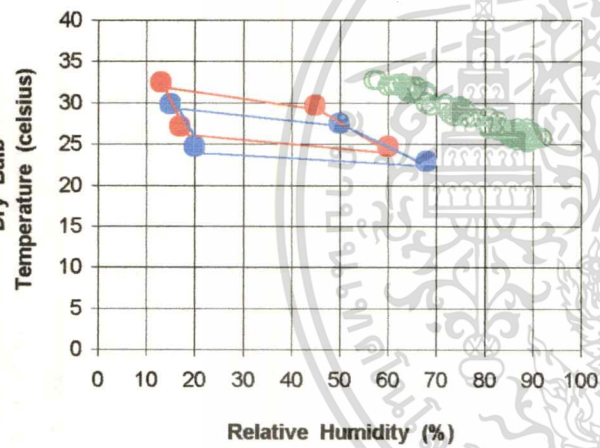
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : JULY
1988 - 1997**



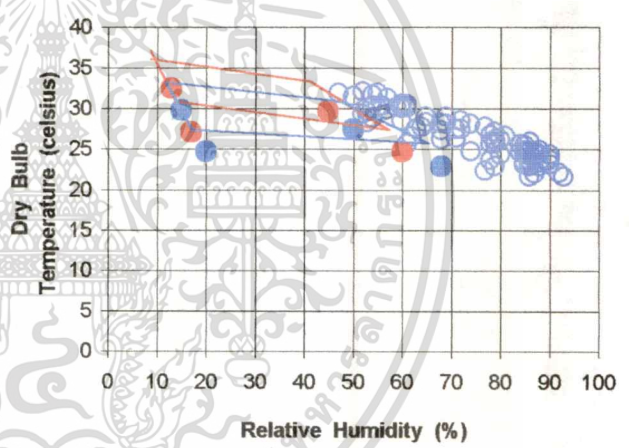
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : OCTOBER
1988 - 1997**



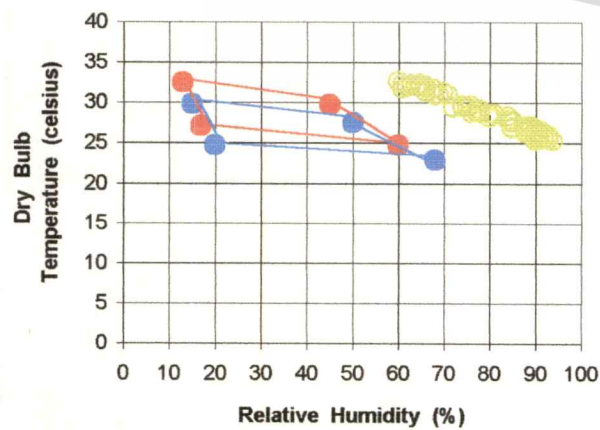
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : AUGUST
1988 - 1997**



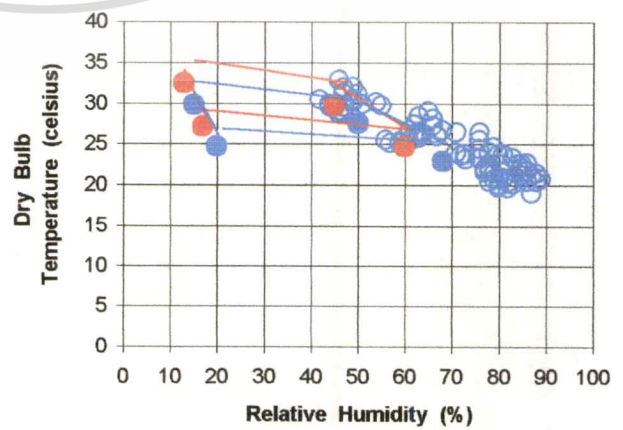
**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : NOVEMBER
1988 - 1997**



**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : SEPTEMBER
1988 - 1997**



**BIOCLIMATIC CHART
SUPHANBURI : DECEMBER
1988 - 1997**



ที่ 3.9 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไบโอไคลเมตริก ช่วงเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2531-2540 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIOCLIMATIC CHART SUPHANBURI : 1988 - 1997

BASE ON COMFORT ZONE FROM PSYCHROMETRIC CHART

WINTER : DBT = 29.8 C, RH = 15%

DBT = 24.7 C, RH = 20%

DBT = 22.9 C, RH = 68%

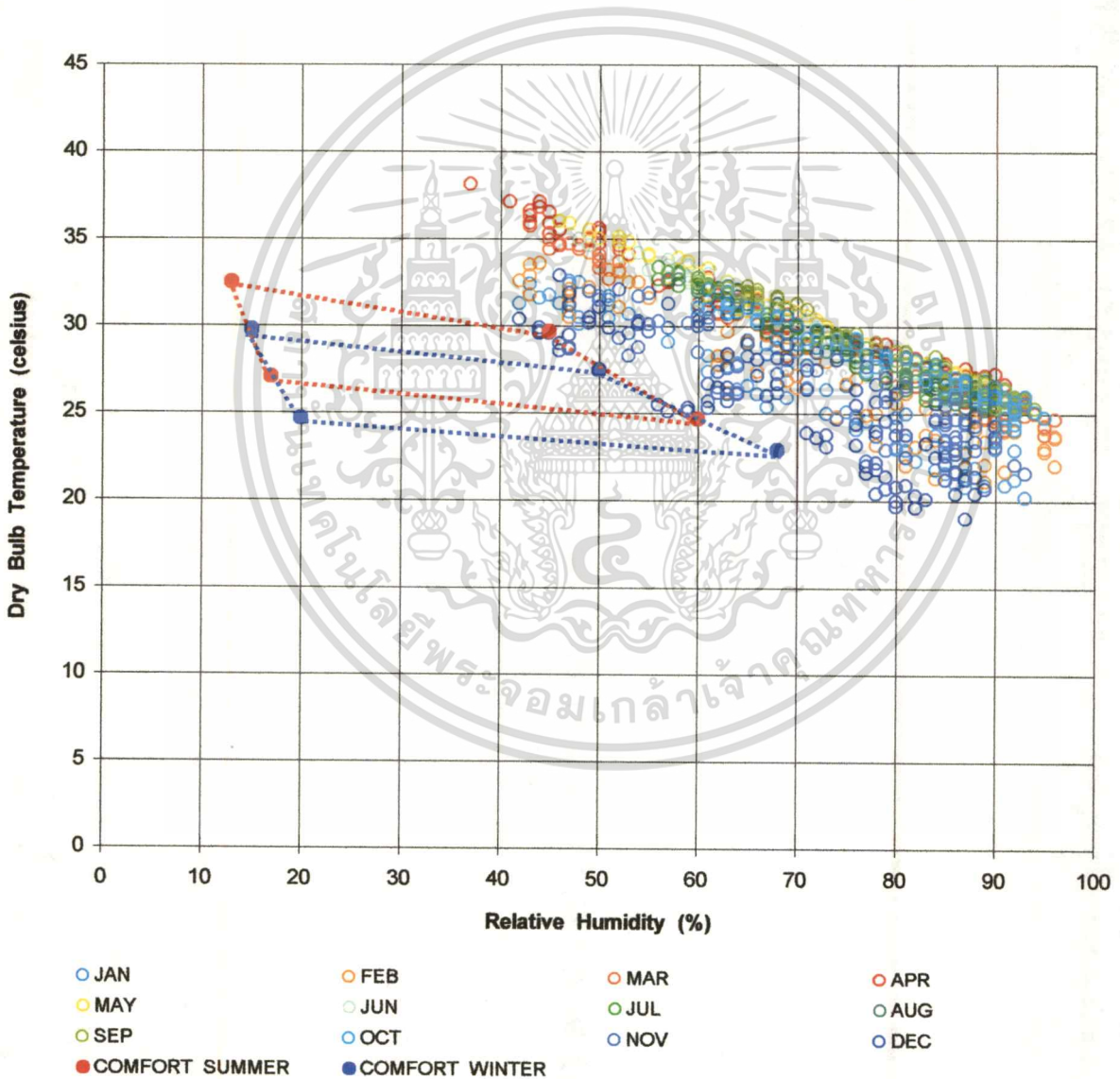
DBT = 27.5 C, RH = 50%

SUMMER : DBT = 32.5 C, RH = 13%

DBT = 27.1 C, RH = 17%

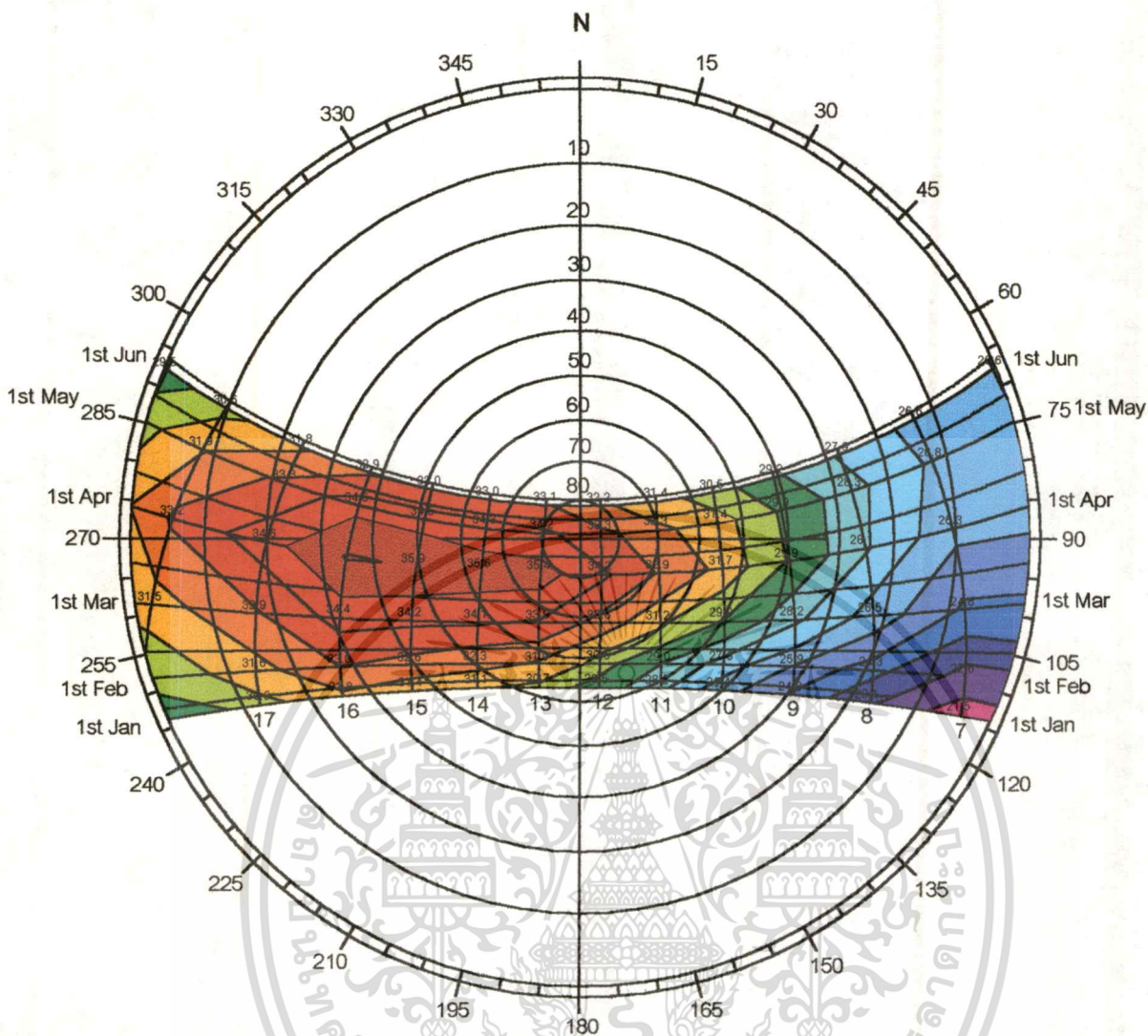
DBT = 24.7 C, RH = 20%

DBT = 29.7 C, RH = 45%



รูปที่ 3.10 รูปแสดงอุณหภูมิอากาศ 12 เดือน บนแผนภูมิไบโอไคลเมตริก

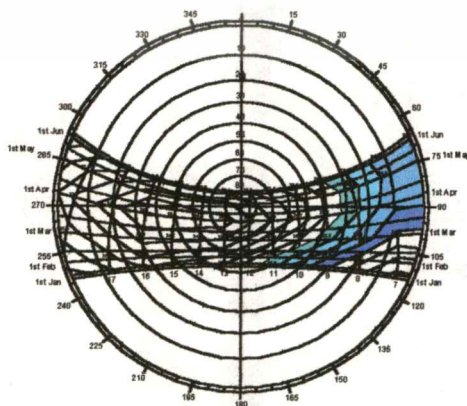
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jan - 1st Jun
dry bulb temperature

base on summer comfort zone 25.05 - 29.05 C

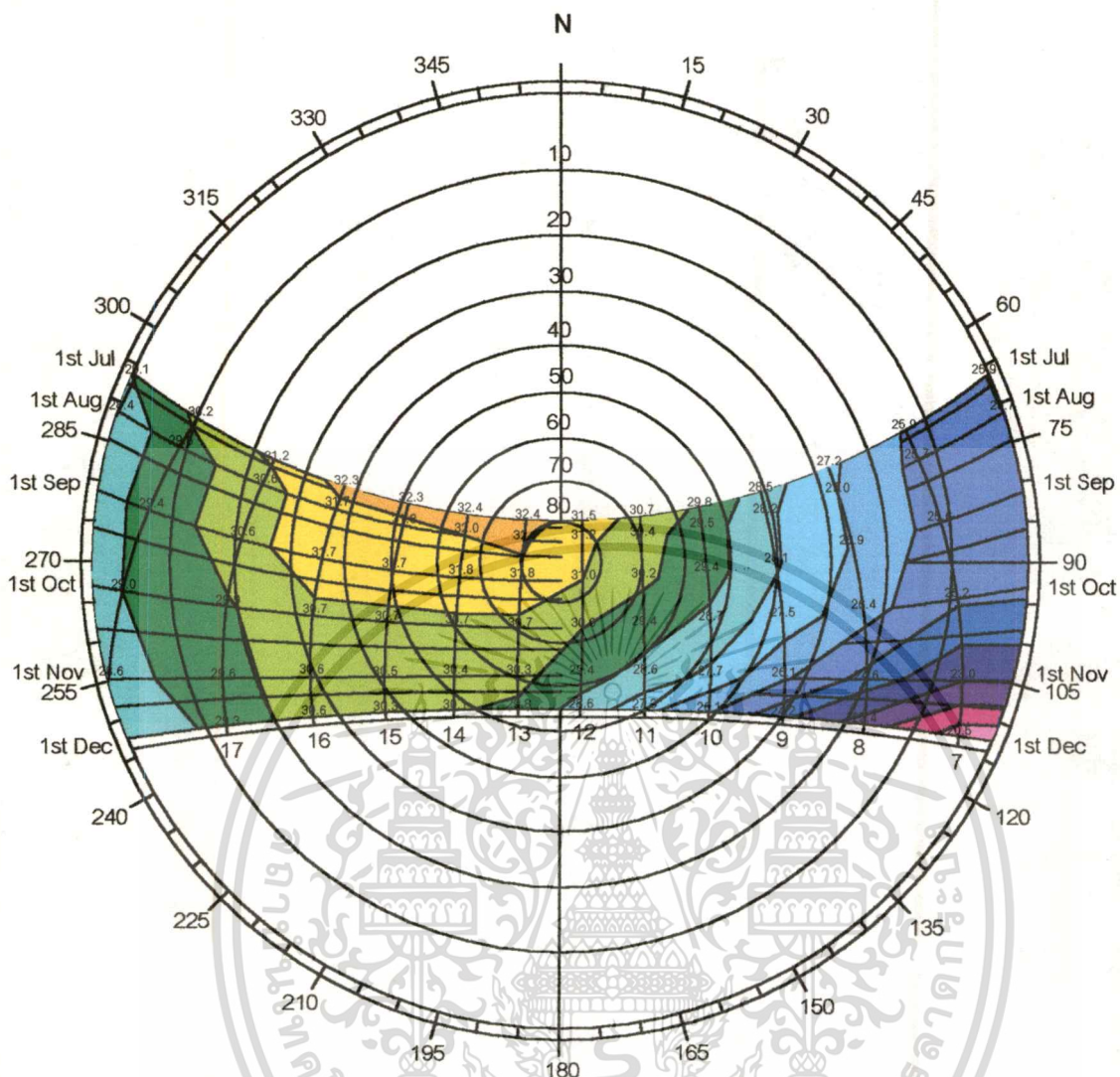


รูปที่ 3.11 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศ บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สร้างไว้เพื่อประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน 2531 - 2540

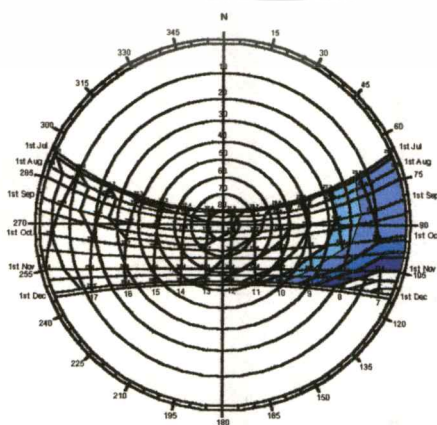
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jul - 1st Dec
dry bulb temperature

base on winter comfort zone 23.41 - 27.41 C

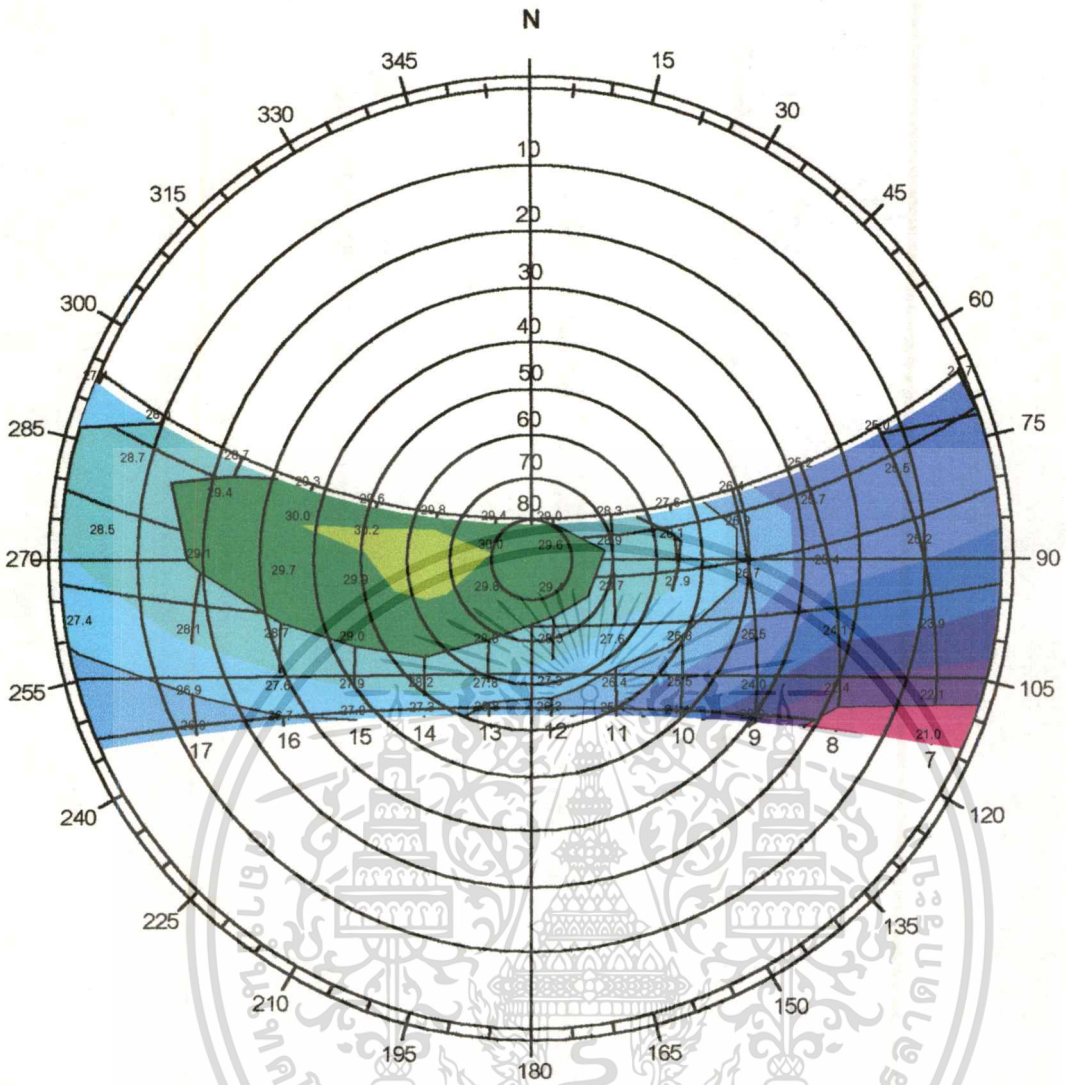


รูปที่ 3.12 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศ บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้ภายในเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงเดือน ธันวาคม 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

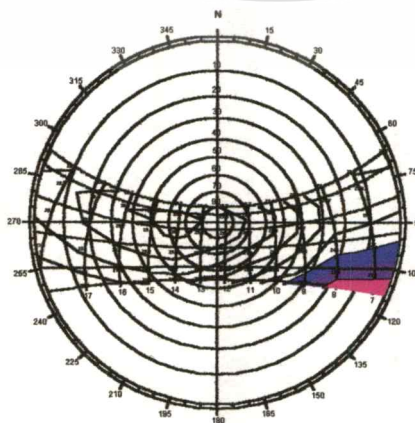


SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jan - 1st Jun

wind velocity = 0.1 m/s

base on summer comfort zone 22.2 - 25.1 C

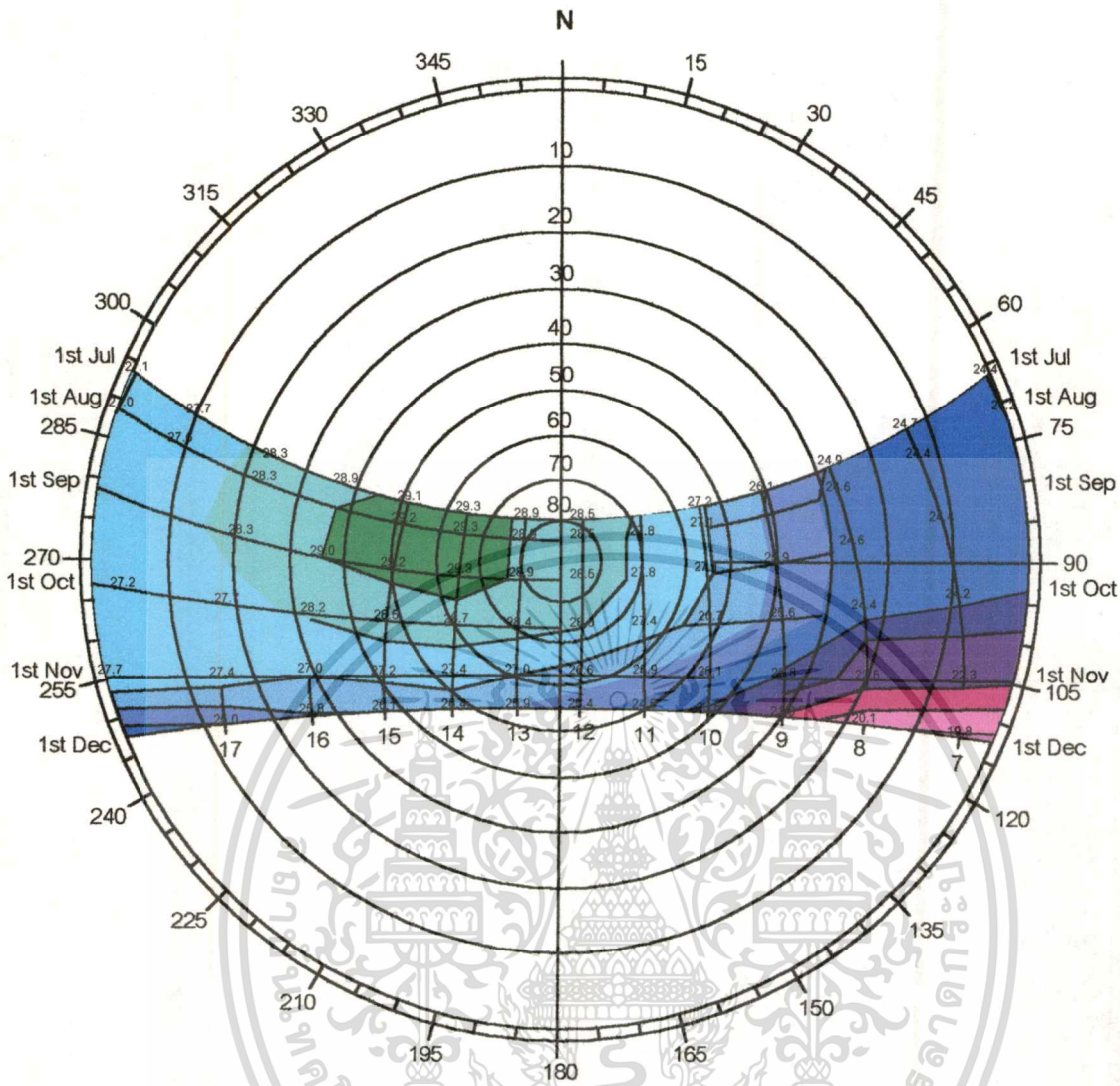


รูปที่ 3.13 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เสนอไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

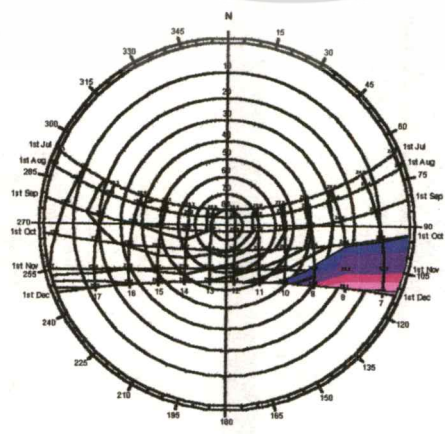
กรณีความเร็วลม = 0.1 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม ถึงมิถุนายน 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



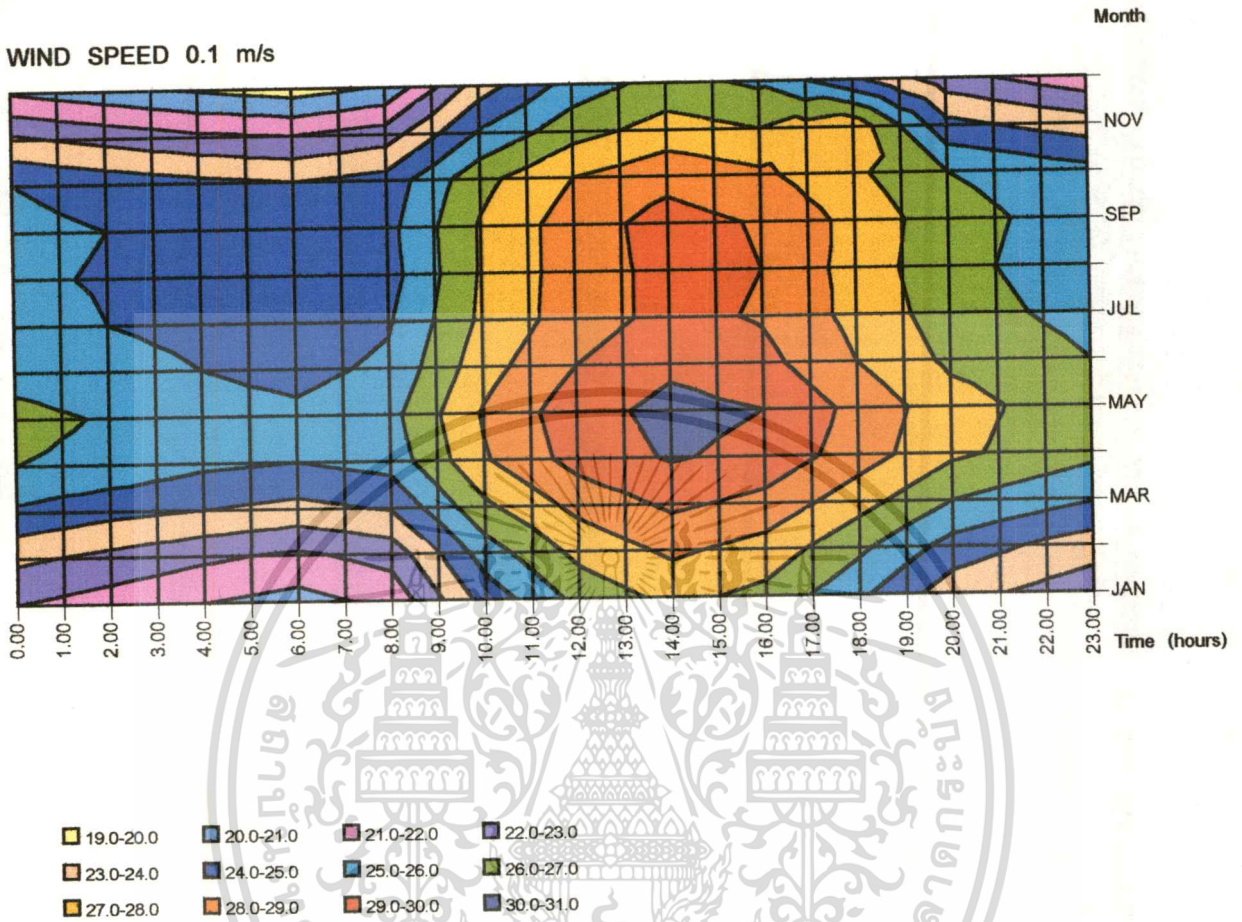
SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jul - 1st Dec
 wind velocity = 0.1 m/s
 base on winter comfort zone 20.9 - 23.8 C



รูปที่ 3.14 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 กรณีความเร็วม = 0.1 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงธันวาคม 2531 - 2540
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOURLY EFFECTIVE TEMPERATURE : SUPHANBURI 1988 - 1997

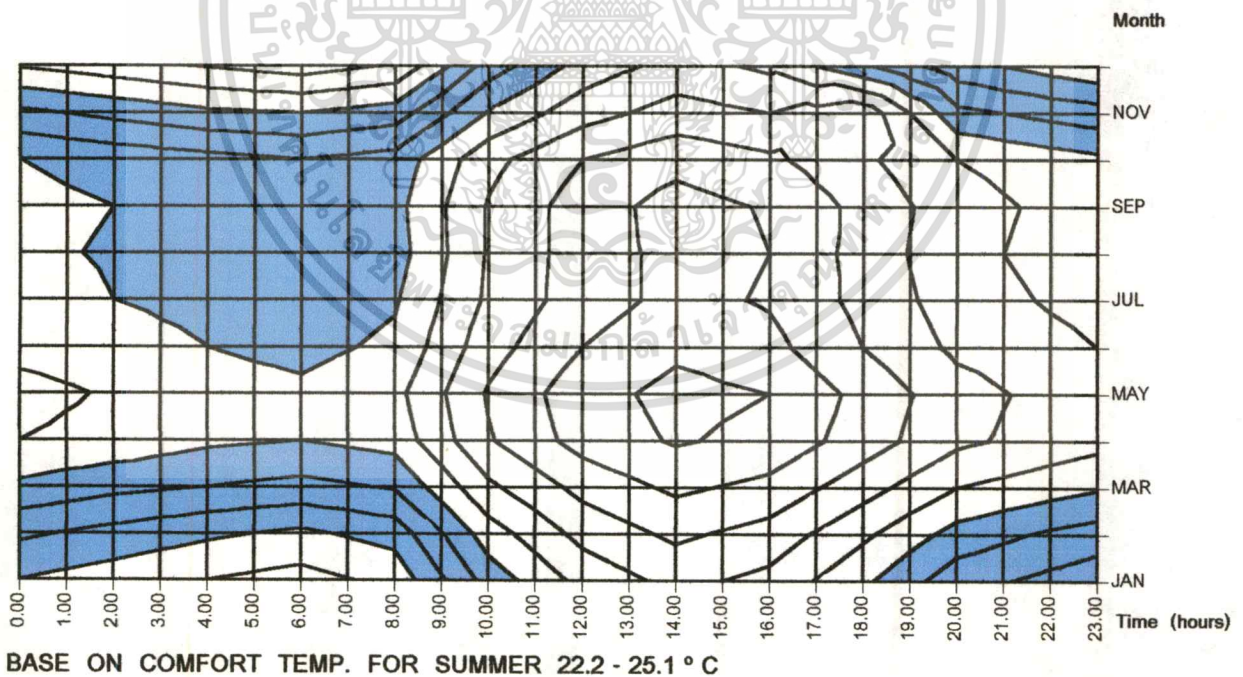
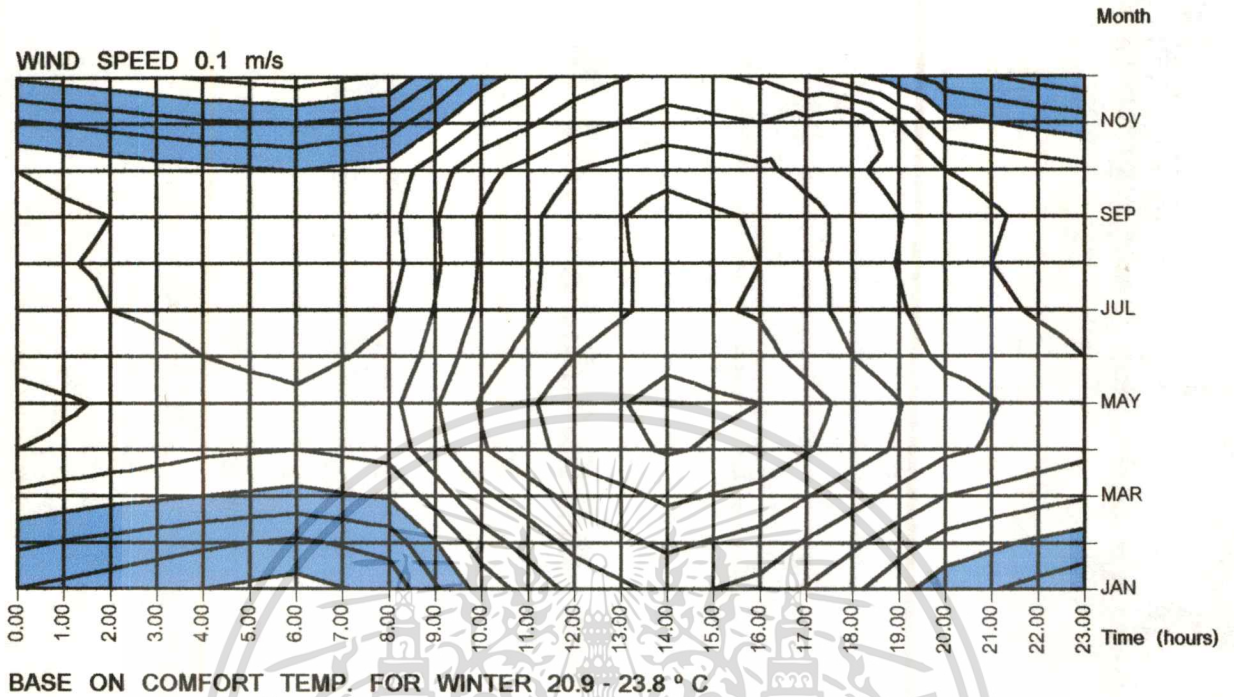


รูปที่ 3.15 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิ ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 0.1 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTIVE TEMPERATURE & COMFORT TEMPERATURE COMPARATIVE

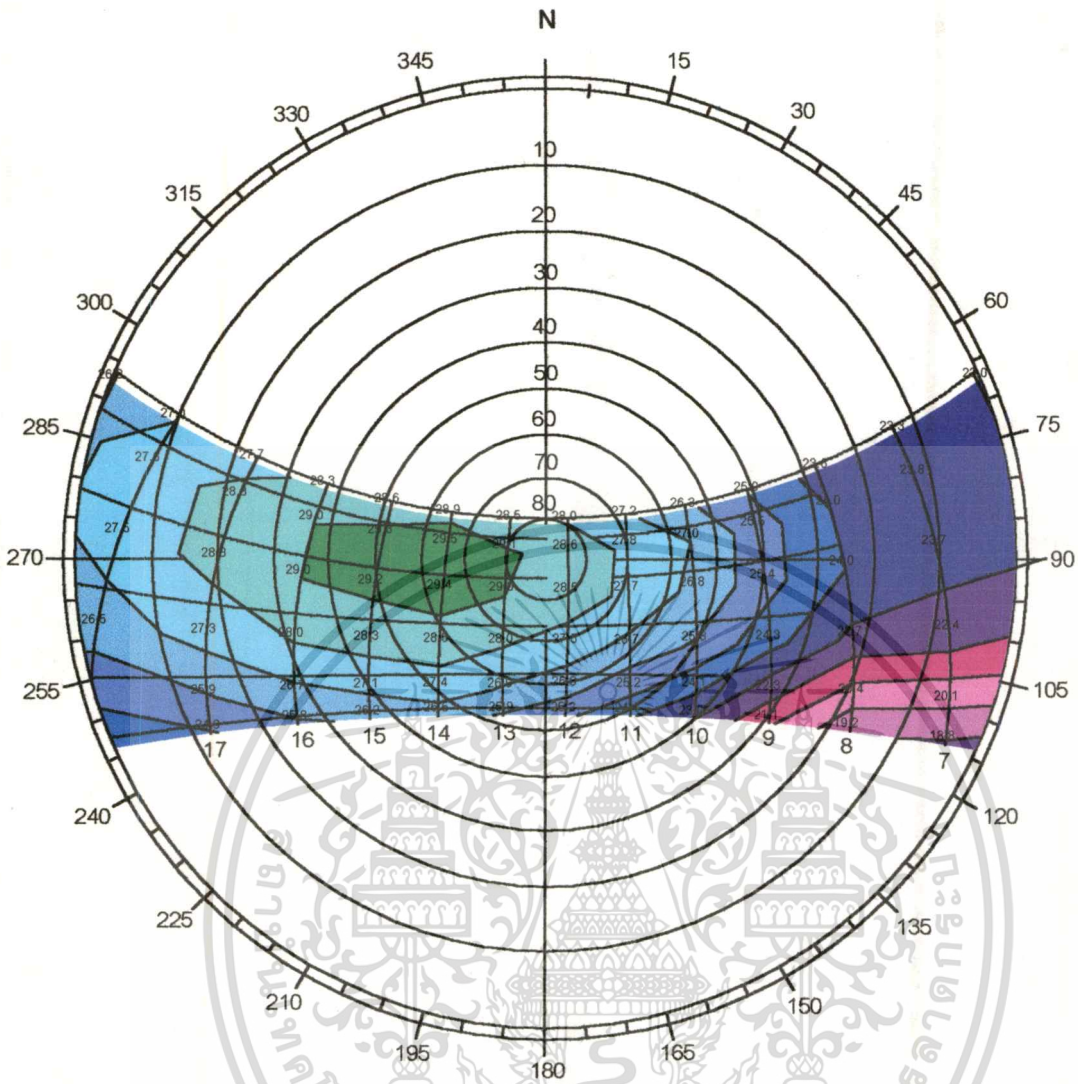
: SUPHANBURI 1988 - 1997



รูปที่ 3.16 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 0.1 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

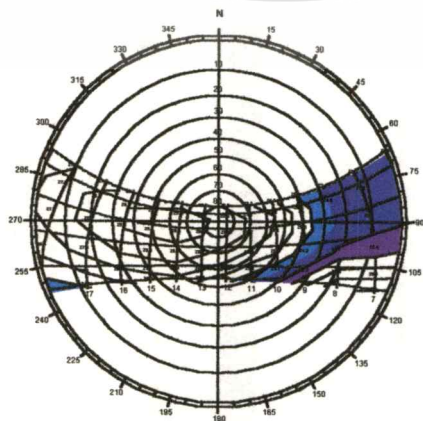


SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jan - 1st Jun

wind velocity = 1.0 m/s

base on summer comfort zone 22.2 - 25.1 C

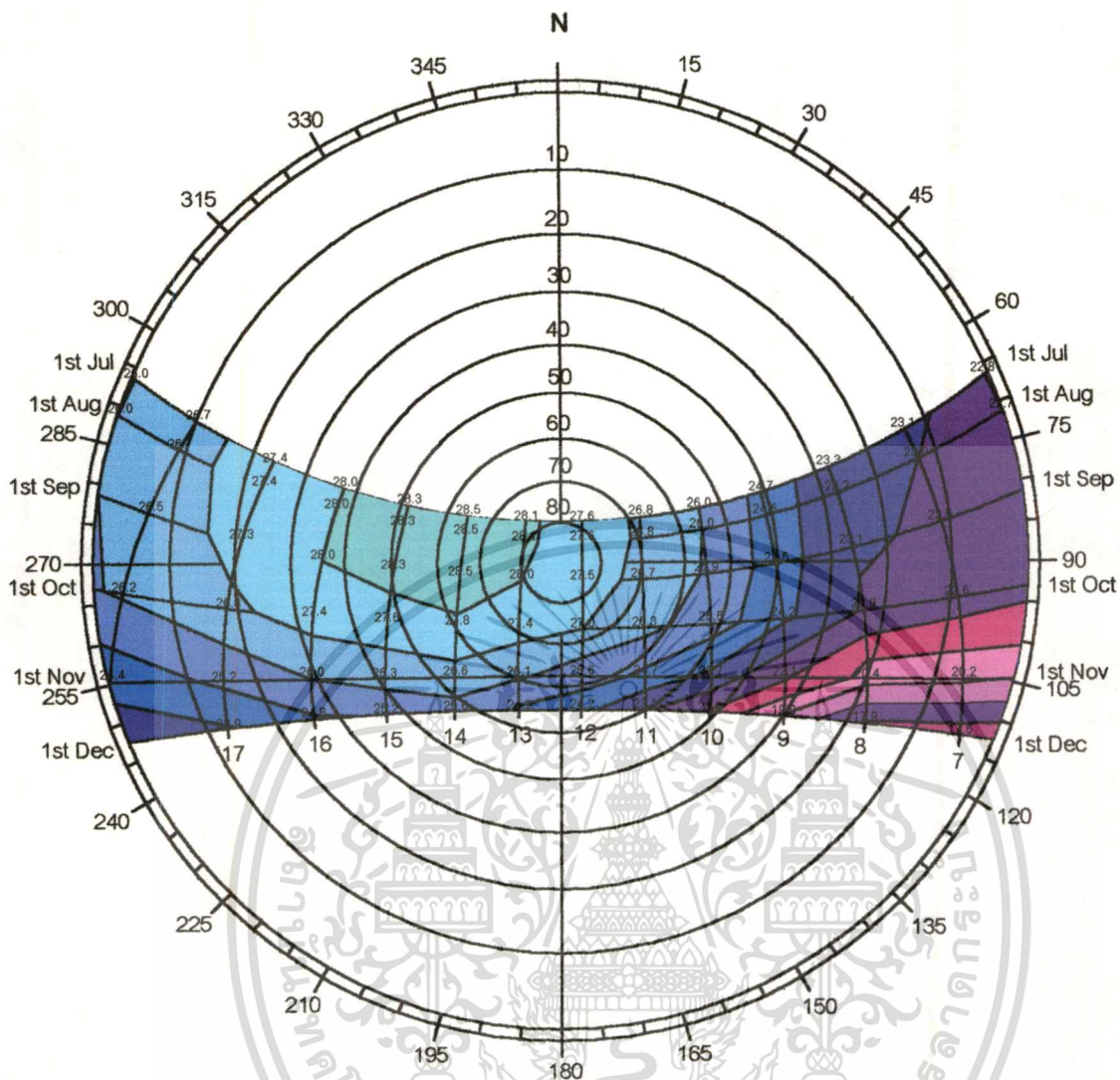


รูปที่ 3.17 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่อาคารที่ออกแบบเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรณีความเร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม ถึงมิถุนายน 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

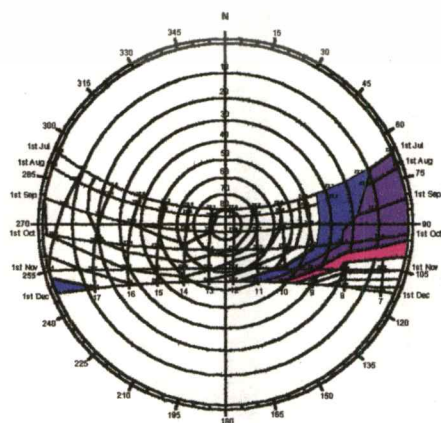


SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jul - 1st Dec

wind velocity = 1.0 m/s

base on winter comfort zone 20.9 - 23.8 C



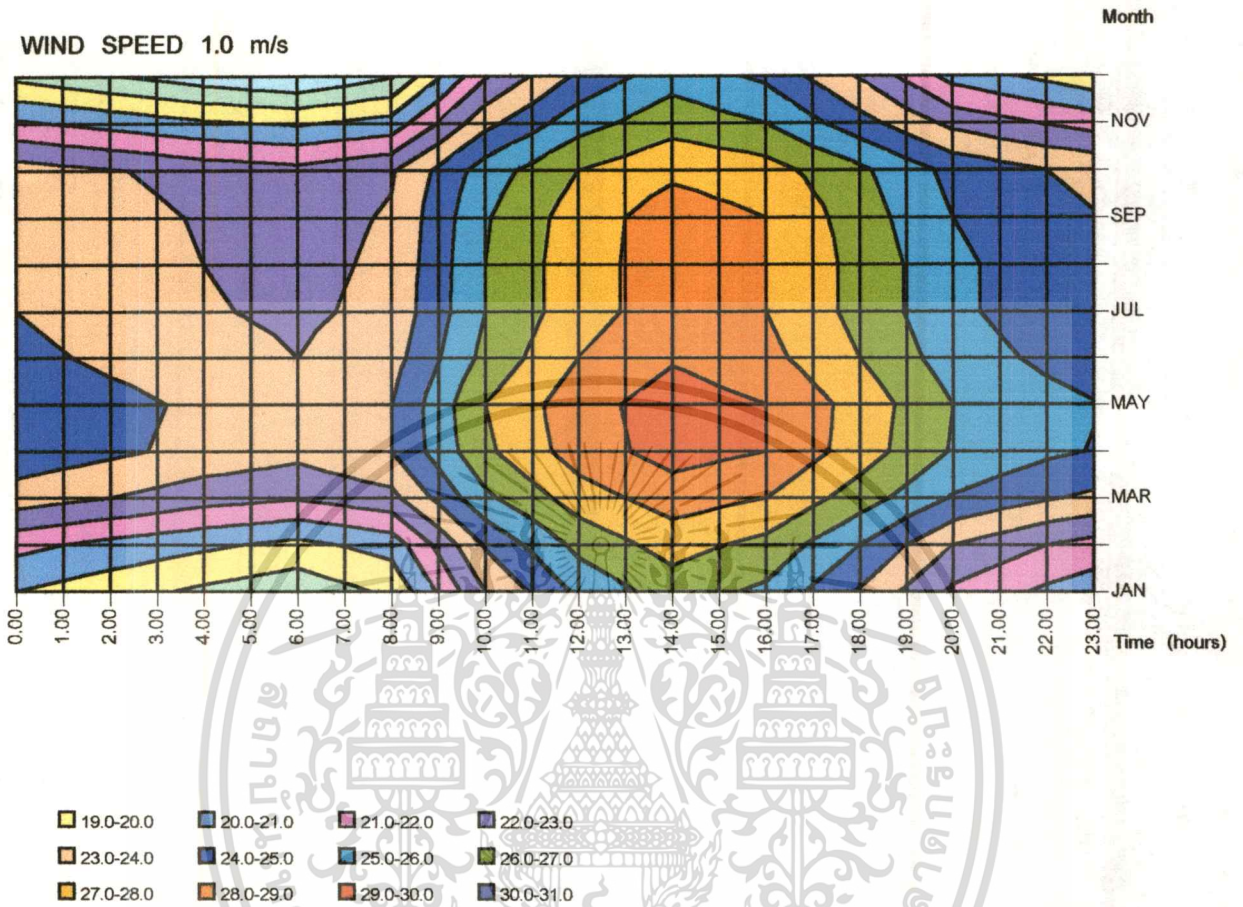
รูปที่ 3.18 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรณีความเร็วลม = 1.0 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงธันวาคม 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

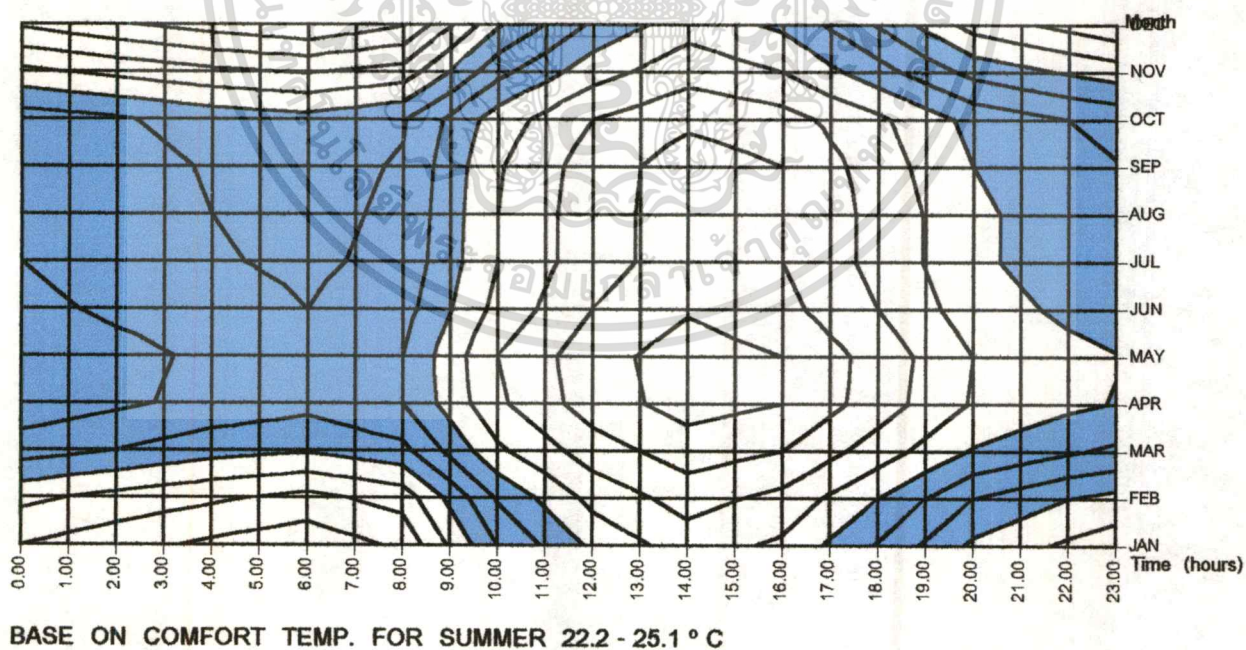
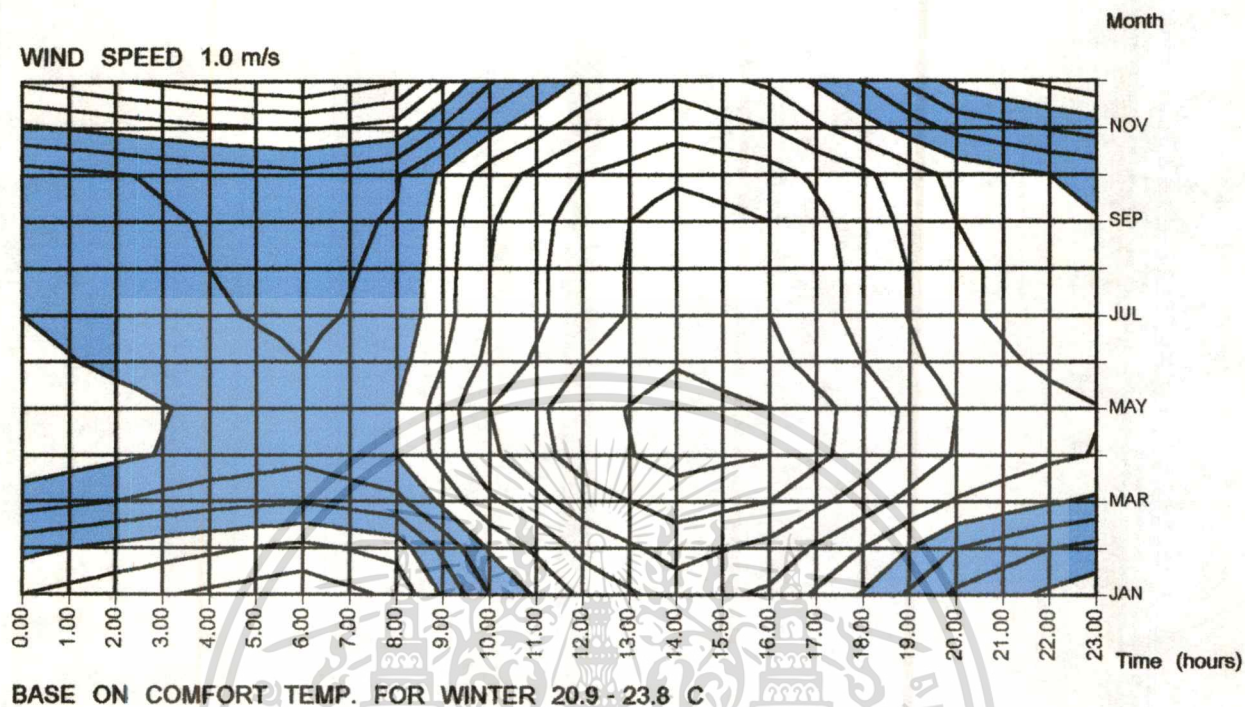
HOURLY EFFECTIVE TEMPERATURE : SUPHANBURI 1988 - 1997



รูปที่ 3.19 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิ ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

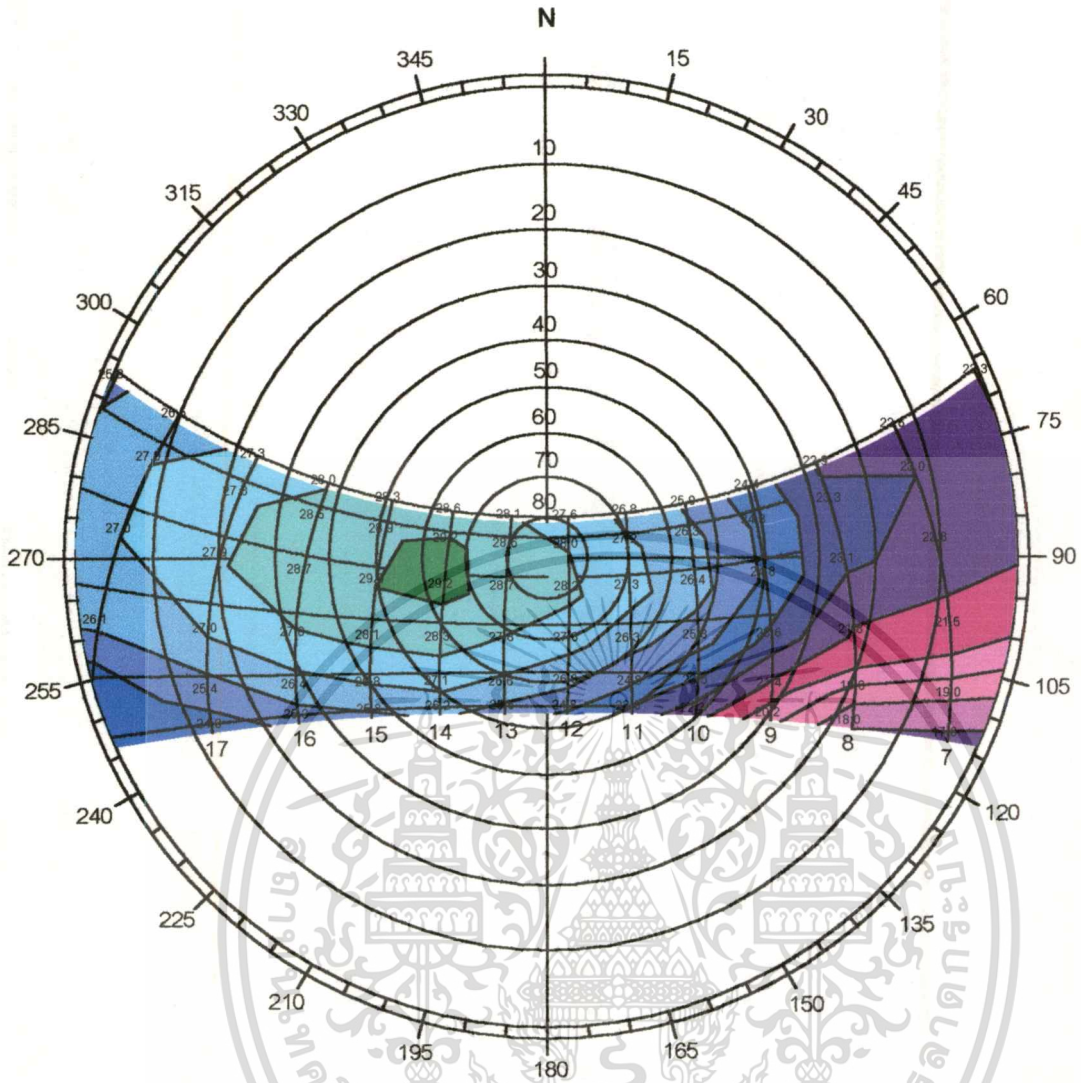
EFFECTIVE TEMPERATURE & COMFORT
TEMPERATURE COMPARATIVE : SUPHANBURI 1988 -1997



รูปที่ 3.20 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

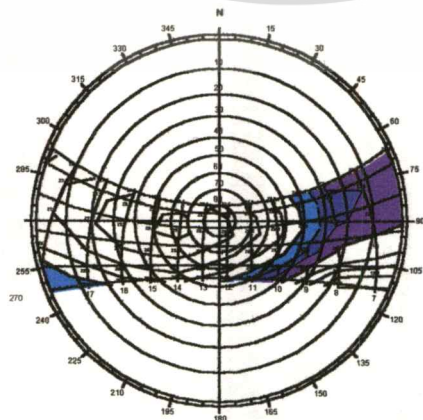


SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jan - 1st Jun

wind velocity = 1.5 m/s

base on summer comfort zone 22.2 - 25.1 C

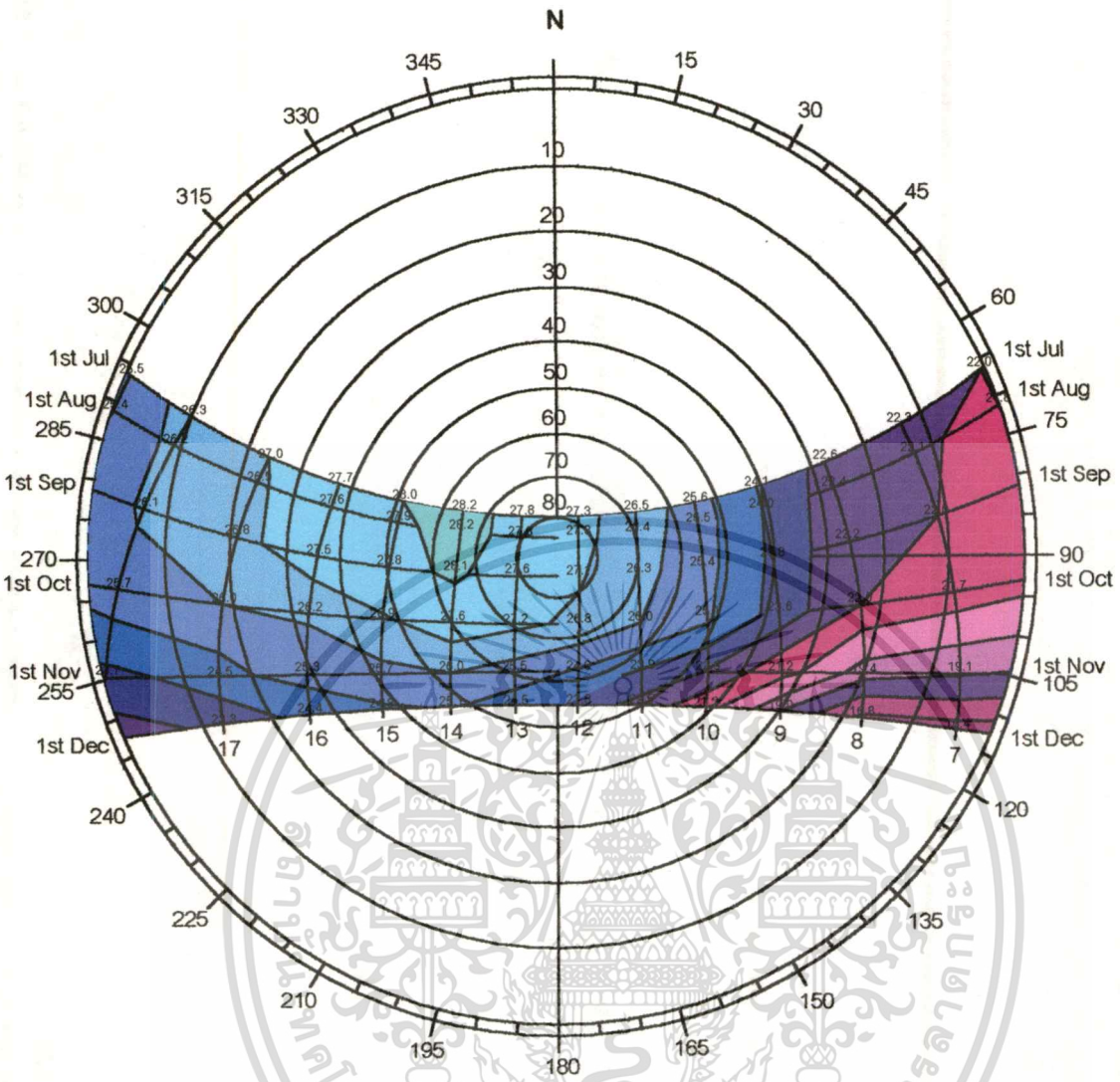


รูปที่ 3.21 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน มกราคม ถึงมิถุนายน 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

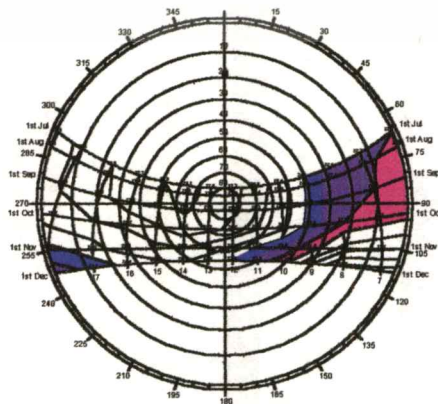


SOLAR CHART : SUPHANBURI 13.44 N

1st Jul - 1st Dec

wind velocity = 1.5 m/s

base on winter comfort zone 20.9 - 23.8 C

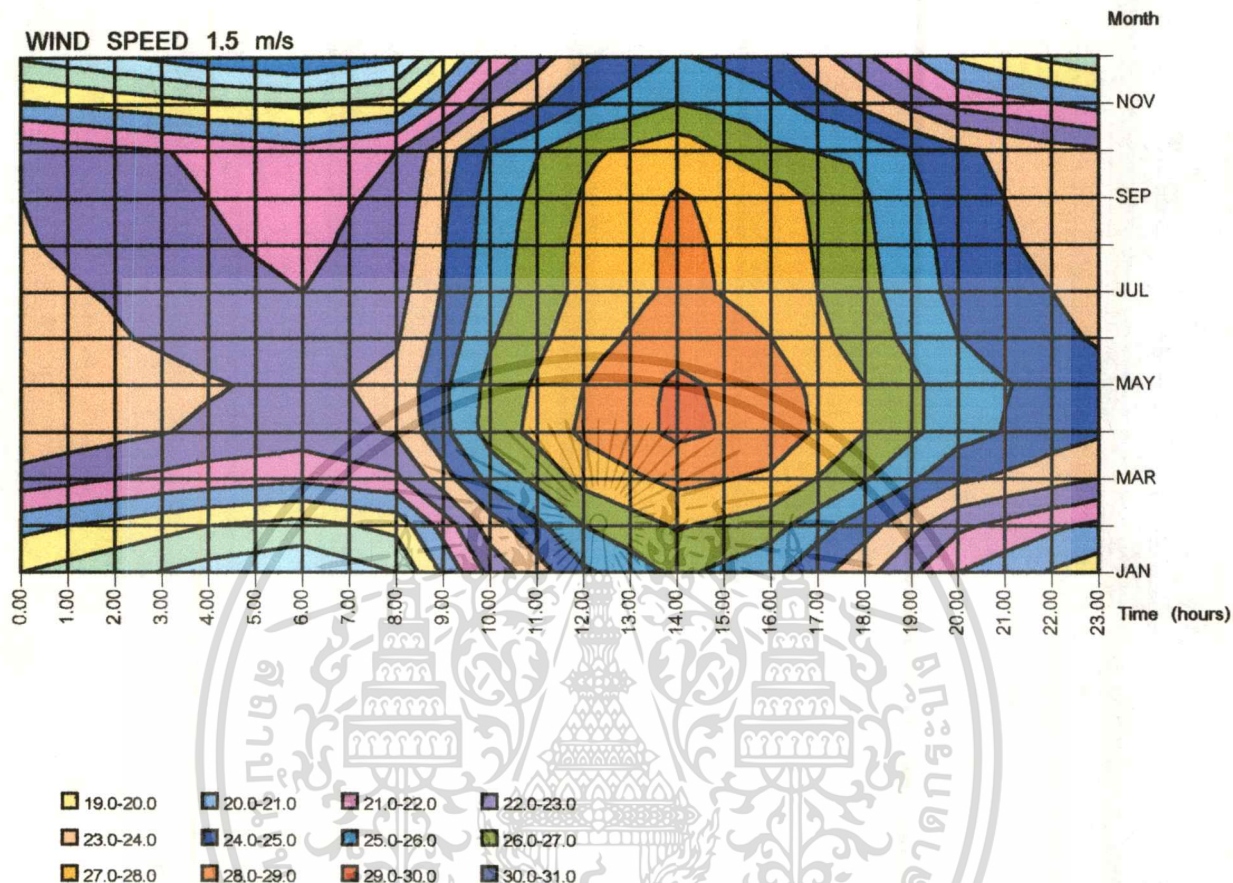


รูปที่ 3.22 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศตามมาตรฐาน ET บนแผนภูมิทางเดินดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตรต่อวินาที ช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงธันวาคม 2531 - 2540

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOURLY EFFECTIVE TEMPERATURE : SUPHANBURI 1988 - 1997

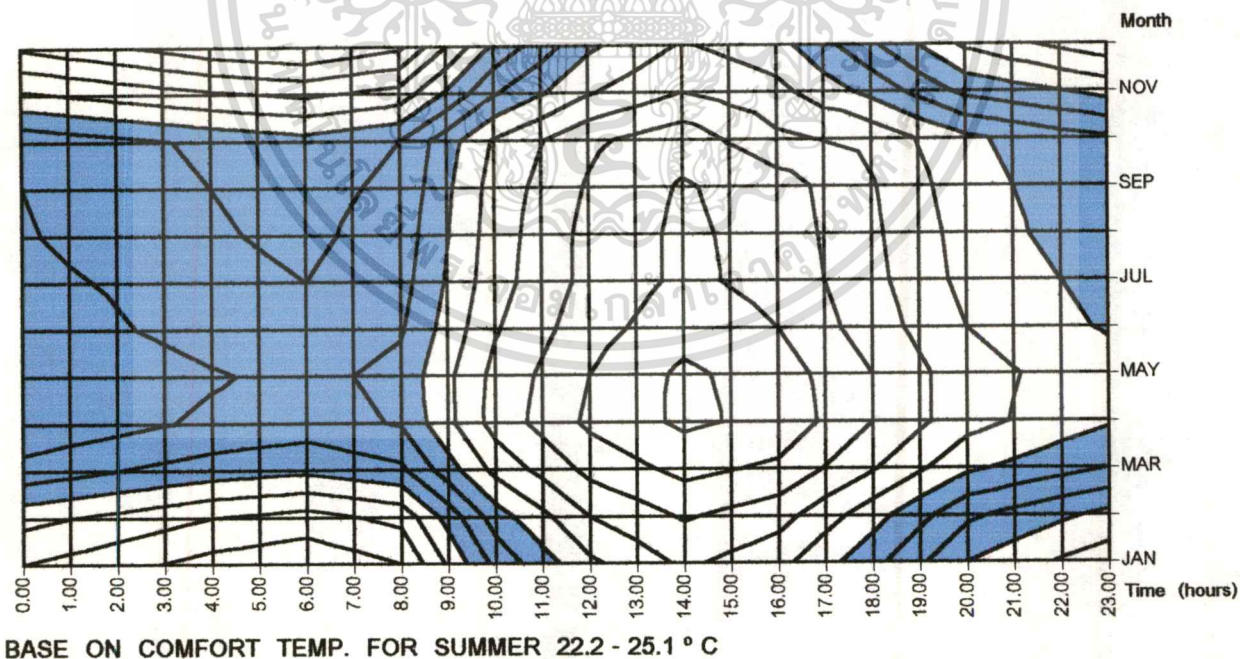
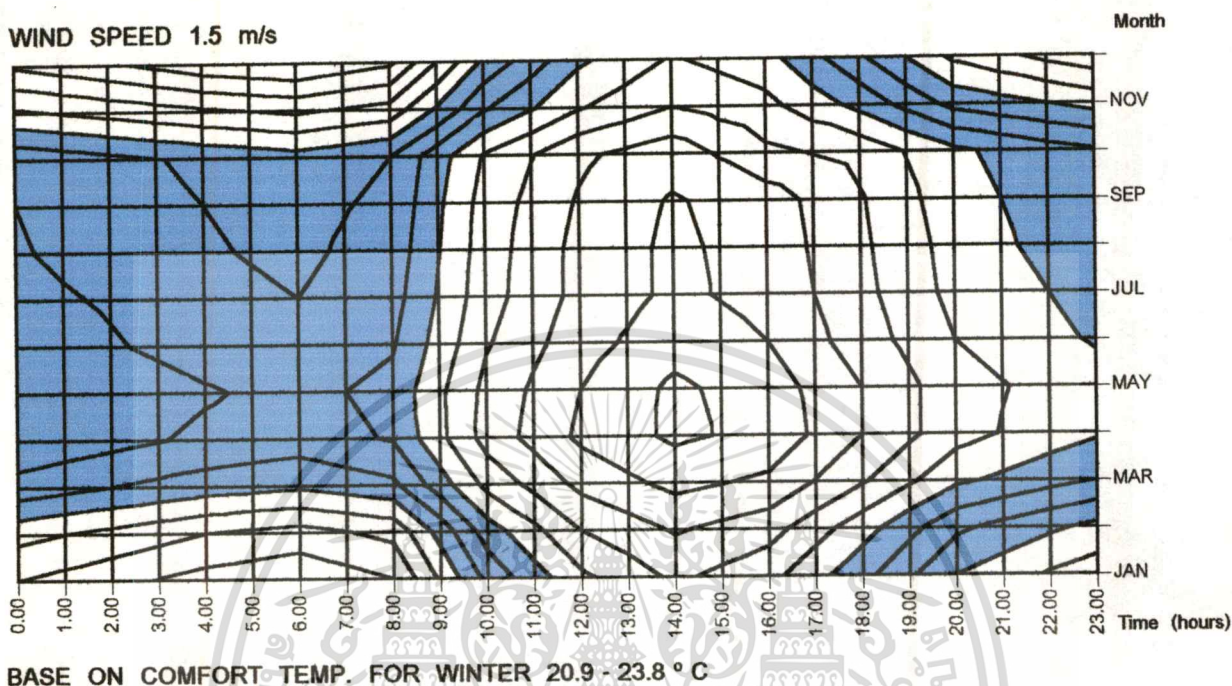


รูปที่ 3.23 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิ ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTIVE TEMPERATURE & COMFORT TEMPERATURE COMPARATIVE
 : SUPHANBURI 1988 - 1997

WIND SPEED 1.5 m/s



รูปที่ 3.24 รูปแสดงอุณหภูมิช่วงสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET กรณีความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ร่างกายมนุษย์กับสภาพแวดล้อม

ตามปกติโดยทั่วไป ร่างกายของมนุษย์จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37° (98.4° F) และที่ผิวร่างกายมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 32° C (92° F) ความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความสมดุล ความร้อนในร่างกาย การผลิตพลังงานความร้อนของร่างกาย เกิดจากการเผาผลาญอาหาร พลังงานนี้ ประมาณ 20% ที่ถูกนำไปใช้ในกิจกรรมประจำวัน ส่วนที่เหลืออีก 80% จะสูญเสียให้กับสภาพแวดล้อม ด้วยการแผ่รังสี 45% การพาความร้อน 35% การระเหยของเหงื่อ 20% และการนำความร้อนอีกไม่ถึง 1% เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่

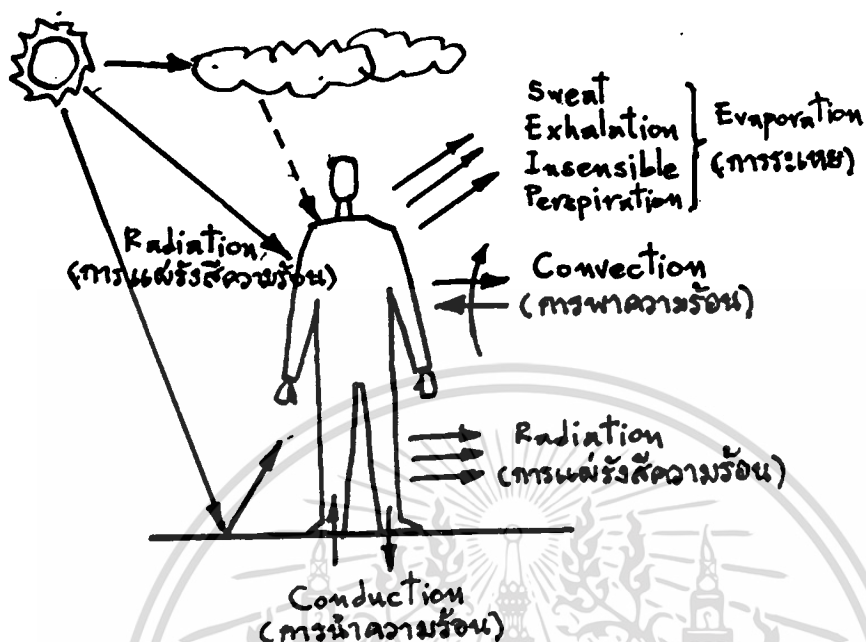
การแลกเปลี่ยนการถ่ายเทความร้อนในร่างกาย กับสภาพแวดล้อมสามารถแยกได้เป็น

3.3.1 การเพิ่มความร้อนในร่างกาย (Heat gain)

- จากการทำงานหรือออกกำลังกาย
- จากการย่อยอาหาร
- จากการตั้งเครื่องของกล้ามเนื้อ หรือการหดตัวของเลือดที่ไหลมาสู่ผิวหนัง
- จากการดูดซึมพลังงานรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือการสะท้อนจากดวงอาทิตย์ จากวัสดุที่ร้อน จากไฟฟ้าหรือรังสีความร้อนอื่น ๆ
- การนำความร้อนสู่ร่างกาย จากอากาศที่ร้อนกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนังหรือจากการสัมผัสวัสดุที่ร้อนกว่าจากอากาศที่อบอุ่น

3.3.2 การลดความร้อนในร่างกาย (Heat loss) สามารถทำได้โดย

- การแผ่รังสีออกไปสู่อากาศหรือสิ่งแวดล้อมที่เย็นกว่า
- การถ่ายเทความร้อนออกมาด้วยการนำความร้อน เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง หรือด้วยการสัมผัสวัสดุที่เย็นกว่า
- การระเหย จากผิวหนังโดยจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ในที่ ๆ มีอากาศแห้ง แต่ถ้าแห้งมากเกินไปจะทำให้สับสน และจากการหายใจเข้าออก เมื่ออุณหภูมิในอากาศสูงกว่าอุณหภูมิในร่างกาย ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยอย่างเดียว ในที่ซึ่งอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อากาศจะถ่ายเทความร้อนได้เร็ว รู้สึกสบาย แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 80-90% เหงื่อไม่สามารถระเหยได้ ทำให้ร่างกายถ่ายเทความร้อนได้ช้า รู้สึกไม่สบาย เหนียวตัว อบอุ่น แต่ความชื้นสัมพัทธ์ ก็ช่วยลดอุณหภูมิอากาศให้เย็นลง ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์สูง ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนได้น้อย ทำให้รู้สึกร้อนมาก



รูปที่ 3.25 รูปแสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของมนุษย์กับสภาพแวดล้อม

3.4 สภาวะความสบาย

สภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบาย ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม หลายประการ ไม่ใช่ขึ้นอยู่กับสภาวะใดสภาวะหนึ่ง การออกแบบเพื่อการควบคุมสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคาร ควรออกแบบให้มีสภาพที่กว้าง เพื่อจัดให้ผู้ใช้อาคารสามารถปรับสภาพให้เหมาะสมและสอดคล้องในแต่ละบุคคล จากการศึกษาของ P.O. Fanger (1967) ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะความสบายประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

สภาวะสบายในอาคารหมายถึง สภาวะซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศพอเหมาะที่ทำให้คนเรารู้สึกสบาย ไม่ร้อนเกินไป ไม่หนาวเกินไป และยังคงขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล โดยจากการสุ่มตัวอย่างความรู้สึกของบุคคลในแต่ละท้องถิ่น ควรได้อัตราส่วนความพอใจตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป จึงจะสามารถจัดได้ว่าเป็นเขตสบาย

จากการศึกษา ของ P.O. Fanger (1967) ได้ค้นพบปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะความสบาย

3.4.1 อุณหภูมิอากาศโดยรอบ (Ambiant Air Temperature) เป็นตัวหลักในการบอกถึงสภาวะความสบายของบริเวณ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าอุณหภูมิสบาย ต้องมีการทำความร้อนหรือความเย็นเพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่ขอบเขตสภาวะสบาย สำหรับประเทศไทย จะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 22 – 29.4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) มีอิทธิพลมากกว่า อุณหภูมิอากาศ 40% เป็นค่าเฉลี่ยอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่าง ๆ ในห้อง โดยใช้ค่ามุมกระทำ ระหว่างตำแหน่งที่วัดกับขอบเขตของพื้นผิวแต่ละด้าน

3.4.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึงสัดส่วนของความชื้นในอากาศ เมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศสามารถมีความชื้นได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงสภาวะสบาย มีช่วงระหว่าง 20-75%

3.4.4 ความเร็วลม (Wind Speed) ช่วยพาความร้อนรอบตัวออกไป ช่วยพาความชื้น บริเวณผิวร่างกาย ทำให้เหงื่อระเหยได้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มการสูญเสียความร้อนให้กับร่างกาย ทำให้ร่างกายเย็นลง เกิดสภาวะสบาย

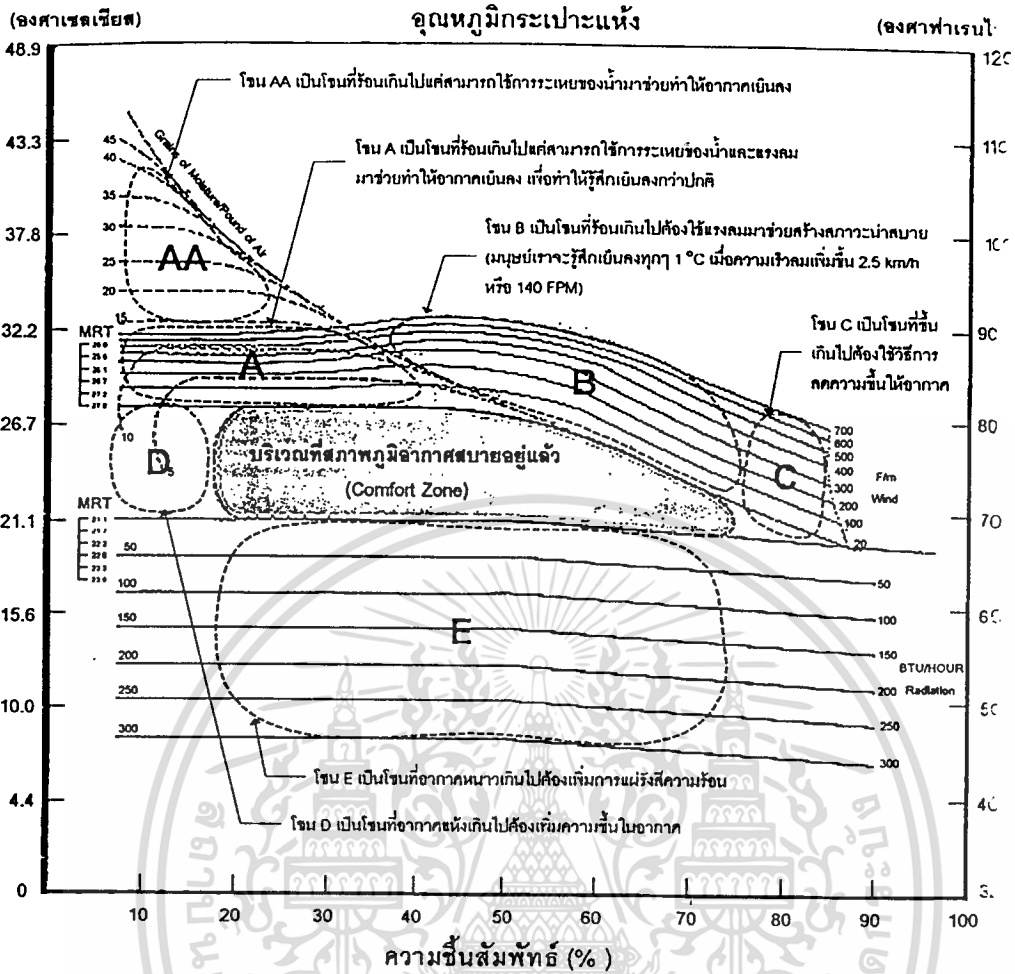
3.4.5 อัตราเผาผลาญอาหารในร่างกาย (Metabolism) ขึ้นอยู่กับอาหาร เครื่องดื่มที่ บริโภคเข้าไป และระดับกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ถ้าออกกำลังกาย ร่างกายต้องปรับถ่าย เทพพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น ออกนอกร่างกาย เพื่อรักษาระดับสมดุลไว้

3.4.6 เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing) เปรียบเสมือนชั้นของฉนวน ในสภาพภูมิอากาศเขต ร้อน ควรสวมใส่เสื้อผ้าบางเบา เพื่อร่างกายจะได้ถ่ายเทความร้อนออกไปสู่สภาพแวดล้อมได้สะดวก และเร็ว

3.5 ขอบเขตสภาวะสบาย

ได้มีการศึกษาวิเคราะห์ ขอบเขตสภาวะสบาย จากนักวิชาการหลายท่าน เพื่อกำหนดออกมาเป็นช่วงหรือบริเวณของสภาวะสบาย โดยที่เป็นค่าประมาณ เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบอาคาร สามารถประมาณหรือคาดการณ์ ช่วงสภาวะสบาย ของสภาพอากาศในท้องถิ่นหรือภูมิประเทศนั้น ซึ่งจะได้ประเมินผล และนำไปสู่วิธีการออกแบบแก้ไขให้สภาพแวดล้อมที่ออกแบบให้อยู่ในสภาวะ สบาย

3.5.1 สภาวะสบาย โดยแผนภูมิไบโอไคลเมติก Victor Olgyay 1975 ได้สร้างแผน ภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศที่ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว ลม และกำหนดช่วงขอบเขตสภาวะสบาย จะอยู่ที่อุณหภูมิระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้น สัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเงื่อนไขความเร็วลมค่อนข้างสงบประมาณ 0-0.278 เมตร/ วินาที อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผนังมีค่าเท่ากัน การแต่งกายบางเบาค่อนข้างสบาย และกิจ กรรมเป็นแบบนั่งเล่นธรรมดา



รูปที่ 3.26 รูปแสดงแผนภูมิไปโอโคลเมติก และ แนวทางการแก้ปัญหาสภาวะภูมิอากาศ

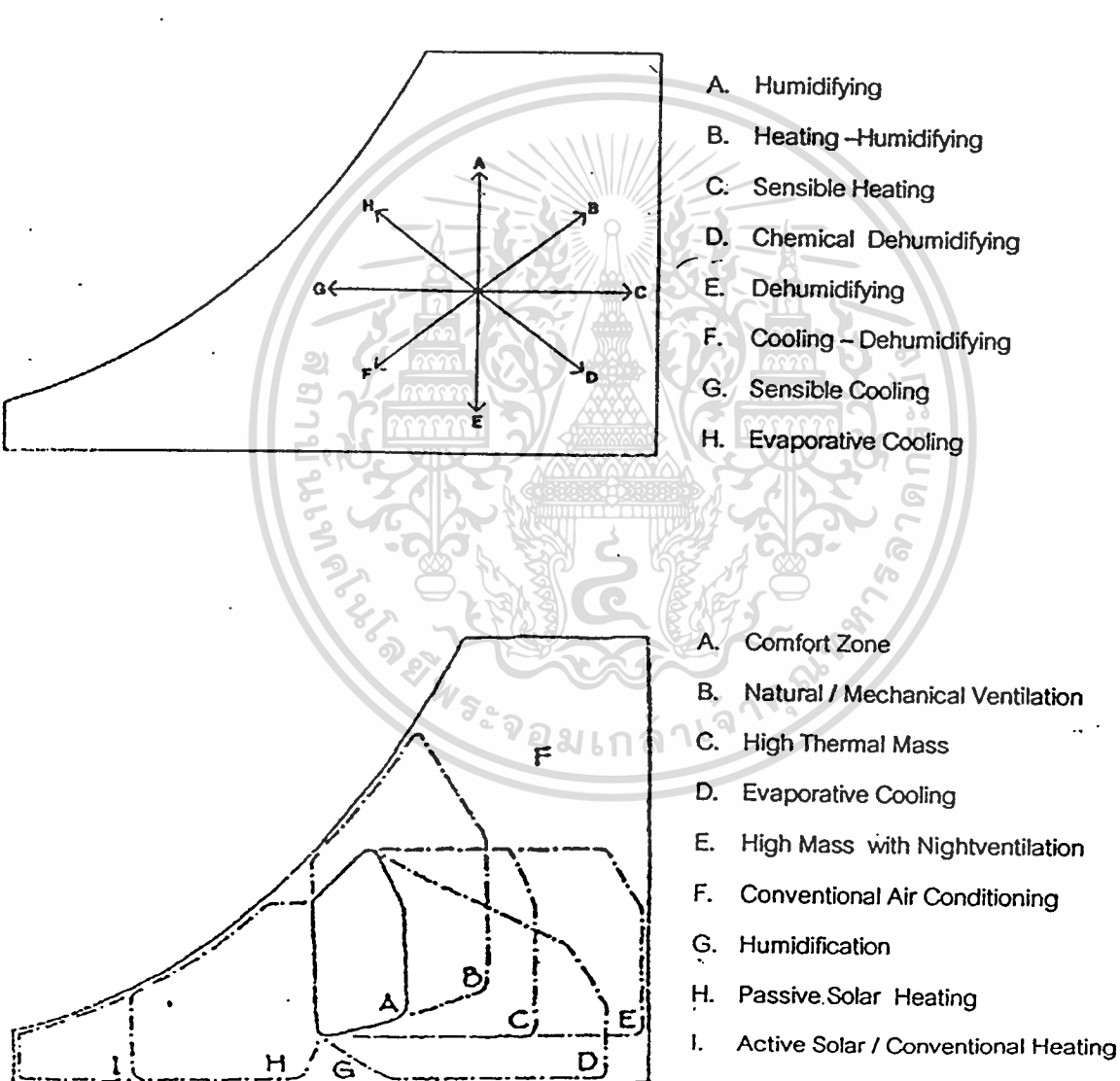
ภาพแสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน โซน A, B, C, D และ E เป็นบริเวณที่อยู่นอกขอบเขตของสภาวะน่าสบาย โดยที่โซน A AA และ B มีสภาพภูมิอากาศร้อนเกินไป โซน C ขึ้นเกินไป โซน D แห้งเกินไป และโซน E หนาวเกินไป ในแต่ละโซนสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคที่ต่างกันได้ เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นได้ ดังนี้

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

หมายเหตุ แผนภูมิที่แสดงเป็นการปรับปรุงจากแผนภูมิไปโอโคลเมติกของ Victor Olhyay โดย

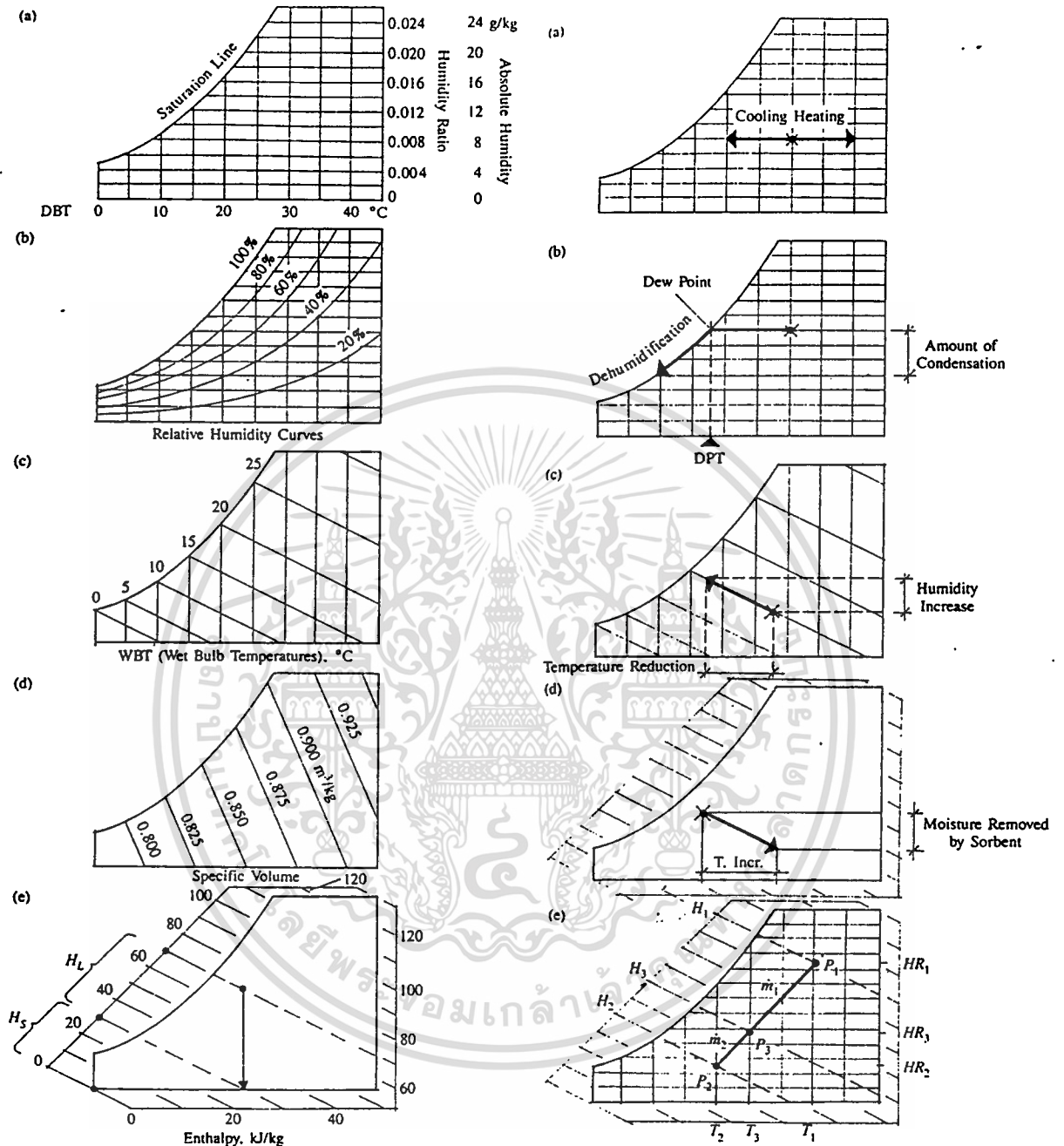
เพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สภาวะสบายโดยแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) แผนภูมิไซโครเมตริก เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ โดยการแปรค่าอุณหภูมิของบริเวณที่ต้องการตรวจสอบทั้ง 12 เดือน ลงในแผนภูมิ เพื่อให้ทราบว่ายู่ในขอบเขตสภาวะสบายหรือไม่ และควรใช้แนววิธีการใด เพื่อช่วยกำหนดสภาพภูมิอากาศให้อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย



รูปที่ 3.27 รูปแสดงเทคนิคในการปรับสภาพอุณหภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Elements of the psychrometric chart. (a) Dry bulb temperature (DBT) and humidity ratio (HR), or absolute humidity (AH); (b) relative humidity (RH) curves; (c) wet bulb temperature (WBT) lines; (d) specific volume lines; (e) enthalpy or heat content, relative to dry air at 0 degree (in both °F and °C scales).

Psychrometric processes. (a) Heating or cooling; (b) dehumidification by overcooling; (c) evaporative cooling; (d) dehumidification by sorbent; (e) mixing of two air streams.

รูปที่ 3.28 รูปแสดงองค์ประกอบของเส้นบนแผนภูมิไซโครเมตริก และแนววิธีการแก้ปัญหาสภาพภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 สภาวะความสบายจากโปรแกรม Archipak

จากการทดลองของ Auliciems และ SV.Szokolqy, 1981 สามารถคำนวณขอบเขตสบายได้ดังนี้ หาค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมได้จากสูตร

$$T_n = 17.6 + (0.31 * T_{0.av})$$

โดยที่ T_n = อุณหภูมิที่เหมาะสม (Neutrality Temperature)

$T_{0.av}$ = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดทั้งปี (Mean Temperature)

โดยใช้ค่า mean max Temperature และค่า mean min Temperature

เมื่อได้ค่า T_n อุณหภูมิที่เหมาะสมทั้ง 2 ค่า แล้วสามารถหาขอบเขตของอุณหภูมิที่เหมาะสมได้จาก $T_n + 2$ และ $T_n - 2$ Set Line Slope คือ เส้นที่มนุษย์มีความรู้สึกเหมือนกันถึงแม้ว่าอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกันโดยสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{Set Line Slope} = 0.025 \times (T_n - 14) \times AH$$

โดยที่ T_n = อุณหภูมิที่เหมาะสม (Neutrality Temperature)

AH = ค่าความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity)

จากการทดลองของ Auliciems, 1981 พบว่าค่าความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) ควรอยู่ในช่วง 4-12 g/kg ถ้าความชื้นสัมบูรณ์อยู่นอกช่วงดังกล่าวจะทำให้มนุษย์รู้สึกอึดอัด ดังนั้นจึงสามารถลากเส้น AH ที่ 4 และ AH ที่ 12 เพื่อกำหนดช่วงขอบเขตสบายได้

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสบายของจังหวัดสุพรรณบุรี

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	mean
Tmax	31.3	33.6	34.4	35.3	35.1	35.0	32.7	32.7	32.6	32.1	32.1	32.9	33.2
SdMax	1.2	1.1	0.9	0.8	1.4	1	1.7	1.8	1.3	1.5	2.1	2.8	1.35
Tmin	20.4	23.4	24.8	25.7	26.9	26.7	26.1	26.0	25.8	26.0	24.3	22.7	24.9
SdMin	1.1	1.1	1.9	1.5	1.8	1.4	1.6	1.3	1.0	0.8	1.4	2.1	1.4
Tsd	0.5	0.7	0.4	0.8	1.3	1.0	1.4	1.3	0.9	1.0	1.5	2.2	1
RH am	88	89	90	87	85	80	84	86	90	90	88	86	87
RH pm	42	44	48	45	49	48	57	57	60	61	52	46	51
Rain	0.0	0.0	0.7	14.3	94.9	79.4	100.6	156.0	424.0	86.5	11.9	0.0	968.3
Iradi	4648	5052	5456	2688	4992	4826	4661	4445	4228	4535	4532	4528	4592

หมายเหตุ:	Tmax	=	mean max temperature(° C)
	SdMax	=	standard deviation of maxima
	Tmin	=	mean minimum temperature (° C)
	SdMin	=	standard deviation of minima
	Tsd	=	standard deviation of daily mean temperature
	RHam	=	early morning relative humidity (%)
	RHpm	=	afternoon relative humidity (%)
	Rain	=	total rainfall in month (mm)
	Irada	=	solar irradiation on horizontal(Wh/m ² day)

จากข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรีสามารถหาขอบเขตสลายโดยวิธีการ
Auliciems และ SV.Szokolay. ได้ดังนี้



LIMITS OF COMFORT : SUPHANBURI

Comfort Zone Calculation for : SUPHANBURI 1988 - 1997

The Coldest Month : December

Mean max. temperature	31.4	Isius
Mean min. temperature	20.0	celsius
Mean temperature	25.2	celsius

$$\begin{aligned}
 T_m &= 25.2 && \text{celsius} \\
 T_n &= 17.6 + (0.31 \times T_m) \\
 T_n &= 17.6 + (0.31 \times 25.2) \\
 &= 25.41 \pm 2 \\
 &= \underline{23.41 - 27.41} && \text{celsius} \\
 dT &= 0.025 \times (T - 14) \times \text{AHT}(50\%) \\
 dT \text{ for ET. Min} &= 0.025 \times (23.41 - 14) \times 9.09 \\
 &= \underline{2.14} \\
 \text{The axis intercept} &= 23.41 + 2.14 \\
 &= 25.55 && \text{celsius} \\
 dT \text{ for ET. Max.} &= 0.025 \times (27.41 - 14) \times 11.62 \\
 &= \underline{3.90} \\
 \text{The axis intercept} &= 27.41 + 3.90 \\
 &= 31.31 && \text{celsius}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIMITS OF COMFORT : CHON BURI

Comfort Zone Calculation for : SUPHANBURI 1988 - 1997

The Warmest Month : April

Mean max. temperature	37.3	celsius
Mean min. temperature	25.5	celsius
Mean temperature	30.5	celsius

$$\begin{aligned}
 T_m &= 30.5 && \text{celsius} \\
 T_n &= 17.6 + (0.31 \times T_m) \\
 T_n &= 17.6 + (0.31 \times 30.5) \\
 &= 27.05 \pm 2 \\
 &= 25.05 - 29.05 && \text{celsius} \\
 dT &= 0.025 \times (T - 14) \times \text{AHT}(50\%) \\
 dT \text{ for ET. Min} &= 0.025 \times (25.05 - 14) \times 10 \\
 &= 2.76 \\
 \text{The axis intercept} &= 25.05 + 2.76 \\
 &= 27.81 && \text{celsius} \\
 dT \text{ for ET. Max.} &= 0.025 \times (29.05 - 14) \times 12.8 \\
 &= 4.82 \\
 \text{The axis intercept} &= 29.05 + 4.82 \\
 &= 33.87 && \text{celsius}
 \end{aligned}$$

LIMITS OF COMFORT : SUPHANBURI 1988 - 1997

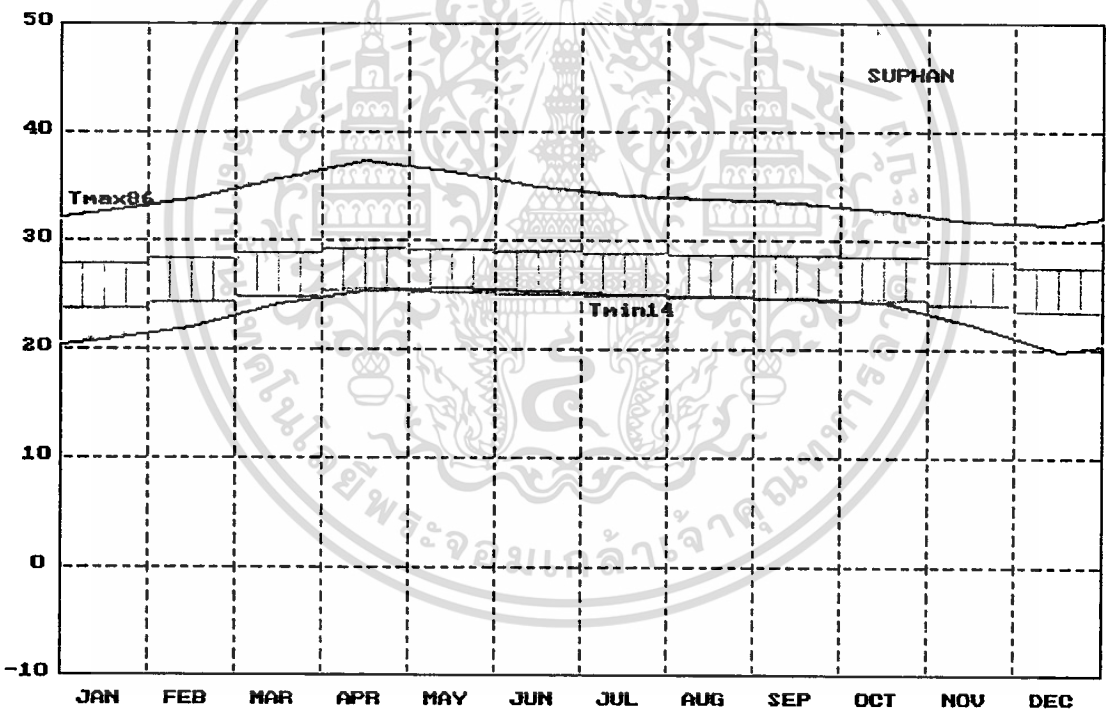
COMFORT DBT. FOR THE WINTER	=	23.41 - 27.41	celsius
COMFORT DBT. FOR THE SUMMER	=	25.05 - 29.05	celsius

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการคำนวณหาขอบเขตสภาวะสบายของจังหวัดสุพรรณบุรี
จากโปรแกรม Archipak

Climatic data for SUPHAN

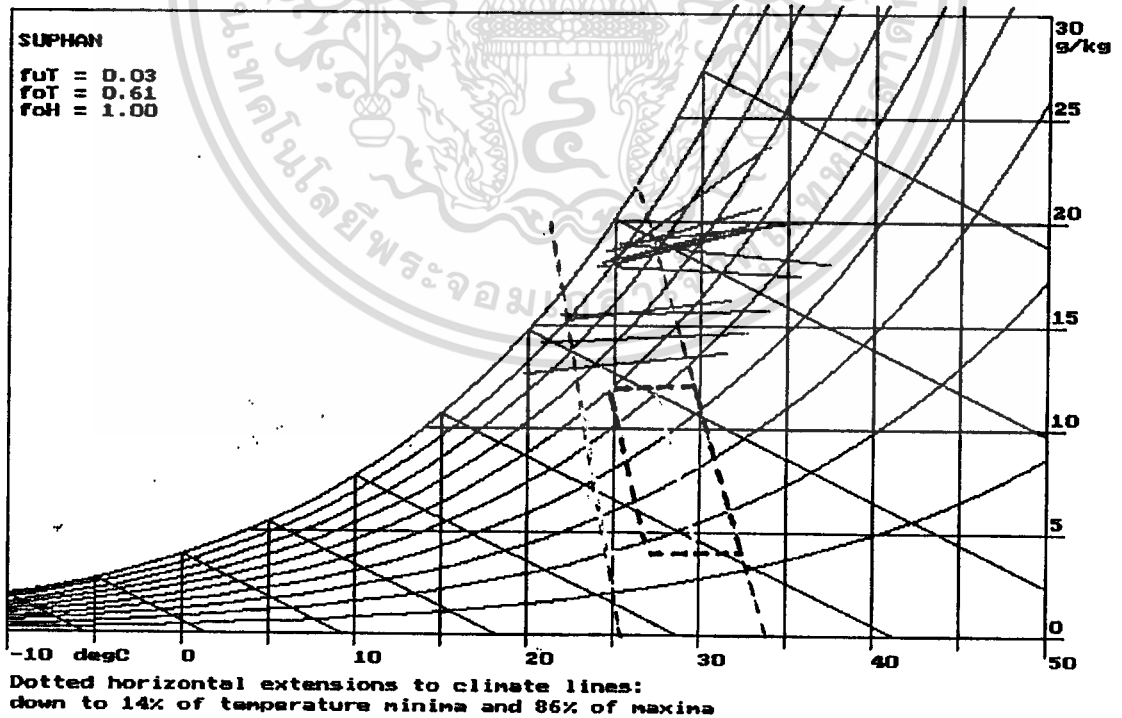
1: latitude = 13.4													
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
2: Tmax :	32.6	33.8	35.6	37.3	36.2	34.9	34.1	33.8	33.4	32.7	31.7	31.4	degC
3: sdMax:	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	K
4: Tmin :	21.0	22.1	24.2	25.5	25.8	25.5	25.1	24.9	24.7	24.4	22.4	20.0	degC
5: sdMin:	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	K
6: Tsd :	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	K
7: RHam :	90	92	93	91	90	88	89	91	94	93	89	86	%
8: RHpm :	46	46	46	43	51	55	57	69	62	62	54	46	%
9: Rain :	6	1	15	38	118	99	76	127	239	213	21	5	mm
10: Irad :	4783	5525	6011	5583	4889	4592	4528	4094	3894	3750	3817	3800	Wh/m2



รูปที่ 3.29 รูปแสดงอุณหภูมิเฉลี่ย กับช่วงอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบาย จากโปรแกรม Archipak
พ.ศ. 2531-2540

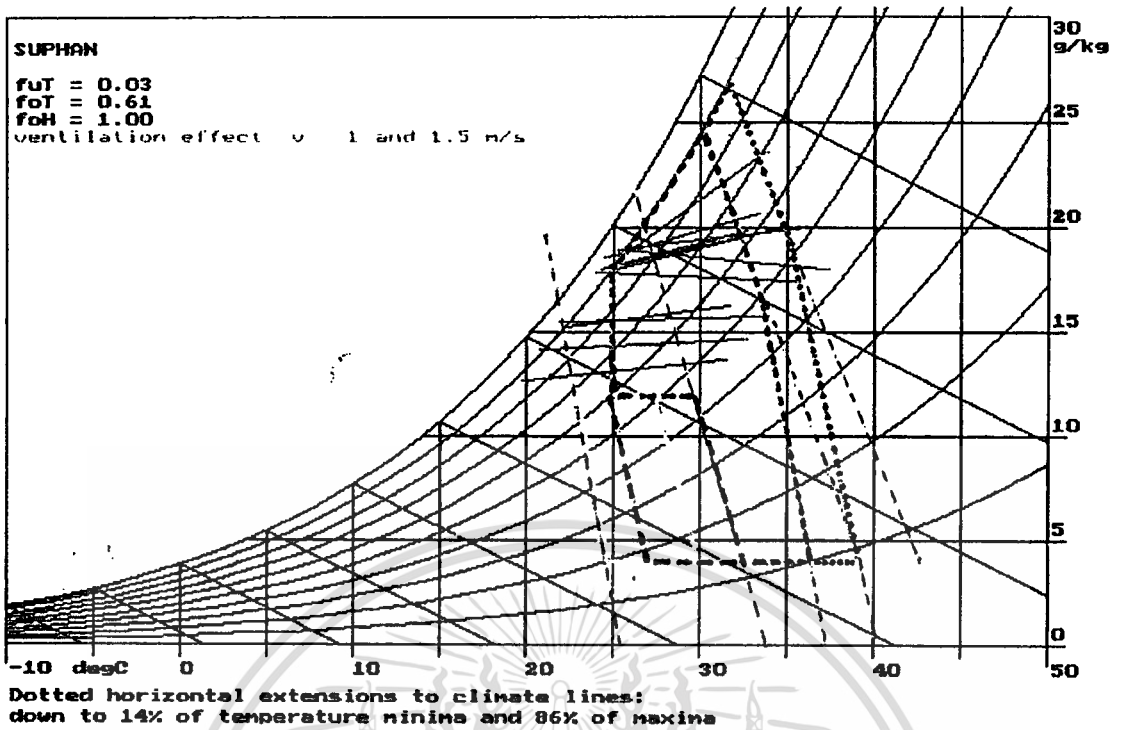
ตารางที่ 3.4 แสดงค่าข้อมูลภูมิอากาศที่สูงและต่ำกว่าขอบเขตสบายของจังหวัดสุพรรณบุรี จากโปรแกรม Archipak

COMFORT ZONE	SUPHAN		
	fuT	foT	foH
COMFORT ZONE FOR WINTER:			
DBT = 23.41 – 27.41 °C	1	13 %	32 %
RH = 50%	2	1 %	46 %
	3	0 %	69 %
	4	0 %	84 %
	5	0 %	87 %
	6	0 %	80 %
COMFORT ZONE FOR SUMMER	7	0 %	74 %
DBT = 25.05 – 29.05 °C	8	0 %	76 %
RH = 50%	9	0 %	71 %
	10	0 %	64 %
	11	0 %	36 %
	12	24 %	19 %
	Yr:	3 %	61 %

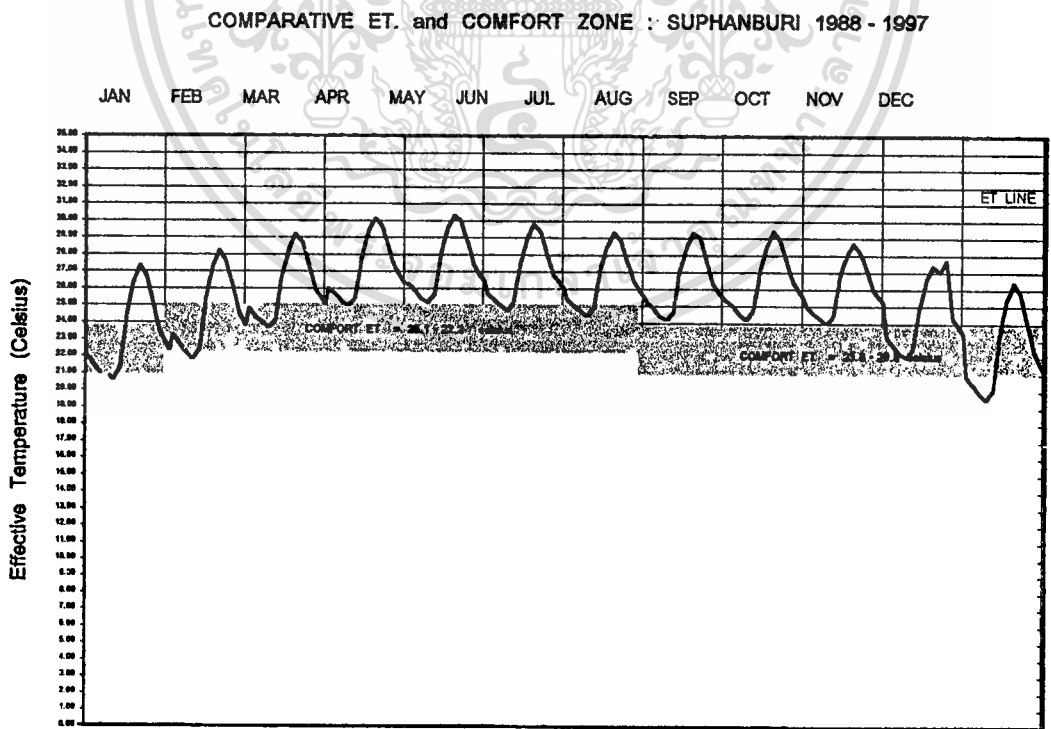


รูปที่ 3.30 รูปแสดงขอบเขตสภาวะสบาย และข้อมูลภูมิอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก ของจังหวัดสุพรรณบุรี จากโปรแกรม Archipak

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงพาณิชย์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

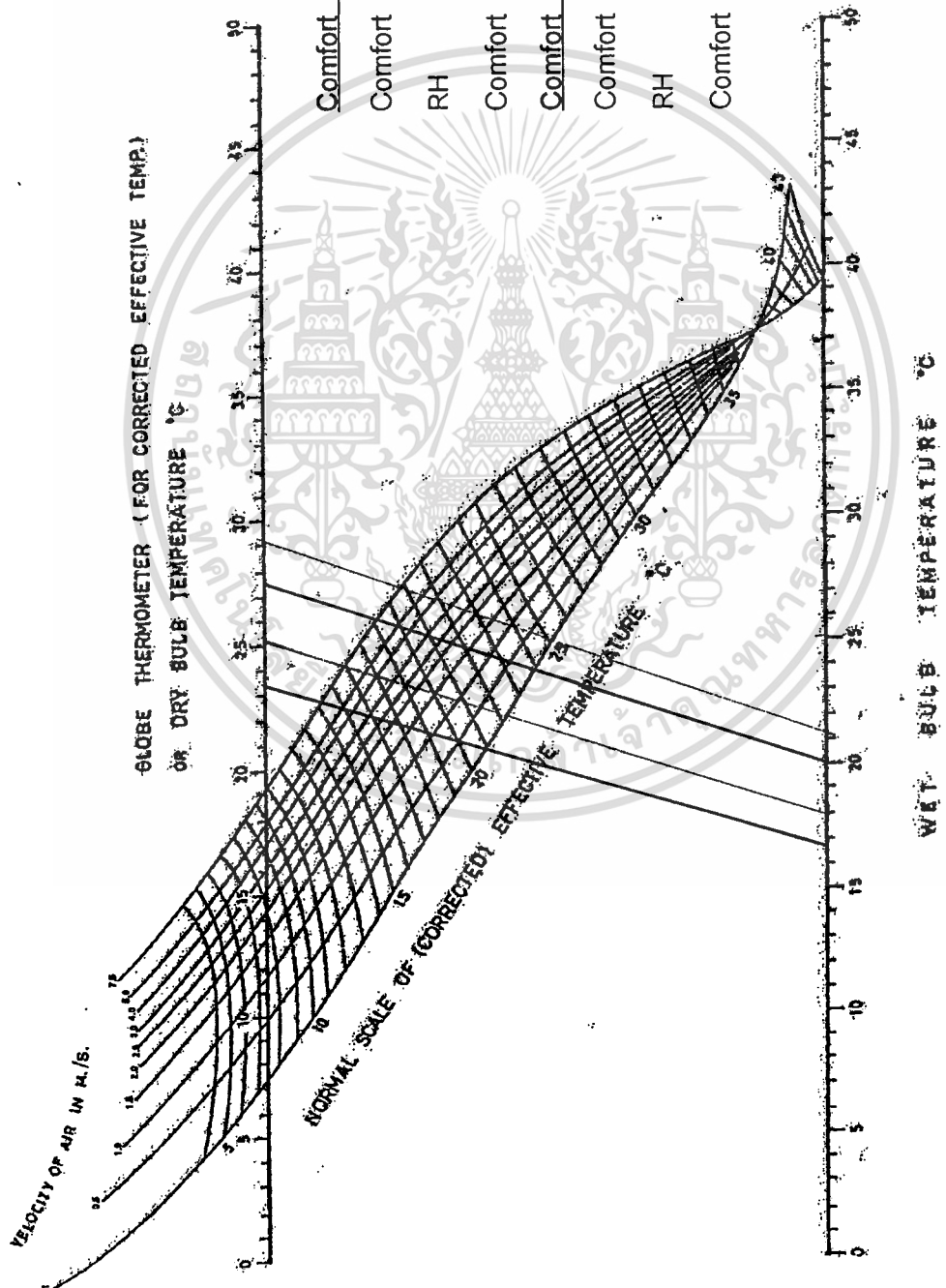


รูปที่ 3.31 รูปแสดงขอบเขตสภาวะสบาย และแนวทางแก้ไขสภาพอุณหภูมิอากาศ บนแผนภูมิไฮโครเมตริก ของจังหวัดสุพรรณบุรี จากโปรแกรม Archipak



รูปที่ 3.32 รูปแสดงเปรียบเทียบสภาพอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบายตามมาตรฐาน ET กับสภาพอุณหภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>Comfort E.T.</u> For Winter	
Comfort DBT	= 23.41 – 27.41 celsius
RH	= 50 %
Comfort ET	= 20.9 – 23.8 celsius
<u>Comfort E.T.</u> For Summer	
Comfort DBT	= 25.05 – 29.05 celsius
RH	= 50 %
Comfort ET	= 22.2 – 25.1 celsius

แสดงแผนภูมิสำหรับอุณหภูมิที่แก้ไขแล้ว (Corrected Effective Temperature)

รูปที่ 3.33 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิขอบเขตสภาวะสบาย ตามมาตรฐาน ET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การศึกษาข้อมูลอาคารตัวอย่างโรงเรียนวิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

4.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไป

โรงเรียนวัดพิหารแดง ก่อตั้งโดยได้รับงบประมาณ จากสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติเปิดทำการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาล 3 ขวบ ถึงชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวนนักเรียนชั้นอนุบาลจำนวน 118 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 187 คน ครูทำการสอนจำนวน 11 คน เปิดทำการสอนวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เวลา 8.00 – 16.00 น

สถานที่ตั้งโครงการ ตั้งอยู่ที่ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ละติจูด (เหนือ) $14^{\circ} 30'$ ลองจิจูด(ตะวันออก) $100^{\circ} 10'$ ลักษณะที่ดินเป็นที่ราบโล่ง ยาวและโค้ง พื้นที่โครงการประมาณ 5 ไร่ 2 งาน

- | | |
|-------------|--|
| ทิศเหนือ | - ติดกับพื้นที่ชาวบ้านเป็นสวนต้นไม้ |
| ทิศตะวันออก | - ติดกับถนนคสล. สายวัดพระธาตุ-โพธิ์พระยา ขนาดกว้าง 10.00 เมตร |
| ทิศใต้ | - ติดกับพื้นที่ชาวบ้านเป็นสวนต้นไม้ |
| ทิศตะวันตก | - ติดกับถนนเรียบคลองชลประทาน กว้าง 8.00 เมตร และคลองชลประทาน กว้าง 5.00 เมตร |

4.2 การจัดวางผังโครงการ

จากการศึกษาการวางผังโครงการ ส่วนใหญ่เป็นลานสนามหญ้าโล่ง การวางอาคารโดยวางค่อนไปทางทิศเหนือของที่ดิน โดยมีอาคารเรียนชั้นประถมศึกษา วางตามแนวยาวไปทางทิศเหนือได้ ทำให้ได้รับความร้อน จากแสงอาทิตย์เข้ามาภายในอาคาร จากทางด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกและมีลานสนามคอนกรีตโล่งขนาดใหญ่หน้าเสาธง ทำให้มีการสะสมความร้อนในช่วงเช้าจนถึงเที่ยง แล้วสะท้อนความร้อนเข้ามาภายในอาคาร และกระแสมส่วนใหญ่ไม่มีการพัดผ่านตัวอาคารในลักษณะ Cross Ventilation ทำให้ไม่เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในอาคารหรือเกิดขึ้นน้อยมาก ส่วนอาคารเรียนชั้นอนุบาลและโรงอาหารมีความเหมาะสมในการวางอาคาร เพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ทางด้านทิศตะวันออก: ตะวันตก ได้รับกระแสมหมุนเวียนอากาศภายในอาคารในลักษณะ Cross Ventilation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนวัดพิหารแดง มีการจัดวางผังอาคาร ประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ ดังนี้

- อาคารเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 วางอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของที่ดิน โดยชั้นล่างเป็นห้องเรียนชั้นประถมปีที่ 1 – 2 , ห้องสมุด และห้องพักอาจารย์ใหญ่ ส่วนชั้นที่ 2 เป็นห้องเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 – 6 วางอยู่ทางด้านทิศเหนือของที่ดิน
- อาคารเรียนอนุบาล 1-3 ขวบ วางอยู่ทางด้านทิศเหนือของที่ดิน เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ขนาด 9.00 x 27.00 ตร.ม. ชั้นล่างเป็นห้องเรียนชั้นอนุบาล 1 – 3 ส่วนชั้น 2 เป็นห้องกิจกรรมและห้องพยาบาล
- อาคารโรงอาหารชั้นเดียวหลังพื้นที่ เป็นอาคารโครงสร้างไม้ ขนาด 7.00 x 17.50 ตร.ม.
- ห้องน้ำส้วม ขนาด 2.00 x 3.00 ตร.ม.
- ถังเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ลานคอนกรีต เคารพธงชาติ ขนาด 22.00 x 40.00 ตร.ม.

4.3 การศึกษาอาคารเรียนชั้นประถมศึกษา

อาคารเรียนชั้นประถมศึกษาเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น มีทางเดินแบบด้านเดียวทางด้านทิศตะวันออก หลังคาทรงจั่ว ตัวอาคารกว้าง 9.00 x 36 ตารางเมตร

รายการวัสดุประกอบด้วย

- พื้นทั่วไป เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กปาดเรียบ
- ผนังก่อด้วยอิฐมวลเบา ครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสีขาว
- ฝ้าเพดานชั้นล่างท้องพื้นคสล. ทาสีขาว ส่วนชั้นบนเป็นฝ้ายิปซัมบอร์ดฉาบเรียบทาสีขาว
- หลังคา กระเบื้องลอนคู่
- ประตูบานเปิดไม้ ขนาดกว้าง 0.90 x 2.00 ม. ทาสีขาว
- หน้าต่างบานเปิดเหล็ก และวงกบเหล็กทาสีน้ำมันสีเทา
- ช่องแสงและช่องลมเหนือหน้าต่างด้านทิศตะวันตกเป็นกระจกใสหนา 6 มม. ส่วนทางด้านทิศตะวันออก (ทางเดิน) เป็นตะแกรงเหล็กขนาด 1" x 1"

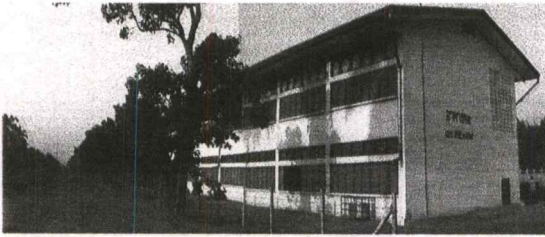
ตารางที่ 4.1 แสดงพื้นที่ใช้สอยของอาคารตัวอย่าง

	ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่ใช้งาน(ตร.ม.)	ความสูงฝ้าเพดาน (ม)
	ชั้นล่าง	1	ห้องเรียนชั้น ป1	54.00
2		ห้องเรียนชั้น ป2	54.00	3.30
3		ห้องสมุด	54.00	3.30
4		ห้องพักอาจารย์ใหญ่	54.00	3.30
รวมพื้นที่ชั้นล่าง			216.00	
ชั้นสอง	5	ห้องเรียนชั้น ป3	54.00	3.50
	6	ห้องเรียนชั้น ป4	54.00	3.50
	7	ห้องเรียนชั้น ป5	54.00	3.50
	8	ห้องเรียนชั้น ป6	54.00	3.50
รวมพื้นที่ชั้นสอง			216.00	

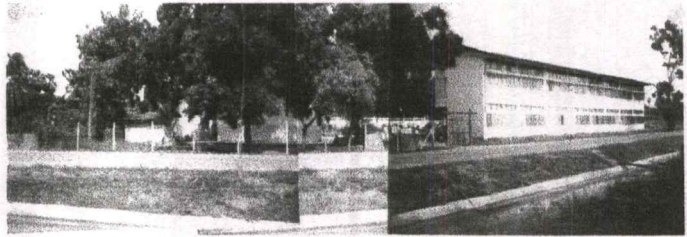
ตารางที่ 4.2 แสดงพื้นที่กรอบอาคารของอาคารตัวอย่าง

ทิศ	บริเวณ	ผนังทึบ	ผนังทึบ(เหล็ก)	ผนังทึบ(ไม้)	ผนังโปร่ง	
					ช่องแสง	ช่องลม
ตะวันตก	ชั้นล่าง	67.88	38.20	-	19.92	-
	ชั้นสอง	61.80	38.20	-	33.20	-
รวม		129.68	76.40	-	53.12	-
ตะวันออก	ชั้นล่าง	101.68	-	14.10	-	9.92
	ชั้นสอง	68.97	16.63	14.40	-	33.20
รวม		170.56	16.63	28.80	-	43.12
เหนือ	ชั้นล่าง	25.50	-	-	-	-
	ชั้นสอง	46.50	-	-	-	-
รวม		72.00	-	-	-	-
ใต้	ชั้นล่าง	31.50	-	-	-	-
	ชั้นสอง	46.50	-	-	-	-
รวม		78.00	-	-	-	-
ตะวันตก	หลังคา	228.00	-	-	-	-
ตะวันออก	หลังคา	228.00	-	-	-	-

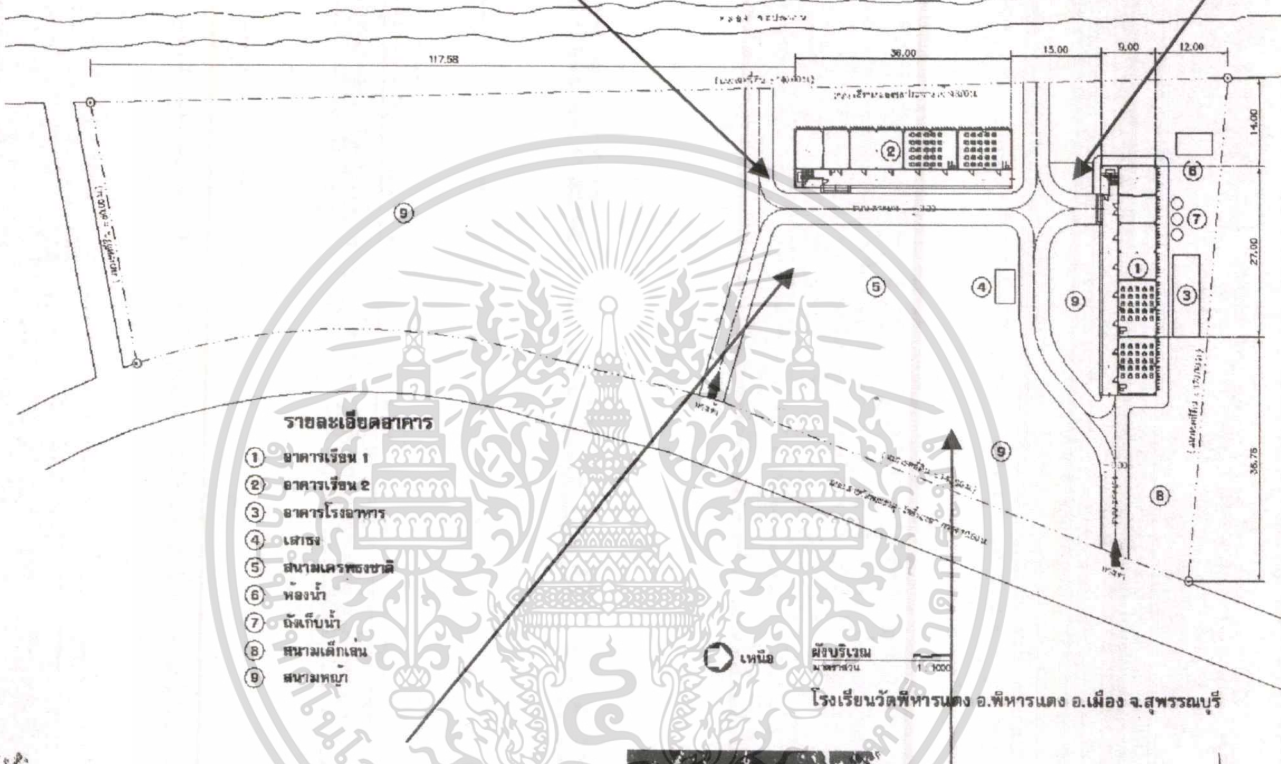
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



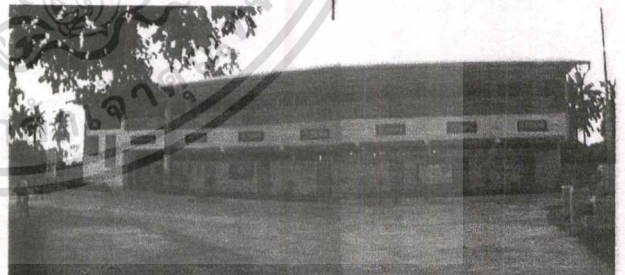
รูปแสดงอาคารทางด้านทิศตะวันตก



รูปแสดงอาคารทางด้านทิศเหนือ



รูปแสดงด้านหน้าโครงการ



รูปแสดงลานคอนกรีตหน้าโครงการ

รูปที่ 4.1 รูปแสดงผังบริเวณโรงเรียนวัดพิหารแดง ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1)



2)



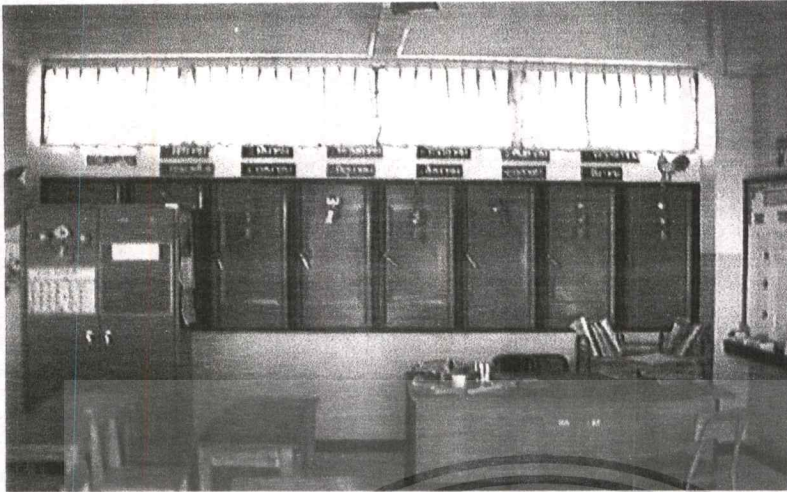
3)



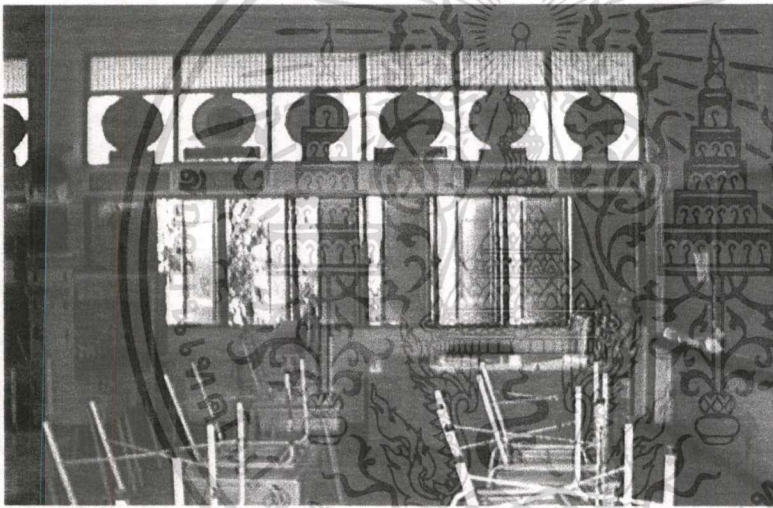
4)

รูปที่ 4.2 รูปแสดงภายนอกอาคาร 1) รูปด้านทิศตะวันออก, 2) รูปด้านทิศตะวันตก,
3) รูปด้านทิศเหนือ, 4) รูปด้านทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1)



2)



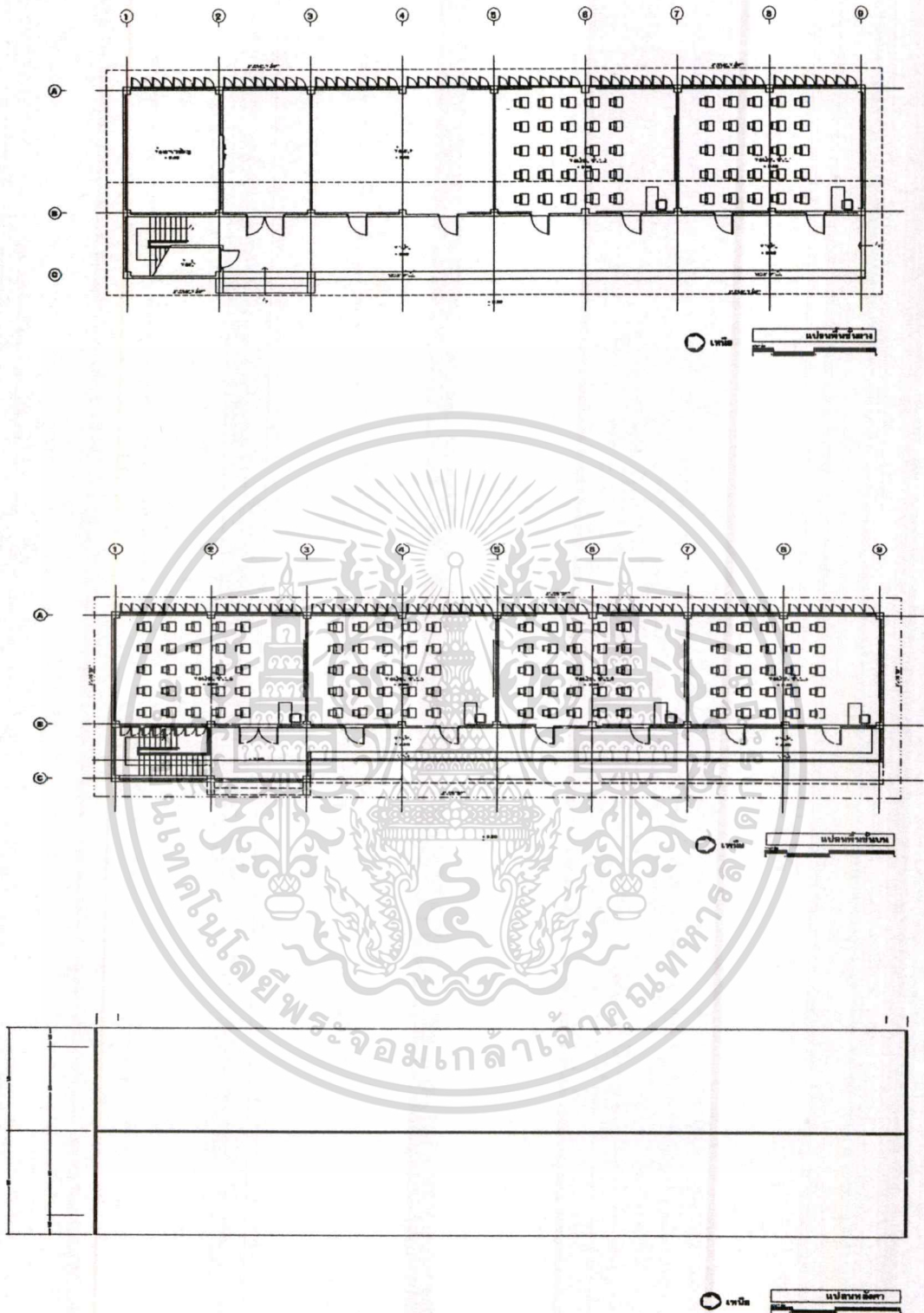
3)



4)

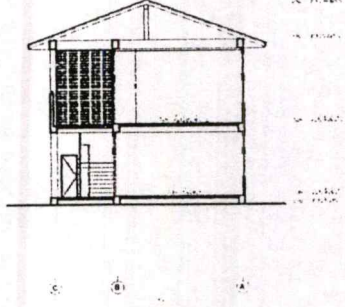
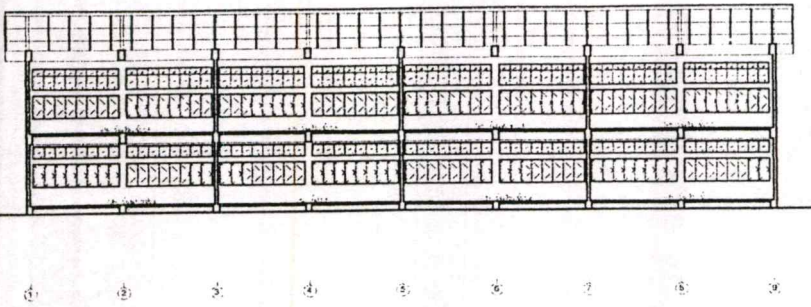
รูปที่ 4.3 รูปแสดงภายในอาคาร 1) รูปภายในอาคารชั้นล่าง, 2) รูปภายในอาคารชั้นล่าง
3) รูประเบียงด้านหน้าอาคารเรียนชั้นล่าง, 3) รูประเบียงด้านหน้าอาคารเรียนชั้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



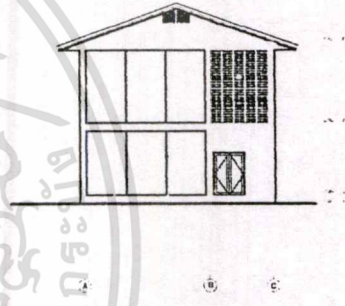
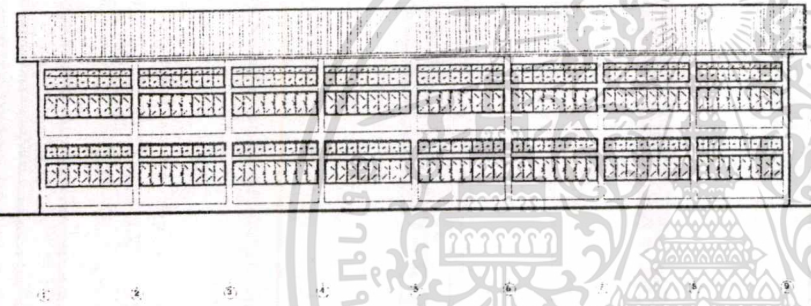
รูปที่ 4.4 รูปแสดงแปลนของอาคารเรียนของอาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



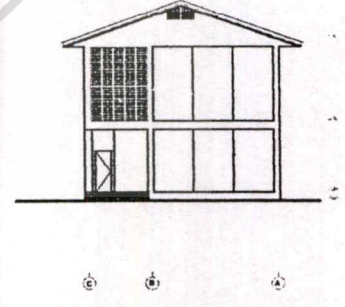
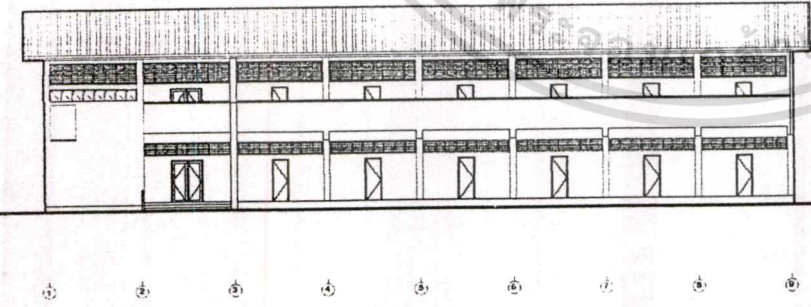
รูปตัด A - A

รูปตัด B - B



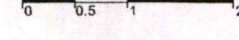
รูปด้านทิศตะวันตก

รูปด้านทิศใต้



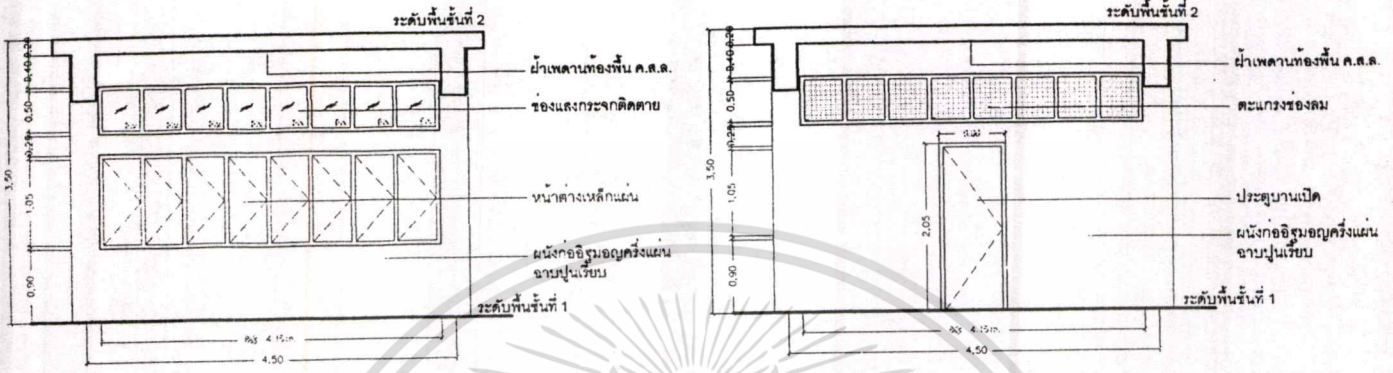
รูปด้านทิศตะวันออก

รูปด้านทิศเหนือ



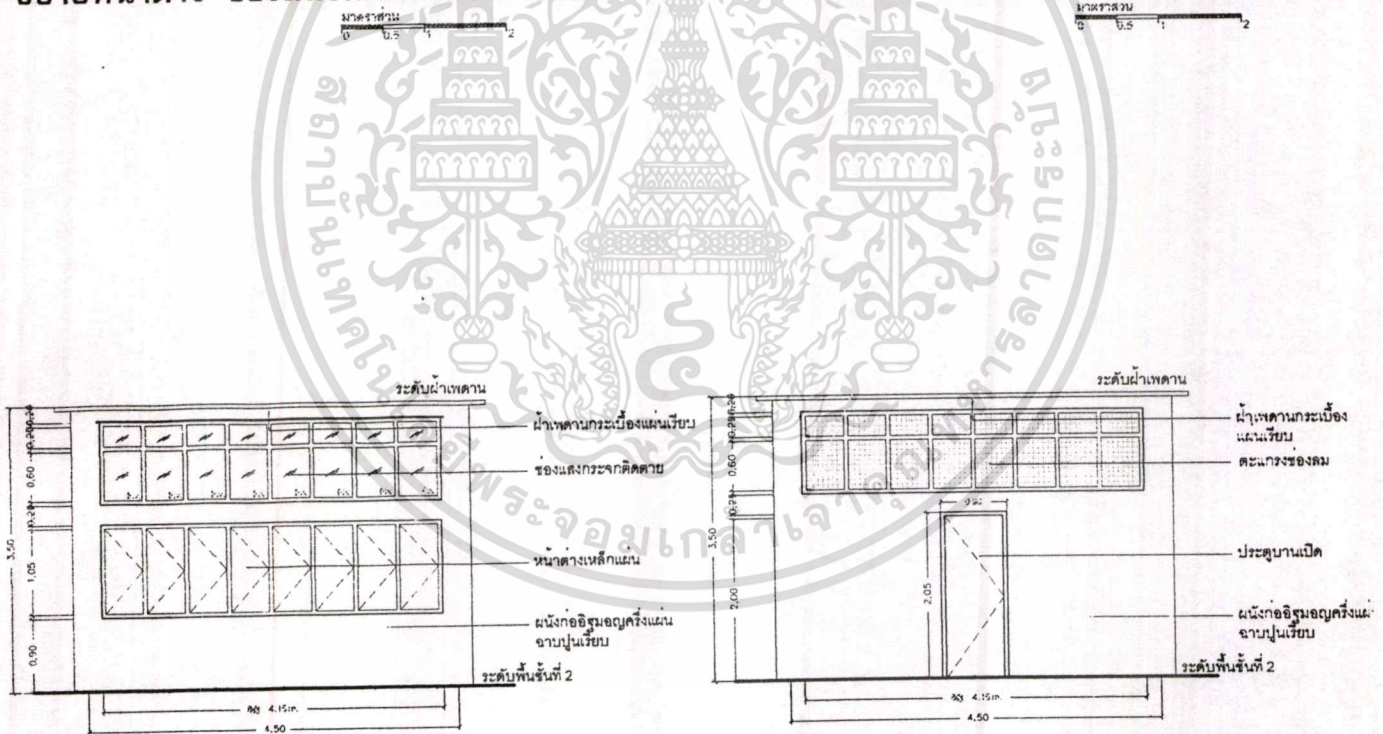
รูปที่ 4.5 รูปแสดง รูปตัด รูปด้าน ของอาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขยายหน้าต่าง-ช่องแสงทิศตะวันตก ชั้นล่าง

ขยายหน้าต่าง-ช่องแสงทิศตะวันออก ชั้นล่าง



ขยายหน้าต่าง-ช่องแสงทิศตะวันตก ชั้นบน

ขยายหน้าต่าง-ช่องแสงทิศตะวันออก ชั้นบน

รูปที่ 4.6 รูปแสดงแบบขยายประตู-หน้าต่าง ของอาคารตัวอย่าง เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนวิชาห้บริการเชิงงานเพื่การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การตรวจสอบอุปกรณ์บังแดด ของอาคารตัวอย่าง

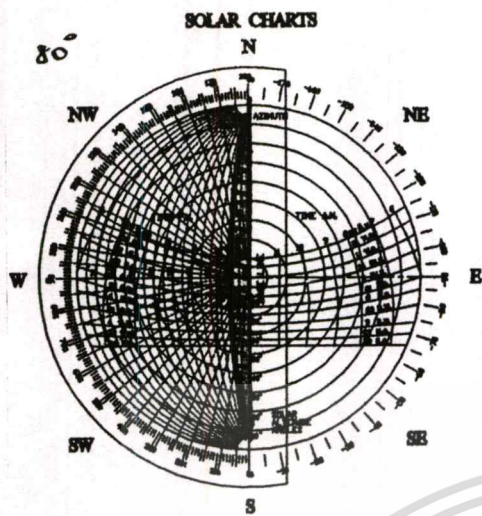
การวิเคราะห์อุปกรณ์บังแดดโดยใช้เครื่องมือวัดมุมของเงา (Solar Shadow Angle Protractor) โดยหาค่าของ Shading Mask บนแผ่น Solal – Chart ที่เส้นรุ้ง 14° เหนือ เนื่องจากตัวอาคารไม่มีอุปกรณ์บังแดดในส่วนชั้นล่างของอาคาร แต่มีการยื่นชายคาที่ชั้นสองออกมา 1.00 เมตร ในด้านทิศตะวันตกและมีระเบียงยื่นออกมาบังแดดชั้นล่างทางด้านทิศตะวันออก 2.00 เมตร และมีชายคายื่นออกมาบังแดดที่ชั้นสอง 3.00 เมตร

ผลการตรวจสอบ

- ด้านทิศตะวันตก ส่วนชั้นล่าง ไม่มีอุปกรณ์บังแดด ทำให้ได้รับความร้อน แสงตรงจากดวงอาทิตย์ ตลอดเวลาเริ่มตั้งแต่เวลา 12.30 น. จนถึงหลังเลิกเรียน 16.00 น. และส่วนชั้นบนมีชายคายื่นออกมา 1.00 ม. สามารถป้องกันแสงแดดจากดวงอาทิตย์จะส่องเข้ามาภายในอาคารตั้งแต่เวลา 13.30 น. จนถึงเวลาหลังเลิกเรียน 16.00 น.

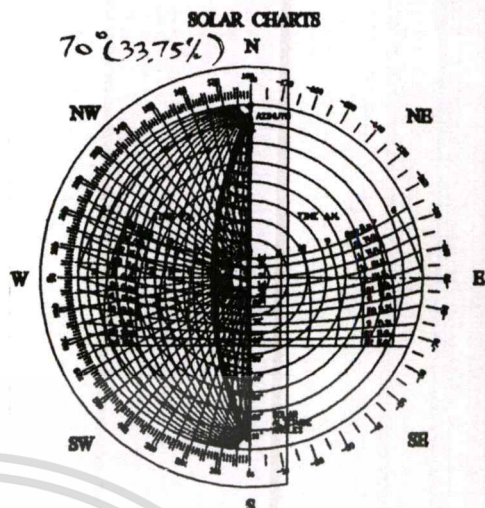
- ด้านทิศตะวันออก ส่วนชั้นล่าง เนื่องจากมีระเบียงยื่นออกไป 2.00 ม.อาคาร เริ่มตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลา 10.00 น. ส่วนชั้นสองมีรายคานยื่นออกไป 3.00 ม. แสงแดดจะส่องเข้ามาภายในอาคารจนถึงเวลา 9.00 น.

- ส่วนทางด้านทิศเหนือและทิศใต้เป็นผนังที่ได้รับความร้อนตลอดเวลาเพราะไม่มีอุปกรณ์บังแดด



LATITUDE 14° NORTH

Shading mask ชั้นล่าง



LATITUDE 14° NORTH

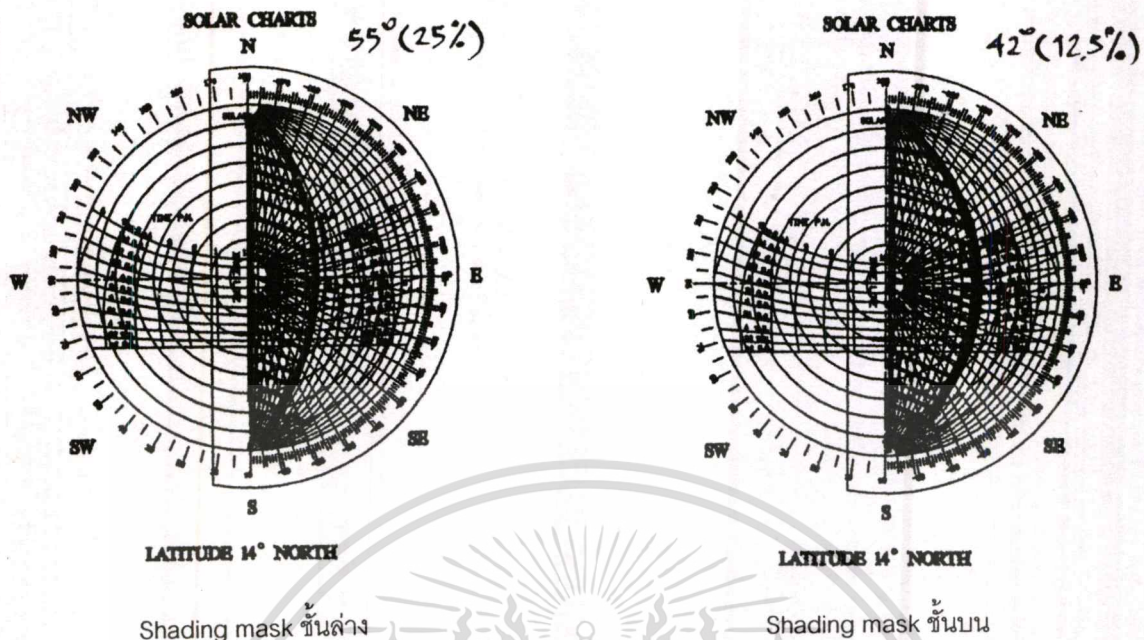
Shading mask ชั้นบน

รูปที่ 4.7 รูปแสดงการตรวจสอบ อุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันตก Azimuth = 90°

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องเข้ามาภายในอาคาร

	รังสีตรง	%	เวลา													
			07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17			
22 มิถุนายน	ชั้นบน 2.40	32.5														
	ชั้นล่าง 3.20	42.50														
21 พ.ค. / 24 ก.ค.	ชั้นบน 2.41	32.63														
	ชั้นล่าง 3.21	42.63														
1 พ.ค. / 13 ส.ค.	ชั้นบน 2.42	32.75														
	ชั้นล่าง 3.22	43.75														
16 เม.ษ. / 28 ส.ค.	ชั้นบน 2.43	32.88														
	ชั้นล่าง 3.23	42.88														
3 เม.ษ. / 11 ก.ย.	ชั้นบน 2.34	31.75														
	ชั้นล่าง 3.24	43														
21 มี.ค. / 24 ก.ย.	ชั้นบน 2.35	31.88														
	ชั้นล่าง 3.25	43.75														
8 มี.ค. / 6 ต.ค.	ชั้นบน 2.46	33.25														
	ชั้นล่าง 3.26	43.25														
23 ก.พ. / 20 ต.ค.	ชั้นบน 2.47	33.38														
	ชั้นล่าง 3.27	43.38														
8 ก.พ. / 4 พ.ย.	ชั้นบน 2.48	33.5														
	ชั้นล่าง 3.28	43.50														
21 ม.ค. / 22 พ.ย.	ชั้นบน 2.49	33.63														
	ชั้นล่าง 3.29	43.63														
22 ธันวาคม	ชั้นบน 2.50	33.75														
	ชั้นล่าง 3.50	46.25														

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์... ไม่ควรกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 รูปแสดงการตรวจสอบ อุปกรณ์บังแดด ด้านทิศตะวันออก Azimuth = -90°

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงช่วงเวลาแสงแดดส่องเข้ามาภายในอาคาร

	รังสีตรง (ชม.)	%	เวลา													
			07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17			
22 มิถุนายน	ชั้นบน 0.30	6.25	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.30	18.75	█	█	█	█										
21 พ.ค. / 24 ก.ค.	ชั้นบน 0.33	6.63	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.33	20.38	█	█	█	█										
1 พ.ค. / 13 ส.ค.	ชั้นบน 0.36	7.0	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.36	19.5	█	█	█	█										
16 เม.ษ. / 28 ส.ค.	ชั้นบน 0.39	7.38	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.39	19.88	█	█	█	█										
3 เม.ษ. / 11 ก.ย.	ชั้นบน 0.42	7.75	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.42	20.25	█	█	█	█										
21 มี.ค. / 24 ก.ย.	ชั้นบน 0.45	8.13	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.45	20.63	█	█	█	█										
8 มี.ค. / 6 ต.ค.	ชั้นบน 0.48	8.5	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.48	21.0	█	█	█	█										
23 ก.พ. / 20 ต.ค.	ชั้นบน 0.51	8.88	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.51	21.38	█	█	█	█										
8 ก.พ. / 4 พ.ย.	ชั้นบน 0.54	9.25	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.54	21.75	█	█	█	█										
21 ม.ค. / 22 พ.ย.	ชั้นบน 0.57	9.63	█	█	█											
	ชั้นล่าง 1.57	22.13	█	█	█	█										
22 ธันวาคม	ชั้นบน 1.00	12.5	█	█	█											
	ชั้นล่าง 2.00	25.0	█	█	█	█										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การตรวจสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV/RTTV) ของอาคารตัวอย่าง

จากการตรวจสอบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ปรากฏว่าเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนดไว้ (45 วัตต์/ตารางเมตร) โดยที่มีค่าความการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารอยู่ที่ 55.42 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า RTTV อยู่ที่ 84.00 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่า OTTV ของผนังด้านที่สูงที่สุด คือด้านตะวันตกมีค่า 76.92 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยค่าการถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่มีผลมาจากสัดส่วนของผนังโปร่งแสง มีค่า OTTV 192.90 วัตต์ต่อตารางเมตร มากกว่าผนังทึบที่มีค่า OTTV 55.17 วัตต์ต่อตารางเมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV/RTTV) ของอาคารตัวอย่าง

ทิศ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m ² C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)	OTTV (Watt/ sq.m)	OTTV รวม (Watt/ sq.m)
เหนือ	ผนังทึบ	67.5	3.100	10.0	-	-	2,092.50	31.00	31.00
ใต้	ผนังทึบ	67.5	3.100	10.00	-	-	2,092.50	31.00	31.00
ตะวันออก	ผนังทึบ	48.0	3.100	10.0	-	-	1,488.00	30.85	30.85
	ผนังทึบ(ประตู)	28.8	1.800	17.0	-	-	881.28		
ตะวันตก	ผนังทึบ	123.0	3.100	10.0	-	-	3,813.00	51.83	76.02
	ผนังทึบ(ประตู)	76.3	6.100	14.0	-	-	6,517.73		
	ผนังทึบ	33.2	5.610	5	171.5	0.733	5,105.30		
	ผนังทึบ(ประตู)	19.2	5.610	5	171.5	0.960	3,700.02		
หลังคา	ผนังทึบ	228.0	3.000	28.0	-	-	1,9152.00	84.00	84.00
	ผนังทึบ(ประตู)	228.0	3.000	28.0	-	-	1,9152.00		
สรุปค่า OTTV ของอาคารหลังนี้									55.42
สรุปค่า RTTV ของอาคารหลังนี้									84.00

บทที่ 5

การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบห้องเรียนเพื่อความสบาย โดยวิถีธรรมชาติ

5.1 แนวความคิดในการออกแบบ

ในการออกแบบอาคาร แนวทางเบื้องต้นเราควรจะศึกษาสภาพภูมิอากาศของที่ตั้งโครงการว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับแผนภูมิไบโอคลิเมติก (Bioclimatic Chart) กับข้อมูลสภาพสบายว่ามีแนวทางเบื้องต้นในการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อเราทราบลักษณะสภาพภูมิอากาศของแต่ละเดือนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการศึกษาช่วงเวลาของการเรียนการสอน ซึ่งสำหรับการเรียนการสอนของโรงเรียนตัวอย่าง จะเปิดทำการสอนตั้งแต่เวลา 8.00 -16.00 โดยสอนภาคแรกตรงกับกลางเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ตรงกับช่วงฤดูฝน ทิศทางของกระแสลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทางทิศใต้ อัตราความเร็วลมเฉลี่ย 1.34 เมตร/วินาที สภาพอุณหภูมิอากาศโดยทั่วไป ในช่วงเวลากลางวันอยู่นอกขอบเขตสภาวะสบายและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ในการสร้างสภาวะสบายสามารถทำได้โดยการเพิ่มอัตราความเร็วลม ซึ่งทำให้สภาพอุณหภูมิสามารถลดลงมาใกล้ขอบเขตสภาวะสบายได้ ส่วนภาคเรียนที่ 2 จะตรงกับช่วงกลางเดือน พฤศจิกายน ถึง เดือนมีนาคม โดยกระแสลมส่วนใหญ่จะผันแปรระหว่างทิศเหนือกับทิศใต้ จะมีช่วงอุณหภูมิสบายในช่วงเช้า ถึงประมาณ 10.00 น. ตั้งแต่ช่วงเดือน พฤศจิกายนถึงเดือน กุมภาพันธ์ ส่วนช่วงเวลาอื่น ๆ สามารถสร้างสภาพอุณหภูมิให้ลงมาใกล้ขอบเขตสภาวะสบายได้ โดยการเพิ่มอัตรากระแสลม ซึ่งอัตรากระแสลมที่แนะนำสำหรับการสร้างสภาวะสบายไม่รบกวนนั้นจะไม่เกินอัตราความเร็วลม 1.5 เมตร/วินาที เพราะอัตรากระแสลมมากกว่านี้ จะทำให้กระดาศปลิวว่อนและเกิดความรำคาญ

นอกจากประโยชน์ให้สอย ความสวยงามของอาคารแล้ว ที่มีผลต่อการออกแบบแล้วนั้น ปัจจัยหลักที่สำคัญ คือการออกแบบเพื่อสร้างสภาวะความสบายด้านอุณหภูมิให้กับผู้ใช้สอยอาคาร ซึ่งก็คือการศึกษาลักษณะภูมิอากาศ ที่มีผลต่อการออกแบบ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้น สภาพการโคจรของดวงอาทิตย์ ปริมาณการแผ่รังสีความร้อนและกระแสลม

ในการออกแบบอาคาร ผู้ออกแบบต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- การวิเคราะห์สถานที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมของโครงการ เพื่อจะได้ทราบข้อจำกัดและอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อจะนำมาใช้ประโยชน์ให้กับอาคารให้มากที่สุด
- การออกแบบ บริเวณใช้งาน (Zoning) ทิศทางการวางอาคารที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม โดยลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ แต่สามารถชักนำกระแสลมเย็นเข้ามาภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบช่องเปิด ต้องมีขนาดและสัดส่วนที่พอเหมาะกับการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติประกอบการพิจารณาถึงค่าการส่งผ่านความร้อนและการชักนำกระแสลมเข้ามาภายในอาคาร
- การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารที่หาง่าย ราคาประหยัด กระบวนการก่อสร้างที่ไม่สลับซับซ้อน ยุ่งยาก และมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำ
- งานระบบไฟฟ้า แสงสว่าง งานระบบปรับอากาศ งานระบบประปา สุขาภิบาล และงานระบบอื่น ๆ ควรเลือกใช้ระบบและวัสดุที่เลือกอำนวยความสะดวกการประหยัดพลังงาน อาจกำหนดตำแหน่งที่ตั้ง ที่เพิ่มภาระความร้อนให้กับอาคารน้อยที่สุด

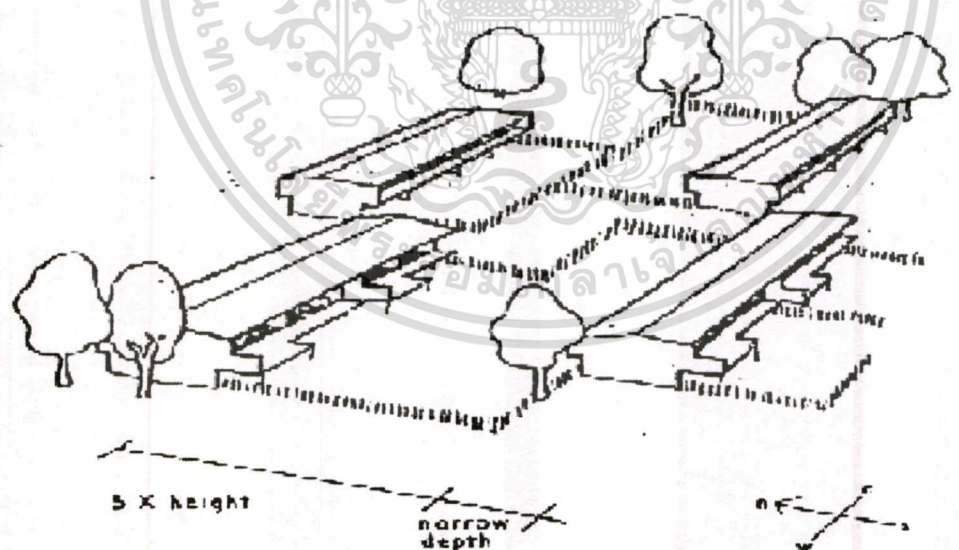
5.2 การวิเคราะห์การวางผังโครงการ

การวางผังอาคารให้ถูกต้องและเหมาะสม จะมีผลต่อการเพิ่มหรือลดความร้อนเข้ามาภายในอาคาร จากการศึกษาการออกแบบอาคารให้บริเวณเส้นรุ้งละติจูดเหนือ ผังอาคารทางด้านทิศใต้ จะได้รับความร้อนตลอดวัน ประมาณ 2 เท่าของด้านทิศเหนือ ตั้งแต่ในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูหนาว และทางด้านทิศตะวันตก และตะวันออก จะได้รับความร้อนเป็น 2.5 เท่าของฤดูหนาว และสำหรับอาคารในเขตภาคกลาง (ละติจูด 14° เหนือ) ของประเทศไทย ฤดูหนาวทิศเหนือได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศใต้ ประมาณ ครึ่งเท่า และในฤดูหนาว ทิศใต้ได้รับรังสีความร้อนมากกว่าทิศเหนือ 8 เท่า การวางอาคารเพื่อลดรังสีความร้อน ในช่วงเวลาความร้อนสูงสุด ระหว่าง เวลา 14.00-16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ จึงควรหันด้านแคบของอาคารไว้ทางด้านทิศนั้น สำหรับตัวอาคารให้มีสัดส่วนพอเหมาะกับการคายความร้อนหรือรับความร้อนเพิ่ม โดยให้ด้านแคบและด้านยาวของอาคารมีสัดส่วนพอเหมาะ สำหรับอาคารในเขตลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อัตราส่วนความกว้าง : ความยาว ควรอยู่ในระหว่าง 1:1.7 – 1:3 และวางอาคารตามยาวไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก โดยห้องต่าง ๆ ภายในอาคาร ให้ได้รับการถ่ายอากาศโดยตรง (Cross Ventilation)

และจากการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศตามตารางมาโฮนี (Mahoney Table) โดยโปรแกรม Archipak เพื่อเป็นเกณฑ์ข้อแนะนำเบื้องต้นสำหรับช่วยในการออกแบบและวางผังอาคาร จากข้อมูลตารางที่ 5.1 สำหรับจังหวัดสุพรรณบุรีมีหลักเกณฑ์ในการออกแบบดังนี้

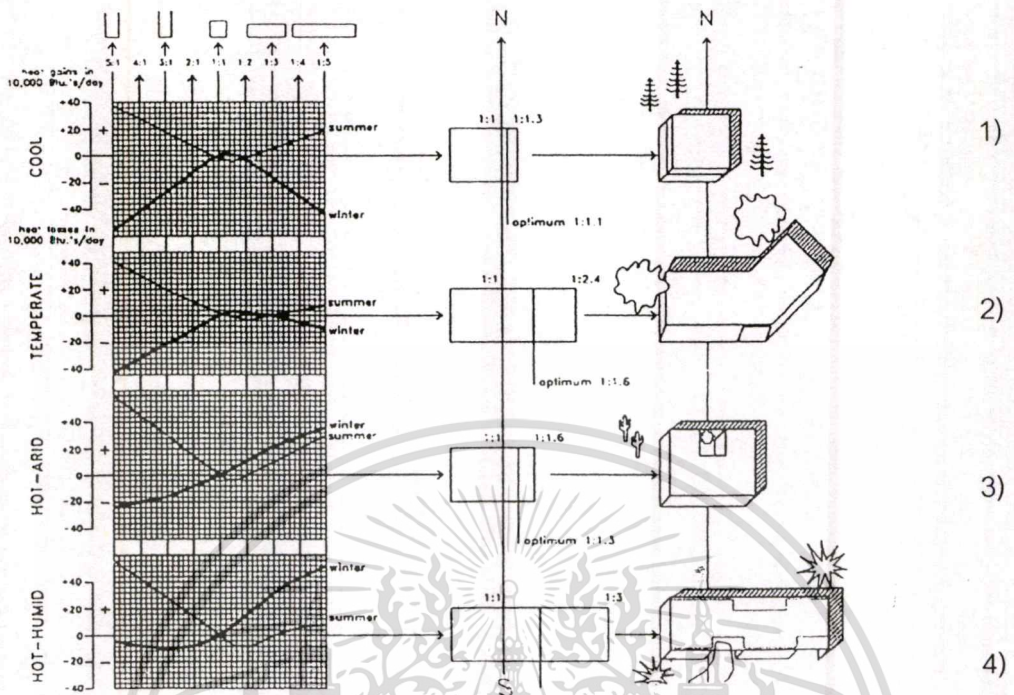
ตารางที่ 5.1 แนวทางเบื้องต้นสำหรับการออกแบบอาคาร ตามวิธีการของ Mahoney จาก
โปรแกรม ARCHIPAK

องค์ประกอบในการออกแบบ	รายละเอียดในองค์ประกอบ
1. การจัดวางอาคาร	- การจัดวางอาคารให้วางอาคารให้ส่วนแคบอยู่ด้านทิศ ตะวันออก-ตะวันตก ส่วนยาวของอาคารไปทางทิศเหนือ และทิศใต้
2. พื้นที่ในอาคาร	- ควรมีลักษณะโล่งให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
3. การระบายอากาศ	- อาคารควรมีลักษณะทางเดินออกด้านเดียว (Single banked rooms) เพื่อให้อากาศพัดผ่านในลักษณะ Cross-ventilation
4. ช่องเปิด	- ช่องลมขนาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 50-80% ของพื้นที่ผนัง
5. ตำแหน่งของช่องเปิด	- อยู่ทิศเหนือและใต้ ช่องเปิดด้านรับลมอยู่ที่ระดับช่วงตัว (Body Height)
6. การป้องกันช่องเปิดของอาคาร	- มีอุปกรณ์ป้องกันแดดและฝนให้กับช่องเปิดของอาคาร
7. ผนัง	- วัสดุหนัก และมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้มากกว่า 8 ชั่วโมง
8. หลังคา	- วัสดุเบา และมีฉนวนกันความร้อนระหว่างฝ้าเพดานกับหลังคา



รูปที่ 5.1 รูปแสดงตัวอย่างการวางผังอาคาร สำหรับอาคารในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบรูปร่างอาคาร ในแต่ละลักษณะภูมิอากาศ

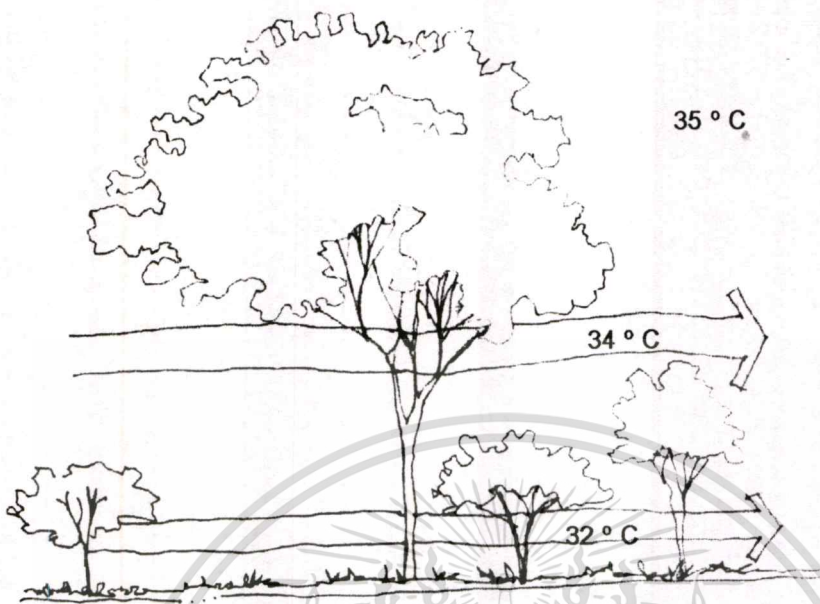
- 1) รูปร่างอาคารในเขตหนาว ควรเป็น 1 : 1.1 - 1 : 1.3
- 2) รูปร่างอาคารในเขตอบอุ่น ควรเป็น 1 : 1.6 - 1 : 2.4
- 3) รูปร่างอาคารในเขตร้อนแห้ง ควรเป็น 1 : 1.3 - 1 : 1.6
- 4) รูปร่างอาคารในเขตร้อนชื้น ควรเป็น 1 : 1.7 - 1 : 1.3

5.3 การศึกษาวิเคราะห์การใช้ต้นไม้เพื่อปรับอุณหภูมิ

จากการวิเคราะห์สภาพของที่ตั้งโครงการ จะพบว่าอุณหภูมิอากาศ จะมีอุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 32°C (ทำการวัดอุณหภูมิอากาศวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ.2544) ณ เวลา 14.00 น. ดังนั้นในการออกแบบเพื่อควบคุมอุณหภูมิของที่ตั้งโครงการให้เย็นลงสามารถทำได้ดังนี้

โดยการปลูกต้นไม้และพืชคลุมดิน เพื่อจะลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศก่อนที่จะพัดเข้าสู่ภายในอาคาร โดยที่เมื่อสภาพอุณหภูมิอากาศสูงสุดประมาณ 35°C ส่องผ่าน ต้นไม้ใหญ่ อุณหภูมิใต้ต้นไม้จะลดลงเหลือประมาณ 34°C และที่อุณหภูมิระดับพืชคลุมดินจะลดลงเหลือ 32°C อุณหภูมิอากาศได้ลดไปประมาณ 2 - 3°C ดังนั้นเราสามารถนำอุณหภูมิอากาศมาช่วย ทำให้อุณหภูมิเข้าใกล้เขตสภาวะสบายได้ ซึ่งอุณหภูมิอากาศที่สภาวะสบาย จากการคำนวณขอบเขตสภาวะสบายโดยโปรแกรม ARCHIPAK มีค่า 23.41 - 27.310 °C ในฤดูหนาว และ 25.05 - 29.5

°C ในฤดูร้อน เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



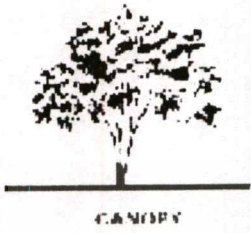



รูปที่ 5.3 รูปแสดงลักษณะการปลูกต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร

ในการพิจารณาเลือกลักษณะชอบต้นไม้มีเหตุผลหลายประการในการเลือกใช้ซึ่งพอจะพิจารณาได้ดังนี้

- ปลูกต้นไม้เพื่อบังแสงแดดให้กับอาคาร
- ปลูกต้นไม้เพื่อให้ร่มเงาในบริเวณต่าง ๆ เช่นสนามเด็กเล่น บริเวณพักผ่อน ลานจอดรถ ทางเดิน ริมถนน
- ปลูกเป็นกำแพงเพื่อลดค่าแสงสะท้อน เสียง ฝุ่นละออง และมลพิษต่าง ๆ
- ปลูกเป็นฉากกันเพื่อบังคับทิศทาง บังหรือลดความแรงของลม
- ปลูกเพื่ออบคบบังสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น ป้ายโฆษณา อาคารรอบข้าง กองขยะ ราวตากผ้า
- ปลูกเพื่ออบคบบังสายตาจากบุคคลภายนอก เพื่อสร้างความเป็นส่วนตัว
- ปลูกเพื่อช่วยแก้ปัญหาทางด้านสถาปัตยกรรม เช่นปลูกต้นไม้เป็นระยะตามแนวรั้วที่มีความยาวมาก
- ปลูกเพื่อดูความงามของต้นไม้ ใบ ดอก หรือให้กลิ่นหอม ตามฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

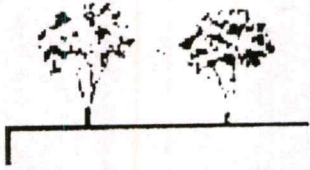

ตารางที่ 5.2 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของการเลือกใช้ชนิดต้นไม้

ประเภทต้นไม้	คุณสมบัติ
<p>1. ไม้ยืนต้นระดับสูงสำหรับบริเวณทั่วไป</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อให้ร่มเงา สำหรับบริเวณทั่วไป - ลักษณะพุ่มใบควรหนาทึบไม่ผลัดใบ ถ้าเป็นไม้ผลัดใบ ควรผลัดใบในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ - ขนาดความสูง 21-30 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 4-8 เมตร ระยะปลูก 4-6 เมตร - ไม้มีสัดส่วนใด ๆ ที่เป็นอันตราย เช่นหนาม น้ำยางที่เป็นพิษ - มีความคงทนต่อสภาพภูมิอากาศ - ตัวอย่างที่นิยมใช้ เช่น มะฮอกกีนีใบใหญ่, ประดู่, อังสนา, นนทรี, พิกุล ฯลฯ
<p>2. ไม้ยืนต้นระดับสูง สำหรับบริเวณริมอาคาร</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อให้ร่มเงาสำหรับบริเวณที่ต้องการ เพื่อลดอุณหภูมิ - ลักษณะพุ่มใบควรหนาทึบ ไม่ผลัดใบถ้าเป็นไม้ผลัดใบ ควรผลัดใบในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ - ลักษณะราก แข็งแรง ไม่แผ่ขยายออกทางด้านข้างมากนัก มีรากแก้วที่แทงลึกในแนวดิ่ง - ขนาดความสูง 11-20 เมตร - ขนาดทรงพุ่ม 4-6 เมตร - ตัวอย่างที่นิยมใช้ พิกุล, จำปี, กระดังง์, เสลา ฯลฯ
<p>3. ต้นไม้สำหรับบังแดดและกำหนดทิศทางลม</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อเป็นแนวกำแพงสำหรับบังแดดทิศทางลมในบริเวณที่ต้องการเปลี่ยนแนวกระแสลม - ลักษณะพุ่มใบควรหนาทึบ และมีพุ่มใบตลอดทั้งลำต้น - ขนาดความสูง 6-15 เมตร - ตัวอย่างที่นิยมใช้ แปรงลำซวด, หลิว, อกโศกอินเดีย, สนทะเล, สนประดิพัทธ์ ฯลฯ
<p>4. ต้นไม้สำหรับเป็นแนวขอบเขตและบังสายตา</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อเป็นแนวกำแพง ป้องกันความร้อน และเสียงเข้ามาภายในอาคาร - ลักษณะพุ่มใบควรหนาทึบ เพื่อกรองความร้อน เสียงและฝุ่น สามารถตัดตกแต่งได้ - ขนาดความสูง 1-2 เมตร - ตัวอย่างต้นไม้ที่นิยมใช้ เทียนทอง, แก้ว, เข็มเศรษฐกิจ, ลิ้นกระบือ, พุดซ้อน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

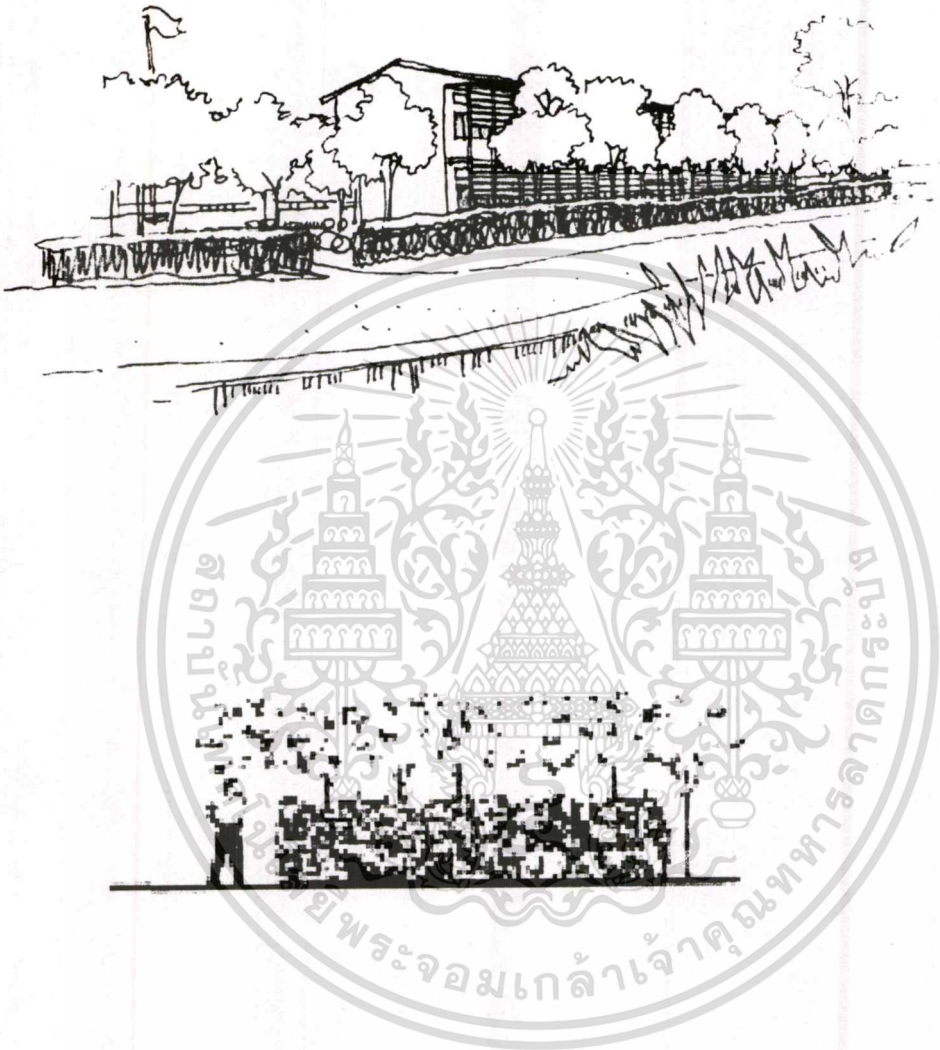
ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

<p>5. ต้นไม้ระดับกลางสำหรับบริเวณริมอาคาร</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อให้ร่มเงา สำหรับบริเวณอาคารทั่วไปในระดับต่ำ เพื่อบัง สายตา และลดแสงสะท้อนเข้ามาภายในอาคาร - ลักษณะพุ่มใบควรหนาแน่นปานกลาง - ขนาดความสูงประมาณ 2-4 เมตร - ตัวอย่างต้นไม้ที่นิยมใช้ เช่น ต้นแก้ว, ทองอุไร, โมก ฯลฯ
<p>6. พืชคลุมดิน</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ปลูกเพื่อลดแสงสะท้อน และรักษาอุณหภูมิของบริเวณ - สามารถขึ้นได้ดีในดินทุกสภาพ ขึ้นง่าย ทนต่อการเหยียบย่ำได้ดี ดูแลรักษาง่าย - ตัวอย่างที่นิยมใช้ เช่น หญ้าหน้านวนล

สำหรับโครงการเลือกการปลูกต้นไม้ในแต่ละตำแหน่งของโครงการตามลักษณะใช้สอยดังนี้

- ทางด้านทิศตะวันตก ทางด้านทิศใต้ ทางด้านทิศตะวันออก แนวริมรั้วของโครงการ เลือกต้นไม้ยืนต้นในระดับสูง เพื่อให้ร่มเงากับบริเวณ ตัวอย่างต้นไม้ที่เลือกได้แก่ อินทนิลน้ำ พิกุล นนทรี ประดู่ อังสนา พะยอม เสลา ระยะห่าง 4-5 เมตร ห่างจากรั้ว 1.5 เมตร ปลูกต้นแก้วตลอดแนวริมรั้ว เพื่อป้องกันเสียงและลดการแผ่รังสีความร้อน จากถนนเรียบคลองชลประทาน
- ทางด้านทิศตะวันตก ส่วนที่อยู่ติดกับอาคาร ปลูกต้นเสลา สลับกับกระถิง ระยะห่างจากรั้ว 1.00 เมตร ระยะห่างแต่ละต้น 3-4 เมตร และปลูกต้นแก้ว ระยะห่าง 1.5 เมตร ตลอดแนวรั้ว ตกแต่งต้นไม้ให้สูงประมาณ 2.00 เมตร
- ทางด้านทิศตะวันตก และทางด้านทิศใต้ และทิศตะวันออก โดยทั่วไป ปลูกต้นพิกุล สลับกับ ประดู่ อังสนา ชี่เหล็กหรือนนทรี ระยะห่างแต่ละต้น 4-6 เมตร
- ทางด้านทิศใต้ ส่วนที่ติดตัวอาคาร ปลูกต้นไม้เพื่อบังคับทิศทางลม เลือกใช้ต้นพิกุล, อโศกอินเดีย และปลูกพืชคลุมดิน เพื่อลดแสงสะท้อนเข้าสู่ตัวอาคาร
- ทางด้านทิศตะวันออกติดกับตัวอาคาร เลือกปลูกต้นไม้เพื่อลดแสงสะท้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เลือก ต้นพิกุล, เสลา และแซมด้วยไม้ระดับกลาง-เล็ก ในที่นี้ใช้ต้นเข็ม พร้อมปลูกพืชคลุมดิน
- ด้านทิศเหนือ ส่วนที่ติดกับอาคาร ปลูกเพื่อลดแสงสะท้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เลือกต้นแก้ว พิกุล พร้อมปลูกพืชคลุมดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



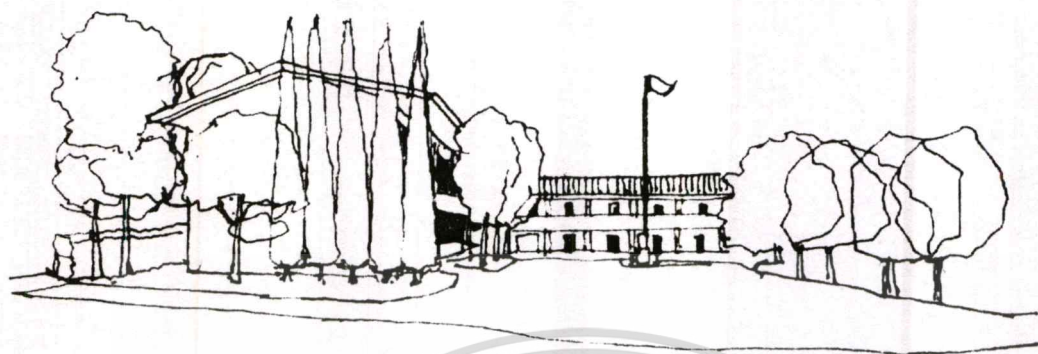
1)

2)

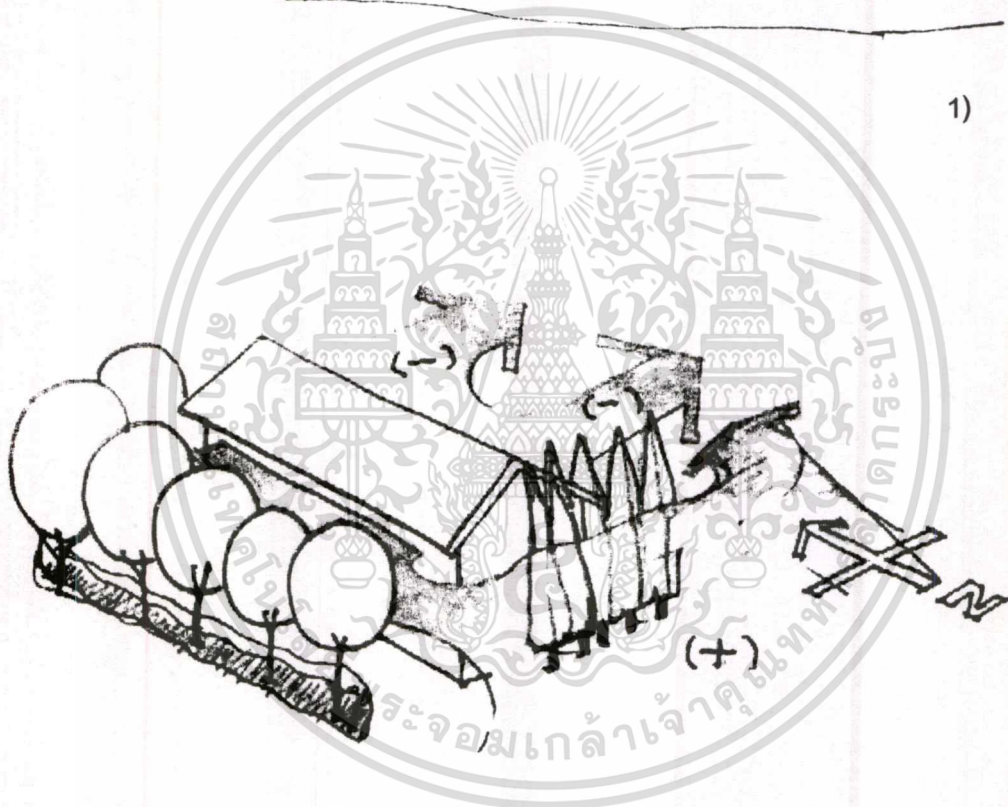
รูปที่ 5.4 รูปแสดงการปลูกต้นไม้ทางด้านทิศตะวันตก

- 1) รูปแสดงการปลูกต้นไม้ด้านทิศตะวันตก ส่วนชิดตัวอาคาร เพื่อปรับอุณหภูมิให้กับบริเวณ และปลูกต้นไม้ทำกำแพงตลอดแนวรั้วโครงการเพื่อป้องกันแสง และเสียงสะท้อนเข้ามาภายในอาคาร
- 2) รูปแสดงลักษณะต้นไม้ และไม้พุ่มแนวรั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1)

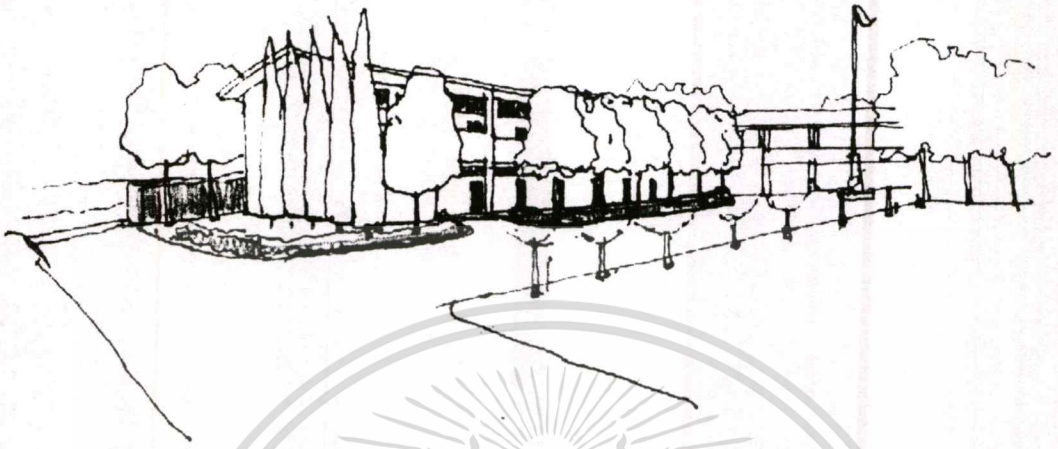


2)

รูปที่ 5.5 รูปแสดงการปลูกต้นไม้ทางด้านทิศใต้

- 1) รูปแสดงการปลูกต้นไม้เพื่อควบคุมกระแสลมทางด้านทิศใต้ของโครงการ
- 2) รูปแสดงลักษณะการเกิดแรงกดอากาศสูง (+) และแรงกดอากาศต่ำ (-) ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำกระแสลมพัดผ่านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 รูปแนวชิดตัวอาคารด้านทิศตะวันออก ปลูกต้นไม้เพื่อลดการส่งผ่านความร้อนและปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันแสงสะท้อนจากลานคอนกรีต



รูปที่ 5.7 รูปแสดงการใช้ต้นไม้ เพื่อลดการสะท้อนความร้อนจากลานคอนกรีตและถนนเรียบโครงการด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การวิเคราะห์ออกแบบอุปกรณ์บังแดด

การออกแบบอุปกรณ์บังแดด เพื่อลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ เข้ามาภายในอาคาร ให้น้อยที่สุดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการวางอาคาร ทิศนัยภาพมุมมองและทิศทางของลมที่พัดเข้ามา ภายในอาคาร ตัวอุปกรณ์ควรเป็นวัสดุที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วสามารถสะท้อนความร้อนออกได้ดี ลดการแผ่ความร้อนเข้ามาภายในอาคาร และควรจะสามารถสะท้อนความร้อนออกได้อย่างเร็ว เมื่อกระทบกับแสงแดด และยังต้องคำนึงถึงช่องว่างระหว่างที่กันแดดกับตัวอาคารที่อากาศสามารถไหลผ่านพาความร้อนออกไปได้โดยไม่สะสมหรือเพิ่มความร้อนนี้ให้กับอาคาร

จากกรณีอาคารตัวอย่างได้พิจารณาเลือกใช้ลักษณะอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอนก็สามารถควบคุมการบังแสงแดดให้กับอาคารได้ตลอดเวลาและตลอดทั้งปี

ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือ

- อุปกรณ์บังแดดทางแนวนอน (Overhang)

เป็นแผงกันแดดที่ติดตั้งในลักษณะแนวนอนขนานกับพื้นดินการป้องกันแดดขึ้นอยู่กับมุมของเงาในแนวตั้ง ในกรณีที่แสงแดดเข้ามามีมุมต่ำ ก็จำเป็นต้องมีคียบนอนที่ ๆ และอยู่ใกล้กัน อาจทำให้เกิดปัญหาในการบังทิศทางและทัศนียภาพภายนอกอาคาร


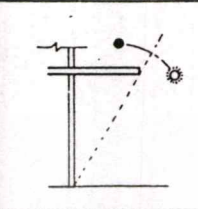
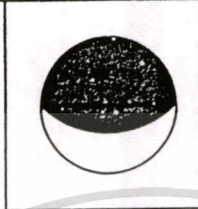

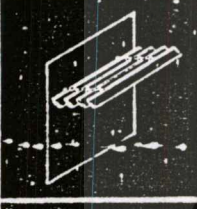
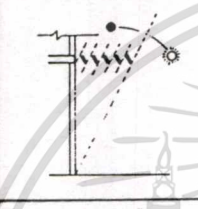

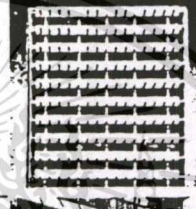

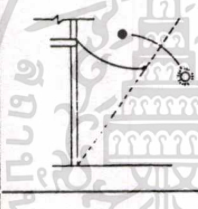
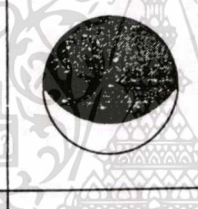
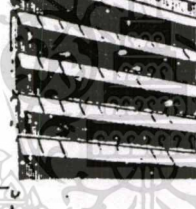
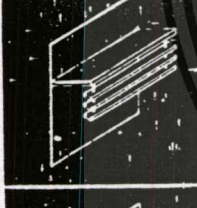
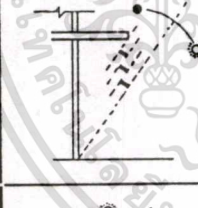



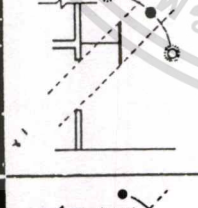
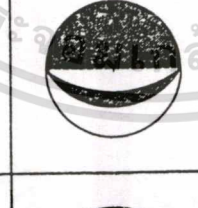


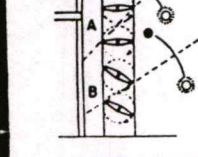
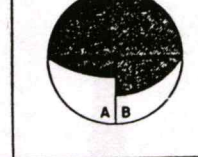

- อุปกรณ์บังแดดทางแนวตั้ง (Fin)

เป็นแผงกันแดดที่ติดตั้งจากกับพื้นดิน ระยะห่างของแผงบังแดดขึ้นอยู่กับมุมของเงาในแนวนอน คียบขนาดเล็ก แต่วางถี่ ๆ ใกล้กันจะมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับคียบขนาดใหญ่ แต่วางอยู่ห่างกัน

- อุปกรณ์บังแดดแบบผสม (Eggcrete)

เป็นอุปกรณ์บังแดดผสมระหว่างอุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอนและแนวตั้ง จะเหมาะสมกับแดดมุมเฉียง เช่นด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ หรือด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

HORIZONTAL TYPES

VIEW:	SECTION:	MASK:	EXAMPLE:	CHARACTERISTIC:
				Horizontal overhangs are most efficient toward south or around southern orientations. Their mask characteristic is segmental.
				Louvers parallel to wall have the advantage to permit air circulation near to the elevation. Slanted louvers give better protection than vertical ones.
				Canvas canopies will have the same characteristics as solid overhangs, and can be made retractable.
				Where protection is needed for low sun angles, louvers hung from solid horizontal overhangs are efficient.
				A solid, or perforated screen strip parallel to wall cuts out the lower rays of the sun.
				Movable horizontal louvers change their mask characteristics according to their positioning.

รูปที่ 5.8 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางแนวนอน (ให้มุมของเงาท่างตั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VERTICAL TYPES

VIEW:	PLAN AND SECTION:	MASK:	EXAMPLE:	CHARACTERISTIC:
				Vertical fins serve well toward east and west and near these orientations. Their mask characteristic is segmental.
				Vertical fins oblique to wall will result in asymmetrical mask. Separation from wall will avoid heat transmission.
				Movable fins can shade the whole wall, or open up in different directions according to the sun's position.

รูปที่ 5.9 รูปแสดงเครื่องบังแดดทางแนวตั้ง (ให้มุมของเงาทงแนวขนอน)

EGGCRAPE TYPES

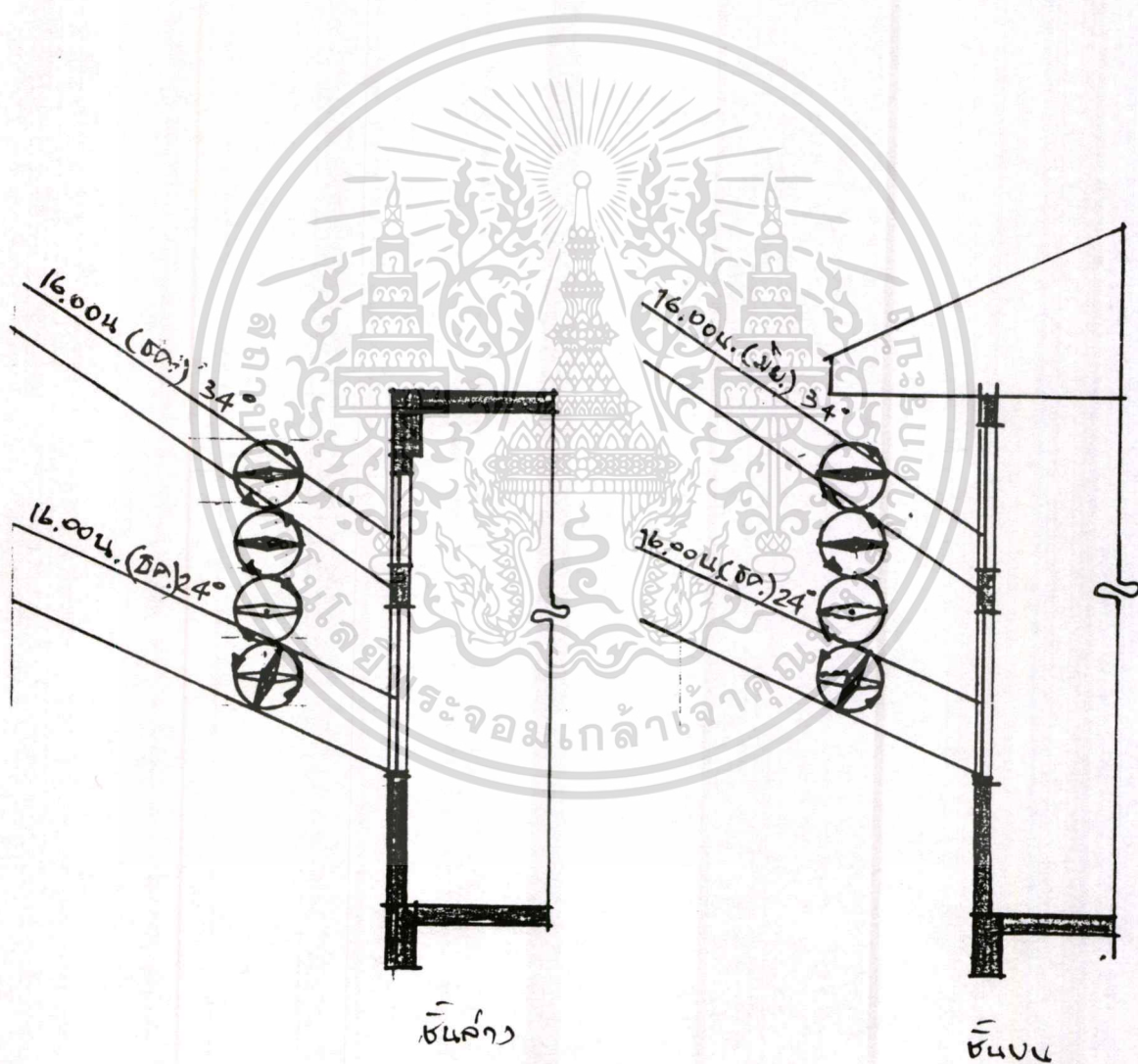
				Eggcrate types are combinations of horizontal and vertical types and their mask is a superimposed diagram of the two masks.
				Solid eggcrate with slanting vertical fins results in asymmetrical mask.
				Eggcrate device with movable horizontal elements shows flexible mask characteristics. Because of their high shading ratio, eggcrates are efficient in hot climates.

รูปที่ 5.10 รูปแสดงเครื่องบังแดดชนิดผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• การวิเคราะห์อุปกรณ์บังแดดทางแนวนอน (Overhang)

ในกรณีเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดชนิดแนวนอนช่วงเวลาตั้งแต่ 13.00 – 16.00 น. ในเดือน มิถุนายน ไม่ต้องคอยปรับเชิงอุปกรณ์บังแดดเพราะสามารถบังแสงแดดได้ตลอดเวลา ยกเว้นตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนธันวาคม ต้องคอยปรับเชิงอุปกรณ์บังแดดให้ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ เพื่อป้องกันแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้ทัศนียภาพการมองออกไปภายนอกอาคารเสียไปบ้าง แต่ก็ยังให้ผลดีกว่าอุปกรณ์บังแดดทางแนวตั้งที่ต้องปรับบังแสงแดดตั้งแต่วางเวลาบ่าย เป็นต้นไป



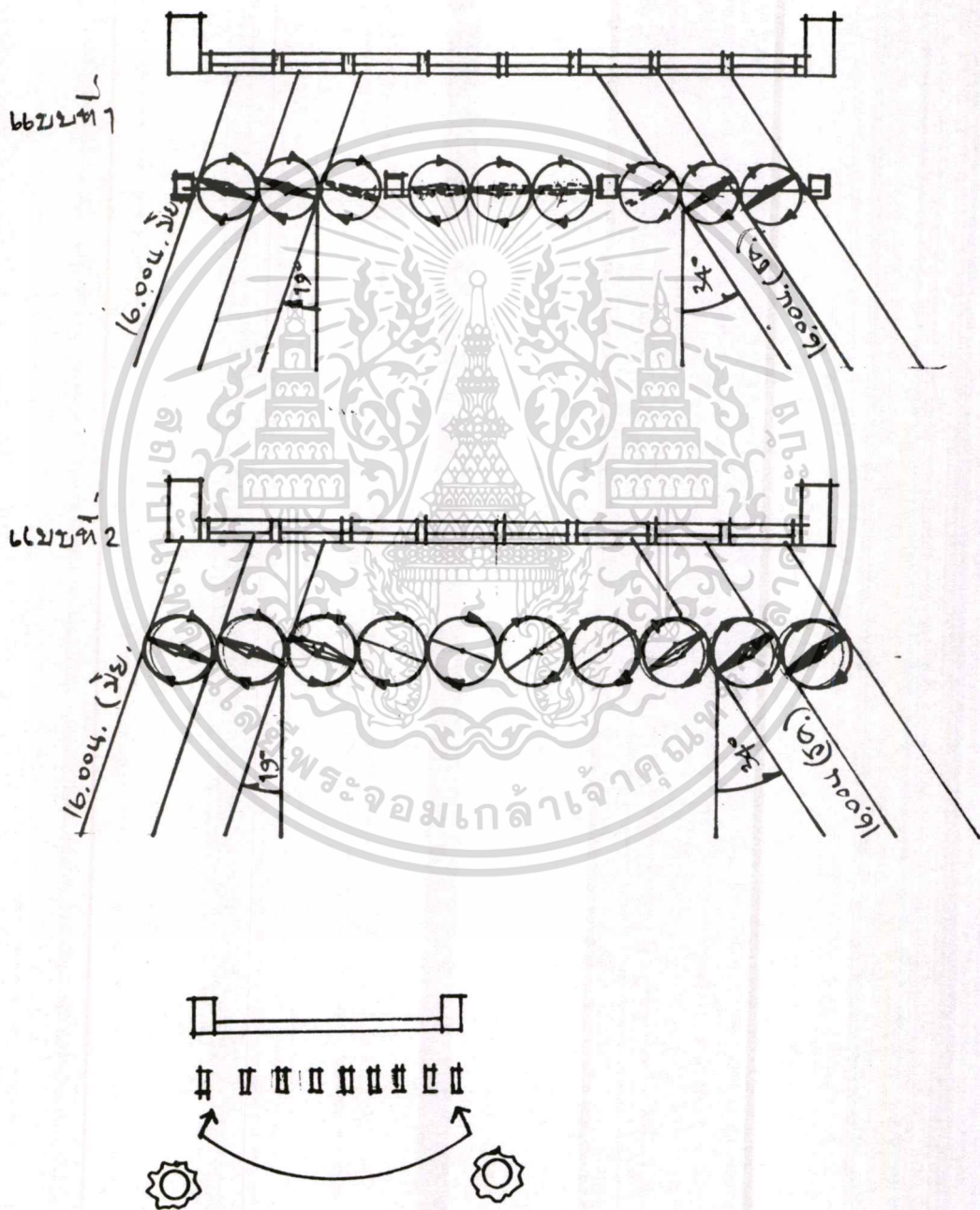
รูปที่ 5.11 รูปแสดงการวิเคราะห์ออกแบบอุปกรณ์บังแดดทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• การวิเคราะห์อุปกรณ์บังแดดทางแนวตั้ง (Fin)

ในกรณีเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดชนิดแนวตั้ง แสงอาทิตย์จะส่องเข้าทางช่องหน้าต่างได้ตลอดเวลาตั้งแต่ช่วงบ่ายเป็นต้นไป ยกเว้นในกรณีที่หันทิศของอุปกรณ์บังแดดให้ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ ก็จะป้องกันแสงตรงจากดวงอาทิตย์ได้แต่ก็จะเสียด้านทัศนียภาพการมองภายนอกอาคารออกไปด้วย



รูปที่ 5.12 รูปแสดงการวิเคราะห์ออกแบบอุปกรณ์บังแดดทางแนวตั้ง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านวิชาการเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบอุปกรณ์บังแดด

ลำดับ	วัสดุ คุณสมบัติ	คอนกรีตทาสีขาว	ไฟเบอร์กลาส ทาสีขาว	แผ่นเหล็กทึบขึ้นรูป ทาสีขาว	แผ่นแตงกาสีขาว รูปทาสีขาว	แผ่นอลูมิเนียมทึบขึ้น รูป	ไม้ทาสีขาว
1	ลักษณะการสะท้อนแสง	Diffuse/Spread	Diffuse/Spread	Diffuse/Spread	Spread	Spread	Diffuse/Spread
2	ค่าการสะท้อนแสง	75 - 90	75 - 90	75 - 90	75 - 90	70 - 80	75 - 90
3	ค่าการดูดกลืนรังสีความร้อน	10 - 30	10 - 30	10 - 30	40 - 50	20 - 30	30 - 50
4	ความคงทนต่อความร้อนและความชื้น	มีความคงทนต่อความร้อนและความชื้น	เมื่อโดนความร้อนอาจบิดงอเสียรูปได้	เมื่อโดนความร้อนจะเกิดสนิม	จะมีคราบสนิมติดที่ผิวบ้าง	จะมีคราบสนิมติดที่ผิวบ้าง	ไม่คงทนต่อแดดและฝนเมื่อทาสีน้ำมันและน้ำยาเคลือบไม้ ช่วยทำให้สภาพแข็งแรงคงทนนานขึ้น
5	ขนาดหน้าและกอบประกอบ	น้ำหนักมากไม่มากสามารถปรับเปลี่ยนได้	น้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้	น้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้	น้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้	น้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้	น้ำหนักเบาสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้
6	การทำความสะอาด	ทำความสะอาดได้ทั่วไป	ทำความสะอาดได้ทั่วไป	ทำความสะอาดได้ทั่วไป	ทำความสะอาดได้ทั่วไป	ทำความสะอาดได้ทั่วไป	ทำความสะอาดได้ทั่วไป
7	การดูแลรักษา	สีที่ทาหลุดร่อนต้องหมั่นทาสีใหม่	สีที่ทาหลุดร่อนต้องหมั่นทาสีใหม่	สีที่ทาหลุดร่อนต้องหมั่นทาสีใหม่	ไม่มีปัญหาเรื่องทาสีแต่ต้องทำความสะอาด	ไม่มีปัญหาเรื่องทาสีแต่ต้องทำความสะอาด	สีที่ทาหลุดร่อนต้องหมั่นทาสี

ในการเลือกวัสดุที่นำมาประกอบเป็นอุปกรณ์บังแดดมีเกณฑ์พิจารณาหลายประการ ที่นำมาพิจารณาได้ดังนี้

- มีลักษณะ แข็งแรง ทนทาน อายุการใช้งานยาวนาน .
- วัสดุเบา สามารถผลิต และประกอบได้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- สามารถหาได้โดยง่ายทั่วไป ราคาประหยัด
- มีการสะท้อนรังสีความร้อนต่ำ แต่มีค่าการสะท้อนแสงดี ซึ่งจากตารางที่ 5.3 ได้เลือก

วัสดุแบบแผ่นอลูมิเนียมพับขึ้นรูปเป็นอุปกรณ์บังแดดของอาคารที่เสนอแนะ

ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์บังแดดสามารถพิจารณาได้ดังนี้

- เวลาที่ใช้ในการออกแบบ

โดยพิจารณาได้จาก แผนภูมิสภาพสภาวะรายชั่วโมง และเวลาที่ใช้เรียนจนถึงเลิกเรียน คือ 8.30 น.-16.00 น ในภาพแสดงที่ 5.4 จะพบว่า เวลาที่ต้องป้องกันความร้อนนั้นเกือบตลอดทั้งปี โดยจะมีช่วงขอบเขตสภาวะสบาย ในช่วงเช้าจนถึงเวลาประมาณ 10.030 น. เฉพาะในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนมีนาคม ในทางปฏิบัติเราต้องออกแบบอุปกรณ์บังแดดป้องกันความร้อน ตั้งแต่ช่วงเวลาที่เริ่มใช้อาคาร คือ 8.30 น. – 16.00 น.

- มุมของเงาที่บังแดด

ในการออกแบบทิศทางของผนังด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันออก จากการพิจารณา Sun Charts ทางเดินของดวงอาทิตย์ การป้องกันแดดได้ดีที่สุด (มุมทางตั้ง) จะใช้วันที่ 16 เมษายน หรือ 23 สิงหาคม ที่เวลา 8.30 น. – 16.00 น. จะได้มุมทางตั้งด้านทิศตะวันออก = 37° และมุมทางด้านทิศตะวันตก = 32° ก็สามารถบังแดดได้ตลอดเวลาดังกล่าว

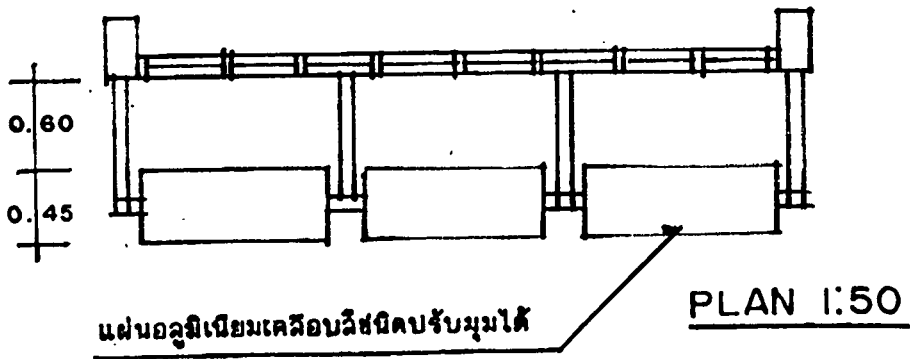
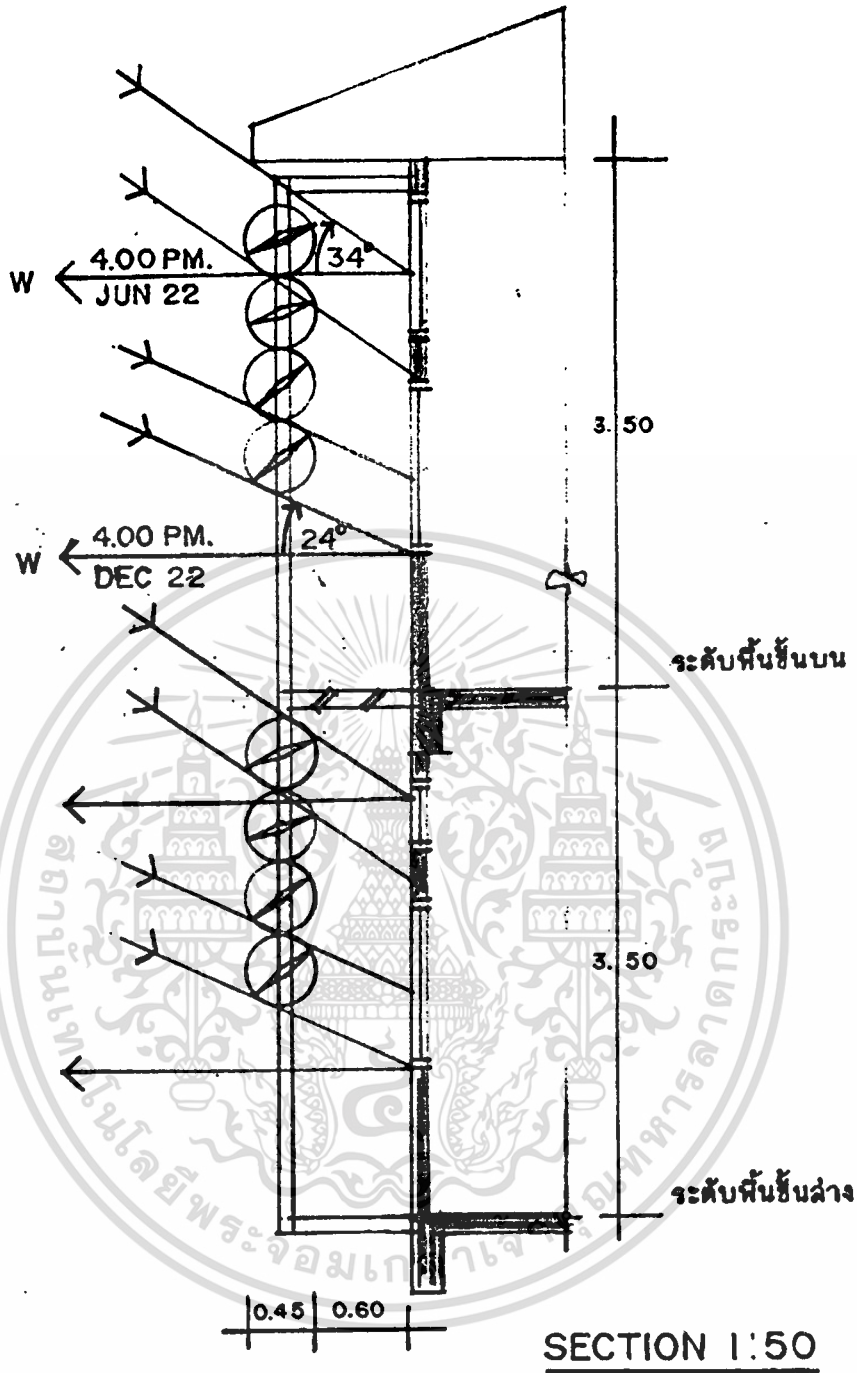
สำหรับการออกแบบอุปกรณ์บังแดดด้านทิศเหนือ วันที่ใช้คำนวณคือวันที่ 22 มิถุนายน มุมของอุปกรณ์บังแดดทางแนวนอนจะมีค่า $68^{\circ} - 65^{\circ}$ และในการออกแบบอุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศใต้ วันที่ใช้คำนวณคือวันที่ 22 ธันวาคม มุมของอุปกรณ์บังแดดทางแนวนอนจะมีค่า $40^{\circ} - 36^{\circ}$ ซึ่งสามารถป้องกันแดดได้ตลอดเวลา 8.30 – 16.00 น. ตลอดทั้งปี

- เมื่อทราบมุมของอุปกรณ์บังแดด ในด้านทิศตะวันตกและตะวันออกหรือทิศอื่น ๆ ก็ จะทราบมุมที่ทำให้สามารถกำหนดรูปแบบความกว้างและลึกของอุปกรณ์บังแดดได้ ตามรูปที่ 5.13 และรูปที่ 5.14

ตารางที่ 5.4 แสดงขนาดของมุมของเงาทางตั้งและทางนอนด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก

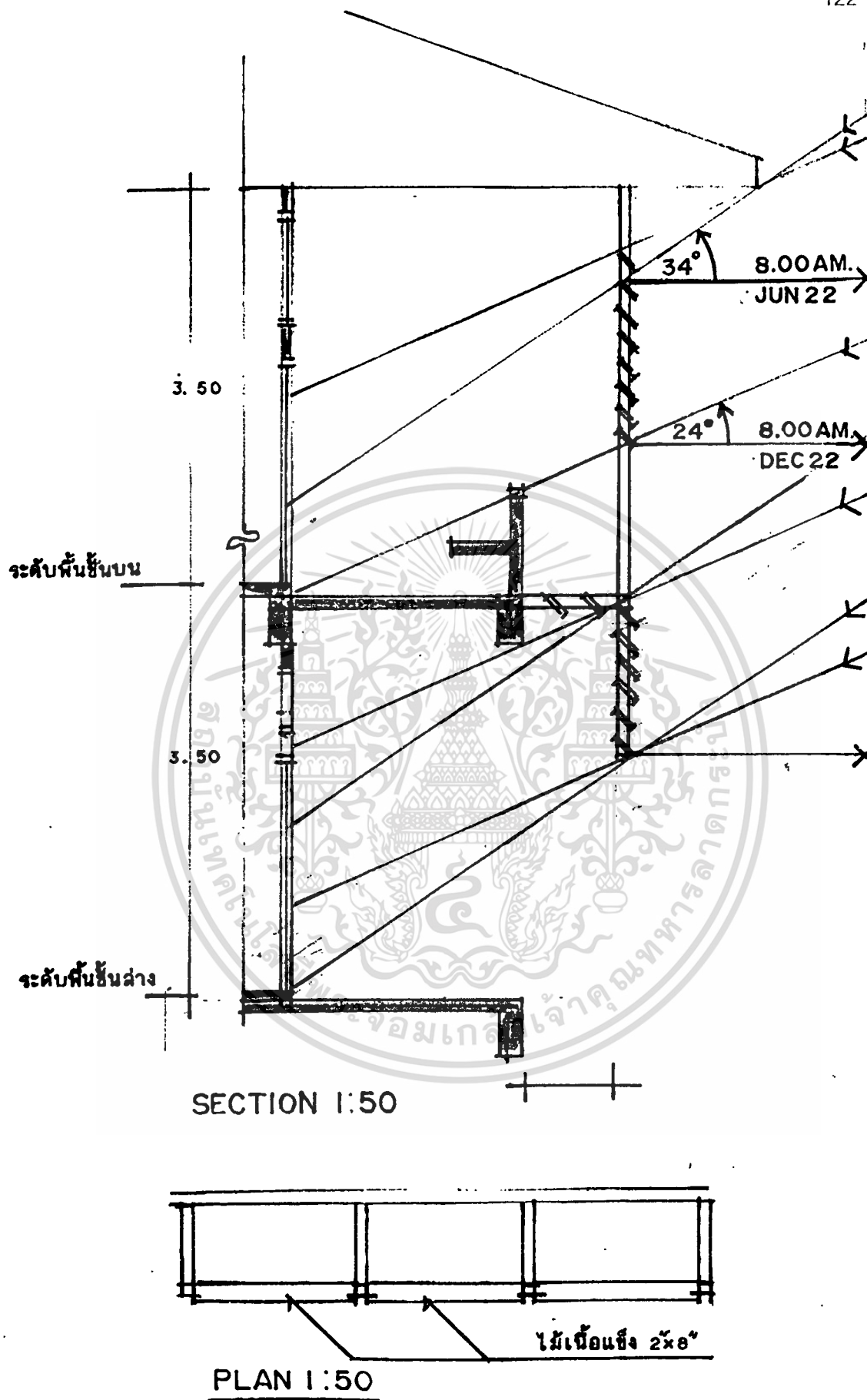
เวลา \ เดือน	8.00		9.00		10.00		11.00		13.00		14.00		15.00		16.00	
	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค	มิ.ย	ธ.ค
มุมของเงาทางตั้ง	34	27	47	38	61	54	78	70	78	70	61	54	47	38	34	24
มุมของเงาทางนอน	19	32	20	39	22	52	32	68	32	68	22	52	20	39	19	32

ไม่วารณมีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผ่นฉนวนใยแก้วเคลือบสีชนิดปรับมุมได้

รูปที่ 5.13 รูปแสดงแบบขยายอุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศตะวันตก
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 รูปแสดงแบบขยายอุปกรณ์บังแดด ทางด้านทิศตะวันออก
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การพิจารณาวัสดุอุปกรณ์ประกอบอาคาร

ในการพิจารณาออกแบบอาคารเพื่อป้องกันการส่งผ่านความร้อนจากอุณหภูมิและปริมาณรังสีอาทิตย์ภายนอกอาคารถ่ายเทผ่านเข้ามาภายในอาคาร แนวทางหนึ่งก็คือ การเลือกวัสดุประกอบอาคาร ซึ่งสามารถพิจารณาแบ่งได้เป็นดังนี้

5.5.1 วัสดุนั่งทับ

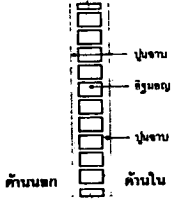
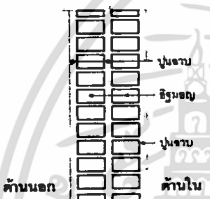
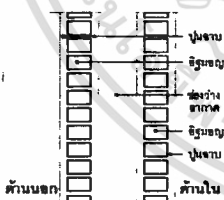
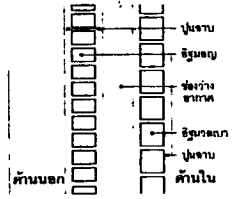
สำหรับงานก่อสร้างอาคารในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นควรเป็นอาคารที่มี Low – Mass มีค่าการหน่วงระยะเวลาความร้อนมากกว่า 8 ชม. ในกรณีสำหรับงานอาคารตัวอย่างได้ใช้วัสดุก่ออิฐฉาบปูนเรียบเป็นผนังอาคาร ซึ่งยังมีคุณสมบัติไม่เพียงพอในการป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคารเพราะยังทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงอยู่ การลดค่าความร้อนจะส่งผลให้เกิดการลดอุณหภูมิของอากาศภายในอาคาร จึงได้นำเสนอและเลือกใช้ผนังยิปซัมบอร์ดชนิดลูมินัมพอยด์ ใช้วัสดุผนังยิปซัมบอร์ดชนิดลูมินัมพอยด์ ฉาบเรียบพร้อมช่องว่างอากาศ 5 ซม. เป็นฉนวนกันความร้อนให้กับอาคาร และต้องเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง การก่อสร้างและติดตั้งง่ายราคาประหยัด

ปัจจัยสำหรับพิจารณาการเลือกวัสดุนั่งทับ ได้แก่

- มีความสามารถในการต้านทานความร้อนสูง (Thermal Resistance)
- มีความสามารถในการส่งผ่านความร้อนต่าง ๆ (U-Value)
- ไม่สะสมความร้อนหรือมีความจุความร้อนต่ำ (Thermal Capacity)
- ช่วงเวลาการหน่วงเหนี่ยวความร้อนมาก (Time Lag)
- กันน้ำและกันการรั่วซึมของอากาศได้ดี
- ไม่ดูดหรืออมความชื้น
- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวเพื่อลดปัญหาการแตกร้าว

จากการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ให้กับอาคารหลังนี้ได้พิจารณาเลือกจากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ ดังนี้

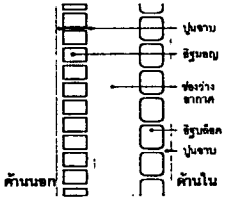
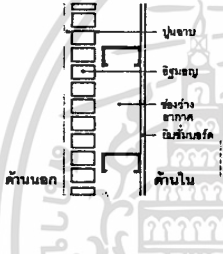
ตารางที่ 5.5 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ

ประเภทผนัง	คุณสมบัติผนัง
<p>1 ผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว</p> 	<p>เป็นผนังที่ใช้กันทั่วไป ทำงานง่ายราคาถูก มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนต่ำ วัสดุมีน้ำหนักมาก ในลักษณะของการเสริมสร้างสภาวะสบาย ไม่เหมาะสม เพราะวัสดุจะมีการสะสมความร้อนแล้ว ส่งเข้ามาภายในอาคาร ทำให้สภาพอุณหภูมิของอากาศภายในอาคารสูงเกือบตลอดวัน ควรหลีกเลี่ยง หรือ ใช้ร่วมกับวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อน</p>
<p>2 ผนังก่ออิฐมอดู 2 ชั้น</p> 	<p>เป็นผนังที่ช่วยหน่วงความร้อนให้เข้ามาภายในอาคารได้นานขึ้น และมีการสะสมความร้อนที่มวลมากกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียว การก่อสร้างทำให้โครงสร้างต้องรับภาระน้ำหนักมากขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้</p>
<p>3 ผนังก่ออิฐมอดู 2 ชั้นเว้นช่องว่างอากาศ</p> 	<p>มีลักษณะคล้ายผนังก่ออิฐมอดู 2 ชั้น แต่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีกว่า เพราะมีการเว้นช่องว่างตรงระหว่างกลางผนังเป็นการช่วยเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับผนัง แต่วัสดุโครงสร้างมีน้ำหนักมาก จะเป็นการเพิ่มภาระให้กับโครงสร้างอาคาร จึงไม่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้</p>
<p>4 ผนังก่ออิฐมอดู + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบา</p> 	<p>เป็นผนังที่ค่าความต้านทานความร้อนสูง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อลดภาระความร้อนเข้ามาภายในอาคาร แต่ราคาวัสดุค่อนข้างสูง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

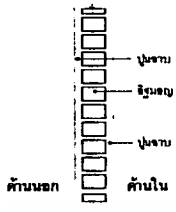
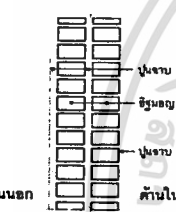
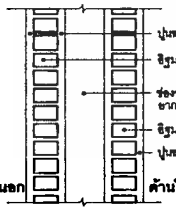
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

5	<p>ผนังก่ออิฐ + ช่องว่างอากาศ + อิฐบล็อก</p> 	<p>เป็นผนังที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนดีกว่าผนังก่ออิฐมวลเบา 2 ชั้น เว้นช่องว่างอากาศแต่ยังเป็นการเพิ่มภาระน้ำหนักให้กับโครงสร้างอาคาร ไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้</p>
6	<p>ผนังก่ออิฐมวลเบา + ช่องว่างอากาศ + ผนังยิปซัมบอร์ด 12 มม.</p> 	<p>เป็นผนังที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนดี การก่อสร้างต่อเติมสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว ลักษณะโครงสร้างเบา</p>

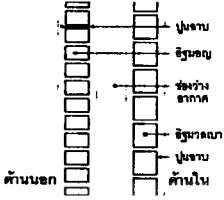
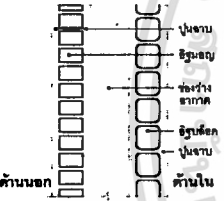
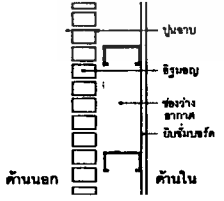
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังชนิดต่าง ๆ

1 ผนังก่ออิฐมวลยูนี้นเดี่ยว						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	-
	2.ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลยูนี้นครึ่งแผ่น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
รวม	-	-	-	0.255	3.921	
2 ผนังก่ออิฐมวลยูนี้น 2 ชั้น						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2.ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลยูนี้น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ	0.08	1.154	0.011		
	5. อิฐมวลยูนี้น				0.069	
	6. ปูนฉาบ	0.08	1.154	0.011		
	7. ฟิล์มอากาศด้านใน				0.120	
รวม				0.325	3.08	
3 ผนังก่ออิฐมวลยูนี้น 2 ชั้น เว้นช่องว่างอากาศ						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2.ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลยูนี้น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ				0.011	
	5. ช่องอากาศ	0.10			0.160	
	6. อิฐมวลยูนี้น	0.010	0.879	0.011		
	7. ปูนฉาบ	0.080	1.154	0.069		
8. ฟิล์มอากาศด้านใน				0.120		
รวม				0.495	2.02	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

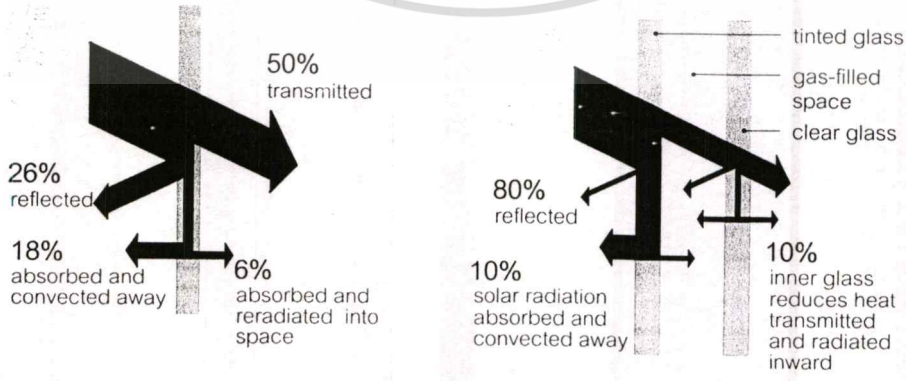
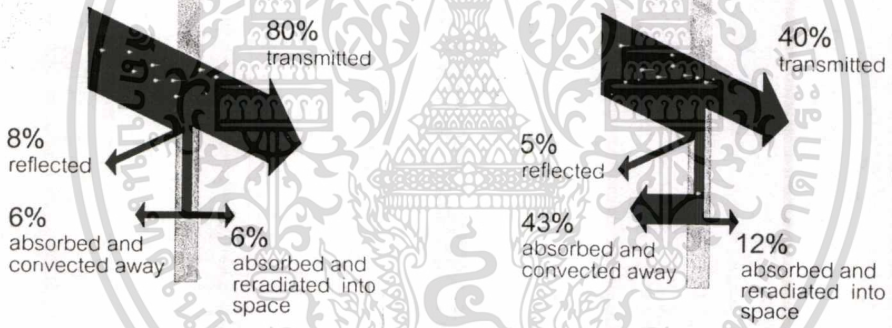
ตารางที่ 5.6 (ต่อ) แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของผนังชนิดต่าง ๆ

4 ผนังก่ออิฐมวลเบา + ช่องว่างอากาศ + อิฐมวลเบา						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลเบาคึ่งแผ่น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	5. ช่องว่างอากาศ	-	-	-	0.160	
	6. อิฐมวลเบา.	0.080	0.220	0.363		
	7. ปูนฉาบ	-	-	-	0.011	
	8. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
รวม				0.789	1.267	
5 ผนังก่ออิฐมวลเบา + ช่องว่างอากาศ + อิฐบล็อก						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลเบาคึ่งแผ่น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	5. ช่องว่างอากาศ	-	-	-	0.346	
	6. อิฐมวลบล็อก	0.080	0.379	0.231		
	7. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	8. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
รวม				0.657	1.522	
6 ผนังก่ออิฐมวลเบา + ช่องว่างอากาศ + ยิปซัมบอร์ด						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K ($w/m^2 \cdot c$)	$R = \Delta X/K$ ($m^2 \cdot c/w$)	U ($w/m^2 \cdot c$)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	3. อิฐมวลเบาคึ่งแผ่น	0.080	1.154	0.069		
	4. ปูนฉาบ	0.010	0.879	0.011		
	5. ช่องว่างอากาศ	-	-	-	0.160	
	6. ยิปซัมบอร์ด	0.012	0.195	0.069		
	7. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
รวม				0.913	1.095	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.2 วัสดุช่องแสงกระจก

หลักเกณฑ์สำหรับช่องแสงสามารถพิจารณาได้คือ ควรใช้กระจกที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารให้ได้มากที่สุด แต่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามาภายในอาคารน้อยที่สุด ซึ่งอาคารตัวอย่างได้ใช้กระจกใสธรรมดา เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ ในการลดความร้อนที่เข้ามาภายในอาคาร โดยการใส่อุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันแสงอาทิตย์ให้มากระทบกับกระจกโดยตรง ก็เป็นความเหมาะสมต่อการเลือกใช้ ถ้าเราสามารถป้องกันแสงอาทิตย์ ให้มากระทบอาคารได้โดยตรง โดยยอมให้เฉพาะแสงกระจายเท่านั้น ปริมาณความร้อนที่รับมาจากรังสีตรงดวงอาทิตย์ ที่ส่องผ่านเข้ามาภายในอาคารเป็นรังสีคลื่นสั้นแต่เมื่อกระทบกับวัสดุภายในอาคารก็จะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว เป็นคลื่นความร้อนไม่สามารถทะลุผ่านออกไปได้สะดวก ดังนั้น รังสีกระทบบางส่วนจะถูกดูดซึมและบางส่วนก็จะสะท้อนออกไป ประมาณรังสีที่ตกกระทบบนพื้นผิวจะเท่ากับปริมาณรังสีที่ถูกดูดซึม โดยพื้นผิวนั้น รวมกับปริมาณรังสีที่สะท้อนออกไป



รูปที่ 5.15 รูปแสดงคลื่นรังสีความร้อนที่กระทบกระจกชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระจกชนิดต่าง ๆ

ประเภทกระจก	คุณสมบัติกระจก
<p>กระจกใส</p> <p>Clear Glass</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ลักษณะผิวของกระจกใส โปร่งแสง ให้ภาพการมองเห็นที่แจ่มชัดและให้ภาพสะท้อนสมบูรณ์ ● ขนาดและความหนา มีตั้งแต่ 2-19 มม. ขนาดความกว้างประมาณ 3 เมตร และความยาวถึง 7.60 เมตร ● การใช้งานสามารถนำไปใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เช่นช่องแสง หน้าต่าง ประตูและ ตกแต่งทั่วไป ● ใช้ทำกระจกเงา กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ โดยมีส่วนอื่นประกอบเพิ่ม ● ประมาณค่าความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารมีประมาณ 80 - 90% เมื่อไม่มีอุปกรณ์บังแดด 30 - 40% เมื่อมีอุปกรณ์บังแดดภายใน และ 5 - 10% เมื่อมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร
<p>กระจกสะท้อนแสง</p> <p>Reflecting Glass</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ลักษณะของกระจกสะท้อนแสงคล้ายกับกระจกเงา สีของกระจกมีให้เลือกหลายสี สามารถสะท้อนจินตนาการของผู้ออกแบบ ● คุณสมบัติของกระจกสามารถสกัดกั้นพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบ จึงช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ● ชั้นผิวโลหะที่เคลือบบนกระจกสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงกลับ ทำให้มุมมองจากด้านสว่างกว่าด้านนอก มองผ่านเข้ามาในห้องได้ไม่ยากนัก ● การใช้งาน ใช้กับอาคารสำนักงาน ศูนย์แสดงสินค้า โรงแรม อาคารสถานบริการ และอาคารพาณิชย์ทั่วไป ● การบำรุงรักษากระจก มีความถาวรคงทน ยกเว้นในกรณีถูกขีดข่วนด้วยโลหะก็จะทำให้ด้อยสภาพลงไป และเมื่อฝุ่นสิ่งสกปรกมากระทบ สังเกตเห็นได้ง่ายกว่ากระจกชนิดอื่น ๆ ควรหมั่นทำความสะอาดอย่างน้อย ทุก ๆ 2 เดือน เพื่อให้อายุการใช้งานยาวนาน และคุณสมบัติการสะท้อนของกระจกที่สมบูรณ์และควรระวังแสงกระทบมีผลกระทบต่ออาคาร และยานพาหนะข้างเคียงได้
<p>กระจกตัดแสง</p> <p>Heat-Absorbing Glass</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นกระจกสีโปร่งแสง ซึ่งสีต่าง ๆ เกิดจากการเติมซัลไฟด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือ ซีเลเนียม ลงในส่วนผสมวัตถุดิบ มี 4 สีคือ กระจกสีตัดแสงสีเทา (Coolgray) กระจกสีตัดแสงสีชาดำ (Dark Coolgray) กระจกสีตัดแสงสีบรอนซ์ (Collbronze) และกระจกสีตัดแสงสีฟ้า (Sky Cool) ● คุณสมบัติของกระจกสีตัดแสง สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมากระทบได้ 35-50% และยังช่วยลดความสว่างจ้าของแสงที่ส่องเข้ามาทางช่องแสง ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตา ● การใช้งาน สามารถใช้กับส่วนภายนอกอาคารทั่วไป อาคารพาณิชย์ หน้าต่างบ้านเรือนพักอาศัย และงานตกแต่งภายในต่าง ๆ ● ข้อควรระวัง ไม่ความให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศเป่าโดนกระจกโดยตรง ไม่ควรติดตั้งผ้าม่านหนาทึบ หรือวางตู้เหล็กหรือตู้อื่น ๆ ชัดกับแผ่นกระจก เพราะจะทำให้เกิดการสะสมความร้อน ทำให้กระจกแตกร้าวได้ และโอกาสแตกร้าวจากการสะสมความร้อนที่กระจก (Thermal Crach) จะมีมากกว่ากระจกใสธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 (ต่อ) แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระจกชนิดต่าง ๆ

กระจกสองแผ่นอากาศ Double Glass	<ul style="list-style-type: none"> • เป็นกระจกสองแผ่นอากาศที่ประกอบด้วยกระจกหลายชั้น มี 2,3,4 ชั้น โดยมีอากาศอยู่ระหว่างชั้นนั้น ๆ • คุณสมบัติของกระจก สามารถลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกได้มาก เนื่องจากฉนวนอากาศระหว่างกระจกทำให้ลดภาระการทำความร้อนของเครื่องปรับอากาศ และยังช่วยลดระดับเสียงที่ผ่านได้ 30-50% • ขนาดและความหนาของกระจกสองแผ่นอากาศ สามารถออกแบบได้ถึง 2.50X3.50 เมตร ความหนา 14-55 มม. ขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของกระจก • การใช้งานสามารถใช้ได้ตามสำนักงาน อาคารตกแต่งตามแฟชั่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ ห้องคอมพิวเตอร์ โรงพยาบาล โรงแรม ธนาคาร และอาคารอื่นๆ
-----------------------------------	---

ตารางที่ 5.8 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของกระจกใสหนา 6 มม.

กระจกใส หนา 6 มม.				
รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m^2c)	$R=\Delta X/K$ (m^2c/w)	$U=1/\Sigma R$ (w/m^2c)
1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	
2.กระจก	0.006	1.053	0.006	
3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.120	
รวม	0.006	-	0.17	5.882

5.5.3 วัสดุช่องประตู - หน้าต่าง

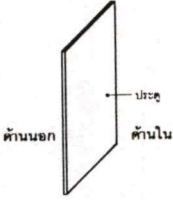
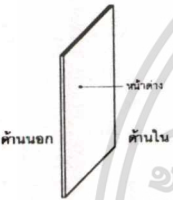
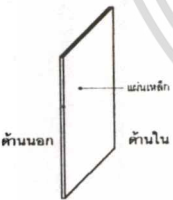
การเลือกใช้วัสดุสำหรับประตู - หน้าต่าง มีเหตุผลหลายประการ ซึ่งเหตุผลที่สำคัญของอาคารตัวอย่างก็คือ ความมั่นคงแข็งแรง ปลอดภัย ต่อทรัพย์สินต่าง ๆ และนอกจากนี้แล้ว ประตูยังเป็นตัวเชื่อมทางสัญจรระหว่างภายในกับภายนอก การพัดผ่านของกระแสลม ส่วนหน้าต่างเองเป็นช่องเปิดเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศ มองเห็นทัศนียภาพภายนอก และนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร

ตารางที่ 5.9 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประตู-หน้าต่าง

วัสดุ	คุณสมบัติ
ประตูไม้อัด	<ul style="list-style-type: none"> • มีความสะดวกเรียบร้อยสวยงามในการติดตั้ง ราคาประหยัด ควรติดตั้งไว้ในที่ร่ม เพื่อเพิ่มระยะเวลาการใช้งาน ไม่ทนต่อสภาพน้ำฝนและแสงแดด
ประตู - หน้าต่าง ไม้เนื้อแข็ง	<ul style="list-style-type: none"> • มีความทนทาน สวยงาม การติดตั้งสะดวก มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าไม้อัด มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนปานกลาง มีค่า
ประตู-หน้าต่าง เหล็ก 4 มม.	<ul style="list-style-type: none"> • มีความแข็งแรงทนทานใช้งานได้ดี แต่เมื่อได้รับรังสีความร้อน ตัววัสดุจะดูดซับความร้อนไว้มาก และถ่ายเทเข้ามาภายในอาคาร ควรมีการป้องกันความร้อนไว้ให้กับตัวประตู - หน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.10 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุประตู-หน้าต่าง

ประตูไม้ขัด						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U=1/ ΣR (w/m ² c)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.004	
	2.ประตูไม้ขัด	0.035	0.138	0.254		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
	รวม	-	-	-	0.378	2.646
ประตูหน้าต่าง ไม้เนื้อแข็ง						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U=1/ ΣR (w/m ² c)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.004	
	2.ไม้เนื้อแข็ง	0.035	0.138	0.254		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
	รวม	-	-	-	0.378	2.646
แผ่นเหล็กหนา 4 มม.						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U=1/ ΣR (w/m ² c)	
	1.ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.044	
	2.แผ่นเหล็ก	0.004	47.6	0.00008		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	-	0.120	
	รวม	0.006	-	-	0.1641	6.094
กรณีในร่ม					4.167	

5.5.4 วัสดุผนังหลังคาและฉนวนกันความร้อน

วัสดุหลังคามีหน้าที่ป้องกันความร้อน และฝนไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร สำหรับงานอาคารตัวอย่างเลือกใช้วัสดุ กระเบื้องลอนคู่ ซึ่งมีค่าการแผ่รังสีสูง การถ่ายเทความร้อน จากหลังคาลงมายังฝ้าเพดานประมาณ 80% โดยการแผ่รังสี ส่วนที่เหลืออีก 20% โดยการพาและการนำความร้อน การติดตั้งวัสดุฉนวนเพื่อการลดการแผ่รังสีความร้อน ผู้วิจัยได้เสนอเลือกใช้ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว เพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งเดินทางเป็นเส้นตรงผ่านที่ว่างลงมายังฝ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพดานและออกแบบการระบายอากาศได้หลังคา เพื่อช่วยเพิ่มระบบป้องกันรังสีความร้อนให้กับอาคาร

แนวทางสำหรับการเลือกวัสดุหลังคา สามารถพิจารณาได้ดังนี้

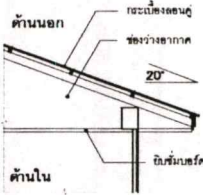
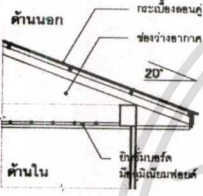
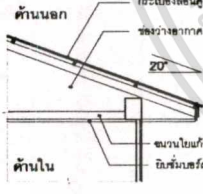
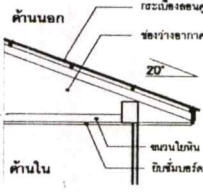
- สามารถกันน้ำได้ 100% มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ราคาประหยัด
- เป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย ไม่อมความร้อน
- สามารถป้องกันและสะท้อนความร้อนดี โดยเลือกวัสดุสีอ่อน

ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุหลังคาชนิดต่างๆ

ประเภทหลังคา	คุณสมบัติ
1. กระเบื้องลอนคู่ + ยิปซัมบอร์ด 6 มม.	รังสีความร้อนสามารถผ่านฝ้าเพดานลงไปได้มากที่สุด ทำให้สภาพภายในอาคารร้อนมากและร้อนมากที่สุด ตอนเวลา 14.00 น.
2. กระเบื้องลอนคู่ + ยิปซัม บอร์ดชนิด อลูมิเนียมพอยด์	คลื่นรังสีความร้อนจากหลังคาจะผ่านลงไปยังห้องภายในได้น้อย เพราะโดนสกัดกั้น คลื่นความร้อนด้วยอลูมิเนียมพอยด์ วิธีการติดตั้งมี 2 แบบคือ แบบแรกเป็นแบบแผ่นสามารถปูลงบนฝ้าเพดาน และแบบที่สองติดกับแผ่นยิปซัมบอร์ด สามารถยึดเป็นฝ้าเพดานได้โดยตรง การติดตั้งเหมาะสำหรับในช่วงตอนระหว่างงานก่อสร้างอาคาร
3. กระเบื้องลอนคู่ + ฉนวนใยแก้ว	คลื่นรังสีความร้อน ส่งผ่านไปยังห้องใต้ฝ้าเพดานได้น้อยที่สุด ตัวฉนวนเป็นวัสดุที่ไม่ติดไฟ ไม่ดูดซึมน้ำและความชื้น มีน้ำหนักเบา การติดตั้งง่าย สะดวก สามารถวางบนฝ้าเพดานได้ทันที
4. กระเบื้องลอนคู่ + ฉนวนใยหิน	คลื่นรังสีความร้อนผ่านไปได้ได้น้อยมาก ลักษณะคล้ายกับฉนวนใยแก้ว แต่ตัววัสดุไม่มีความยืดหยุ่น เป็นแบบแผ่นเสมอกันตลอด จึงไม่สามารถปรับลักษณะได้ เมื่อเกิดความชื้น สภาพการต้านทานความร้อนจะลดลง การติดตั้งเหมาะสำหรับงานฝ้าเพดานฉาบเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.12 แสดงการคำนวณหาค่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุหลังคา

1 หลังคากระเบื้องลอนคู่						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U (w/m ² c)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	-	0.055	
	2. กระเบื้องลอนคู่	0.005	0.836	0.006		
	3. ช่องว่างอากาศ	-	-	-	0.458	
	4. แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.009	0.191	0.047		
	5. ฟิล์มอากาศด้านใน	0.080-	-	-	0.148	
	รวม				0.714	1.401
2 หลังคาลอนคู่ + แผ่นยิปซัมบอร์ดมีฉนวนโฟม						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U (w/m ² c)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055		
	2. กระเบื้องลอนคู่	0.005	0.836	0.006		
	3. ช่องว่างอากาศ	-	-	1.356		
	4. ฉนวนโฟม	-	-	-	-	
	5. แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.009	0.191	0.047		
	6. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.595		
รวม				2.059	0.486	
3 หลังคากระเบื้องลอนคู่ + โยแก้ว						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U (w/m ² c)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055		
	2. กระเบื้องลอนคู่	0.005	0.836	0.006		
	3. ช่องว่างอากาศ	-	-	1.356		
	4. ฉนวนใยแก้ว	0.005	0.031	0.161		
	5. แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.009	0.191	0.047		
	6. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.595		
รวม				2.22	0.450	
4 หลังคากระเบื้องลอนคู่ + โยหิน (Rock Wool)						
	รายการวัสดุ	ΔX (m)	K (w/m ² c)	R= $\Delta X/K$ (m ² c/w)	U (w/m ² c)	
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055		
	2. กระเบื้องลอนคู่	0.005	0.836	0.006		
	3. ช่องว่างอากาศ	-	-	1.356		
	4. ฉนวนโยหิน	0.005	0.032	0.156		
	5. แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.009	0.191	0.047		
	6. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.595		
รวม				2.219	0.451	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.5 วัสดุผิวพื้น

การพิจารณาเลือกวัสดุผิวพื้น ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการเป็นตัวนำที่ดี เพื่อที่จะได้ดึงความเย็นจากพื้นดิน เข้ามาภายในอาคาร เช่น หินอ่อน หินแกรนิต หรือกระเบื้อง โดยมีข้อควรระวัง คือ การป้องกันความชื้นให้กับอาคาร สำหรับอาคารตัวอย่างเลือกใช้พื้น คสล.ปาดเรียบ มีความเหมาะสม เพราะราคาถูก ประหยัด การก่อสร้างง่าย โดยเฉพาะชั้นล่างตัววัสดุจะมีส่วนช่วยในการดึงความเย็นจากพื้นดินเข้ามาสู่ผู้ใช้อาคาร

ตารางที่ 5.13 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุผิวพื้นชนิดต่างๆ

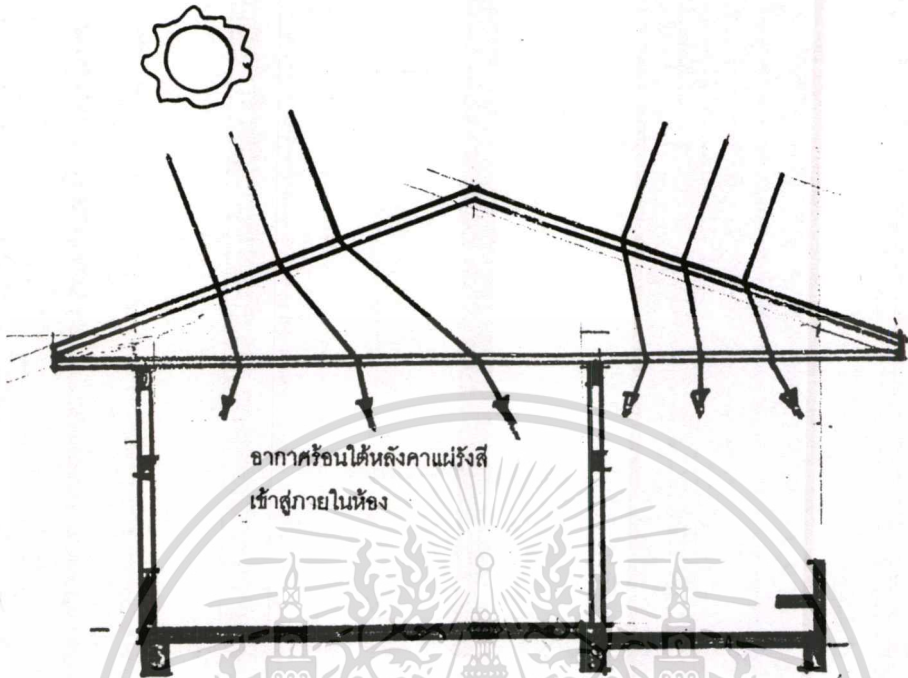
ประเภทวัสดุ	คุณสมบัติ
1. พื้นคสล.ปาดเรียบ	<ul style="list-style-type: none"> ● มีลักษณะการเป็นตัวนำที่ดี ● ค่าการนำความร้อน $1.44 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
2. ไม้	<ul style="list-style-type: none"> ● มีคุณสมบัติการเป็นฉนวน ไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้เป็นพื้นที่ติดกับผิวดิน เพราะจะไม่ช่วยในการดึงความเย็นจากพื้นดิน เข้ามาภายในอาคาร ● ค่าการนำความร้อน $0.138 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
3. หินแกรนิต	<ul style="list-style-type: none"> ● มีลักษณะการเป็นตัวนำที่ดี มีความคงทน แข็งแรง เหมาะกับการใช้ปูพื้นภายนอกอาคาร ● ค่าการนำความร้อน $2.927 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
4. หินอ่อน	<ul style="list-style-type: none"> ● มีลักษณะการเป็นตัวนำที่ดี มีความแข็งแรงน้อยกว่าหินแกรนิต แต่มีความสวยงาม เหมาะสำหรับการใช้ปูพื้นภายใน ● ค่าการนำความร้อน $1.298 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$
5. กระเบื้อง	<ul style="list-style-type: none"> ● มีลักษณะการเป็นตัวนำที่ดี มีความแข็งแรงทนทาน ● ค่าการนำความร้อน $1.298 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

5.6 การศึกษาวัสดุประกอบอาคาร ที่มีผลกระทบต่อภาระความร้อน

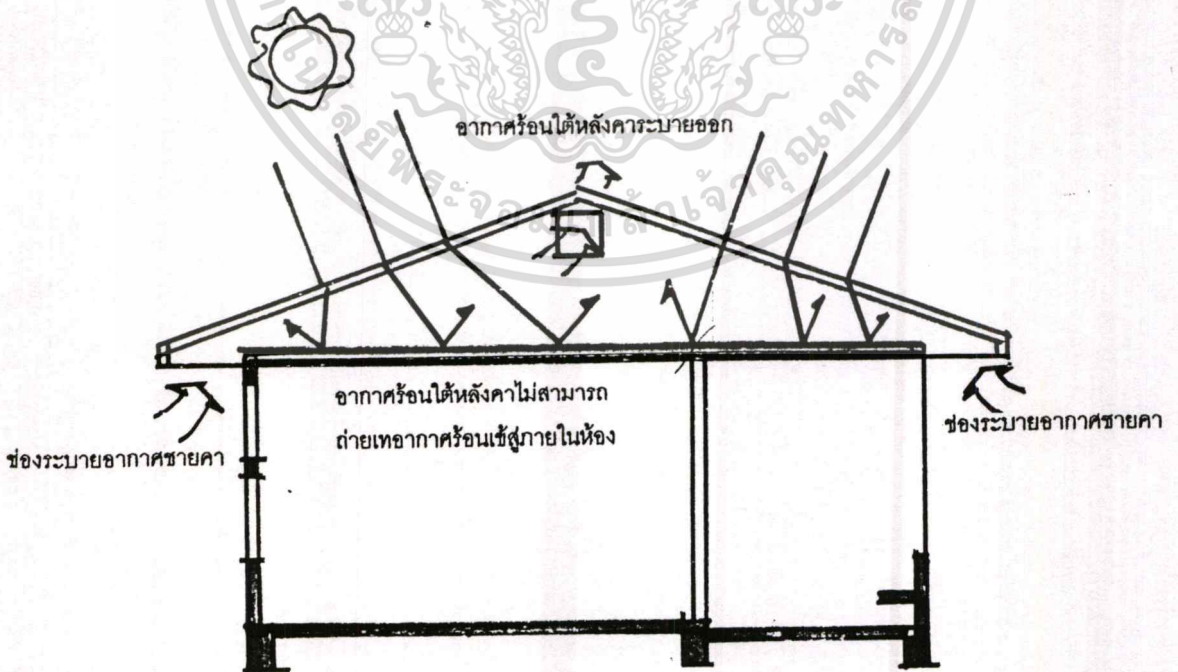
การตรวจสอบค่าภาระความร้อน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบว่า จากวัสดุของอาคารตัวอย่างก่อนปรับปรุงอาคารจะเห็นได้ว่า ภาระความร้อนสูงสุดจะอยู่ที่ส่วนประกอบหลังคา ซึ่งจะมากที่สุดในช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนคือ เดือนพฤษภาคมเวลา 13.00 น. เกิดจากแสงอาทิตย์ (Solar gain) มีค่า 8,989 วัตต์ อันดับรองลงมาเกิดจากความร้อนที่เพิ่มจากการส่งผ่านความร้อน (Transmission heat load) ช่องแสงกระจกทางด้านทิศตะวันตก มีค่ามากที่สุด 4,167 วัตต์ ที่เวลา 15.00 น. ดังนั้นในการออกแบบอาคารเพื่อลดภาระความร้อนให้กับอาคาร ขั้นตอนแรกคือการวางอาคารให้เหมาะสมกับทิศทางของสถานที่ตั้ง จากนั้นทำการออกแบบการใช้อุปกรณ์บังแดดให้กับอาคารในส่วนของการลดค่าการส่งผ่านความร้อน (Transmission heat load) ด้วยการเลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 รูปแสดงรังสีความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร



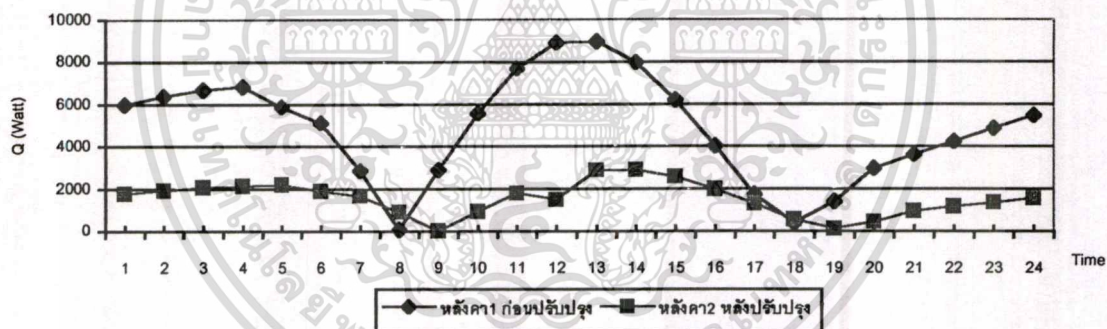
รูปที่ 5.17 รูปแสดงการติดตั้งฉนวนความร้อนบนฝ้าเพดาน
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุประกอบอาคารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U) เช่นการ ใส่ฉนวนกันความร้อน หรือเว้นช่องว่างอากาศ และควรเลือกวัสดุของกรอบอาคารเป็นสีสว่าง ไม่ดูดกลืนรังสีความร้อน ส่วนความร้อนที่เกิดจากความร้อนแฝง (Latent heat) และความร้อน สัมผัส (Sensible heat) จะ มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรจำนวนผู้ใช้สอย และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในอาคาร

หลังจากการปรับปรุงวัสดุประกอบอาคารในส่วนของหลังคา เมื่อใส่ฉนวนกันความร้อน ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ค่าความร้อนลดลงมาเหลือเพียง 2,885 วัตต์ ที่เวลา 14.00 น. และจาก ความร้อนที่ผ่านช่องแสงกระจกเมื่อมีอุปกรณ์บังแดด ค่าภาระความร้อนลดลงเหลือ 1,830 วัตต์ ที่ เวลา 15.00 น.

ตารางที่ 5.14 ค่าภาระความร้อนจากหลังคา

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
หลังคา 1	5987	6397	6690	6854	5888	5143	2856	66	2887	5601	7716	8910
หลังคา 2	1761	1924	2056	2150	2203	1892	1653	918	21	928	1800	1480
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
หลังคา 1	8976	7978	6215	4039	1748	396	1398	2980	3619	4268	4898	5480
หลังคา 2	2864	2885	2564	1998	1298	562	127	449	958	1163	1372	1574

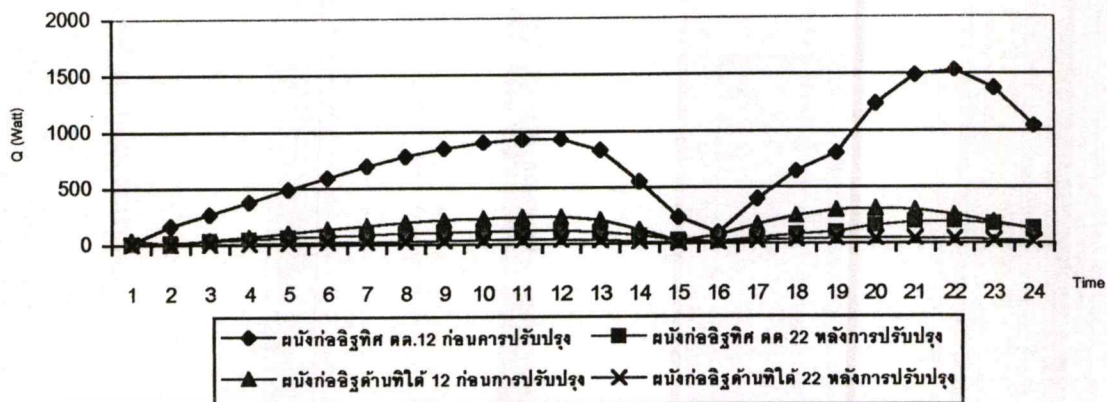


รูปที่ 5.18 รูปแสดงภาระความร้อนจากหลังคา

ตารางที่ 5.15 ภาระความร้อนจากผนังก่ออิฐ

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
ผนังอิฐ ตต12	21	165	267	376	487	594	693	780	849	900	927	930
ผนังอิฐ ตต22	3	21	34	48	62	76	88	99	108	114	118	118
ผนังอิฐ ต12	41	4	36	69	104	137	167	194	216	231	240	241
ผนังอิฐ ต22	6	1	6	11	16	22	26	31	34	37	38	38
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
ผนังอิฐ ตต12	830	551	232	95	397	642	802	1237	1488	1531	1371	1040
ผนังอิฐ ตต22	106	70	30	12	51	82	102	157	189	195	174	132
ผนังอิฐ ต12	210	124	25	76	170	246	295	312	295	252	191	119
ผนังอิฐ ต22	33	20	4	12	27	39	47	49	47	40	30	19

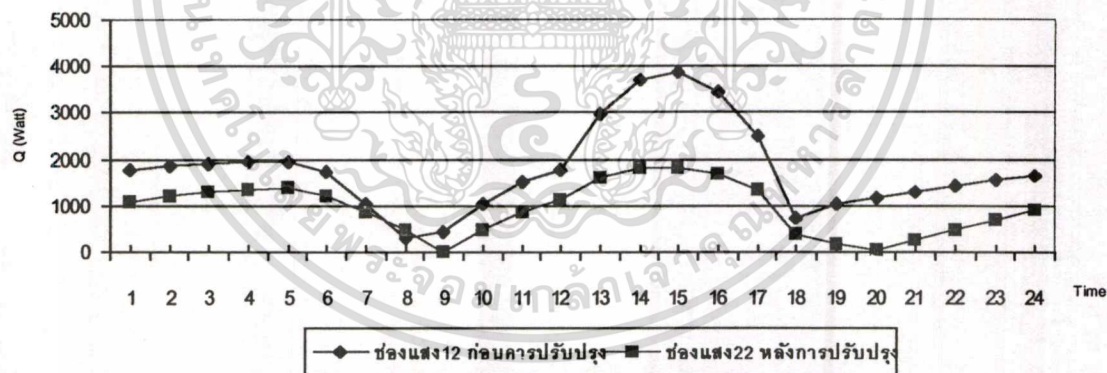
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 รูปแสดงภาวะความร้อนจากผนังก่ออิฐ

ตารางที่ 5.16 ภาวะความร้อนจากช่องแสงกระจก

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
ช่องแสง 12	1762	1845	1905	1939	1942	1715	1024	288	425	1043	1503	1753
ช่องแสง 22	1060	1200	1300	1355	1361	1225	883	458	4	453	842	1126
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
ช่องแสง 12	2973	3717	3878	3438	2493	745	1025	1147	1278	1411	1539	1658
ช่องแสง 22	1574	1810	1830	1661	1329	391	167	37	254	475	690	888

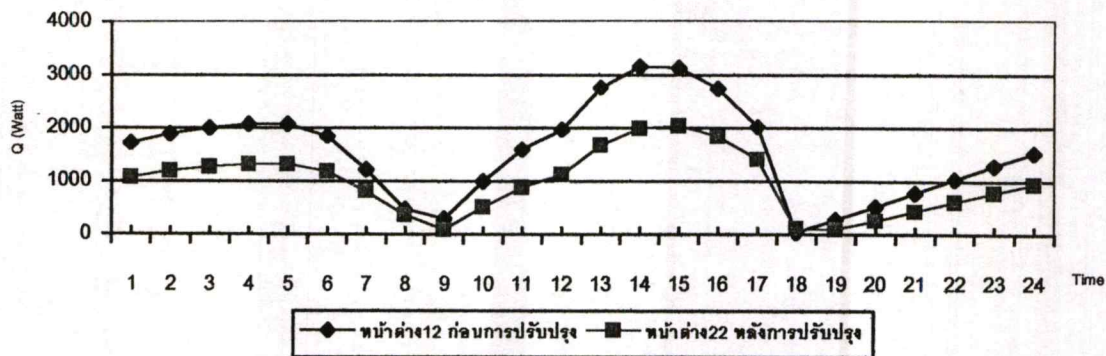


รูปที่ 5.20 รูปแสดงภาวะความร้อนจากช่องแสงกระจก

ตารางที่ 5.17 ภาวะความร้อนจากหน้าต่างเหล็ก

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
หน้าต่าง 12	1717	1880	1997	2062	2068	1843	1213	476	292	1006	1588	1966
หน้าต่าง 22	1076	1190	1270	1315	1319	1181	807	369	90	521	878	1121
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
หน้าต่าง 12	2754	3146	3129	2730	2017	44	284	523	776	1034	1285	1516
หน้าต่าง 22	1675	1988	2034	1829	1411	111	98	261	435	611	783	941

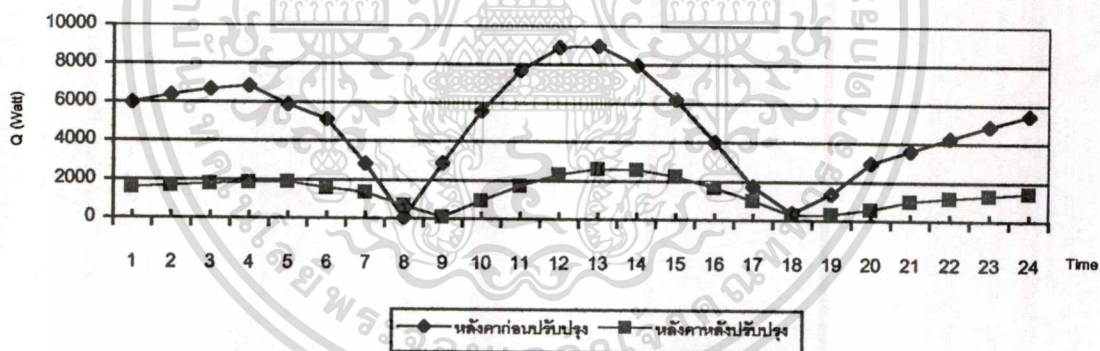
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรรมใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.21 รูปแสดงภาระความร้อนจากหน้าต่างเหล็ก

ตารางที่ 5.18 ภาระความร้อนจากหลังคา

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
หลังคา 1	5987	6397	6690	6854	5888	5143	2856	66	2887	5601	7716	8910
หลังคา 2	1586	1697	1787	1851	1887	1576	1366	695	113	957	1722	2302
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
หลังคา 1	8976	7978	6215	4039	1748	396	1398	2980	3619	4268	4898	5480
หลังคา 2	2607	2578	2242	1686	1013	314	327	593	1038	1178	1320	1458



รูปที่ 5.22 รูปแสดงภาระความร้อนจากหลังคา

5.7 การตรวจสอบค่าความสบายทางด้านอุณหภูมิ

จากการศึกษาวิเคราะห์ เพื่อลดค่าการส่งผ่านความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ผ่านวัสดุ กรอบอาคาร และจากภาระความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร จากโปรแกรม Archipak Version 5.1 (St. Australia) จะได้ค่าอุณหภูมิภายนอก และภายในอาคาร ตามเวลาต่าง ๆ ดังตารางที่ภาคผนวก ก.1-ก.24 จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ช่วงการเรียนการสอนได้พิจารณาเดือนที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนสุดคือเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดมีค่า 36.2°C ที่เวลา ก่อนการปรับปรุงอาคาร ที่ระดับพื้นชั้นล่างและชั้นสองของอาคาร ค่าอุณหภูมิภายในอาคาร มีอุณหภูมิสูงสุด 35.5°C และ 37.2°C ที่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิที่ระดับพื้นชั้นสอง จะสูงกว่าอุณหภูมิที่ระดับ

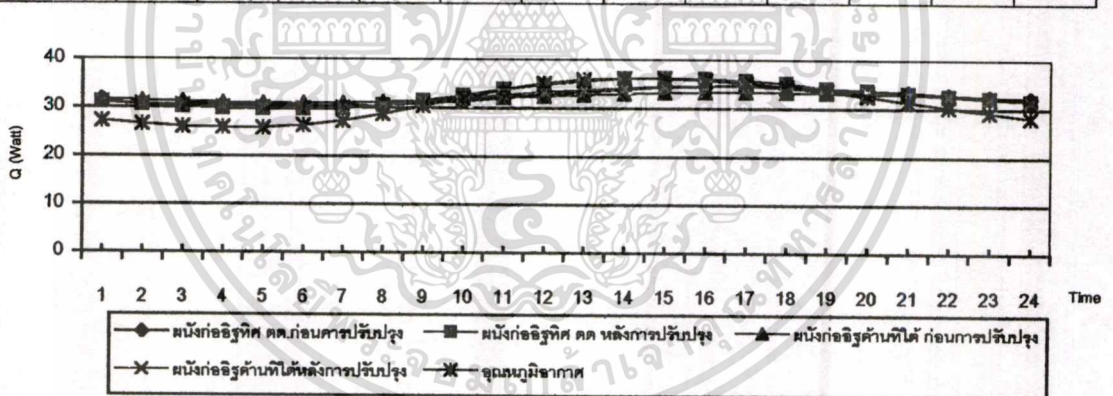
เอกรังสีในอาคารที่อุณหภูมิที่ระดับพื้นชั้นล่างจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ระดับชั้นสอง การคำนวณค่าความสบายทางอุณหภูมิที่ระดับพื้นชั้นล่างจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ระดับชั้นสอง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นชั้นล่าง เพราะอิทธิพลจากการแผ่รังสีความร้อนที่มาจากหลังคา และหลังจากการปรับปรุงวัสดุ
 กรอบอาคาร ทำให้ลดค่าความร้อนที่เข้ามาภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลง โดย
 ที่อุณหภูมิภายในอาคารที่ชั้นล่างและชั้นบนมีค่าสูงสุด 33.8°C และ 35.0°C ที่เวลา 16.00 น.
 สามารถลดอุณหภูมิลงได้ที่ชั้นล่าง 1.7°C และที่ชั้นบนมีค่า 2.2°C

ตารางที่ 5.19 แสดงค่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ก่อนและหลังการปรับปรุงวัสดุกรอบ
 อาคารและหลังคา

เวลา	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
อุณหภูมิอากาศ	27.3	26.6	26.1	25.9	25.8	26.3	27.3	28.7	30.4	32.1	33.8	35.1
ก่อนปรับปรุงชั้นล่าง	31.7	31.3	31.0	30.7	30.5	30.3	30.3	30.6	30.9	31.4	32.1	32.7
ก่อนปรับปรุงชั้นสอง	31.1	30.5	30.1	29.8	29.6	29.6	29.8	30.6	31.5	32.5	33.9	34.8
หลังปรับปรุงชั้นล่าง	31.8	31.5	31.3	31.1	31.0	30.9	30.9	31.2	31.5	31.8	32.1	32.4
หลังปรับปรุงชั้นสอง	31.2	30.8	30.5	30.2	30.0	29.9	30.0	30.6	31.3	32.0	32.7	33.3
เวลา	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
อุณหภูมิอากาศ	35.9	36.2	36.1	35.7	35.2	34.4	33.5	32.5	31.4	30.3	29.2	28.2
ก่อนปรับปรุงชั้นล่าง	33.3	33.9	34.4	34.6	34.8	34.6	33.9	33.7	33.3	32.8	32.4	32.1
ก่อนปรับปรุงชั้นสอง	35.5	36.1	36.3	36.1	35.8	35.2	34.1	33.7	33.1	32.6	32.1	31.6
หลังปรับปรุงชั้นล่าง	32.7	33.0	33.2	33.4	33.4	33.4	33.2	33.0	32.9	32.6	32.3	32.1
หลังปรับปรุงชั้นสอง	33.7	34.2	34.5	34.6	34.5	34.2	33.7	33.3	32.9	32.5	32.0	31.6



รูปที่ 5.23 รูปแสดงสภาพอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ก่อนและหลังการปรับปรุงวัสดุกรอบ
 อาคารและหลังคา

การคำนวณหาขนาดช่องเปิดเพื่อระบายความร้อน ใช้ช่วงเดือนพฤษภาคม

OUTDOOR MEAN 31.0°C

INDOOR MEAN 32.4°C

TOTAL HEAT GAIN จากเด็ก 80 คน x 90 = 7,200 w

จากครู 4 คน x 100 = 400 w

HEAT GAIN จากการส่งผ่านความร้อน = 1911 w

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{รวม} &= 9511 \text{ w} \\ \text{จากสูตร } Wv &= 0.33 \text{ NV } (T_i - T_0) \\ 9511 &= 0.33 \times N \times 756 (32.4-31) \\ N &= 9511/345.27 = 27.54 \text{ ac/h} \end{aligned}$$

ถ้าช่องเปิดมีขนาดพื้นที่น้อยสุด 38.10 ตร.ม. คิด 90% = 34.36 ตร.ม.

$$\begin{aligned} \text{Vol flow per sec} &= V \times N/3600 = 756 \times 27.54/3600 \\ &= 5.78 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

ถ้ากระแสลมภายนอกอาคารมีค่าเฉลี่ย 2.6 น็อตหรือ 1.34 m/s

คิด 65% เมื่อกระแสลมเข้ามาภายในอาคาร 0.87 m/s

ดังนั้น ขนาดช่องเปิดทางเข้าของลมน้อยสุดมีค่า = $5.78/0.87 = 6.64$ ตร.ม.

แต่พื้นที่ช่องเปิดของอาคารตัวอย่างมีค่า 38.18 ตร.ม. คิด 90 % มีค่า 34.36 ตร.ม.

$34.36 > 6.64$ ดังนั้น แสดงว่าขนาดช่องเปิดมีความเพียงพอสำหรับการระบายอากาศ ด้วยวิธีธรรมชาติ

5.8 การตรวจสอบสภาวะอุณหภูมิ

จากการศึกษาสภาพอุณหภูมิอากาศส่วนใหญ่ จากตารางที่ 5.19 ในช่วงที่มีการเรียนการสอน โดยคิดจากเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิอากาศส่วนใหญ่จะอยู่นอกขอบเขตสภาวะสบาย 74% จะอยู่ระหว่างช่วงเวลา 10.00 น. จนถึง 16.00 น. อยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย 25% จะอยู่ในช่วงเช้า ระหว่าง 8.00 น. ถึง 10.00 น. และอยู่ต่ำกว่าขอบเขตสภาวะสบาย 1%

และจากการวางผังอาคาร การออกแบบอาคาร การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร จากอุปกรณ์ไฟฟ้า และจากตัวผู้ใช้อาคาร ทำให้เกิดภาวะความร้อนขึ้นภายในอาคารเป็นเหตุให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงขึ้น จากตารางที่ 5.20 และ 5.21 อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ชั้นล่าง จะอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย 27% สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบาย 73% ส่วนชั้นบน อุณหภูมิอากาศภายในอาคารอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย 19% อยู่สูงกว่าขอบเขตสภาวะสบาย 81% แต่เมื่อมีการปรับปรุงอาคารด้วยการเลือกใช้วัสดุที่เป็นฉนวน เพื่อหน่วงความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร หรือเข้ามาภายในอาคารน้อยที่สุด และการป้องกันแสงแดดให้กับช่องแสงของอาคาร โดยใช้อุปกรณ์บังแดดก็ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารลดลง โดยเพิ่มสภาวะความสบายด้านอุณหภูมิที่ชั้นล่างเป็น 30% (เพิ่ม 4%) และที่ชั้นสองเป็น 24% (เพิ่ม 5%)

เมื่อได้คำนึงถึงการออกแบบการป้องกันความร้อนให้กับอาคาร และการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารแล้ว การจัดสภาพบริเวณอาคาร เพื่อลดอุณหภูมิอากาศด้วยการใช้ต้นไม้ พืชคลุมดินและการลดการสะท้อนความร้อนเข้ามาภายในอาคาร จากสภาพบริเวณอาคารก็จะช่วยลด

ตารางที่ 5.20 แสดงค่า HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	24.1	25.2	27.1	28.3	28.2	27.6	27.2	27.0	26.8	26.5	24.9	23.1
1.00	23.2	24.2	26.1	27.4	27.3	26.8	26.4	26.3	26.1	25.8	24.1	22.1
2.00	22.3	23.3	25.3	26.5	26.6	26.2	25.8	25.6	25.5	25.2	23.4	21.3
3.00	21.7	22.7	24.7	25.9	26.1	25.8	25.4	25.2	25.1	24.8	22.9	20.7
4.00	21.2	22.3	24.3	25.6	25.9	25.5	25.1	25.0	24.8	24.5	22.6	20.2
5.00	21.0	22.1	24.2	25.5	25.8	25.5	25.1	24.9	24.7	24.4	22.4	20.0
6.00	21.2	22.3	24.5	26.0	26.3	26.0	25.6	25.3	25.0	24.6	22.5	20.1
7.00	22.0	23.3	25.5	27.0	27.3	26.9	26.4	26.1	25.8	25.3	23.2	21.0
8.00	23.5	24.8	27.0	28.6	28.7	28.2	27.7	27.3	26.9	26.4	24.4	22.4
9.00	25.4	26.7	28.9	30.5	30.4	29.7	29.1	28.8	28.3	27.7	26.0	24.3
10.00	27.5	28.8	30.9	32.6	32.1	31.3	30.6	30.3	29.8	29.2	27.6	26.3
11.00	29.5	30.7	32.7	34.4	33.8	32.7	32.0	31.7	31.2	30.6	29.2	28.3
12.00	31.1	32.4	34.3	36.0	35.1	33.9	33.1	32.8	32.4	31.7	30.5	29.9
13.00	32.2	33.4	35.3	37.0	35.9	34.6	33.8	33.5	33.1	32.4	31.4	31.0
14.00	32.6	33.8	35.6	37.3	36.2	34.9	34.1	33.8	33.4	32.7	31.7	31.4
15.00	32.5	33.7	35.5	37.2	36.1	34.8	34.0	33.7	33.3	32.6	31.6	31.3
16.00	32.1	33.2	35.1	36.8	35.7	34.5	33.7	33.4	33.0	32.3	31.3	30.9
17.00	31.5	32.7	34.5	36.2	35.2	34.0	33.2	32.9	32.6	31.9	30.8	30.4
18.00	30.8	31.9	33.7	35.3	34.4	33.3	32.5	32.3	32.0	31.3	30.2	29.6
19.00	29.8	30.9	32.8	34.3	33.5	32.4	31.7	31.5	31.2	30.7	29.5	28.7
20.00	28.8	29.9	31.7	33.2	32.5	31.5	30.9	30.6	30.4	29.9	28.6	27.6
21.00	27.6	28.7	30.5	31.9	31.4	30.5	29.9	29.7	29.5	29.0	27.7	26.5
22.00	26.4	27.5	29.3	30.7	30.3	29.5	28.9	28.8	28.6	28.2	26.7	25.3
23.00	25.2	26.3	28.2	29.5	29.2	28.5	28.0	27.8	27.7	27.3	25.8	24.2

ช่วงสบาย = 24.85 % ต่ำกว่าสบาย = 1.17 % สูงกว่าสบาย = 73.98 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.21 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH11) ก่อนปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร

Station SUPHANBURI
Latitude 13.44 N
Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	28.0	29.2	31.1	32.5	32.0	31.2	30.6	30.3	30.0	29.6	28.1	26.8
1.00	27.6	28.7	30.7	32.1	31.6	30.8	30.2	30	29.7	29.3	27.8	26.4
2.00	27.2	28.3	30.3	31.7	31.3	30.5	29.9	29.7	29.4	29.0	27.4	26.0
3.00	26.8	27.9	29.9	31.3	30.9	30.2	29.6	29.4	29.1	28.7	27.1	25.6
4.00	26.4	27.6	29.6	30.9	30.6	29.9	29.4	29.1	28.9	28.4	26.9	25.3
5.00	26.1	27.3	29.3	30.7	30.4	29.7	29.2	28.9	28.7	28.2	26.6	25.0
6.00	25.9	27.1	29.1	30.5	30.2	29.6	29.0	28.8	28.5	28.1	26.5	24.8
7.00	25.8	27.0	29.0	30.5	30.3	29.7	29.1	28.8	28.5	28.0	26.4	24.7
8.00	26.1	27.4	29.5	30.9	30.7	30.0	29.5	29.1	28.8	28.3	26.6	24.9
9.00	26.6	27.9	30.0	31.4	31.2	30.5	29.9	29.6	29.2	28.7	27.0	25.4
10.00	27.2	28.5	30.7	32.1	31.8	31.2	30.4	30.1	29.7	29.2	27.6	25.9
11.00	28.2	29.6	31.7	33.1	32.7	31.9	31.2	30.8	30.5	29.9	28.3	26.8
12.00	29.1	30.5	32.6	34.0	33.4	32.5	31.9	31.5	31.1	30.6	29.0	27.6
13.00	29.8	31.2	33.3	34.7	34.0	33.1	32.4	32.1	31.7	31.1	29.6	28.3
14.00	30.8	32.3	34.4	35.7	34.8	33.8	33.1	32.7	32.4	31.8	30.4	29.3
15.00	31.5	33.0	35.0	36.3	35.3	34.3	33.6	33.1	32.8	32.2	30.9	29.8
16.00	31.8	33.2	35.3	36.5	35.5	34.4	33.7	33.3	32.9	32.3	31.1	30.1
17.00	31.8	33.3	35.3	36.5	35.5	34.4	33.7	33.2	32.9	32.3	31.0	30.1
18.00	31.4	32.9	35.0	36.2	35.2	34.1	33.4	32.9	32.5	32.0	30.7	29.8
19.00	30.2	31.4	33.4	34.9	34.1	33.6	32.5	32.1	31.7	31.2	29.9	28.9
20.00	29.9	31.1	33.0	34.5	33.8	32.8	32.1	31.8	31.5	30.9	29.6	28.6
21.00	29.4	30.7	32.6	34.0	33.4	32.4	31.8	31.5	31.1	30.6	29.2	28.1
22.00	28.8	30.0	31.9	33.4	32.8	32.0	31.3	31.0	30.7	30.2	28.8	27.6
23.00	28.4	29.6	31.5	33.0	32.4	31.6	30.9	30.7	30.4	29.9	28.5	27.2

ช่วงสบาย = 26.90 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 73.10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.22 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH12) ก่อนปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	27.7	28.9	30.8	32.2	31.6	30.8	30.2	29.9	29.6	29.2	27.7	26.4
1.00	27.1	28.3	30.2	31.6	31.1	30.3	29.7	29.4	29.2	28.7	27.2	25.8
2.00	26.3	27.5	29.5	30.8	30.5	29.8	29.2	28.9	28.7	28.2	26.7	25.2
3.00	25.9	27.1	29.0	30.4	30.1	29.4	28.8	28.6	28.3	27.9	26.3	24.7
4.00	25.5	26.7	28.7	30.0	29.7	29.1	28.5	28.3	28.0	27.6	26.0	24.3
5.00	25.2	26.4	28.4	29.7	29.5	28.9	28.3	28.1	27.8	27.4	25.8	24.0
6.00	25.1	26.3	28.4	29.7	29.5	28.9	28.4	28.1	27.9	27.4	25.8	24.0
7.00	25.1	26.3	28.4	29.8	29.7	29.3	28.6	28.3	27.9	27.4	25.7	23.9
8.00	25.9	27.3	29.5	30.9	30.7	30.1	29.5	29.1	28.7	28.1	26.4	24.5
9.00	27.0	28.5	30.8	32.1	31.7	31.0	30.4	30.0	29.6	29.0	27.3	25.5
10.00	28.3	29.9	32.1	33.5	32.9	32.3	31.5	31.0	30.6	30.0	28.4	26.7
11.00	30.0	31.7	34.0	35.2	34.4	33.4	32.8	32.2	31.8	31.2	29.7	28.2
12.00	31.3	33.0	35.3	36.4	35.4	34.4	33.7	33.2	32.7	32.1	30.7	29.4
13.00	32.2	33.9	36.1	37.3	36.2	35.1	34.4	33.8	33.4	32.8	31.5	30.3
14.00	33.2	34.9	37.1	38.1	36.9	35.7	35.0	34.4	34.0	33.4	32.2	31.2
15.00	33.5	35.2	37.4	38.4	37.2	36.0	35.2	34.6	34.2	33.6	32.4	31.5
16.00	33.2	34.9	37.1	38.2	37.0	35.8	35.0	34.5	34.0	33.4	32.2	31.3
17.00	32.7	34.4	36.5	37.7	36.5	35.3	34.6	34.0	33.6	32.9	31.7	30.8
18.00	31.8	33.4	35.5	36.8	35.8	34.6	33.9	33.4	32.9	32.3	31.0	30.1
19.00	30.3	31.5	33.5	35.0	34.3	33.8	32.6	32.2	31.8	31.2	29.9	28.9
20.00	29.9	31.1	33.1	34.5	33.8	32.8	32.1	31.8	31.4	30.9	29.6	28.6
21.00	29.2	30.5	32.4	33.9	33.2	32.2	31.6	31.2	30.9	30.4	29.0	27.9
22.00	28.7	30.0	31.9	33.3	32.7	31.8	31.1	30.8	30.5	29.9	28.6	27.4
23.00	28.2	29.5	31.4	32.8	32.2	31.3	30.6	30.4	30.1	29.6	28.2	26.9

ช่วงสบาย = 18.71 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 81.29 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.23 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH21) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	27.9	29.1	31.0	32.4	32.0	31.2	30.6	30.3	30.0	29.5	28.1	26.7
1.00	27.6	28.7	30.7	32.1	31.7	30.9	30.3	30.0	29.8	29.3	27.8	26.4
2.00	27.2	28.4	30.3	31.7	31.4	30.6	30.0	29.8	29.5	29.1	27.5	26.1
3.00	27.0	28.1	30.1	31.5	31.1	30.4	29.8	29.6	29.3	28.9	27.3	25.8
4.00	26.7	27.9	29.8	31.3	30.9	30.2	29.7	29.4	29.1	28.7	27.1	25.6
5.00	26.5	27.7	29.7	31.1	30.8	30.1	29.5	29.3	29.0	28.6	27.0	25.4
6.00	26.4	27.6	29.6	31.0	30.7	30.0	29.5	29.2	28.9	28.5	26.9	25.3
7.00	26.4	27.5	29.5	31.0	30.8	30.2	29.5	29.2	28.9	28.5	26.8	25.2
8.00	26.8	28.0	30.1	31.5	31.2	30.5	29.9	29.6	29.2	28.8	27.1	25.5
9.00	27.1	28.4	30.5	31.9	31.5	30.8	30.2	29.9	29.6	29.1	27.5	25.9
10.00	27.6	28.9	30.9	32.3	31.9	31.2	30.6	30.2	29.9	29.4	27.8	26.3
11.00	28.0	29.3	31.3	32.8	32.3	31.5	30.9	30.6	30.3	29.7	28.2	26.8
12.00	28.4	29.7	31.7	33.2	32.7	31.8	31.2	30.9	30.6	30.0	28.5	27.2
13.00	28.7	30.0	32.0	33.5	32.9	32.1	31.4	31.1	30.8	30.3	28.8	27.5
14.00	29.2	30.5	32.5	33.9	33.3	32.5	31.8	31.5	31.1	30.6	29.2	27.9
15.00	29.6	30.9	32.9	34.3	33.6	32.7	32.0	31.7	31.4	30.8	29.4	28.3
16.00	29.8	31.0	33.0	34.5	33.8	32.8	32.1	31.8	31.5	30.9	29.5	28.4
17.00	29.8	30.1	33.0	34.5	33.8	32.8	32.1	31.8	31.4	30.9	29.5	28.4
18.00	29.7	30.9	32.9	34.3	33.6	32.7	32.0	31.7	31.3	30.8	29.4	28.3
19.00	29.2	30.4	32.3	33.8	33.2	32.5	31.6	31.3	31.0	30.5	29.1	28.0
20.00	29.0	30.2	32.1	33.6	33.0	32.1	31.5	31.2	30.9	30.3	29.0	27.8
21.00	28.8	30.0	31.9	33.4	32.8	31.9	31.3	31.0	30.7	30.2	28.8	27.6
22.00	28.5	29.7	31.6	33.1	32.6	31.7	31.1	30.8	30.5	30.0	28.6	27.3
23.00	28.2	29.4	31.3	32.8	32.3	31.4	30.8	30.6	30.3	29.8	28.3	27.1

ช่วงสบาย = 30.41 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 69.59 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.24 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุรอบอาคาร

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	27.5	28.6	30.6	32.0	31.5	30.7	30.1	29.9	29.6	29.2	27.7	26.4
1.00	27.0	28.2	30.1	31.5	31.1	30.3	29.8	29.5	29.3	28.8	27.3	25.9
2.00	26.5	27.7	29.6	31.0	30.7	30.0	29.4	29.2	28.9	28.5	26.9	25.4
3.00	26.1	27.3	29.2	30.6	30.3	29.6	29.1	28.9	28.6	28.2	26.6	25.0
4.00	25.8	26.9	28.9	30.3	30.0	29.4	28.8	28.6	28.4	28.0	26.3	24.7
5.00	25.5	26.7	28.6	30.0	29.8	29.2	28.7	28.4	28.2	27.8	26.1	24.4
6.00	25.3	26.5	28.5	29.9	29.7	29.1	28.6	28.3	28.1	27.7	26.0	24.2
7.00	25.4	26.5	28.6	30.0	29.9	29.5	28.8	28.5	28.2	27.7	26.0	24.3
8.00	26.0	27.3	29.4	30.8	30.6	29.9	29.4	29.0	28.7	28.2	26.5	24.8
9.00	26.7	28.1	30.2	31.6	31.3	30.6	30.0	29.6	29.3	28.8	27.1	25.4
10.00	27.6	29.0	31.1	32.5	32.1	31.3	30.7	30.3	30.0	29.4	27.8	26.2
11.00	28.5	29.8	32.0	33.4	32.8	32.0	31.4	31.0	30.6	30.1	28.5	27.1
12.00	29.2	30.6	32.7	34.1	33.5	32.6	32.0	31.6	31.2	30.7	29.2	27.9
13.00	29.8	31.2	33.3	34.7	34.0	33.1	32.4	32.0	31.7	31.1	29.7	28.5
14.00	30.6	32.0	34.0	35.4	34.6	33.6	32.9	32.5	32.2	31.6	30.2	29.2
15.00	31.0	32.4	34.5	35.8	35.0	33.9	33.2	32.8	32.5	31.9	30.6	29.6
16.00	31.1	32.5	34.5	35.9	35.0	33.9	33.3	32.9	32.5	31.9	30.6	29.6
17.00	30.9	32.3	34.3	35.7	34.8	33.8	33.1	32.7	32.3	31.7	30.4	29.5
18.00	30.5	31.9	33.9	35.3	34.5	33.4	32.7	32.4	32.0	31.4	30.1	29.1
19.00	29.7	30.9	32.8	34.4	33.7	33.0	32.1	31.7	31.4	30.8	29.5	28.5
20.00	29.3	30.5	32.4	33.9	33.3	32.3	31.7	31.4	31.1	30.5	29.2	28.1
21.00	28.9	30.1	32.0	33.5	32.9	32.0	31.3	31.1	30.8	30.2	28.9	27.8
22.00	28.5	29.6	31.5	33.0	32.4	31.5	30.9	30.7	30.4	29.9	28.5	27.3
23.00	28.0	29.1	31.1	32.5	32.0	31.2	30.5	30.3	30.0	29.5	28.1	26.8

ช่วงสบาย = 24.56 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 75.44 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.25 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	26.4	27.6	29.5	30.9	30.5	29.7	29.1	28.8	28.5	28.0	26.6	25.2
1.00	26.1	27.2	29.2	30.6	30.2	29.4	28.8	28.5	28.3	27.8	26.3	24.9
2.00	25.7	26.9	28.8	30.2	29.9	29.1	28.5	28.3	28.0	27.6	26.0	24.6
3.00	25.5	26.6	28.6	30.0	29.6	28.9	28.3	28.1	27.8	27.4	25.8	24.3
4.00	25.2	26.4	28.3	29.8	29.4	28.7	28.2	27.9	27.6	27.2	25.6	24.1
5.00	25.0	26.2	28.2	29.6	29.3	28.6	28.0	27.8	27.5	27.1	25.5	23.9
6.00	24.9	26.1	28.1	29.5	29.2	28.5	28.0	27.7	27.4	27.0	25.4	23.8
7.00	24.9	26.0	28.0	29.5	29.3	28.7	28.0	27.7	27.4	27.0	25.3	23.7
8.00	25.3	26.5	28.6	30.0	29.7	29.0	28.4	28.1	27.7	27.3	25.6	24.0
9.00	25.6	26.9	29.0	30.4	30.0	29.3	28.7	28.4	28.1	27.6	26.0	24.4
10.00	26.1	27.4	29.4	30.8	30.4	29.7	29.1	28.7	28.4	27.9	26.3	24.8
11.00	26.5	27.8	29.8	31.3	30.8	30.0	29.4	29.1	28.8	28.2	26.7	25.3
12.00	26.9	28.2	30.2	31.7	31.2	30.3	29.7	29.4	29.1	28.5	27.0	25.7
13.00	27.2	28.5	30.5	32.0	31.4	30.6	29.9	29.6	29.3	28.8	27.3	26.0
14.00	27.7	29.0	31.0	32.4	31.8	31.0	30.3	30.0	29.6	29.1	27.7	26.4
15.00	28.1	29.4	31.4	32.8	32.1	31.2	30.5	30.2	29.9	29.3	27.9	26.8
16.00	28.3	29.5	31.5	33.0	32.3	31.3	30.6	30.3	30.0	29.4	28.0	26.9
17.00	28.3	28.6	31.5	33.0	32.3	31.3	30.6	30.3	29.9	29.4	28.0	26.9
18.00	28.2	29.4	31.4	32.8	32.1	31.2	30.5	30.2	29.8	29.3	27.9	26.8
19.00	27.7	28.9	30.8	32.3	31.7	31.0	30.1	29.8	29.5	29.0	27.6	26.5
20.00	27.5	28.7	30.6	32.1	31.5	30.6	30.0	29.7	29.4	28.8	27.5	26.3
21.00	27.3	28.5	30.4	31.9	31.3	30.4	29.8	29.5	29.2	28.7	27.3	26.1
22.00	27.0	28.2	30.1	31.6	31.1	30.2	29.6	29.3	29.0	28.5	27.1	25.8
23.00	26.7	27.9	29.8	31.3	30.8	29.9	29.3	29.1	28.8	28.3	26.8	25.6

ช่วงสบาย = 63.16 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 36.84 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.26 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ

Station SUPHANBURI
Latitude 13.44 N
Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	26.0	27.1	29.1	30.5	30.0	29.2	28.6	28.4	28.1	27.7	26.2	24.9
1.00	25.5	26.7	28.6	30.0	29.6	28.8	28.3	28.0	27.8	27.3	25.8	24.4
2.00	25.0	26.2	28.1	29.5	29.2	28.5	27.9	27.7	27.4	27.0	25.4	23.9
3.00	24.6	25.8	27.7	29.1	28.8	28.1	27.6	27.4	27.1	26.7	25.1	23.5
4.00	24.3	25.4	27.4	28.8	28.5	27.9	27.3	27.1	26.9	26.5	24.8	23.2
5.00	24.0	25.2	27.1	28.5	28.3	27.7	27.2	26.9	26.7	26.3	24.6	22.9
6.00	23.8	25.0	27.0	28.4	28.2	27.6	27.1	26.8	26.6	26.2	24.5	22.7
7.00	23.9	25.0	27.1	28.5	28.4	28.0	27.3	27.0	26.7	26.2	24.5	22.8
8.00	24.5	25.8	27.9	29.3	29.1	28.4	27.9	27.5	27.2	26.7	25.0	23.3
9.00	25.2	26.6	28.7	30.1	29.8	29.1	28.5	28.1	27.8	27.3	25.6	23.9
10.00	26.1	27.5	29.6	31.0	30.6	29.8	29.2	28.8	28.5	27.9	26.3	24.7
11.00	27.0	28.3	30.5	31.9	31.3	30.5	29.9	29.5	29.1	28.6	27.0	25.6
12.00	27.7	29.1	31.2	32.6	32.0	31.1	30.5	30.1	29.7	29.2	27.7	26.4
13.00	28.3	29.7	31.8	33.2	32.5	31.6	30.9	30.5	30.2	29.6	28.2	27.0
14.00	29.1	30.5	32.5	33.9	33.1	32.1	31.4	31.0	30.7	30.1	28.7	27.7
15.00	29.5	30.9	33.0	34.3	33.5	32.4	31.7	31.3	31.0	30.4	29.1	28.1
16.00	29.6	31.0	33.0	34.4	33.5	32.4	31.8	31.4	31.0	30.4	29.1	28.1
17.00	29.4	30.8	32.8	34.2	33.3	32.3	31.6	31.2	30.8	30.2	28.9	28.0
18.00	29.0	30.4	32.4	33.8	33.0	31.9	31.2	30.9	30.5	29.9	28.6	27.6
19.00	28.2	29.4	31.3	32.9	32.2	31.5	30.6	30.2	29.9	29.3	28.0	27.0
20.00	27.8	29.0	30.9	32.9	31.8	30.8	30.2	29.9	29.6	29.0	27.7	26.6
21.00	27.4	28.6	30.5	32.4	31.4	30.5	29.8	29.6	29.3	28.7	27.4	26.3
22.00	27.0	28.1	30.0	32.0	30.9	30.0	29.4	29.2	28.9	28.4	27.0	25.8
23.00	26.5	27.6	29.6	31.0	30.5	29.7	29.0	28.8	28.5	28.0	26.6	25.3

ช่วงสบาย = 53.22 % ต่ำกว่าสบาย = 0 % สูงกว่าสบาย = 46.78 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.27 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

1ST FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH12) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05 ทัศนวิสัย = 1.5 เมตร/วินาที

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	23.1	24.3	26.2	27.6	27.2	26.4	25.8	25.5	25.2	24.7	23.3	21.9
1.00	22.8	23.9	25.9	27.3	26.9	26.1	25.5	25.2	25.0	24.5	23.0	21.6
2.00	22.4	23.6	25.5	26.9	26.6	25.8	25.2	25.0	24.7	24.3	22.7	21.3
3.00	22.2	23.3	25.3	26.7	26.3	25.6	25.0	24.8	24.5	24.1	22.5	21.0
4.00	21.9	23.1	25.0	26.5	26.1	25.4	24.9	24.6	24.3	23.9	22.3	20.8
5.00	21.7	22.9	24.9	26.3	26.0	25.3	24.7	24.5	24.2	23.8	22.2	20.6
6.00	21.6	22.8	24.8	26.2	25.9	25.2	24.7	24.4	24.1	23.7	22.1	20.5
7.00	21.6	22.7	24.7	26.2	26.0	25.4	24.7	24.4	24.1	23.7	22.0	20.4
8.00	22.0	23.2	25.3	26.7	26.4	25.7	25.1	24.8	24.4	24.0	22.3	20.7
9.00	22.3	23.6	25.7	27.1	26.7	26.0	25.4	25.1	24.8	24.3	22.7	21.1
10.00	22.8	24.1	26.1	27.5	27.1	26.4	25.8	25.4	25.1	24.6	23.0	21.5
11.00	23.2	24.5	26.5	28.0	27.5	26.7	26.1	25.8	25.5	24.9	23.4	22.0
12.00	23.6	24.9	26.9	28.4	27.9	27.0	26.4	26.1	25.8	25.2	23.7	22.4
13.00	23.9	25.2	27.2	28.7	28.1	27.3	26.6	26.3	26.0	25.5	24.0	22.7
14.00	24.4	25.7	27.7	29.1	28.5	27.7	27.0	26.7	26.3	25.8	24.4	23.1
15.00	24.8	26.1	28.1	29.5	28.8	27.9	27.2	26.9	26.6	26.0	24.6	23.5
16.00	25.0	26.2	28.2	29.7	29.0	28.0	27.3	27.0	26.7	26.1	24.7	23.6
17.00	25.0	25.3	28.2	29.7	29.0	28.0	27.3	27.0	26.6	26.1	24.7	23.6
18.00	24.9	26.1	28.1	29.5	28.8	27.9	27.2	26.9	26.5	26.0	24.6	23.5
19.00	24.4	25.6	27.5	29.0	28.4	27.7	26.8	26.5	26.2	25.7	24.3	23.2
20.00	24.2	25.4	27.3	28.8	28.2	27.3	26.7	26.4	26.1	25.5	24.2	23.0
21.00	24.0	25.2	27.1	28.6	28.0	27.1	26.5	26.2	25.9	25.4	24.0	22.8
22.00	23.7	24.9	26.8	28.3	27.8	26.9	26.3	26.0	25.7	25.2	23.8	22.5
23.00	23.4	24.6	26.5	28.0	27.5	26.6	26.0	25.8	25.5	25.0	23.5	22.3

ช่วงสบาย = 81.29 % ต่ำกว่าสบาย = 18.71 % สูงกว่าสบาย = 0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.28 HOURLY TEMPERATURE CALCULATION FOR SUPHANBURI 1988 - 1997

2ND FLOOR INDOOR TEMPERATURE (SCH22) หลังปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร + ปรับสภาพบริเวณ

Station SUPHANBURI
 Latitude 13.44 N
 Longitude 100.08 E

base on winter comfort zone : Jul - Dec = 23.41 - 27.41

base on summer comfort zone : Jan - Jun = 25.05 - 29.05 กรณีความเร็วลม = 1.5 เมตร/วินาที

HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00	22.7	23.8	25.8	27.2	26.7	25.9	25.3	25.1	24.8	24.4	22.9	21.6
1.00	22.2	23.4	25.3	26.7	26.3	25.5	25.0	24.7	24.5	24.0	22.5	21.1
2.00	21.7	22.9	24.8	26.2	25.9	25.2	24.6	24.4	24.1	23.7	22.1	20.6
3.00	21.3	22.5	24.4	25.8	25.5	24.8	24.3	24.1	23.8	23.4	21.8	20.2
4.00	21.0	22.1	24.1	25.5	25.2	24.6	24.0	23.8	23.6	23.2	21.5	19.9
5.00	20.7	21.9	23.8	25.2	25.0	24.4	23.9	23.6	23.4	23.0	21.3	19.6
6.00	20.5	21.7	23.7	25.1	24.9	24.3	23.8	23.5	23.3	22.9	21.2	19.4
7.00	20.6	21.7	23.8	25.2	25.1	24.7	24.0	23.7	23.4	22.9	21.2	19.5
8.00	21.2	22.5	24.6	26.0	25.8	25.1	24.6	24.2	23.9	23.4	21.7	20.0
9.00	21.9	23.3	25.4	26.8	26.5	25.8	25.2	24.8	24.5	24.0	22.3	20.6
10.00	22.8	24.2	26.3	27.7	27.3	26.5	25.9	25.5	25.2	24.6	23.0	21.4
11.00	23.7	25.0	27.2	28.6	28.0	27.2	26.6	26.2	25.8	25.3	23.7	22.3
12.00	24.4	25.8	27.9	29.3	28.7	27.8	27.2	26.8	26.4	25.9	24.4	23.1
13.00	25.0	26.4	28.5	29.9	29.2	28.3	27.6	27.2	26.9	26.3	24.9	23.7
14.00	25.8	27.2	29.2	30.6	29.8	28.8	28.1	27.7	27.4	26.8	25.4	24.4
15.00	26.2	27.6	29.7	31.0	30.2	29.1	28.4	28.0	27.7	27.1	25.8	24.8
16.00	26.3	27.7	29.7	31.1	30.2	29.1	28.5	28.1	27.7	27.1	25.8	24.8
17.00	26.1	27.5	29.5	30.9	30.0	29.0	28.3	27.9	27.5	26.9	25.6	24.7
18.00	25.7	27.1	29.1	30.5	29.7	28.6	27.9	27.6	27.2	26.6	25.3	24.3
19.00	24.9	26.1	28.0	29.6	28.9	28.2	27.3	26.9	26.6	26.0	24.7	23.7
20.00	24.5	25.7	27.6	29.6	28.5	27.5	26.9	26.6	26.3	25.7	24.4	23.3
21.00	24.1	25.3	27.2	29.1	28.1	27.2	26.5	26.3	26.0	25.4	24.1	23.0
22.00	23.7	24.8	26.7	28.7	27.6	26.7	26.1	25.9	25.6	25.1	23.7	22.5
23.00	23.2	24.3	26.3	27.7	27.2	26.4	25.7	25.5	25.2	24.7	23.3	22.0

ช่วงสบาย = 84.79 % ต่ำกว่าสบาย = 15.21 % สูงกว่าสบาย = 0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.9 การตรวจสอบอุปกรณ์บังแดดของอาคารตัวอย่าง

เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของโครงการด้วยการการปลูกต้นไม้ตามขนาดและความสูงที่เสนอแนะ และการออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้กับตัวอาคารที่นำเสนอ เพื่อศึกษาการบังเงาให้กับช่องแสงหรือช่องเปิดของอาคาร โดยให้มีสภาพใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ประกอบด้วย

5.9.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

- ไม้เท้าทดสอบเงาหรือตรวจสอบเงาร่วม Sundial chart for 14° N
- โมเดลผังโครงการขนาดมาตราส่วน 1: 250
- โมเดลตัวอาคารเรียนตัวอย่าง ขนาดมาตราส่วน 1:50
- กล้องถ่ายรูป

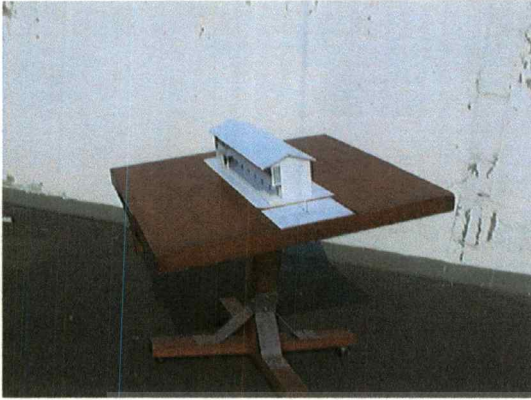
5.9.2 วิธีการและขั้นตอนในการตรวจสอบ

- ทำการทดลอง ณ สถานที่บริเวณอาคารเรียนรวมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. สภาพท้องฟ้ามีแสงแดดและมีเมฆกระจายตัวเต็มท้องฟ้า
- วางหุ่นทดลองบนไม้เท้าทดสอบเงา โดยหันทิศไปตามแนวเดียวกับ Sundial chart for 14° N
- ทำการหมุนไม้เท้าแดดเพื่อหาค่าของเงาที่ทับผ่าน โดยเลือกวัน เดือน และเวลาที่ต้องการหา
- ถ่ายรูปเพื่อตรวจสอบผลการออกแบบ

5.9.3 ผลการตรวจสอบ

- สำหรับผังโครงการ เมื่อมีการปลูกต้นไม้ที่มีขนาดความสูงประมาณ 12.00 เมตร แสงเงาตกทอดในช่วงเช้าคือ 8.00 น. และช่วงบ่าย 16.00 น. แสงเงาจะตกทอดไปได้ไกลประมาณ 10.00 เมตร โดยที่แสงเงาจะตกทอดไปได้ไกลมากที่สุดวันที่ 22 ธันวาคม เวลา 8.00 น. ประมาณ 30.00 เมตร
- สำหรับโมเดลขยายตัวอาคารพร้อมอุปกรณ์บังแดด ในส่วนทางด้านทิศตะวันตกสามารถบังเงาช่องแสง ช่องหน้าต่าง ได้ตลอดทุกวัน เดือน และเวลาที่ทำการทดสอบ ส่วนทางด้านทิศตะวันออก จะมีแสงแดดส่องผ่านเข้าไปโดนผนังได้บ้างที่ชั้นล่างความสูงประมาณ 1.00 เมตร ในช่วงเวลาประมาณ 8.00 - 9.00 น.

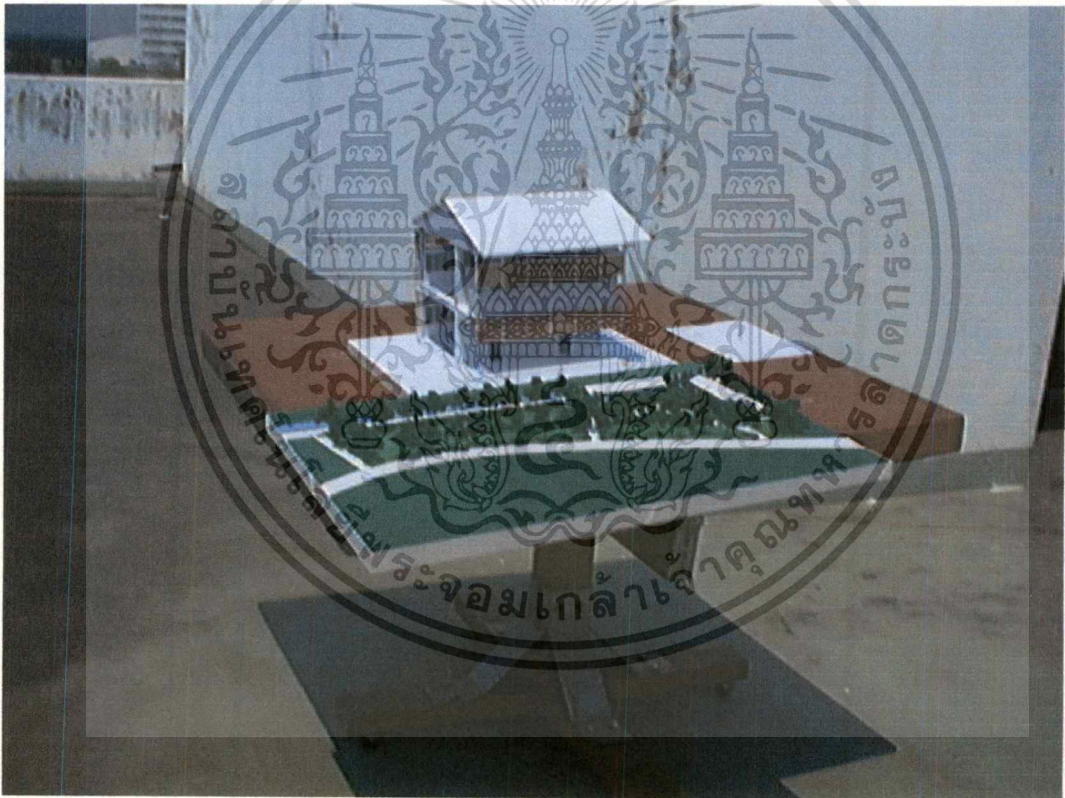
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1)



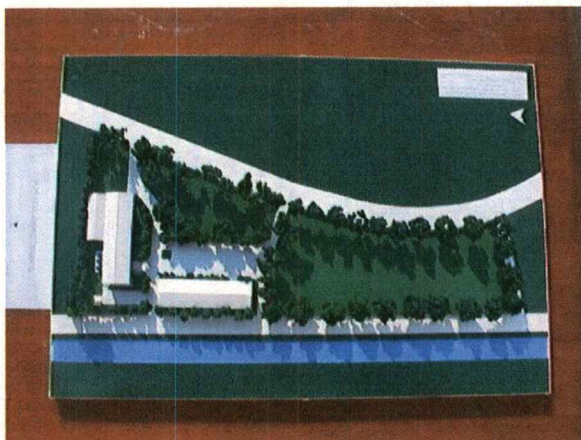
2)



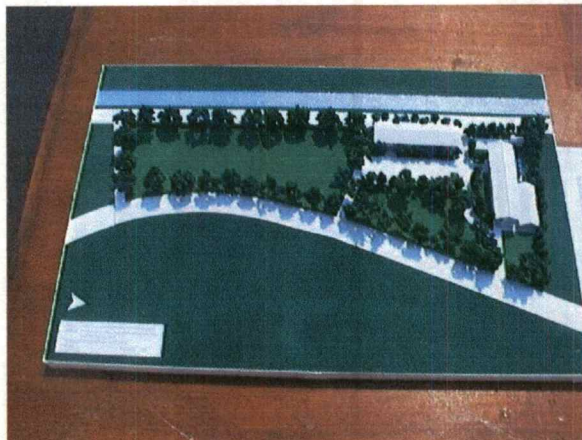
3)

รูปที่ 5.24 รูปแสดงโต๊ะเซ็คเงา และหุ่นจำลองทดสอบแสงเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



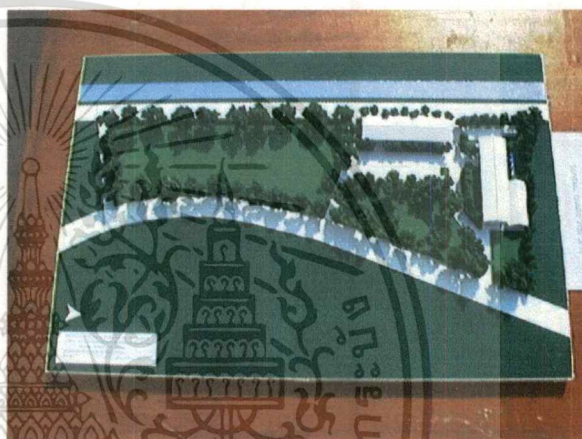
8.00 น.



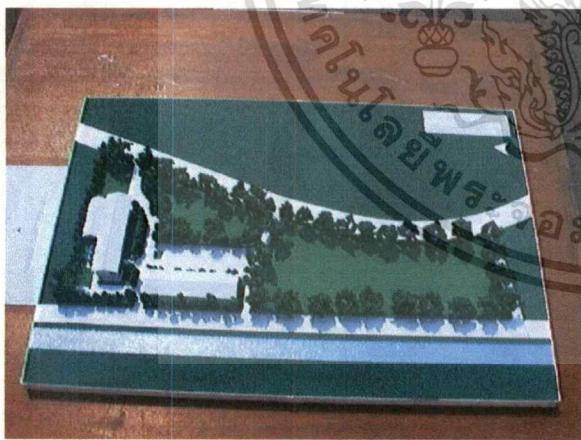
14.00 น.



9.00 น.



15.00 น.



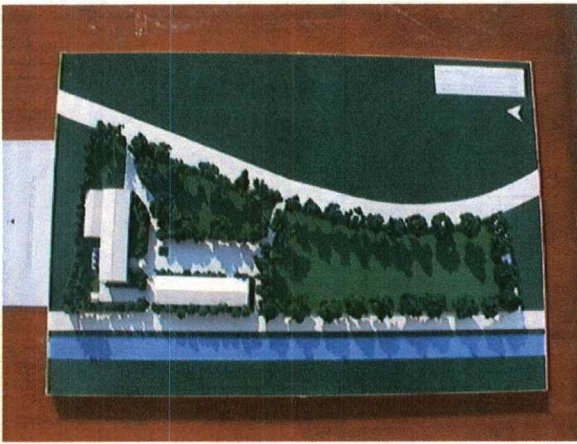
10.00 น.



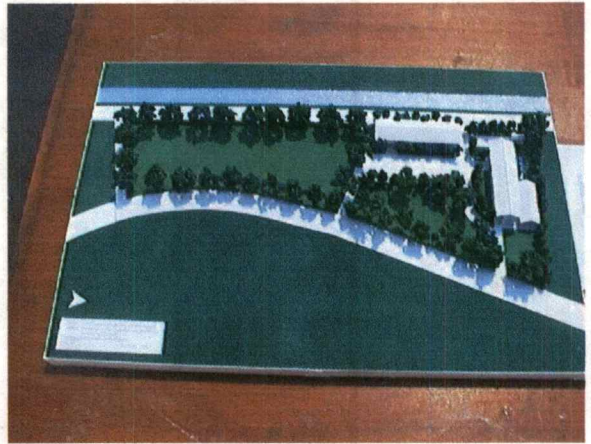
16.00 น.

รูปที่ 5.25 รูปถ่ายมุมมองแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 22 มิถุนายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



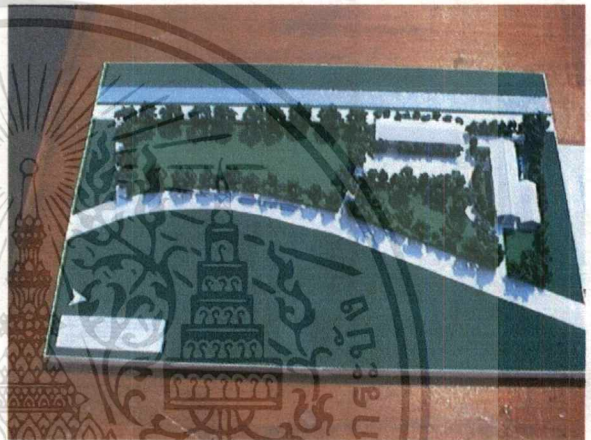
8.00 น.



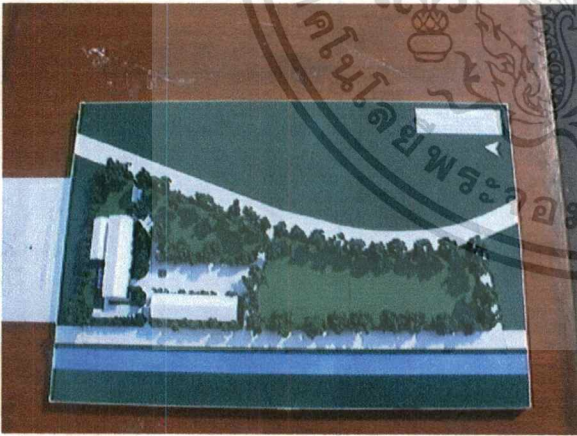
14.00 น.



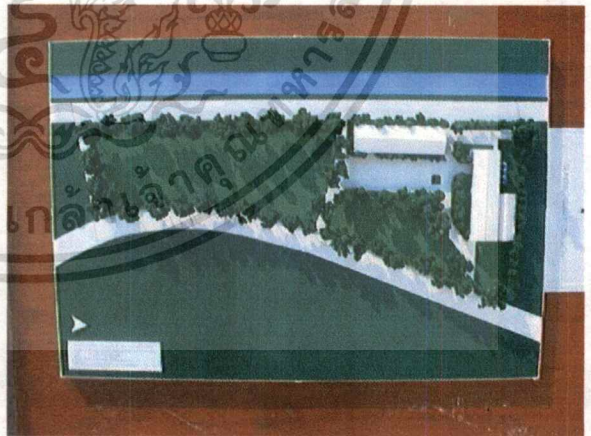
9.00 น.



15.00 น.



10.00 น.



16.00 น.

รูปที่ 5.26 รูปถ่ายมุมสูงแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 22 ธันวาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



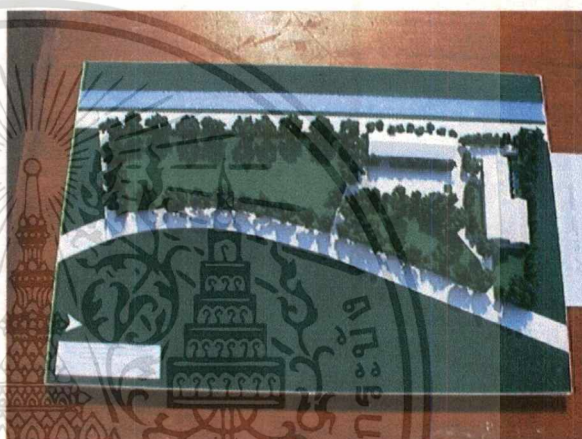
8.00 น.



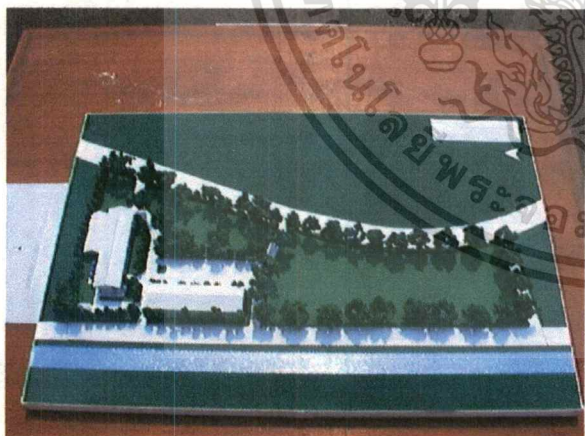
14.00 น.



9.00 น.



15.00 น.



10.00 น.



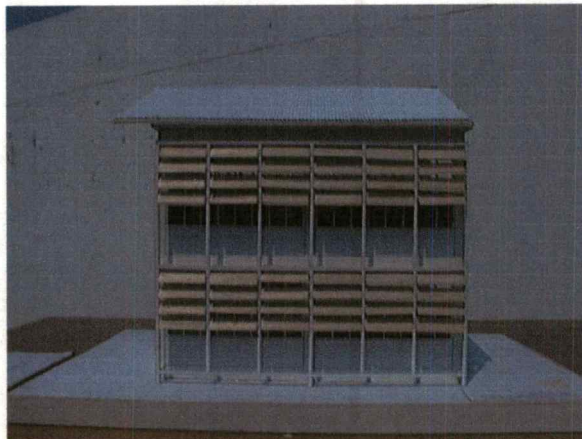
16.00 น.

รูปที่ 5.27 รูปถ่ายมุมสูงแสดงแสงเงาอาคาร วันที่ 16 เมษายน หรือ 23 สิงหาคม

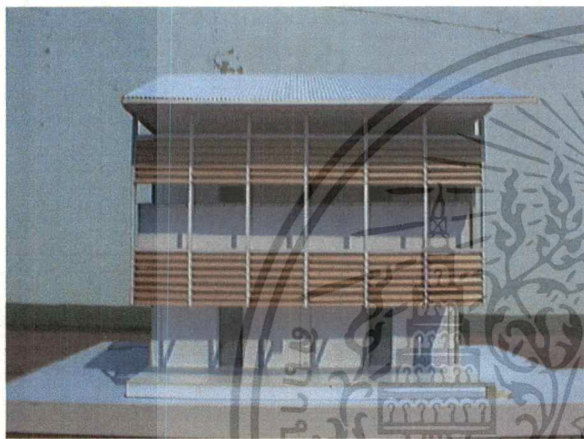
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



8.00 น.



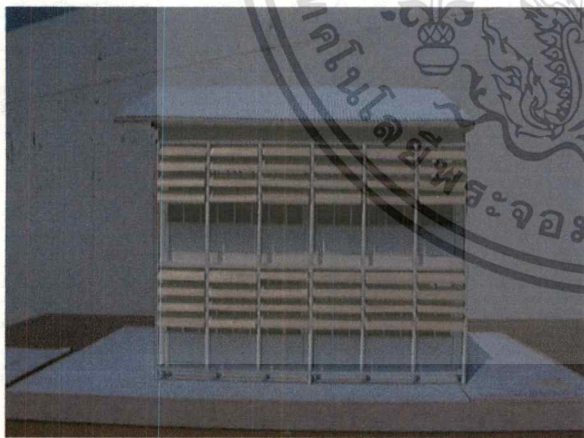
14.00 น



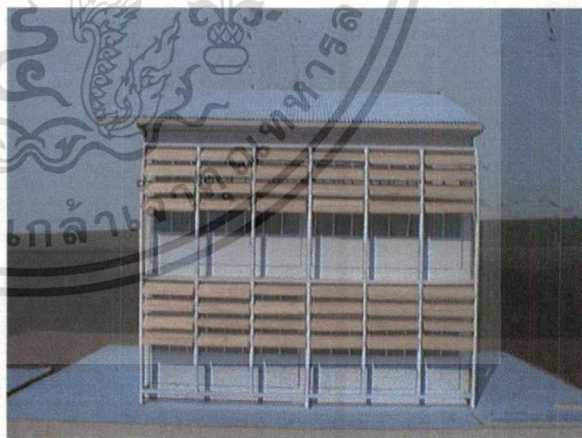
9.00 น.



15.00 น



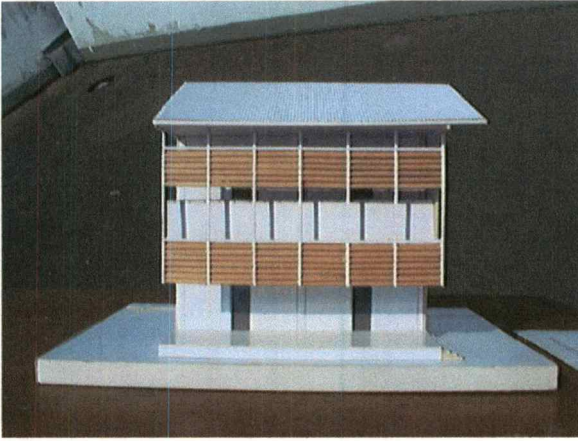
10.00 น.



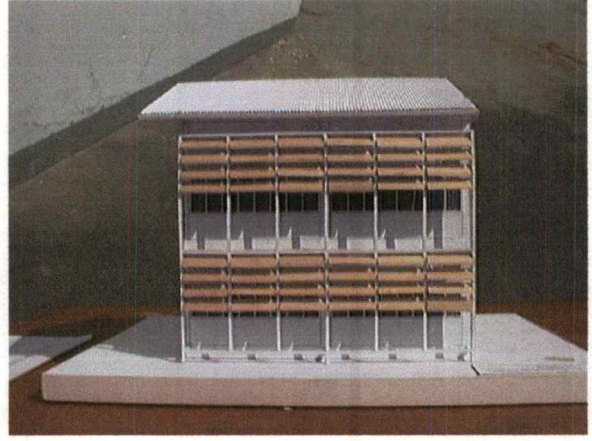
16.00 น

รูปที่ 5.28 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 22 มิถุนายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



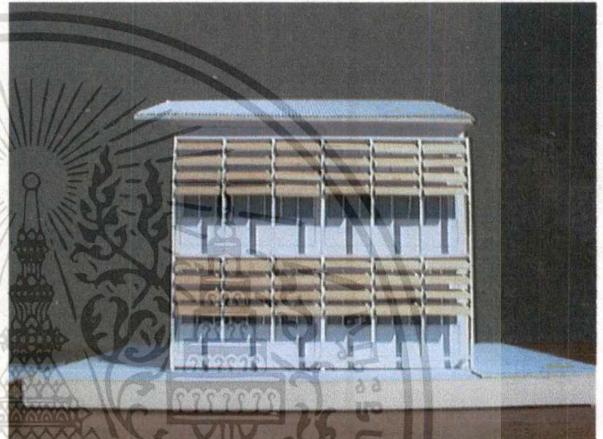
8.00 น.



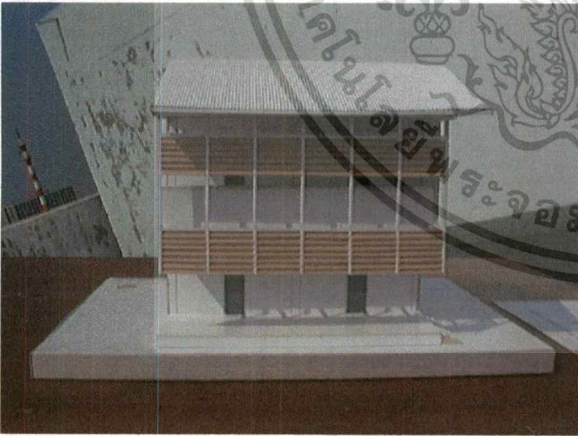
14.00 น



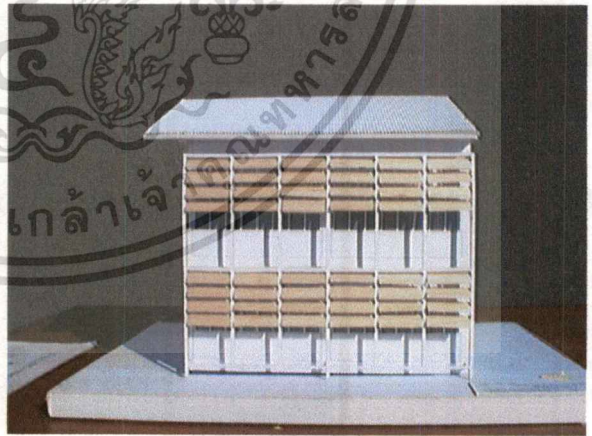
9.00 น.



15.00 น



10.00 น.



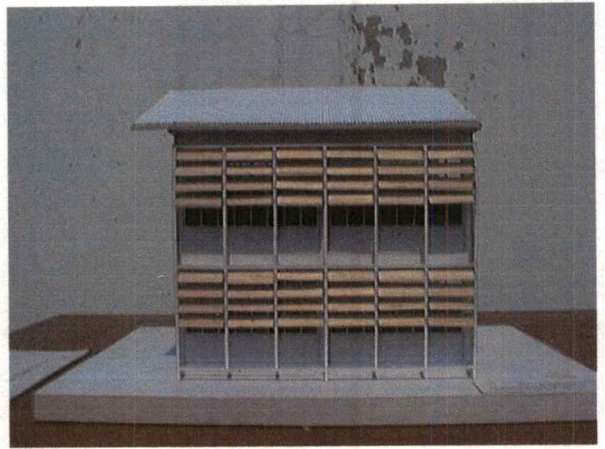
16.00 น

รูปที่ 5.29 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 22 ธันวาคม

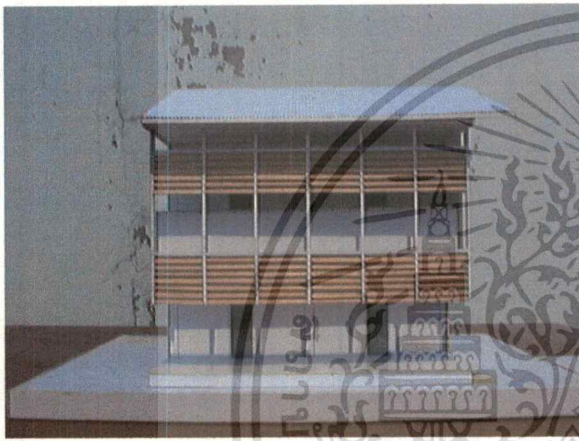
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



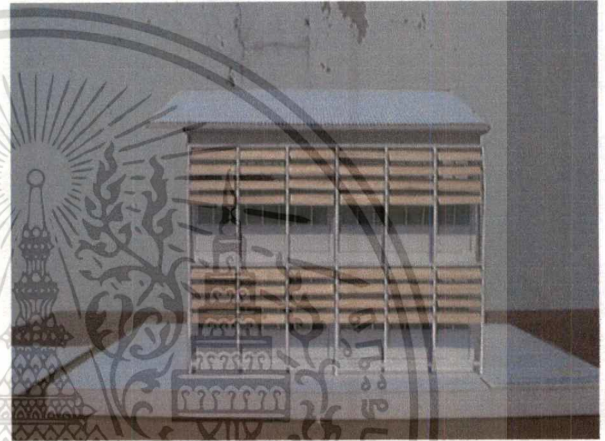
8.00 น.



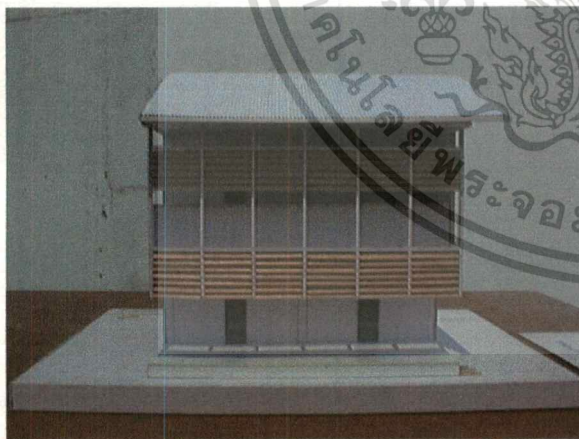
14.00 น.



9.00 น.



15.00 น.



10.00 น.



16.00 น.

รูปที่ 5.30 รูปถ่ายแสดงแสงเงาอาคาร ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก วันที่ 16 เมษายน หรือ วันที่ 23 สิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยพบว่า การออกแบบเพื่อสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคารโดยวิธีธรรมชาติ จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ การปลูกต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมรอบบริเวณอาคาร การเลือกวัสดุประกอบอาคาร การออกแบบอุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดให้กับผนังหรือช่องเปิด มีการใส่ฉนวนกันความร้อนที่หลังคา ซึ่งจากการศึกษาสภาพภูมิอากาศของโครงการ จะเห็นว่าอุณหภูมิอากาศส่วนใหญ่ 74% จะอยู่นอกขอบเขตสบาย เมื่ออากาศภายนอกร้อนก็จะส่งผลความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ผ่านวัสดุประกอบอาคาร ช่องแสง หลังคา และจากการเพิ่มภาระความร้อนของผู้ใช้สอยอาคาร และเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงขึ้น และสูงสุดในช่วงบ่าย ซึ่งจากการปรับปรุงสภาพบริเวณของโครงการให้เย็นลงด้วยการปลูกต้นไม้และพืชคลุมดิน ในกรณีที่อุณหภูมิเฉลี่ยได้ต้นไม้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1.5 องศาเซลเซียส ก็จะช่วยส่งเสริมให้อุณหภูมิอากาศเข้าใกล้ขอบเขตสภาวะสบายได้ ด้วยการดึงอากาศที่เย็นกว่าจากภายนอกอาคารมาระบายอากาศที่ร้อนภายในอาคารออกไป โดยที่สามารถเพิ่มขอบเขตสภาวะสบายได้ 33% ที่ชั้นล่าง และ 29% ที่ชั้นบน ในกรณีหลังจากการปรับปรุงวัสดุประกอบอาคารแล้ว

และจากการประเมินผลข้อมูลจากรายการวัสดุก่อนปรับปรุงอาคาร พบว่าสภาพอุณหภูมิอากาศภายในอาคารสูงเกินขอบเขตสภาวะความสบายมีค่า 73% ที่ชั้นล่าง และ 81% ที่ชั้นบน และหลังจากการปรับปรุงวัสดุประกอบอาคารและหลังคา ทำให้อุณหภูมิภายในลดลง ด้วยการใส่ฉนวนกันความร้อนไฟเบอร์กลาสหุ้มอลูมิเนียมหนา 2 นิ้ว วางบนฝ้าเพดานเพื่อสกัดกั้นการส่งผ่านความร้อนลงมาจากหลังคา และเปิดช่องระบายอากาศที่ฝ้าเพดานและหน้าจั่ว เพื่อให้เกิดการระบายความร้อนออกไปไม่เกิดการสะสมความร้อนในฝ้าเพดาน ส่วนที่ผนังของอาคารลดการส่งผ่านความร้อนด้วยการกรุผนังยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. และเว้นช่องว่างอากาศ และในส่วนของกระจกช่องแสงมีการลดค่า SC ลงเหลือ 0.15 ด้วยการทำอุปกรณ์บังแดดบังเงาให้กับช่องแสงอาคาร ทำให้ขอบเขตความสบายภายในอาคารเพิ่มขึ้นเป็น จากเดิม ชั้นล่าง 26% เพิ่มเป็น 30% และชั้นบนจากเดิม 19% เพิ่มเป็น 25%

หลังจากการพิจารณารายการประกอบต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างสภาวะความสบายภายในอาคารด้วยวิธีธรรมชาติแล้ว ตามวิธีการต่างๆที่กล่าวมาแล้วนั้น แต่สภาวะอากาศภายในอาคารบางช่วงเวลาก็ยังเกินขอบเขตสภาวะสบายอยู่บ้าง ในกรณีนี้ก็เสริมด้วยการใช้ระบบพัดลมไฟฟ้าติดฝ้าเพดาน ขนาดความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ก็ช่วยทำให้เกิดสภาวะความสบายได้ตลอดช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนการสอน โดยที่ไม่มีอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าขอบเขตสภาวะความสบายทั้งที่ชั้นล่างและที่ชั้นบน

จากรายงานการวิจัยจะเห็นได้ว่าการควบคุมสภาวะอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ในส่วนของงานสถาปัตยกรรมและการวางผังอาคารสามารถช่วยเสริมสร้างอุณหภูมิให้เข้าใกล้ขอบเขตสภาวะสบายได้ ดังนั้น กลวิธีในการออกแบบเพื่อสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคารควรเริ่มต้นจากการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของโครงการก่อนเพื่อลดอุณหภูมิอากาศ หลังจากนั้นจึงพิจารณา การออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้กับช่องแสงหรือช่องเปิดของอาคาร เพื่อลดการเพิ่มภาระความร้อนจากแสงแดด แล้วจึงเลือกวัสดุอุปกรณ์ ประกอบอาคาร ที่มีค่าการส่งผ่านความร้อนที่มีระยะเวลาในการชลดความร้อนก่อนที่จะส่งเข้ามาภายในอาคารจนถึงเวลา 16.00 น. ความร้อนจึงจะเริ่มส่งเข้ามาภายในอาคารซึ่งก็เป็นช่วงเวลาเลิกเรียนแล้ว ทำให้ไม่มีผลต่อผู้ใช้อาคาร

ข้อเสนอแนะ

- เนื่องจากอาคารเรียนตัวอย่างนี้เป็นแบบมาตรฐานที่ใช้สร้างกันทั่วไป สำหรับงานอาคารเรียนประถมศึกษาของหน่วยงานของรัฐ มีความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบไปก่อสร้างในที่ดินที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงควรมีการพิจารณา การออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่สามารถป้องกันความร้อนจากแสงแดดได้ ในทุกทิศทางของการวางอาคาร และการออกแบบช่องเปิด ที่สามารถปรับทิศทางให้เหมาะสมในการชักนำกระแสลมเข้ามาเพื่อระบายความร้อนภายในอาคารออกไป
- ถ้าเป็นไปได้ควรมีการวางอาคารในลักษณะ Cross Ventilation และหันด้านแคบให้กับทางด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้พื้นที่ผนังอาคารรับแสงแดดน้อยที่สุด โดยเฉพาะในช่วงบ่าย
- ในการออกแบบอาคารเพื่อความสบายโดยวิธีธรรมชาติอาจมีการคิดค้นวิธีการอื่นที่เหมาะสมและประหยัด เช่น การนำลมที่ผ่านท่อที่ฝังใต้ดินที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าก่อนเข้ามาภายในอาคาร
- ในการเลือกวัสดุต้นไม้ พืชคลุมดิน การออกแบบบริเวณควรรค้ำนั่งถึงพืชพรรณที่เหมาะสมกับตำแหน่งและลักษณะที่ดินของโครงการ

บรรณานุกรม

- เกชา ธีระโกเมน. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิศวกรรมงานระบบ. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จเร สุวรรณชาติ. 2544. "การปรับปรุงประสิทธิภาพหลังคาเพื่อลดค่าการส่งผ่านความร้อน
กรณีศึกษา : ศูนย์รวมสินค้าคาร์ฟูร์ สาขารามอินทรา." วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน, บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ตริงใจ บุรณสมภพ. 2521. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระนคร.
- ตริงใจ บุรณสมภพ, รองศาสตราจารย์. มนัส อารพัฒน์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผู้ร่วมวิจัย. โครงการวิจัยประเภทสาขาวิชาการ เรื่อง การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ชนินทร์ ทิพโยภาส. 2537. "การนำเสนอรูปแบบ ดึงแวลักษณะพาณิชย์กึ่งพักอาศัย เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิต และแสงสว่างให้แก่ผู้ใช้อาคาร กรณีศึกษา เขต: กทม." วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน, บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปรัชญา รังสิรักษ์, แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประทีป มาลากุล, รศ.มล.และคณะ. 2526. รายงานการผลการวิจัยโครงการการประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล จันเตยूर, ผศ. 2539. CLIMATIC DESIGN IN TROPICAL HOUSING & BUILDING. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2537. ภูมิอากาศวิทยาและการออกแบบสถาปัตยกรรม. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วินัย หมั่นคดิธรรม. 2543. "การออกแบบอาคารเรียนให้มีประสิทธิภาพโดยเน้นถึงการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ." วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. เอกสารแสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร.

สมสิทธิ์ นิตยะ, รองศาสตราจารย์. 2541. การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ. 2542. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ และธนิศ จินดาวนิศ. 2536. การวิเคราะห์ภาวะน่าสบายและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องของอาคารสถาปัตยกรรมไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรศิริ ปาดินท์. การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ. รายงานวิจัย, กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอี่ยมพร วิสหมายและคณะ. 2542. พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช. เอ็น. กรุ๊ป จำกัด.

Abrams, W. Donald. 1986. Low Energy Cooling : A Guide to the Practical Application of Passive Cooling and Cooling Energy Conservation Measures. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.

Bradshaw, Vaughn, P.E. 1993. Building Control Systems. Second Edition. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Egan, M. David. 1983. Concepts in Architectural Lighting. New York : McGraw-Hill, Inc.

Fuller Moore. 1993. Environmental Control Systems : Heating Cooling Lighting. New York : McGraw-Hill.

Givoni, B. 1976. Man, Climate and Architecture. United States of America : Applied Science Publishers, Ltd.

Henry J. Cowan. 1991. Handbook of Architectural Technology. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.

John E. Flynn, AIA. and Arthu W. Segil. 1970. Architectural Interior Systems Lighting, Air Conditioning, Acoustics. United States of America : Litton Education

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Publishing, Inc.

MARKUS, T.A. and MORRIS, E.N. 1980. **BUILDINGS, CLIMATE AND ENERGY.**

London : Pitman Publishing Limited.

MARTIN EVANS. 1980. **HOUSING, CLIMATE AND COMFORT.** London : The

Architectural Press Limited

Olgay V. 1992. **Design With Climate.** New York : Van Nostrand Reinhold.

The ECD Partnership, 1987. **PASSIVE and LOW ENERGY BUILDING DESIGN FOR**

TROPICAL ISLAND CLIMATES. London : The Commonwealth Secretariat



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

- ตารางแสดงค่าอนุทวีและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงจากโปรแกรม Archipak

- ตารางแสดงค่า OTTV/RTTV

ตารางที่ ก1 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปัจจัยอาคารชั้นล่าง เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH11 - Location: SUPHANSU														month: JAN.				month: FEB.								
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A.U	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1:	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	-	0.00	0.00	5.60	1210	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2:	30	360	6.00	3.50	21.00	2	03	3.52	82.3	-	2.99	0.83	4.14	87	-	2.99	0.83	4.14	87	-	2.99	0.83	4.14	87	-	
3:	30	90	36.00	3.50	92.40	2	03	3.52	362.2	-	2.99	0.83	4.14	382	-	2.99	0.83	4.14	382	-	2.99	0.83	4.14	382	-	
4:	31	90	16.80	2.00	33.60	2	03	2.44	82.0	-	0.03	0.70	2.44	82	-	0.03	0.70	2.44	82	-	0.03	0.70	2.44	82	-	
5:	40	180	6.00	3.50	21.00	2	03	3.52	82.3	-	0.03	0.70	2.44	87	-	0.03	0.70	2.44	82	-	0.03	0.70	2.44	82	-	
6:	50	270	36.00	3.50	67.50	2	03	3.52	266.2	-	0.03	0.70	2.44	87	-	0.03	0.70	2.44	82	-	0.03	0.70	2.44	82	-	
7:	51	270	33.20	1.15	36.18	2	93	6.09	232.5	-	0.06	0.50	5.54	212	-	0.06	0.50	5.54	212	-	0.06	0.50	5.54	212	-	
8:	52	270	33.20	1.15	36.18	2	93	6.09	232.5	-	0.06	0.50	5.54	212	-	0.06	0.50	5.54	212	-	0.06	0.50	5.54	212	-	
9:	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	0.76	-	-	-	-	0.64	-	-	-	-	0.76	-	-	-	-	-	
9:	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	0.76	-	-	-	-	0.64	-	-	-	-	0.76	-	-	-	-	-	
volume	= 756.0 m3																							(W/K) qc	= 1962.8	
air ch.	= 26.0																							(W/K) qv	= 6552.0	
bldg. response factor	= 1.2																							q	= 8514.8	
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
2:	*	*	*	*	*	*	*	*	41	107	169	221	256	269	256	221	169	107	41	*	*	*	*	*	*	
3:	*	*	*	*	*	*	*	*	314	418	473	463	391	269	256	221	169	107	41	*	*	*	*	*	*	
5:	*	*	*	*	*	*	*	*	165	284	402	571	598	571	501	402	284	165	*	*	*	*	*	*	*	
6:	*	*	*	*	*	*	*	*	41	107	169	221	256	269	256	221	169	107	41	*	*	*	*	*	*	
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JAN:																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
10:	23.2	22.3	21.7	21.2	21.0	21.2	22.0	23.5	25.4	27.2	28.2	29.5	31.1	32.4	32.6	32.5	32.1	31.5	30.8	29.8	28.8	27.5	26.4	25.2	24.1	
11:	27.6	27.2	26.8	26.4	26.1	25.9	25.8	26.1	26.6	27.2	28.2	29.1	29.8	30.8	31.5	31.8	31.8	31.4	30.2	29.4	28.8	28.4	28.4	28.0		
Indoor design temperature = 25.9 degC																										
Balance-point (base-) temperature = 24.2 degC																										
Heating req. ment for month 1 = 0.0 kWh																										
Outdoor mean temperature = 26.8 degC																										
Indoor mean temperature = 28.5 degC																										
Degree hours in month = 0 K.h																										
Hourly swings in heat flow through each element: ("-" = less, "+" = more than the mean)																										
1	-106	-186	-261	-329	-387	-432	-462	-478	-466	-366	-198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	194	368	494	556	545	545	484	395	287	192	127	54	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	704	1056	1389	1680	1942	2139	2271	2333	2290	613	300	1124	1711	1932	1936	2206	2161	1889	1498	1026	607	322	-0	-37		
4	518	586	639	675	691	680	75	221	469	623	663	589	655	626	528	392	233	100	23	-63	-157	-253	-348	-437		
5	217	297	377	440	498	543	573	587	577	349	126	372	581	721	768	723	612	466	304	81	17	-57	-135	-205		
6	517	776	1021	1241	1427	1572	1669	1714	1683	1359	-814	-183	453	1014	1423	2071	2392	2398	2135	1662	446	237	-0	-255		
7	1756	1951	2103	2205	2253	2219	1737	936	-56	793	1505	1978	3085	3671	3711	3244	2386	14	-205	-454	-721	-997	-1268	-1525		
8	2095	2195	2273	2326	2350	2333	1710	-697	330	1043	1931	2292	3982	4938	5048	4303	2913	-1185	-1298	-1426	-1563	-1705	-1844	-1576		
9	785	314	-150	-508	-1041	-1430	-1759	-2016	-1880	-2269	-2212	-1880	-1302	-554	266	1052	1700	2126	2275	2227	2087	1859	1554	1185		
T:	5147	6733	8209	9512	10589	11347	10257	8539	6660	2298	1049	404	9150	12635	14127	14591	13053	6437	5289	3564	971	-392	-1905	-3516		
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
2:	*	*	*	*	*	*	*	*	54	124	191	247	285	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
3:	*	*	*	*	*	*	*	*	372	480	533	517	435	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
5:	*	*	*	*	*	*	*	*	147	264	379	476	545	572	545	476	379	264	147	*	*	*	*	*	*	
6:	*	*	*	*	*	*	*	*	54	124	191	247	285	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for FEB:																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
10:	24.2	23.3	22.7	22.3	22.1	22.3	23.3	24.8	26.7	28.8	30.7	32.4	33.4	33.8	33.7	33.3	32.7	31.9	30.9	29.9	28.7	27.5	26.3	25.2		
11:	28.7	28.3	27.9	27.6	27.3	27.1	27.0	27.4	27.9	28.5	29.6	30.5	31.2	32.3	33.0	33.2	33.3	32.9	31.4	31.1	30.7	30.0	29.6	29.2		
Indoor design temperature = 26.3 degC																										
Balance-point (base-) temperature = 24.4 degC																										
Heating req. ment for month 2 = 0.0 kWh																										
Outdoor mean temperature = 28.0 degC																										
Indoor mean temperature = 25.8 degC																										
Degree hours in month = 0 K.h																										
Hourly swings in heat flow through each element: ("-" = less, "+" = more than the mean)																										
1	-223	-204	-280	-349	-406	-450	-478	-490	-475	-356	-180	21	220	394	520	578	565	499	405	292	182	116	41	-60		
2	810	1168	1504	1805	2057	2250	2378	2429	2361	599	545	1367	1920	2146	2018	2274	2214	1925	1511	1013	529	238	-92	-447		
3	557	625	677	711	725	707	2	309	556	697	718	616	679	644	540	395	227	71	-8	-97	-192	-290	-386	-477		
4	212	294	370	438	496	540	568	580	565	350	126	366	573	711	757	711	602	459	298	92	26	-49	-130	-205		
5	517	658	810	1026	1241	1427	1572	1669	1714	1683	1359	-814	-183	453	1014	1423	2071	2392	2398	2135	1662	446	237	-0		
6	1756	1951	2103	2205	2253	2219	1737	936	-56	793	1505	1978	3085	3671	3711	3244	2386	14	-205	-454	-721	-997	-1268	-1525		
7	2095	2195	2273	2326	2350	2333	1710	-697	330	1043	1931	2292	3982	4938	5048	4303	2913	-1185	-1298	-1426	-1563	-1705	-1844	-1576		
8	785	314	-150	-508	-1041	-1430	-1759	-2016	-1880	-2269	-2212	-1880	-1302	-554	266	1052	1700	2126	2275	2227	2087	1859	1554	1185		
T:	5147	6733	8209	9512	10589	11347	10257	8539	6660	2298	1049	404	9150	12635	14127	14591	13053	6437	5289	3564	971	-392	-1905	-3516		
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
2:	*	*	*	*	*	*	*	*	54	124	191	247	285	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
3:	*	*	*	*	*	*	*	*	372	480	533	517	435	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
5:	*	*	*	*	*	*	*	*	147	264	379	476	545	572	545	476	379	264	147	*	*	*	*	*	*	
6:	*	*	*	*	*	*	*	*	54	124	191	247	285	299	285	247	191	124	54	*	*	*	*	*	*	
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for FEB:																										
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					

ตารางที่ ก2 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารขึ้นล่าง เดือนมีนาคม - เมษายน

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH11 - Location: SUPHANSU month: MAR.																									
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A.U	9	sqf	Rso	abs	asg	tlq	dcr	Y	A.Y	Gav	Qs	Qav					
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1:	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	-	0.03	0.50	-	0.00	0.00	5.60	1210	0	0	-176					
2:	20	360	6.00	3.50	21.00	2	03	3.92	82.3	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	96	119	-30					
3:	30	90	36.00	3.50	92.40	2	03	3.92	362.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	382	143	776	119					
4:	31	90	16.80	2.00	33.60	2	01	2.44	82.0	-	0.03	0.70	-	0.20	0.99	2.44	82	143	246	97					
5:	40	180	6.00	3.50	21.00	2	03	3.92	82.3	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	96	119	-30					
6:	50	270	36.00	3.50	67.90	2	03	3.92	266.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	281	143	570	87					
7:	51	270	33.20	1.15	38.18	2	03	6.09	232.5	-	0.06	0.50	-	0.00	1.00	5.54	212	143	996	574					
8:	52	270	33.20	0.60	19.92	1	30	6.00	119.5	0.76	-	-	0.64	-	-	6.00	120	143	2162	1945					
9:	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	-	-	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	0	-1160					
volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 1962.8										(W/K) qa = 3491										(W) 4991	1428				
air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0										(W/K) q = 8514.8										Qs+i = 12591	7600				
bldg.response factor = 1.2										q = 8514.8										Qs+i = 12591					
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																									
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	102	155	201	252	287	299	287	252	201	155	102	*	*	*	*
2:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	343	438	487	477	411	299	287	252	201	139	73	10	*	*	*
3:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	73	139	202	270	316	334	316	270	202	139	73	10	*	*	*
5:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	73	139	201	252	287	299	411	477	487	438	343	10	*	*	*
6:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	73	139	201	252	287	299	411	477	487	438	343	10	*	*	*
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for APR:																									
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
To:	27.4	26.5	25.9	25.6	25.5	26.0	27.0	28.6	30.5	32.6	34.4	36.0	37.0	37.3	37.2	36.8	36.2	35.3	34.3	33.2	31.9	30.7	29.5	28.2	
Ti:	32.1	31.7	31.3	30.9	30.7	30.5	30.5	30.9	31.4	32.1	33.1	34.0	34.7	35.7	36.3	36.5	36.2	34.9	34.5	34.0	33.4	33.0	32.5	32.5	
Indoor design temperature = 27.3 degC										Outdoor mean temperature = 31.4 degC															
Balance-point (base-) temperature = 25.5 degC										Indoor mean temperature = 33.2 degC															
Heating req.ment for month 4 = 0.0 kWh										Degree hours in month = 0 K.h															
Hourly swings in heat flow through each element:																									
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1:	-148	-231	-309	-377	-432	-473	-497	-503	-462	-293	-129	49	240	404	621	576	565	503	429	331	179	99	21	-63	
2:	-862	-1228	-1568	-1867	-2112	-2291	-2397	-2423	-2245	-140	501	1298	1659	2131	2084	2326	2274	2005	1607	1118	577	227	-118	-687	
3:	-572	-638	-686	-715	-722	-669	-13	279	517	683	704	637	696	665	368	431	267	90	-8	-101	-201	-302	-400	-492	
4:	-150	-233	-311	-378	-434	-475	-499	-505	-464	-324	-147	48	256	433	555	605	561	502	411	300	177	98	19	-85	
5:	-634	-903	-1153	-1372	-1552	-1683	-1761	-1780	-1649	-1198	-625	5	620	1151	1531	2124	2417	2422	2175	1718	124	167	-87	-358	
6:	-1938	-2126	-2265	-2346	-2366	-2195	-1499	-668	210	2152	3165	3700	3741	3313	2501	-20	-323	-589	-873	-1163	-1445	-1707	-1886	-1987	
7:	-2305	-2402	-2473	-2525	-2545	-2349	-1407	-374	645	1534	2540	4088	4960	5075	4471	3119	1231	-1475	-1612	-1758	-1907	-2052	-2186	-2286	
8:	687	207	-281	-757	-1199	-1588	-1906	-2139	-2277	-2311	-2135	-1711	-1087	-336	454	1191	1790	2179	2314	2262	2110	1863	1533	1135	
T: -5922-7554-9045-10327-11342-11724-9979-8112-5725-1307-2075-5019-983813109145291497813513-6450-5130-3428-634-917-2528-4222																									

ตารางที่ ก3 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับสภาพอากาศชั้นล่าง เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน (1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SC111. Location: SUPHANBU. month: MAY. Table with columns: No, ORI, Len, W/H, A, grp., code, U, A, U, Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct, Nov, Dec. Includes monthly totals for Jan-Dec and annual totals.

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2). Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes monthly totals for Jan-Dec.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAY. Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes monthly totals for Jan-Dec.

Hourly swings in heat flow through each element. Table with columns: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes monthly totals for Jan-Dec.

Hourly swings in heat flow through each element. Table with columns: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes monthly totals for Jan-Dec.

ตารางที่ ก4 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Location: SUPHANBU															month: JUL.						
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A.U	sqf	Rso	abs	asg	tig	dcr	Y	A.Y	Gav	Qs	Qav	month: AUG.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	-	0.03	0.50	-	0.00	0.00	5.60	1210	0	-154	0	
2	20	360	6.00	3.50	21.00	2	43	3.92	82.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	108	134	0	
3	30	360	6.00	3.50	21.00	2	43	3.92	82.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	115	135	0	
4	31	90	36.00	3.50	91.40	2	93	3.92	362.2	-	0.03	0.70	-	0.20	0.99	2.44	82	106	574	28	
5	40	180	36.00	3.50	33.60	2	33	3.92	128.0	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	106	186	58	
6	40	180	36.00	3.50	33.60	2	33	3.92	128.0	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	106	186	58	
7	50	270	36.00	3.50	67.90	2	63	3.92	266.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	106	422	21	
8	51	270	36.00	3.50	67.90	2	63	3.92	266.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	106	422	21	
9	52	270	36.00	3.50	67.90	2	63	3.92	266.2	-	0.03	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	106	422	21	
9	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	0.76	-	-	-	0.00	1.00	5.54	212	106	737	87	
																				1620	
																					-963
volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 1962.8										(W/K) qa = 3491											
air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0										(W/K) qb = 3491											
bldg. response factor = 1.2 q = 8514.8										Qs-i = 111316											
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																					
h: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																					
2: * * * * * 18 130 187 237 274 298 307 298 274 237 187 130 18 * * * * *																					
3: * * * * * 18 243 321 366 368 329 256 246 218 177 127 72 18 * * * * *																					
5: * * * * * 18 72 127 177 218 246 256 246 218 177 127 72 18 * * * * *																					
6: * * * * * 18 72 127 177 218 246 256 329 368 366 321 243 18 * * * * *																					
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JUL:																					
h: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																					
To: 26.4 25.8 25.4 25.1 25.1 25.6 26.4 27.7 29.1 30.6 32.0 33.1 33.8 34.1 34.0 33.7 33.2 32.5 31.7 30.9 29.9 28.9 28.0 27.2																					
Tl: 30.0 29.9 29.6 29.4 29.2 29.0 29.1 29.5 29.9 30.4 31.2 31.9 32.4 33.1 33.5 33.7 33.7 33.4 32.5 32.1 31.8 31.3 30.9 30.6																					
Indoor design temperature = 26.8 degC																					
Balance-point (base-) temperature = 25.2 degC																					
Heating req. for month 7 = 0.0 kWh																					
Hourly swings in heat flow through each element:																					
1 -0 0																					
2 -156 -220 -279 -330 -371 -401 -417 -417 -369 -194 -50 99 240 300 446 486 479 433 362 269 109 36 -25 -90																					
3 -718 -999 -1258 -1484 -1665 -1794 -1864 -1867 -1654 -572 553 989 1450 1893 1899 1873 1825 1608 1287 891 450 128 -141 -427																					
4 -455 -504 -539 -558 -558 -492 -38 195 368 513 560 526 568 541 463 352 219 74 -22 -94 -171 -249 -375 -395																					
5 -129 -193 -252 -304 -345 -374 -390 -391 -342 -227 -86 65 210 333 420 459 448 399 326 236 136 63 2 -613																					
6 -527 -734 -925 -1091 -1274 -1318 -1370 -1372 -1216 -843 -388 100 570 968 1248 1653 1837 1807 1593 1224 331 94 -104 -314																					
7 -1545 -1685 -1784 -1838 -1841 -1612 -1034 -367 323 958 1472 1801 2480 2808 2771 2391 1733 10 -302 -510 -730 -954 -1171 -1371																					
8 -1848 -1920 -1971 -1998 -2000 -1714 -926 -82 736 1440 1955 2215 3235 3758 3721 3121 2667 -880 -1209 -1315 -1429 -1544 -1656 -1758																					
9 463 121 -237 -623 -960 -1254 -1489 -1657 -1748 -1752 -1564 -1239 -756 -189 400 944 1382 1666 1765 1724 1605 1411 1153 842																					
T: -4688 -6135 -7265 -8226 -8964 -8959 -7528 -5957 -3883 -476 2231 4555 7996 10273 11167 11279 9889 5118 3799 2425 301 -1016 -2266 -3577																					

ตารางที่ ก5 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับฤดูกาลครั้งต่าง เดือนกันยายน - ตุลาคม (1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCF11. Location: SUPHARBU. month: SEP. Job: SCF11. Location: SUPHARBU. month: OCT. Tables showing hourly heat flow and temperature profiles for September and October. Includes columns for No ORI, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, Rso, abs, asg, tlg, dcr, Y, A, Y, Gav, and Qv. Includes summary statistics like volume, air ch., and bldg-response factor.

สำนักงานฯ
ดำเนินการค้า
ไม่วารณใดทางสน
อีกทั้งห้ามมิให้คดแป
ต่อถึงเจ้าของเอก
รนำไปใช้

ตารางที่ ก6 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม (1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns: No, ORI, Len, W/H, A, grp, code, U, A, U, sqf, Rso, abs, asq, tiq, dcr, Y, A, Y, Cav, Qs, Qav, month, del. Includes monthly summary data for Nov and Dec.

Table with columns: No, ORI, Len, W/H, A, grp, code, U, A, U, sqf, Rso, abs, asq, tiq, dcr, Y, A, Y, Cav, Qs, Qav, month, del. Includes monthly summary data for Nov and Dec.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2).

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2).

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for DEC.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for NOV.

Table with columns: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly swings in heat flow through each element.

Table with columns: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Hourly swings in heat flow through each element.

ข้อความด้านล่างแสดงค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม

ตารางที่ ก7 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับรูปอากาศรับลม เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ (2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns for Job: SC12, Location: SUPHANSU, month: JAN, and month: FEB. It contains detailed hourly data for January and February, including parameters like No, ORI, Len, W/H, A, grp, code, U, A, U, sqf, Rso, abs, asg, tlg, dec, Y, A, Y, Gav, Os, Qav, and Qv.

volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 2330.3 air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0 bldg. response factor = 1.1 q = 8882.3 Qs+i = 16431

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2) table with columns for h: 1-24 and rows for 1-6 representing different building surfaces.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JAN: Outdoor mean temperature = 26.8 degC, Indoor mean temperature = 28.9 degC, Heating req. ment for month 1 = 0.0 kWh

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for FEB: Outdoor mean temperature = 28.0 degC, Indoor mean temperature = 30.9 degC, Heating req. ment for month 2 = 0.0 kWh

Hourly swings in heat flow through each element: ("-" = less, "+" = more than the mean) for JAN and FEB.

Hourly swings in heat flow through each element table with columns for h: 1-24 and rows for 1-9 representing different elements, showing heat flow values for January and February.

ตารางที่ 8 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นบน เดือนมีนาคม - เมษายน (2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns for Job: SCH12, Location: SUPHANSU, month: MAR, and month: APR. It contains detailed data for building surfaces, including volume, air characteristics, and hourly irradiation values. It also includes sections for indoor and outdoor environmental temperatures and heat flow through elements.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for APR: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24. Indoor design temperature = 26.9 degC, Balance-point (base-) temperature = 24.9 degC, Heating req.ment for month 3 = 0.0 kWh. Hourly swings in heat flow through each element: (\" = less, \" = more than the mean)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ กอ แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับรูปของอาคารชั้นบน เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน

(2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH12. - Location: SUPHANBU month: MAY. No ORI Len W/H A grp.code U A.U 1: 10 -1 36.00 6.00 216.00 4 04 2.96 638.8 2: 20 360 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 3: 30 90 36.00 3.50 92.40 2 01 3.02 279.2 4: 31 90 36.00 2.00 33.60 2 03 3.02 82.0 5: 50 180 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 6: 50 180 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 7: 51 270 33.20 1.15 38.18 2 93 6.09 232.5 8: 52 270 33.20 0.60 19.92 1 30 6.00 119.5 9: 60 -1 38.00 11.00 418.00 3 60 1.40 585.2

Job: SCH12. - Location: SUPHANBU month: JUN. No ORI Len W/H A grp.code U A.U 1: 10 -1 36.00 6.00 216.00 4 04 2.96 638.8 2: 20 360 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 3: 30 90 36.00 3.50 92.40 2 01 3.02 279.2 4: 31 90 36.00 2.00 33.60 2 03 3.02 82.0 5: 50 180 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 6: 50 180 6.00 3.50 21.00 2 03 3.02 63.4 7: 51 270 33.20 1.15 38.18 2 93 6.09 232.5 8: 52 270 33.20 0.60 19.92 1 30 6.00 119.5 9: 60 -1 38.00 11.00 418.00 3 60 1.40 585.2

volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 2330.3 air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0 bldg.response factor = 1.1 q = 8882.3

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2) h: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Table with 24 columns (hours) and 6 rows (surfaces 1-6) showing irradiation values.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAY: h: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Table with 24 columns (hours) and 6 rows (surfaces 1-6) showing outdoor and indoor temperatures.

Indoor design temperature = 27.2 degC Balance-point (base-) temperature = 25.0 degC Heating req. ment for month 5 = 0.0 kWh

Hourly swings in heat flow through each element: ("-" = less, "+" = more than the mean)

Table with 24 columns (hours) and 6 rows (surfaces 1-6) showing heat flow swings.

Outdoor mean temperature = 30.2 degC Indoor mean temperature = 32.2 degC Degree hours in month = 0 kWh

Table with 24 columns (hours) and 6 rows (surfaces 1-6) showing outdoor and indoor mean temperatures and degree hours.

ตารางที่ ก10 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นบน เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม

(2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCHIZ. - Location: SUPHANBU															month: JUL.									
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A,U	sf	rs	so	abs	as	tl	dcr	Y	A,Y	Gav	Os	Qav				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
1:	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	-	0.06	0.50	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	-1207				
2:	30	360	6.00	3.50	21.00	2	03	3.02	63.4	-	-	0.06	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	108	206				
3:	30	360	6.00	3.50	21.00	2	03	3.02	63.4	-	-	0.06	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	115	963				
4:	31	90	16.80	2.00	33.60	2	01	2.44	82.0	-	-	0.08	0.70	-	0.20	0.99	2.44	82	115	528				
5:	40	180	6.00	3.50	21.00	2	03	3.02	63.4	-	-	0.06	0.50	-	2.99	0.83	4.14	87	82	156				
6:	50	270	36.00	3.50	21.00	2	03	3.02	63.4	-	-	0.06	0.50	-	7.19	0.37	2.02	137	115	1224				
7:	51	270	33.20	1.15	38.18	2	93	6.09	232.5	-	-	0.06	0.50	-	0.00	1.00	5.54	212	115	802				
8:	52	270	33.20	0.60	19.92	1	30	6.00	119.5	0.76	-	0.04	0.60	-	0.39	1.00	6.00	120	115	1740				
9:	60	-1	38.00	11.00	418.00	3	60	1.40	585.2	-	-	0.04	0.60	-	0.39	1.00	6.62	1094	189	1011				
volumes = 756.0 m3 (W/K) qc = 2330.3										(W/K) qa = 3231		(W) 6631		2228										
air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0										(W/K) q = 8882.3		Qs = 14231												
bldg. response factor = 1.1										Qs = 13499														
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2:	*	*	*	*	*	18	130	187	274	298	307	298	274	237	187	130	18	*	*	*	*	*	*	*
3:	*	*	*	*	*	18	243	321	366	368	329	256	246	218	177	127	72	18	*	*	*	*	*	*
4:	*	*	*	*	*	18	72	127	177	218	246	256	246	218	177	127	72	18	*	*	*	*	*	*
5:	*	*	*	*	*	18	72	127	177	218	246	256	329	368	366	321	243	18	*	*	*	*	*	*
6:	*	*	*	*	*	18	72	127	177	218	246	256	329	368	366	321	243	18	*	*	*	*	*	*
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JUL:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
To:26.4	25.8	25.4	25.1	25.6	26.4	27.7	29.1	30.6	32.0	33.1	33.8	34.1	34.0	33.7	33.2	32.5	31.7	30.9	29.9	28.9	28.0	27.2		
Ti:29.7	28.2	28.8	28.5	28.6	29.5	30.4	31.5	32.8	33.7	34.4	35.0	35.2	35.0	34.6	33.9	32.6	32.1	31.6	31.1	30.6	30.2			
Outdoor design temperature = 26.8 degC																								
Balance-point (base-) temperature = 24.9 degC																								
Heating req. for month 7 = 0.0 kWh																								
Outdoor mean temperature = 29.4 degC																								
Indoor mean temperature = 31.5 degC																								
Degree hours in month = 0 K.h																								
Hourly swings in heat flow through each element: (* = less, * = more than the mean)																								
1:	493	121	-257	-623	-960	-1254	-1489	-1657	-1748	-1752	-1584	-1239	-756	-189	400	944	1382	1666	1765	1724	1695	1411	1153	842
2:	-206	-255	-301	-340	-372	-394	-407	-407	-355	-332	24	178	316	428	501	525	500	436	342	225	13	-58	-105	-155
3:	-954	-1171	-1371	-1544	-1684	-1783	-1838	-1840	-1612	161	991	1636	1998	2050	1800	1900	1767	1456	1032	537	10	-302	-509	-720
4:	-782	-831	-865	-884	-885	-767	327	782	1100	1231	1167	925	640	385	97	-200	-348	-421	-498	-576	-651	-721		
5:	-165	-214	-240	-260	-299	-331	-353	-366	-314	-183	-31	125	270	386	461	484	484	484	484	484	484	484	484	484
6:	-97	-244	-333	-428	-524	-617	-703	-778	-838	-880	-903	-904	-788	-487	-146	201	514	762	913	1277	1459	1439	1232	871
7:	-1545	-1685	-1784	-1838	-1841	-1612	-1034	-567	373	958	1472	1801	2480	2808	2771	2381	1733	1010	-302	-510	-730	-954	-1171	-1371
8:	-1848	-1920	-1971	-1998	-2000	-2114	-2176	-2212	-2136	-1440	1855	3215	3235	3758	3721	3121	2067	880	-1206	-1515	-1429	-1544	-1658	-1768
9:	-5504	-5855	-6105	-6244	-6264	-6418	-6442	-68	2709	5126	7032	8070	8091	7182	5563	3590	1512	-494	-3939	-2897	-3453	-4016	-4563	-5066
Ti:	-10602	-12055	-13247	-14198	-13860	-13013	-8878	-4646	1	5969	10103	12806	15785	16754	15701	13540	10026	3199	1086	-1206	-2970	-4617	-6334	-8202
Outdoor mean temperature = 29.4 degC																								
Indoor mean temperature = 31.1 degC																								
Degree hours in month = 0 K.h																								
Hourly swings in heat flow through each element: (* = less, * = more than the mean)																								
1:	506	142	-228	-598	-922	-1214	-1451	-1623	-1722	-1740	-1594	-1265	-792	-227	363	912	1356	1645	1745	1706	1590	1402	1151	848
2:	-106	-215	-300	-338	-354	-359	-370	-331	-160	-14	132	244	372	444	471	444	392	307	199	38	-21	-67	-116	
3:	-872	-1085	-1283	-1496	-1597	-1699	-1757	-1768	-1598	-61	774	1444	1851	1864	1778	1882	1753	1447	1031	544	28	-234	-437	-652
4:	-724	-781	-816	-837	-840	-736	187	646	982	1142	1117	917	620	637	637	637	637	637	637	637	637	637	637	637
5:	-152	-202	-247	-286	-318	-342	-355	-357	-319	-191	-42	113	257	374	449	472	493	493	493	493	493	493	493	493
6:	-81	-206	-293	-385	-480	-571	-656	-730	-791	-835	-860	-864	-780	-486	-150	392	504	751	903	1233	1380	1338	1166	751
7:	-1457	-1598	-1699	-1768	-1769	-1599	-1036	-380	302	944	1448	1780	2399	2672	2591	2186	1521	28	-235	-437	-553	-672	-806	-1028
8:	-1717	-1789	-1842	-1872	-1877	-1681	-909	-79	728	1425	1937	2197	3104	3524	3407	2757	1888	-845	-1089	-1193	-1304	-1417	-1528	-1628
9:	-5191	-5545	-5801	-5948	-5942	-4469	-2535	-155	2378	4715	6563	7617	7656	6777	5262	3398	1444	-374	-1131	-2623	-3167	-3719	-4257	-4755
Ti:	-9653	-11278	-12469	-13430	-13126	-12684	-8880	-4815	-370	5230	9329	12071	14893	15799	14784	12658	9262	3231	1506	-776	-2487	-4061	-5764	-7611

ตารางที่ ก11 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงก่อนปรับปรุงอาคารชั้นบน เดิมก่อนขยาย - ตุลาคม (2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns: No, Ori, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, sqf, Rso, abs, asg, tlg, dcr, Y, A, Y, Gsv, Qsv. Includes volume and air ch. data.

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)
bldg-response factor = 1.1
q = 8882.3

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes indoor design temperature and balance-point temperature.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes indoor design temperature and balance-point temperature.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes indoor design temperature and balance-point temperature.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes indoor design temperature and balance-point temperature.

Table with columns: h, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24. Includes indoor design temperature and balance-point temperature.

ตารางที่ ก13 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนภายใต้ผนังหลังปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เคียงมกราคม - กุมภาพันธ์

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCEZ1. - Location: SUPHABBU

Table with columns: No, Ori, Len, W/H, A, grp, code, U, A, U, Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep, Oct, Nov, Dec. Includes monthly totals for Jan and Feb.

Volume = 756.0 m3, air ch. = 26.0, bldg. response factor = 1.2, g = 7773.9

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2) for months JAN and FEB, showing hourly values for 24 hours.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for FEB

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for FEB, showing outdoor design, balance-point, and heating requirement temperatures.

Hourly swings in heat flow through each element

Hourly swings in heat flow through each element for months JAN and FEB, showing heat flow values for 24 hours.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JAN

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JAN, showing outdoor design, balance-point, and heating requirement temperatures.

Hourly swings in heat flow through each element

Hourly swings in heat flow through each element for months JAN and FEB, showing heat flow values for 24 hours.

ตารางที่ ก14 แสดงค่าอุณหภูมิและความร้อนรายชั่วโมงหลังปรับรูปทรงอาคารชั้นล่าง เดียนมีนาคม - เมษายน

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH21. - Location: SUPHABU

Table with columns: No ORT, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, Gv, Qs, Qav, month: MAR. Rows 1-9 showing monthly data for March.

volume = 756.0 m3 (W/K) qa = 3062 (W) 2159 475 air ch. = 26.0 Qv = 6552.0 Qs+i = 9759

bidg. response factor = 1.2 q = 7773.9

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)

Table with columns: h: 1-24. Rows 1-6 showing hourly irradiation values for different building surfaces.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAR:

Table with columns: h: 1-24. Rows 1-6 showing hourly outdoor and indoor environmental temperatures for March.

Indoor design temperature = 26.3 degC Balance-point (base-) temperature = 25.5 degC Heating req. ment for month 3 = 0.0 kWh

Hourly swings in heat flow through each element: (* = less, *+ = more than the mean)

Table with columns: 1-9. Rows 1-9 showing hourly swings in heat flow through each element for March.

Job: SCH21. - Location: SUPHABU

Table with columns: No ORT, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, Gv, Qs, Qav, month: APR. Rows 1-9 showing monthly data for April.

volume = 756.0 m3 (W/K) qa = 3062 (W) 1946 339 air ch. = 26.0 Qv = 6552.0 Qs+i = 9566

bidg. response factor = 1.2 q = 7773.9

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)

Table with columns: h: 1-24. Rows 1-6 showing hourly irradiation values for different building surfaces.

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for APR:

Table with columns: h: 1-24. Rows 1-6 showing hourly outdoor and indoor environmental temperatures for April.

Indoor design temperature = 27.3 degC Balance-point (base-) temperature = 26.0 degC Heating req. ment for month 4 = 0.0 kWh

Hourly swings in heat flow through each element: (* = less, *+ = more than the mean)

Table with columns: 1-9. Rows 1-9 showing hourly swings in heat flow through each element for April.

T: -2125-2958-3714-4374-4906-5105-5295-2317-1360-568 78 577 2331 3992 4927 5271 5011 2773 2439 2088 1524 790 -68-1010

ตารางที่ ก15 แสดงค่าอุณหภูมิและความร้อนรายชั่วโมงหลังปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH21. - Location: SUPHANEU															month: JUN.									
Job: SUPH41 - Location: SUPHANEU															month: MAY.									
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A	U	A	U	A	U	A	U	Gav	Os	Qav						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
1:	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
2:	20	360	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
3:	30	90	36.00	3.50	92.40	2	13	0.62	57.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
4:	41	90	16.80	2.00	33.60	2	9.1	2.44	82.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
5:	50	180	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
6:	50	270	36.00	3.50	67.90	2	13	0.62	42.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
7:	51	270	33.20	1.15	38.18	2	9.3	4.17	159.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
8:	52	270	33.20	0.60	19.92	1	30	6.00	119.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
9:	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 1221.9 air ch. = 26.0 (W/K) gv = 6552.0															(W) 1694 Qi = 7600									
bldg. response factor = 1.2 q = 7773.9 Qs+i = 9294																								
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2:	*	*	*	*	*	*	76	124	170	207	234	250	256	250	234	207	170	124	76	*	*	*	*	*
3:	*	*	*	*	*	*	159	235	299	329	319	271	194	187	168	138	100	58	16	*	*	*	*	*
4:	*	*	*	*	*	*	16	58	100	138	168	187	187	187	187	168	138	100	58	*	*	*	*	*
5:	*	*	*	*	*	*	16	58	100	138	168	187	187	187	187	168	138	100	58	*	*	*	*	*
6:	*	*	*	*	*	*	16	58	100	138	168	187	187	187	187	168	138	100	58	*	*	*	*	*
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAY:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
To:	27.3	26.6	25.9	25.8	26.3	27.3	28.7	30.4	32.1	33.8	35.1	35.9	36.2	36.1	35.7	35.2	34.4	33.5	32.5	31.4	30.3	29.2	28.2	27.6
Ti:	31.7	31.4	31.1	30.9	30.8	30.7	30.8	31.2	31.5	31.9	32.3	32.7	32.9	33.3	33.5	33.8	33.6	33.2	32.7	32.0	31.2	30.3	29.2	28.2
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for JUN:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
To:	26.8	26.2	25.8	25.5	25.5	26.0	26.9	28.2	29.7	31.3	32.7	33.9	34.6	34.9	34.8	34.5	34.0	33.3	32.4	31.5	30.5	29.5	28.5	27.5
Ti:	30.9	30.6	30.4	30.2	30.1	30.0	30.2	30.5	30.8	31.2	31.5	31.8	32.1	32.5	32.7	32.8	32.8	32.7	32.5	32.1	31.9	31.7	31.4	31.2
Indoor design temperature = 27.0 degC Balance-point (base-) temperature = 25.7 degC Heating req. ment for month = 0.0 kWh																								
Hourly swings in heat flow through each element:																								
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	-8	-13	-18	-23	-28	-32	-36	-39	-41	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42	-42
3	-9	-41	-61	-82	-104	-125	-144	-161	-174	-183	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189	-189
4	-741	-792	-827	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847	-847
5	6	-2	-6	-11	-16	-21	-25	-29	-32	-34	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35
6	84	-30	-45	-60	-76	-92	-106	-118	-128	-135	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139	-139
7	1026	1126	1196	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234
8	-598	-673	-726	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754	-754
9	510	120	-275	-657	-1010	-1316	-1561	-1734	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827
T:-1764-2550-3148-3663-4063-3420-2745-1921-1112 -416 184 661 2108 3178 3842 4055 3801 3192 1855 1552 1087 466 -216 -983																								

ตารางที่ ก17 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงหลังปรับปรุงอาคารชั้นล่าง เดือนกันยายน - ตุลาคม (1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns for Job: SC21, Location: SUPHANBU, month: SEP, and month: OCT. It includes data for No ORT, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, and various heat flow and temperature metrics (Rso, abs, asg, tlg, dcr, Y, A, Y, Gav, Os, Qav) across different elements (1-10). It also includes volume, air ch., blg. response factor, and hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2) for hours 1-24. Additional data for indoor design temperature, balance-point temperature, and heating requirement are provided. A note at the bottom states: 'Hourly swings in heat flow through each element: ("-" = less, "+" = more than the mean)'. The table is split into two main sections for SEP and OCT, with a final summary row at the bottom.

ตารางที่ ก18 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงของผนังอาคารชั้นล่าง เทียบพฤศจิกายน - ธันวาคม

(1st Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SCH21. - Location: SUPHARBU															month: NOV.				month: DEC.					
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A	U	sgf	rso	abs	asg	tlq	dcr	Y	A.Y	Gav	Qs	Qav				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
1	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	36	0.45	96.9	-	-	-	-	0.00	0.00	5.60	1210	0	0	-114				
2	20	360	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	42	51	27	11				
3	30	30	36.00	3.50	92.40	2	13	0.62	57.3	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	187	88	262	134				
4	31	90	16.80	2.00	33.60	2	9	1.44	82.0	-	0.08	0.70	-	0.20	0.99	2.44	82	88	404	308				
5	40	180	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	42	133	69	54				
6	50	270	36.00	3.50	67.90	2	13	0.62	42.1	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	137	88	448	99				
7	51	270	33.20	1.15	38.18	2	93	4.17	159.2	-	-	-	-	0.00	1.00	5.54	212	88	421	233				
8	52	270	33.20	0.60	19.92	1	30	6.00	119.5	0.76	-	-	-	0.00	1.00	5.54	212	88	200	59				
9	60	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	-	-	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	0	-751				
volume = 756.0 m3 (W/K) qa = 3062 (W/K) qa = 3062										Qi = 7600														
air ch. = 26.0										Qs1 = 9052														
bldg. response factor = 1.2										q = 7773.9														
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m ²)																								
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for NOV:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2:	*	*	*	*	*	*	32	76	117	150	117	76	32	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3:	*	*	*	*	*	*	200	277	318	313	263	179	171	150	117	76	32	*	*	*	*	*	*	*
5:	*	*	*	*	*	*	98	177	255	320	365	381	365	320	255	177	98	*	*	*	*	*	*	*
6:	*	*	*	*	*	*	32	76	117	150	117	76	32	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for DEC:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2:	*	*	*	*	*	*	27	72	113	146	167	175	167	146	113	72	27	*	*	*	*	*	*	*
3:	*	*	*	*	*	*	210	287	329	371	266	175	167	146	113	72	27	*	*	*	*	*	*	*
5:	*	*	*	*	*	*	118	205	290	362	411	429	411	362	290	205	118	*	*	*	*	*	*	*
6:	*	*	*	*	*	*	27	72	113	146	167	175	167	146	113	72	27	*	*	*	*	*	*	*
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for DEC:																								
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
To:	24.1	23.4	22.9	22.6	22.4	22.5	23.2	24.4	26.0	27.6	30.2	30.5	31.4	31.7	31.6	31.3	30.8	30.2	29.5	28.6	27.7	26.7	25.8	24.9
11:	27.8	27.5	27.3	27.1	27.0	26.9	26.8	27.1	27.5	27.8	28.2	28.5	28.8	29.2	29.4	29.5	29.5	29.4	29.3	29.1	28.8	28.6	28.3	28.1
11:	26.4	26.1	25.8	25.6	25.4	25.3	25.2	25.5	25.9	26.3	26.8	27.2	27.5	27.9	28.3	28.4	28.3	28.0	27.8	27.6	27.5	27.3	27.1	26.7
Indoor design temperature = 26.0 degC																								
Balance-point (base-) temperature = 24.8 degC																								
Heating req.ment for month 11 = 0.0 kWh																								
Hourly swings in heat flow through each element:																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	5	-1	-3	-7	-12	-17	-21	-25	-28	-31	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-32	
3	-7	-23	-42	-62	-82	-102	-121	-138	-153	-164	-171	-175	-172	-15	106	175	206	198	154	166	154	123	82	34
4	-636	-691	-733	-761	-774	-762	263	448	982	1073	978	699	735	662	505	296	55	-140	-201	-271	-347	-424	-500	-572
5	-7	-11	-15	-20	-24	-29	-33	-37	-41	-43	-45	-46	-45	-22	-1	22	42	59	69	70	62	49	33	15
6	-5	-17	-31	-45	-60	-75	-89	-102	-112	-120	-126	-128	-126	-95	-48	2	49	87	113	180	216	218	187	131
7	-987	-994	-1078	-1111	-1156	-1194	-1234	-1268	-1293	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	-1306	
8	-820	-800	-662	-703	-722	-705	-561	-333	-73	-159	-1870	-1766	-1491	-1024	-424	230	854	1368	1706	1824	1785	1672	1468	1242
9	606	243	-131	499	-846	-1158	-1421	-1624	-1759	-1820	-1766	-1491	-1024	-424	230	854	1368	1706	1824	1785	1672	1468	1242	944
11:	-1451	-2092	-2693	-3228	-3676	-3982	-2916	-2079	-1233	-524	5	412	1725	2917	3597	3810	3552	2243	2086	1820	1387	812	130	-620
Outdoor mean temperature = 25.7 degC																								
Indoor mean temperature = 26.9 degC																								
Degree hours in month = 0 K.h																								
Hourly swings in heat flow through each element:																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	9	5	-1	-6	-12	-17	-23	-27	-31	-35	-37	-38	-37	-26	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	6	-12	-34	-58	-83	-108	-131	-152	-170	-184	-183	-198	-195	-3	100	176	213	209	166	183	172	141	99	48
4	-689	-756	-809	-844	-861	-851	169	638	978	1108	1019	740	793	725	566	352	102	-63	-158	-243	-335	-429	-522	-610
5	-7	-11	-17	-22	-28	-33	-38	-43	-47	-51	-53	-54	-53	-26	2	24	46	67	78	80	72	58	39	20
6	-6	-20	-35	-51	-61	-73	-86	-102	-112	-125	-142	-145	-143	-113	-62	-7	48	91	122	196	237	240	208	151
7	-987	-1113	-1222	-1282	-1325	-1306	-1046	-693	-109	377	795	1092	1696	2018	2099	1785	1325	201	54	-113	-292	-477	-659	-832
8	-594	-693	-770	-822	-847	-833	-683	-426	-124	186	464	674	976	1128	1128	1007	791	298	188	63	-72	-211	-348	-477
9	758	316	-139	-588	-1013	-1396	-1721	-1974	-2146	-2228	-2180	-1861	-1297	-561	248	1024	1666	2088	2235	2189	2052	1829	1531	1169
11:	-1496	-2279	-3016	-3676	-4231	-4624	-3576	-2700	-1774	-961	-326	211	1740	3144	4004	4366	4213	2906	2730	2403	1880	1191	378	-514

สำนักงาน ก.ค.ช. กระทรวงแรงงาน

โครงการอาคารชั้นบน เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์

(2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns for job details (JOB: SCWZ4, Location: SUPHANBU), monthly data for JAN and FEB, and hourly data for outdoor and indoor environmental temperatures. Includes sub-tables for monthly swings and hourly swings in heat flow through each element.

ดำเนินการค้า นำไปใช้

ตารางที่ ก20 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงหลังปรับปรุงอาคารชั้นบน เดือนมีนาคม - เมษายน

(2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Job: SC22Z - Location: SUPHANBU														Job: SC22Z - Location: SUPHANBU																																				
month: MAR.														month: APR.																																				
No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A,U	9	sqf	Rso	abs	asg	tiq	dcr	Y	A,Y	Gav	Os	Qav	No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A,U	9	sqf	Rso	abs	asg	tiq	dcr	Y	A,Y	Gav	Os	Qav									
1	10	1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	0.08	0.50	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	0	-962	1	10	1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	0.08	0.50	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	0	-910									
2	20	360	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	70	36	17	2	20	360	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	70	38	20									
3	30	90	36.00	3.50	78.40	2	13	0.62	48.6	-	0.08	0.70	-	0.20	0.99	2.44	116	132	257	183	3	30	90	36.00	3.50	78.40	2	13	0.62	48.6	-	0.08	0.70	-	0.20	0.99	2.44	116	120	233	164									
4	31	90	23.80	2.00	47.44	11.6	1	1	11.6	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	132	859	684	4	31	90	23.80	2.00	47.44	11.6	1	1	11.6	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	120	278	613									
5	40	180	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	132	179	128	5	40	180	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	120	233	164									
6	50	270	36.00	3.50	54.62	13.0	62	33.9	159.2	-	0.06	0.50	-	0.00	1.00	5.54	212	132	500	209	6	50	270	36.00	3.50	54.62	13.0	62	33.9	159.2	-	0.06	0.50	-	0.00	1.00	5.54	212	120	162	114									
7	51	270	33.20	1.00	33.20	1	93	4.17	159.2	0.76	-	0.04	0.60	-	0.66	1.00	6.00	199	120	572	345	7	51	270	33.20	1.00	33.20	1	93	4.17	159.2	0.76	-	0.04	0.60	-	0.66	1.00	6.00	199	120	572	345							
8	52	270	33.20	1.00	33.20	1	93	4.17	159.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	52	270	33.20	1.00	33.20	1	93	4.17	159.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
9	60	1	36.00	11.00	418.00	3	62	0.45	188.1	-	0.04	0.60	-	0.66	1.00	6.00	334	250	604	321	9	60	1	36.00	11.00	418.00	3	62	0.45	188.1	-	0.04	0.60	-	0.66	1.00	6.00	334	233	523	256									
volume = 756.0 m3 (W/R) qc = 1410.0														volume = 756.0 m3 (W/R) qc = 1410.0																																				
air ch. = 26.0 (W/R) qv = 6552.0														air ch. = 26.0 (W/R) qv = 6552.0																																				
bldg. response factor = 1.1 q = 7962.0														bldg. response factor = 1.1 q = 7962.0																																				
Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)														Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)																																				
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	*	*	*	*	*	*	52	105	154	193	219	229	219	193	154	105	52	*	*	*	*	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	86	123	152	188	212	220	212	188	152	123	86	*	*	*	*	*	*	*	
3	*	*	*	*	*	*	301	476	506	476	373	229	219	193	154	105	52	*	*	*	*	*	*	*	3	*	*	*	*	*	*	329	407	438	413	336	220	212	188	152	107	57	*	*	*	*	*	*	*	
4	*	*	*	*	*	*	87	173	236	278	377	396	377	328	256	173	87	*	*	*	*	*	*	*	4	*	*	*	*	*	*	87	107	153	205	242	255	242	205	153	107	57	*	*	*	*	*	*	*	
5	*	*	*	*	*	*	52	105	154	193	219	229	373	470	506	476	391	*	*	*	*	*	*	*	5	*	*	*	*	*	*	87	107	153	205	242	255	242	205	153	107	57	*	*	*	*	*	*	*	
6	*	*	*	*	*	*	52	105	154	193	219	229	373	470	506	476	391	*	*	*	*	*	*	*	6	*	*	*	*	*	*	87	107	153	205	242	255	242	205	153	107	57	*	*	*	*	*	*	*	
Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for MAR:														Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for APR:																																				
h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	25.3	24.7	24.3	24.2	24.5	25.6	27.0	30.9	32.7	34.3	35.3	35.6	35.5	35.1	34.5	33.7	32.8	31.7	30.5	29.3	28.2	27.1	26.1	1	27.4	26.5	25.9	25.6	25.5	26.0	27.0	30.8	32.6	34.4	36.0	37.0	37.2	36.8	36.2	35.3	34.3	33.2	31.9	30.7	29.5	28.3	27.0			
2	29.6	29.2	28.9	28.6	28.5	28.6	28.5	28.4	28.3	28.2	28.1	28.0	27.9	27.8	27.7	27.6	27.5	27.4	27.3	27.2	27.1	27.0	26.9	2	31.5	31.0	30.6	30.3	30.0	29.9	30.0	30.8	31.6	32.5	33.4	34.1	34.7	35.4	35.8	35.9	35.3	34.4	33.3	31.9	30.7	29.5	28.3	27.0		
Indoor design temperature = 26.9 degC														Indoor design temperature = 27.3 degC																																				
Balance-point (base-) temperature = 31.4 degC														Balance-point (base-) temperature = 25.9 degC																																				
Heating req. for month 3 = 0.0 kWh														Heating req. for month 4 = 0.0 kWh																																				
Hourly swings in heat flow through each element:														Hourly swings in heat flow through each element:																																				
1	598	242	-224	-680	-1107	-1486	-1800	-2036	-2183	-2235	-2110	-1728	-1135	-605	375	1109	1708	2099	2235	2187	2043	1811	1499	1123	1	687	207	-281	-757	-1199	-1586	-1906	-2139	-2277	-2311	-2135	-1711	-1087	-336	454	1191	1790	2179	2314	2262	2110	1863	1533	1135	
2	5	0	-5	-11	-16	-22	-27	-32	-36	-39	-41	-41	-40	-25	-7	11	29	43	52	55	52	44	32	19	2	6	0	-6	-12	-18	-24	-29	-34	-38	-41	-43	-43	-30	19	4	11	28	42	51	54	51	44	36	26	
3	-27	-44	-64	-85	-107	-128	-148	-168	-182	-191	-198	-200	-198	-198	-198	-198	-198	-198	-198	-198	-198	-198	-198	3	-10	-35	-55	-78	-100	-122	-143	-161	-176	-183	-193	-193	-181	7	15	21	25	23	15	168	157	128	89	41		
4	-128	-1378	-1447	-1490	-1505	-1469	-1164	-1682	-2292	-2286	-1876	-1124	-1178	-1050	-781	-424	-13	-410	-521	-655	-778	-916	-1049	-1175	4	-1237	-1330	-1398	-1438	-1448	-1348	-845	-1579	-1919	-2020	-1744	-1172	-1232	-1119	870	535	143	-272	-438	-570	-710	-853	-993	-1123	
5	-4	-9	-14	-20	-26	-32	-37	-42	-45	-48	-50	-51	-49	-28	4	42	46	64	75	77	69	54	36	17	5	6	0	-6	-12	-18	-24	-30	-34	-38	-41	-43	-43	-30	25	7	11	31	47	57	60	54	43	32	20	
6	-18	-31	-44	-59	-74	-89	-103	-115	-125	-133	-138	-139	-135	-97	-51	-2	43	60	104	190	244	261	241	190	6	7	-1234	-1361	-1457	-1517	-1578	-1627	-1666	-1691	-1715	-1735	-1733	-1728	-1720	-1710	-1700	-1688	-1672	-1655	-1638	-1621	-1604	-1587	-1570	
7	-175	-1335	-1459	-1530	-1568	-1492	-1134	-663	-137	868	1156	2003	2522	2676	2422	1974	-22	-175	-347	-532	-721	-907	-1080	7	-1217	-1346	-1440	-1496	-1510	-1402	-993	-503	57	511	824	1209	1919	2359	2437	2227	1755	87	-111	-293	-488	-686	-879	-1059		
8	-175	-1335	-1459	-1530	-1568	-1492	-1134	-663	-137	868	1156	2003	2522	2676	2422	1974	-22	-175	-347	-532	-721	-907	-1080	8	-1188	-1350	-1468	-1538	-1555	-1442	-1068	-594	-88	499	899	1230	1797	2189	2163	1986	1613	422	195	-33	-276	-524	-766	-981		
9	-191	-219	-2310	-2423	-2494	-2203	-2143	-1252	-119	1103	2236	3126	3617	3601	3129	2347	1406	445	-412	-592	-1112	-1331	-1554	-1773	9	-1941	-2128	-2280	-2392	-2468	-2158	-1978	-1133	-85	1036	2072	2884	3342	3356	2964	2282	1449	581	218	-506	-1037	-1267	-1501	-1729	
1	-5019	-6074	-7020	-7814	-8423	-8407	-5313	-3014	-594	1573	3286	4422	7078	8939	9401	8770	7228	2868	1660	1019	-165	-1215	-2393	-3636	1	-4902	-6005	-6974	-7777	-8377	-8194	-5403	-3182	-838	1306	3090	4366	6817	8531	8994	8465	7093	3384	2115	1324	85	-1017	-2235	-3513	

ตารางที่ ก21 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนรายชั่วโมงหลังปรับรูปอาคารชั้นบน เดือนพฤษภาคม - มิถุนายน (2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

Table with columns for Job: SCH22, Location: SUPHANBU, month: MAY, and month: JUN. It includes data for No ORI, Len, W/H, A, grp, code U, A, U, sqf, Rso, abs, asq, tiq, dcr, Y, A, Y, Gav, Qs, Qav, and various temperature and heat flow metrics. It also includes volume, air ch., and bldg-response factor information.

สำหรับการคำนวณใช้

ตารางที่ ก23 แสดงค่าอุณหภูมิและค่าการส่งผ่านความร้อนภายในห้องปรับอากาศพร้อม เติมนักเรียน - ตุลาคม

(2nd Floor, Hourly heat flow and temperature profiles)

job: SCHRZ - Location: SUPHANBU

month: SEP

No	ORI	Len	W/H	A	grp.	code	U	A,U	9	sf	Rso	abs	asg	tig	dcr	Y	A,Y	Gav	Os	month: OCT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1:	10	-1	36.00	6.00	216.00	4	04	2.96	638.8	-	0.08	0.50	-	4.75	0.61	4.77	1031	0	0	-749
2:	20	360	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	42	55	29	13
3:	30	90	36.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	158	84	164	417
4:	30	90	36.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	116	84	548	1012
5:	40	180	6.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	42	90	47	32
6:	50	270	36.00	3.50	21.00	2	13	0.62	13.0	-	0.08	0.50	-	7.19	0.37	2.02	110	84	114	74
7:	51	270	33.20	1.15	38.18	2	93	4.17	159.2	-	0.06	0.50	-	0.00	1.00	5.54	212	84	319	216
8:	52	270	33.20	1.00	33.20	1	30	6.00	199.2	0.76	-	0.04	0.60	-	0.64	1.00	6.00	199	84	412
9:	60	-1	38.00	11.00	418.00	3	62	0.45	188.1	-	0.04	0.60	-	0.66	1.00	0.80	334	156	179	-42

volume = 756.0 m3 (W/K) qc = 1410.0
 air ch. = 26.0 (W/K) qv = 6552.0
 bldg.response factor = 1.1 q = 7962.0

Hourly irradiation values on building surfaces (Wh/m2)

Hourly outdoor and indoor environmental temperatures for SEP:

h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Outdoor design temperature = 26.5 degC
 Indoor design temperature = 25.4 degC
 Balance-point (base-) temperature = 25.3 degC
 Heating req.ment for month 10 = 0.0 kWh

Hourly swings in heat flow through each element:

h:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1:	520	191	-147	-478	-798	-1065	-1296	-1471	-1593	-1627	-1551	-1284	-857	-324	250	792	1236	1526	1627	1593	1489	1322	1098	826
2:	3	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3:	10	23	97	52	58	64	59	44	24	6	25	3	26	4	27	29	30	31	31	30	29	28	27	26
4:	854	922	973	1006	1019	997	229	826	1250	1416	1319	990	1028	924	709	424	94	220	300	390	466	585	662	773
5:	1	3	7	12	16	20	24	28	31	33	34	36	37	38	37	20	2	17	34	48	56	57	51	40
6:	7	16	26	37	47	56	68	77	85	90	94	95	93	65	29	9	43	71	89	135	159	158	133	90
7:	834	924	999	1045	1063	1032	739	357	44	432	752	967	1426	1654	1404	986	44	67	191	375	462	596	722	
8:	809	926	1015	1072	1095	1056	797	441	44	348	689	938	1313	1491	1290	971	289	151	4	172	343	511	669	
9:	1399	1532	1643	1727	1781	1486	1449	912	164	652	1417	2023	2365	2375	2078	1571	961	338	179	309	772	930	1092	1250
T:	3396	4165	4856	5440	5893	5817	4266	2598	760	937	2330	3333	4982	6028	6201	5652	4511	2289	1548	1069	110	665	1532	2444

Outdoor mean temperature = 29.1 degC
 Indoor mean temperature = 30.2 degC
 Degree hours in month = 0 kWh

ตารางที่ ก 25 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV ก่อนปรับปรุงอาคาร

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ	โรงเรียนวัดพิหารแดง	หน้าที-1
ชื่อบริเวณ	สุพรรณบุรี	
ชนิดบริเวณ	อาคารสำนักงานราชการ	
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร	
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	432.0 ตารางเมตร	
ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.)	3.5 เมตร	

ค่า OTTV ของอาคาร 49.80 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

ค่า RTTV ของอาคาร 84.00 วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	30.94	-	30.94	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	51.16	168.44	75.19	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	-	-	84.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ตารางที่ ก 26 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV ก่อนปรับปรุงอาคาร

ชื่อโครงการ

โรงเรียนวัดพิหารแดง

หน้าที่-2

ชื่อบริเวณ

สุพรรณบุรี

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

รายการที่-1	ผนังทึบ		72.0	3.100	10.0	-	-	2,232.00
รวม	พื้นที่ผนังทึบ				72.0	ตารางเมตร		
	Q ของผนังทึบ				2,232.00	วัตต์		
	ค่า OTTV ของผนังทึบ				31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
	พื้นที่ผนังโปร่งแสง					- ตารางเมตร		
	Q ของผนังโปร่งแสง					- วัตต์		
	ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง					- วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
	ค่า OTTV ของผนังด้านนี้				31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

รายการที่-3	ผนังทึบ		170.6	3.100	10.0	-	-	5,287.36
รายการที่-4	ผนังทึบ		28.8	1.800	17.0	-	-	881.28
รวม	พื้นที่ผนังทึบ				199.4	ตารางเมตร		
	Q ของผนังทึบ				6,168.64	วัตต์		
	ค่า OTTV ของผนังทึบ				30.94	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
	พื้นที่ผนังโปร่งแสง					- ตารางเมตร		
	Q ของผนังโปร่งแสง					- วัตต์		
	ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง					- วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
	ค่า OTTV ของผนังด้านนี้				30.94	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

รายการที่-2	ผนังทึบ		78.0	3.100	10.0	-	-	2,418.00
รวม	พื้นที่ผนังทึบ				78.0	ตารางเมตร		
	Q ของผนังทึบ				2,418.00	วัตต์		
	ค่า OTTV ของผนังทึบ				31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
	พื้นที่ผนังโปร่งแสง					- ตารางเมตร		
	Q ของผนังโปร่งแสง					- วัตต์		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่
Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 27 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV ก่อนปรับปรุงอาคาร

ชื่อโครงการ
ชื่อบริเวณ

โรงเรียนวัดพิหารแดง
สุพรรณบุรี

หน้าที่-3

ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-5	ผนังทึบ	129.7	3.100	10.0	-	-	4,020.08
	รายการที่-6	ผนังโปร่งแสง	33.2	5.610	5.0	171.5	0.733	5,105.30
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	19.9	5.610	5.0	171.5	0.960	3,838.77
	รายการที่-8	ผนังทึบ	76.4	6.100	14.0	-	-	6,524.56
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			206.1	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			10,544.64	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			51.16	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			53.1	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			8,944.07	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			168.44	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			75.19	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-9	หลังคาทึบ	228.0	3.000	28.0	-	-	19,152.00
	รายการที่-10	หลังคาทึบ	228.0	3.000	28.0	-	-	19,152.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			456.0	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			38,304.00	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			84.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			84.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

ตารางที่ ก 28 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หลังปรับปรุงอาคาร

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ	โรงเรียนวัดพิหารแดง	หน้าที-1
ชื่อบริเวณ	สุพรรณบุรี	
ชนิดบริเวณ	อาคารสำนักงานราชการ	
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร	
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	432.0 ตารางเมตร	
ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.)	3.5 เมตร	

ค่า OTTV ของอาคาร	37.03	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า RTTV ของอาคาร	14.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	13.50	-	13.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	30.85	-	30.85	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	13.50	-	13.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	23.30	159.14	51.12	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	14.00		14.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่วนไว้สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ตารางที่ ก 29 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หลังปรับปรุงอาคาร

ชื่อโครงการ

โรงเรียนวัดพิหารแดง

หน้าที่-2

ชื่อบริเวณ

สุพรรณบุรี

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

	รายการที่-1	ผนังทึบ	67.5	0.900	15.0	-	-	911.25
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			67.5 ตารางเมตร			
		Q ของผนังทึบ			911.25	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			13.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			13.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

	รายการที่-3	ผนังทึบ	48.0	3.100	10.0	-	-	1,488.00
	รายการที่-4	ผนังทึบ	28.8	1.800	17.0	-	-	881.28
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			76.8 ตารางเมตร			
		Q ของผนังทึบ			2,369.28	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			30.85	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			30.85	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
---	------------	----------	--------------------	------------------	------------	----	----	-------------

	รายการที่-2	ผนังทึบ	67.5	0.900	15.0	-	-	911.25
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			67.5 ตารางเมตร			
		Q ของผนังทึบ			911.25	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			13.50	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		

ตารางที่ ก 30 รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV หลังปรับปรุงอาคาร

ชื่อโครงการ โรงเรียนวัดพิหารแดง หน้าที่-3
 ชื่อบริเวณ สุพรรณบุรี

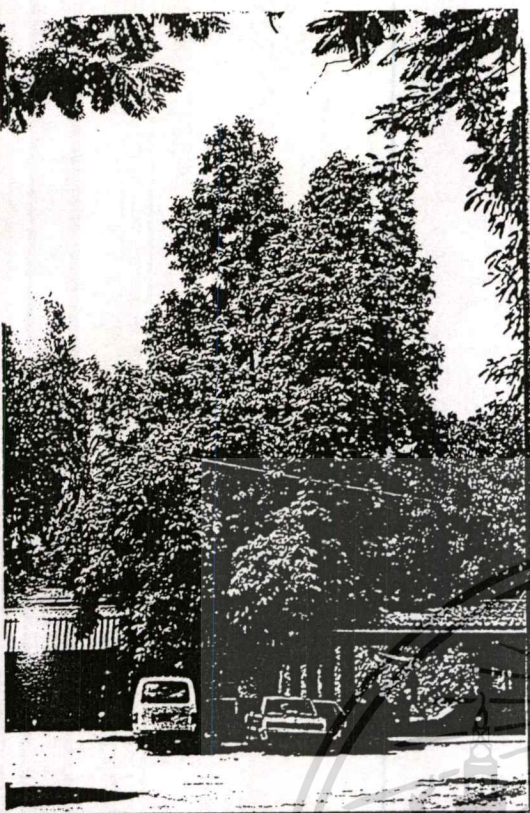
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **13.50** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-5	ผนังทึบ	129.7	0.900	16.0	-	-	1,867.39
	รายการที่-6	ผนังโปร่งแสง	33.2	5.610	9.9	171.5	0.616	5,351.68
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	19.9	5.610	9.9	171.5	0.584	3,098.56
	รายการที่-8	ผนังทึบ	76.4	2.400	16.0	-	-	2,933.76
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			206.1	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			4,801.15	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			23.30	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			53.1	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			8,450.24	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			159.14	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			51.12	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-9	หลังคาทึบ	228.0	0.500	28.0	-	-	3,192.00
	รายการที่-10	หลังคาทึบ	228.0	0.500	28.0	-	-	3,192.00
	รวม	พื้นที่ผนังทึบ			456.0	ตารางเมตร		
		Q ของผนังทึบ			6,384.00	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังทึบ			14.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		พื้นที่ผนังโปร่งแสง			-	ตารางเมตร		
		Q ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์		
		ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง			-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		
		ค่า OTTV ของผนังด้านนี้			14.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ **จำปี** ชื่อวงศ์ **MAGNOLIACEAE**
 Common name **White Champak** Family
 ชื่อวิทยาศาสตร์ ***Michelia alba* DC.**

ลักษณะ **รูปทรง** **ปิรามิด** **ความสูง** **10-15 ม.**
 Characteristics **Form** **pyramidal** **Height** **10-15 m.**
ขนาดทรงพุ่ม **3-6 ม.** **ผิวสัมผัส** **หยาบ**
Crown size **3-6 m.** **Texture** **coarse**
ลำต้น **สีน้ำตาลอ่อน เปลือกแตกเป็นร่อง**
Trunk **light brown, furrowed bark**
ใบ **สีเขียวอ่อน**
Foliage **light green**

ไม่ผลัดใบ **ผลัดใบ**
 evergreen deciduous

ดอก **สี** **ขาวางช้าง**
Flower **Color** **ivory white**
กลิ่น **หอมตอนเย็นถึงเช้าแล้วจึงโรย**
Scent **fragrant from dusk to dawn and the flower will fall**

ช่วงการมีดอก **หมุนเวียนตลอดปี**
Blooming period **rotate all-year round**

ลักษณะนิสัย **ดิน** **ทุกชนิด ระบายน้ำดี**
Habit **Soil** **any soil, well-drained**

ความชื้น **ปานกลาง**
Moisture **moderate**
แสง **แดดเต็มวัน**
Light **full-day sunlight**

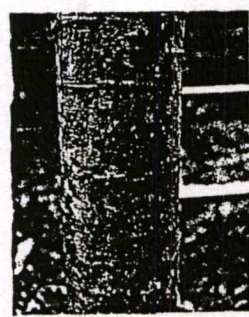
โรค/แมลง ฯลฯ **-**
Insects & Diseases etc. **-**

อัตราการเจริญเติบโต **เร็ว**
Growth rate **fast**

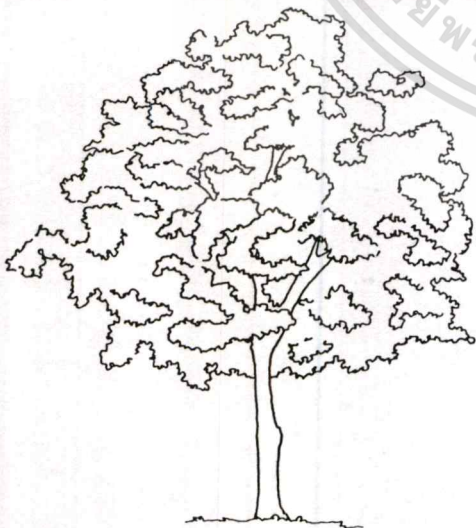
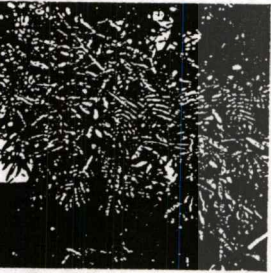
ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง **ที่** **3 ม. ห่าง** **4-5 ม.**
Spacing **close range** **3 m. wide range** **4-5 m.**

การใช้งาน **- นิยมปลูกในบ้านเพราะดอกหอมเกือบตลอดปี**
- ควรอยู่ที่ดอน ถ้าหน้าท่วมอาจตายใน 2-3 วัน

Landscape Uses **- popular for its almost all-year fragrant flowers**
- better grow on highland, dies within 2-3 days if flooded



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ **นนทรี** ชื่อวงศ์ CAESALPINIACEAE

Common name **Copper Pod, Yellow Flame, Family**
Yellow Poinciana

ชื่อวิทยาศาสตร์ ***Peltophorum pterocarpum* (DC.) K. Heyne**

Scientific name

ลักษณะ **รูปทรง กลม ความสูง 25 ม.**

Characteristics **Form round Height 25 m.**

ขนาดทรงพุ่ม 10 ม. ผิวสัมผัส ละเอียด

Crown size 10 m. Texture fine

ลำต้น สีน้ำตาลปนเทาเรียบ, แตกสะเก็ดบ้าง

Trunk smooth greyish brown, flaky

ใบ สีเขียวสด

Foliage green

ไม่ผลัดใบ **ผลัดใบ**
evergreen deciduous

ดอก สี เหลือง

Flower Color yellow

กลิ่น ทอม

Scent fragrant

ช่วงการมีดอก ก.พ.-มี.ค.

Blooming period Feb.-Mar.

ลักษณะนิสัย

Habit

ดิน ทั่วไป

Soil any soil

ความชื้น ปานกลาง

Moisture moderate

แสง แดดเต็มวัน

Light full-day sunlight

โรค/แมลง ฯลฯ หนอนชอนกิ่งทำให้กิ่งเปราะ

Insects & Diseases etc. หักง่าย

stem borer

อัตราการเจริญเติบโต

Growth rate

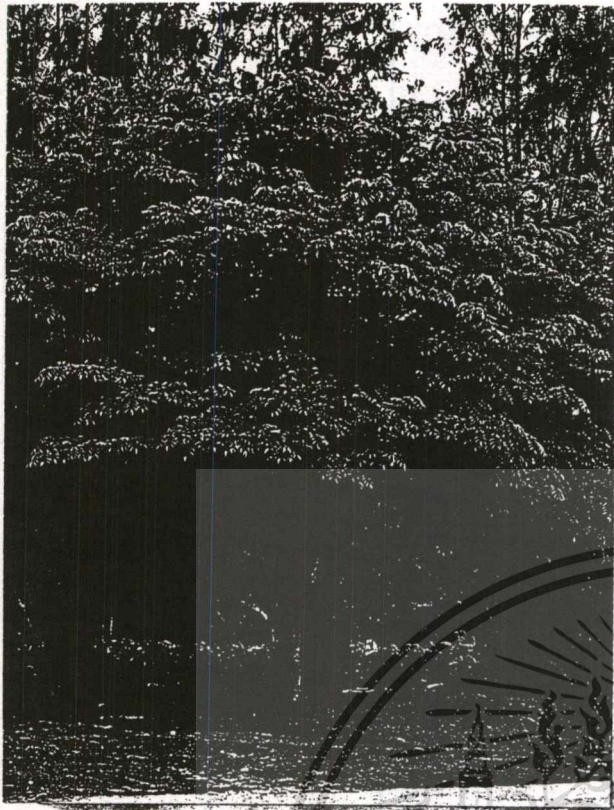
ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ที่ 4 ม. ห่าง 5-8 ม.

Spacing close range 4 m. wide range 5-8 m.

**การใช้งาน - ต้องค้ำยันขณะต้นยังเล็กอยู่ เพราะลำต้นยังไม่แข็งแรง
- นิยมปลูกเป็นกลุ่มในสนามกว้าง ริมนอน ทางเดิน ที่จอดรถ ตามสวนสาธารณะ รีสอร์ท ริมหาด เพราะแข็งแรงและโตเร็ว**

**Landscape Uses - the young ones need strong support
- use in group in open lawn, along the street and walkway, in the parking lot, favorite in resort, park and near the seaside because of its fast growth rate and its tolerance**





ประดู่อังสนา

ชื่อสามัญ	Padauk, Angsana	ชื่อวงศ์	FABACEAE
Common name		Family	
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.		
Scientific name			
ลักษณะ	รูปทรง แผ่กว้าง	ความสูง	20 ม.
Characteristics	Form spreading	Height	20 m.
	ขนาดทรงพุ่ม	5-8 ม.	ผิวสัมผัส ปานกลาง
	Crown size	5-8 m.	Texture medium
	ลำต้น	สีน้ำตาลแตกเป็นร่องตามยาว	
	Trunk	brown with vertical furrows	
	ใบ	สีเขียว	
	Foliage	green	
	<input type="checkbox"/> ไม่ผลัดใบ	<input checked="" type="checkbox"/> ผลัดใบ	
	evergreen	deciduous	
	ดอก	สี เหลือง	
	Flower	Color yellow	
		กลิ่น	หอม
		Scent	fragrant
	ช่วงการมีดอก	เม.ย.-พ.ค. มีดอกหลังแตกใบอ่อน	
	Blooming period	Apr.-May bloom after new leaves	

ลักษณะนิสัย	ดิน	ทั่วไป
Habit	Soil	any soil
	ความชื้น	ปานกลาง-สูง
	Moisture	moderate-high
	แสง	แดดเต็มวัน
	Light	full-day sunlight
	โรค/แมลง ฯลฯ	-
	Insects & Diseases etc.	-
อัตราการเจริญเติบโต	เร็ว	
Growth rate	fast	
ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ที่	4-5 ม. ห่าง	6-8 ม.
Spacing	close range	4-5 m. wide range
		6-8 m.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

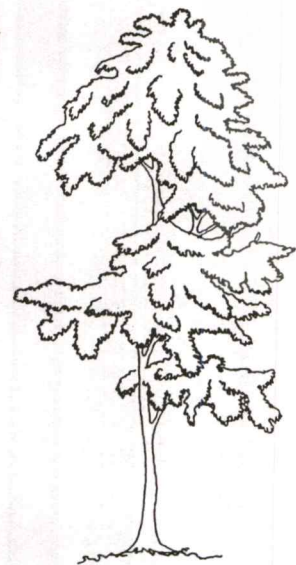
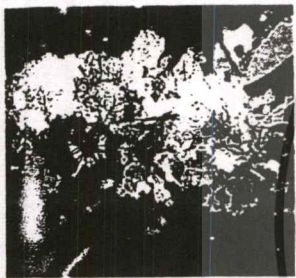
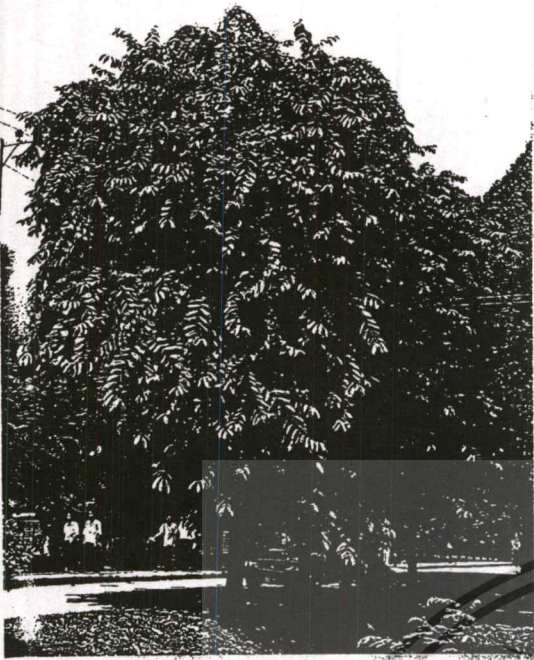


- การใช้งาน - นิยมใช้ริมถนนกิ่งทอดลงห้อยย้อยสวยงาม ดอกสีเหลืองมีกลิ่นหอม
 ดอกร่วงภายใน 3-4 วัน
- เมื่ออยู่ริมน้ำ ใบจะร่วงน้อยกว่าในที่แห้ง ปลูกริมทะเลได้
 - ควรทำการตัดแต่งกิ่งในฤดูแล้งขณะที่ต้นผลัดใบ
 เมื่อผลัดใบใหม่ประมาณ 3-5 วัน จะมีดอก
 - เพราะทรงพุ่มใหญ่ ควรเว้นระยะอย่างน้อย 5 ม. ไม่ควรจัดสวนห้อยม
 ได้ต้นประดับอื่น เพราะแสงน้อย
 - หากต้องการปลูกไม้พุ่มใต้ต้นประดับอื่น ควรเลือกไม้ประเภทที่ปรับตัวได้ดี
 ในที่แสงมากและน้อย เช่น ชาโกทุกชนิด เล็บครุฑ ลิ้นกระบือ แก้ว
 เพราะประดับเป็นไม้ผลัดใบ

- Landscape Uses** - popular along the street for it has weeping branches
 and bright yellow flowers which fall off within 3-4 days
- the one at the water-edge sheds less leaves, can be
 grown near the seaside
 - should be pruned in winter (Nov.-Feb.) while they shed
 leaves, new leaves come with flowers within 3-5 days
 - spacing should be at least 5 m. for its large crown causes
 heavy shade which is improper for decorative garden
 - shrubs allowed to be grown under this deciduous plant should be
 adjustable to light condition ie:- *Justicia* spp. *Polycias* spp.
Excoecaria cochinchinensis Lour.var.*viridis*, *Murraya paniculata*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ **เสลา, อินทรชิต** ชื่อวงศ์ LYTHRACEAE

Common name **เสลา, อินทรชิต** Family

ชื่อวิทยาศาสตร์ **Lagerstroemia loudonii Teijsm.&Binn.**

Scientific name
ลักษณะ **รูปทรง กระบอก, กิ่งใบห้อยลง ความสูง 5-15 ม.**
Characteristics **Form cylindrical, sloppy Height 5-15 m.**
branches

ขนาดทรงพุ่ม **5-6 ม. ผิวสัมผัส หยาบ**

Crown size **5-6 m. Texture coarse**

ลำต้น **สีเทาเข้มเกือบดำเปลือกผิวขรุขระแตกเป็นร่องตามยาว**

Trunk **dark grey almost black, furrowed bark**

ใบ **สีเขียว มีขนทั้ง 2 ด้าน**

Foliage **green, hairy on both sides**

ไม่ผลัดใบ **ผลัดใบ**
evergreen deciduous

ดอก **สี ขาว ม่วง ม่วงอมชมพู**

Flower Color **white, purple, purple pink**

กลิ่น **-**

Scent **-**

ช่วงการมีดอก **ออกมาก ธ.ค.-มี.ค. เกือบตลอดปี**

Blooming period **heavy in Dec.-Mar.. almost all-year round**

ลักษณะนิสัย **ดิน ร่วนซุย**

Habit **Soil loam**

ความชื้น ปานกลาง

Moisture **moderate**

แสงแดดเต็มวัน

Light **full-day sunlight**

โรค/แมลง ฯลฯ หนอนเจาะเปลือกลำต้น

Insects & Diseases etc. **stem borer**

อัตราการเจริญเติบโต ช้า

Growth rate **slow**

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ถี 3-4 ม. ห่าง 5-8 ม.

Spacing **close range 3-4 m. wide range 5-8 m.**

การใช้งาน **- ปลูกให้ร่มเงาในบ้าน มีพุ่มใบห้อยลงและดอกสีสวย**

- ต้นไม้ใหญ่มากนัก ทำให้ปลูกในบ้านทั่วไปได้

- นิยมปลูกริมถนน

- ผลัดใบเดือน พ.ย.-ม.ค.

Landscape Uses - good as shady tree, has drooping branches and beautiful flowers

- its proper scale is possible for home gardening

- street tree

- sheds leaves during Nov.-Jan.



ชื่อสามัญ

อโศกอินเดีย,

ชื่อย่อ ANNONACEAE

อโศกเซนคาเบรียล

Common name

Cemetery Tree

Family

ชื่อวิทยาศาสตร์

Polyalthia longifolia Benth. & Hook.f. var. *pandurata*

Scientific name

ลักษณะ

รูปทรง ผอมสูง

ความสูง 6-15 ม.

Characteristics

Form spike

Height 6-15 m.

ขนาดทรงพุ่ม 2 ม.

ผิวสัมผัส ปานกลาง

Crown size 2 m.

Texture medium

ลำต้น สีน้ำตาล

Trunk brown

ใบ สีเขียวอ่อน

Foliage light green

 ไม่ผลัดใบ ผลัดใบ

evergreen

deciduous

ดอก สี ครีมน

Flower Color cream

กลิ่น -

Scent -

ช่วงการมีดอก มี.ค.

Blooming period Mar.

ลักษณะนิสัย

ดิน ทั่วไป

Habit

Soil any soil

ความชื้น ปานกลาง

Moisture moderate

แสง แดดเต็มวัน

Light full-day sunlight

โรค/แมลง ฯลฯ -

Insects & Diseases etc. -

อัตราการเจริญเติบโต

ปานกลาง

Growth rate

moderate

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ดี

1.5 ม. ห่าง 2 ม.

Spacing

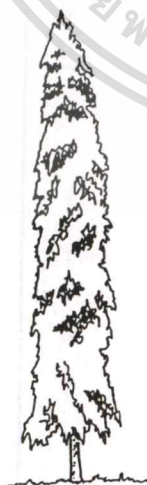
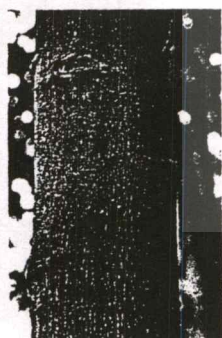
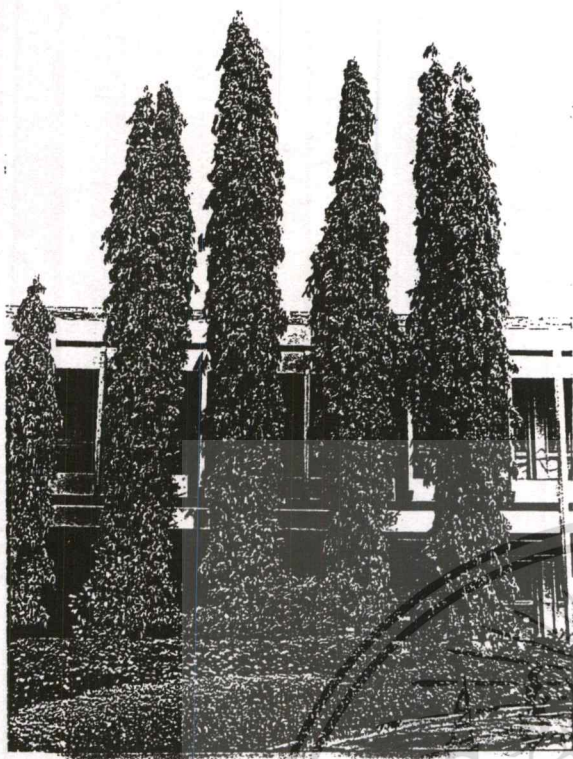
close range 1.5 m. wide range 2 m.

การใช้งาน - นิยมปลูกเป็นแถว ระยะ 1.5 ม. ทำให้พุ่มใบชนกันพอดี ช่วยบังสายตาในพื้นที่จำกัดได้ดี หรือปลูกเป็นแนวขอบเขตพื้นที่

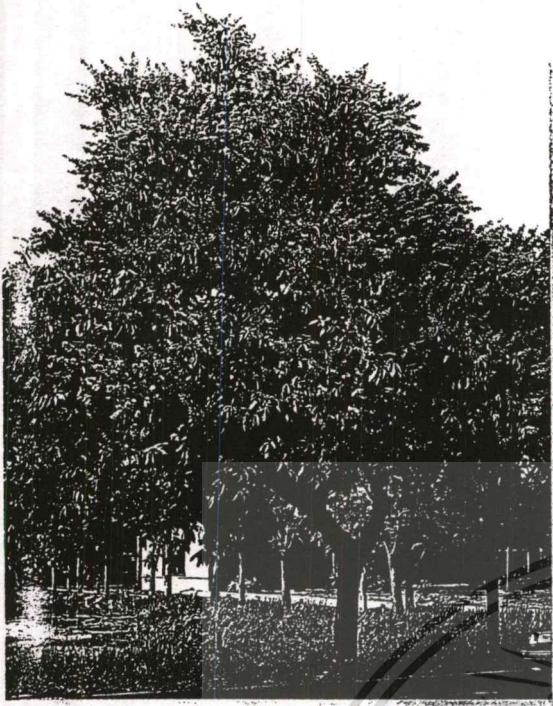
- ควรตัดใบด้านล่างให้โคนต้นโล่งสูง 1 ม. จะดูสวยงาม

- ตัดแต่งควบคุมความสูงได้ตามต้องการ โดยการตัดยอด

Landscape Uses - popular in row at 1.5 m. spacing which will create a good screening wall for narrow space or a property indicator
- clear the leaves 1 m. above the ground for more beautiful effect
- control the height by cutting its top



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ

อินทนิ่น้ำ,

ชื่อวงศ์ LYTHRACEAE

ตะแบกอินเดีย

Common name

Queen's Flowers

Family

ชื่อวิทยาศาสตร์

Lagerstroemia speciosa (L.) Pers.

Scientific name

ลักษณะ

รูปทรง แผ่กลม ความสูง 8-24 ม.

Characteristics

Form round, spreading Height 8-24 m.

ขนาดทรงพุ่ม 4-5 ม. ผิวสัมผัส หยยาบ

Crown size 4-5 m. Texture coarse

ลำต้น สีเทาปนดำ เป็นตะปุ่มตะป่ำ เปลือกลอกเป็นสะเก็ด

Trunk grey with black, gnarled trunk, flaky bark

ใบ ใบเล็กกว่าอินทนิ่นบก

Foliage leaves are smaller than *L. macrocarpa*

ไม่ผลัดใบ

ผลัดใบ

evergreen

deciduous

ดอก สี ม่วง ชมพู ขาว

Flower Color purple, pink, white

กลิ่น -

Scent -

ช่วงการมีดอก ออกมาก มี.ค.-มิ.ย.

เกือบตลอดปี

Blooming period heavy during Mar.-Jun.,

almost all-year round

ลักษณะนิสัย

Habit

ดิน ร่วน

Soil loam

ความชื้น ปานกลาง-สูง

Moisture moderate-high

แสง แดดเต็มวัน

Light full-day sunlight

โรค/แมลง ฯลฯ แมลงกินใบ

Insects & Diseases etc. leaf feeder

อัตราการเจริญเติบโต

Growth rate ช้า

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ที่ 3-4 ม. ห่าง 6-8 ม.

Spacing close range 3-4 m. wide range 6-8 m.

การใช้งาน - นิยมปลูกตกแต่งสวนหรือปลูกริมถนน เพราะมีดอกสวยงาม

ทรงพุ่มไม่ใหญ่มาก ปัญหาบ่อย

- ทนน้ำขังชั่วคราวได้ดีกว่าเสลา

- ไม่นิยมใช้ทำเครื่องเรือน การก่อสร้าง หรือเครื่องมือเกษตรกรรม

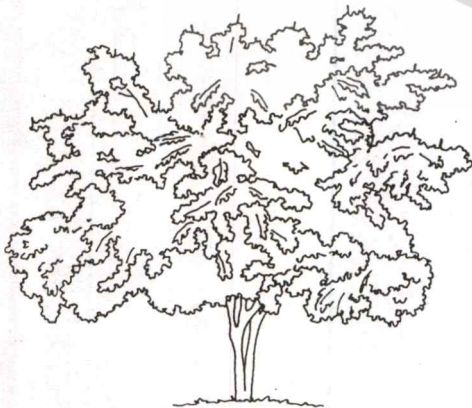
Landscape Uses - good for home gardening or along the street for its beautiful

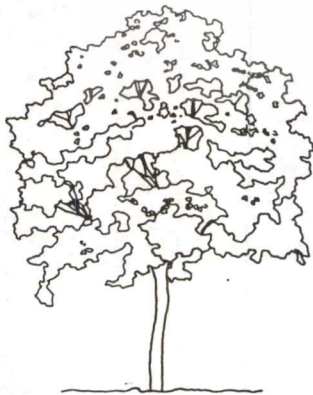
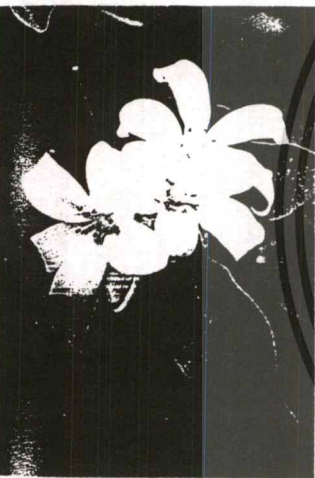
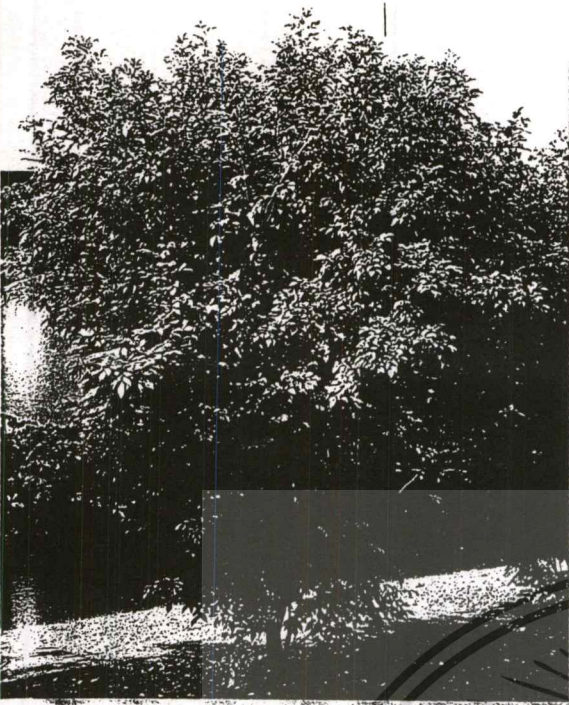
flowers, proper crown size, and easy maintenance

- tolerates flooding better than *Lagerstroemia loudonii*

- the wood is not popular for furnitures, construction,

or agricultural instruments





ชื่อสามัญ แก้ว
Common name Orange Jessamine,
China Box Tree

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Murraya paniculata* (L.) Jack.

ชื่อวิทยาศาสตร์

Scientific name

ลักษณะ

Characteristics

รูปทรง กลม ความสูง 3-5 ม.
Form round Height 3-5 m.
ขนาดทรงพุ่ม 1-3 ม. ผิวสัมผัส ละเอียด
Crown size 1-3 m. Texture fine

ลำต้น สีน้ำตาลแตกเป็นร่อง

Trunk brown, furrowed bark

ใบ สีเขียวเข้มเป็นมัน

Foliage glossy dark green

ดอก สี ขาว

Flower Color white

กลิ่น หอมแรงเวลาเช้า

Scent fragrant, especially in the morning

ช่วงการมีดอก หมุนเวียนเป็นวงจรถัดปี- โดยเฉพาะหลังจากฝนตกแล้ว

Blooming period rotate around the year, especially after the rain

ลักษณะนิสัย

Habit

ดิน ดินปนทราย แต่ไม่ชอบดินเหนียว

Soil sandy loam, clay is not favorable

ความชื้น ปานกลาง-ต่ำ

Moisture moderate-low

แสง แดดเต็มวัน-รำไร (แต่จะมีดอก)

Light full-day sunlight to shade; (no flower)

โรค/แมลง ฯลฯ -

Insects & Diseases etc. -

อัตราการเจริญเติบโต

Growth Rate

ปานกลาง

moderate

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ดี 1.5 ม.(16/ตรม.) ห่าง 3 ม.(9/ตรม.)

Spacing close range 1.5 m.(16/sq.m.) wide range 3 m.(9/sq.m.)

การใช้งาน - นิยมปลูกต้นเดี่ยว หรือปลูกเป็นกลุ่มบังสิ่งไม่สวยงาม

- ตัดแต่งทรงพุ่มเป็นรูปร่างต่างๆหรือเป็นรั้วได้

- ปลูกในที่ร่มรำไรได้ แต่ไม่มีดอก

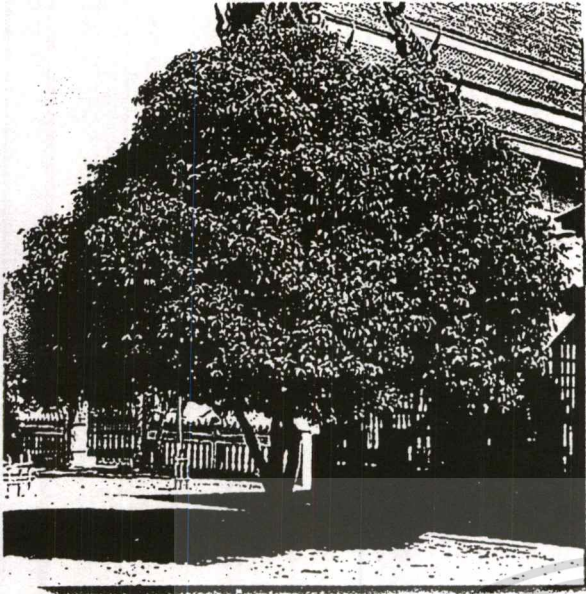
- ไม่ริมทะเล

Landscape Uses - use as specimen or in group for screening
- can be pruned into hedges, fence or topiary
- tolerates some shades but will not bear flower
- can be grown near the seaside



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ พิกุล ชื่อวงศ์ SAPOTACEAE

Common name Bullet Wood, Tanjong Family

Tree, Mimusops

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mimusops elengi* L.

Scientific name

ลักษณะ รูปทรง กลม ความสูง 5-18 ม.

Characteristics Form round Height 5-18 m.

ขนาดทรงพุ่ม 4-8 ม. ผิวสัมผัส ละเอียด

Crown size 4-8 m. Texture fine

ลำต้น สีน้ำตาล

Trunk brown

ใบ สีเขียวเข้มเป็นมัน

Foliage glossy dark green

ไม่ผลัดใบ
evergreen

ผลัดใบ
deciduous

ดอก สี ขาว

Flower Color white

กลิ่น ทอม

Scent fragrant

ช่วงการมีดอก หมุนเวียนตลอดปี

Blooming period rotate all-year round

ดิน ทั่วไป

Soil any soil

ความชื้น ปานกลาง

Moisture moderate

แสง แดดเต็มวัน

Light full-day sunlight

โรค/แมลง ฯลฯ -

Insects & Diseases etc. -

อัตราการเจริญเติบโต ช้า

Growth rate slow

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ถี 4 ม. ห่าง 6 ม.

Spacing close range 4 m. wide range 6 m.

การใช้งาน - ใช้เป็นไม้กระถางประดับในอาคารได้

- ปลูกริมถนนได้ดี เพราะทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ แต่ไม่ผลัดใบ

- โตช้า ทำให้ไม่ต้องตัดแต่งบ่อย

- สามารถตัดแต่งเป็นรูปทรงต่างๆ ได้

- รูปทรงปิรามิด ขณะที่ยังเล็กอยู่

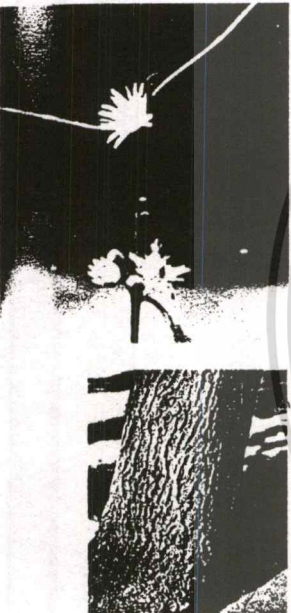
Landscape Uses - use as interior pot plant

- good street tree for it tolerates different environment,

grows slowly, and needs only occasional pruning

- can be pruned into many forms

- pyramidal shape when young



ลักษณะนิสัย

Habit

ดิน

Soil

ความชื้น

Moisture

แสง

Light

โรค/แมลง ฯลฯ

Insects & Diseases etc.

อัตราการเจริญเติบโต

Growth rate

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ถี

Spacing

การใช้งาน - ใช้เป็นไม้กระถางประดับในอาคารได้

- ปลูกริมถนนได้ดี เพราะทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ แต่ไม่ผลัดใบ

- โตช้า ทำให้ไม่ต้องตัดแต่งบ่อย

- สามารถตัดแต่งเป็นรูปทรงต่างๆ ได้

- รูปทรงปิรามิด ขณะที่ยังเล็กอยู่

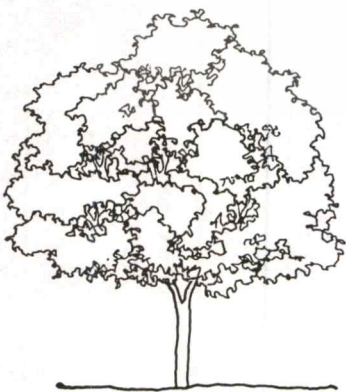
Landscape Uses - use as interior pot plant

- good street tree for it tolerates different environment,

grows slowly, and needs only occasional pruning

- can be pruned into many forms

- pyramidal shape when young



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสามัญ

โมก

ชื่อวงศ์ APOCYNACEAE

Common name

Family

ชื่อวิทยาศาสตร์

Wrightia religiosa Benth.

Scientific name

ลักษณะ

รูปทรง แจกัน ความสูง 4-5 ม.
 Form vase shape Height 4-5 m.
 ขนาดทรงพุ่ม 1.5 ม. ผิวสัมผัสละเอียด
 Crown size 1.5 m. Texture fine
 ลำต้น สีน้ำตาลดำ มีจุดขาวเล็กๆ
 Trunk blackish brown with tiny white spots
 ใบ สีเขียว ทั้งใบฤดูหนาว
 Foliage green, shed leaves in winter
 ดอก สี ขาว มีทั้งดอกกลา และดอกซ้อน
 Flower Color white, has both simple and double petals
 กลิ่น หอม
 Scent fragrant
 ช่วงการมีดอก หมุนเวียนตลอดปี
 Blooming period rotate all-year round

ลักษณะนิสัย

ดิน ดินทุกชนิด ยกเว้นดินทราย
 Soil any soil except sandy soil
 ความชื้น ปานกลาง-สูง
 Moisture moderate-high
 แสง แดดเต็มวัน-รำไร
 Light full-day sunlight to partial shade
 โรค/แมลง ฯลฯ ใบเหลืองเพราะขาดปุ๋ยและน้ำ
 Insects & Diseases etc. yellow leaf for lacking of fertilizer and water

อัตราการเจริญเติบโต

ช้า

Growth rate

slow

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง

ที่ 1.5-2 ม. ห่าง 2-3 ม.

Spacing

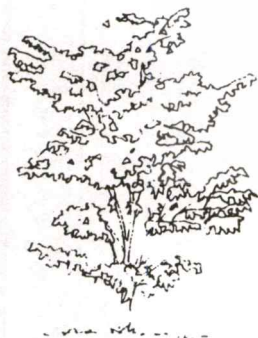
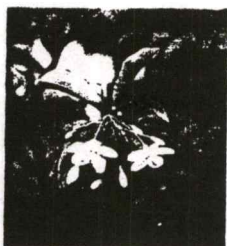
close range 1.5-2 m. wide range 2-3 m.

การใช้งาน

- ใช้เป็นไม้ประธานในสวนหย่อม ปลูกบริเวณริมหน้าต่างสร้างบรรยากาศเป็นที่น่าสนใจ
 - เป็นไม้ร่มเงา เป็นไม้ริมทะเล
 - ทั่วเป็นไม้ตัดได้
 - ปลูกตามมุมอาคารที่มีชายคา เพราะตัดแต่งได้ ไม่ควรปลูกในที่ที่มีลมแรง
 - เป็นที่นิยมมากเพราะดอกมีกลิ่นหอมตลอดปีและเลี้ยงดูง่าย
 - โมกกลางมีฝักและไม่มีดอกบ่อยเท่าโมกซ้อน แต่ทรงพุ่มสวยงามกว่าโมกซ้อน

Landscape Uses

- use as a dominance in decorative garden, good near a waterfall to create forest atmosphere, flood-tolerant, can be grown near the seaside
 - can be trained into topiary
 - good at the building corner under the eaves for it can be pruned, do not grow in strong wind area
 - popular for its almost all-year fragrant flowers and easy-maintenance
 - simple petal type bears pods with less flowers but has more beautiful form than double petal type

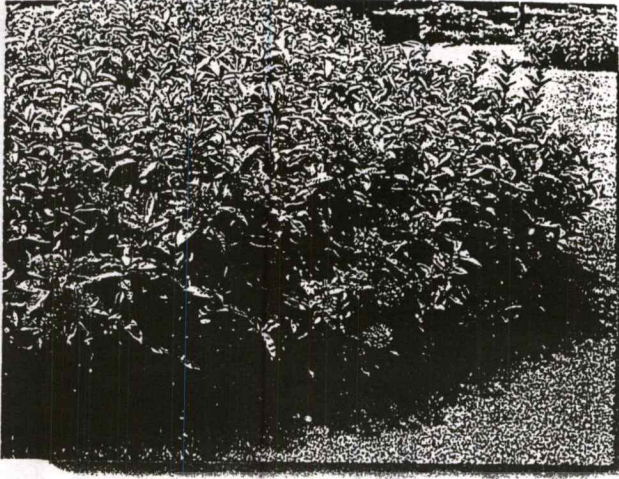


โมก (ดอกซ้อน)



โมก (ดอกกลา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ	เข็มเศรษฐี	ชื่อวงศ์	RUBIACEAE
Common name	West Indian Jasmine	Family	
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Ixora longifolia</i> Sm.		
Scientific name			
ลักษณะ	รูปทรง แจกัน	ความสูง	1-2 ม.
Characteristics	Form vase shape	Height	1-2 m.
	ขนาดทรงพุ่ม 0.5-1 ม.	ผิวสัมผัส	หยาบ
	Crown size 0.5-1 m.	Texture	coarse

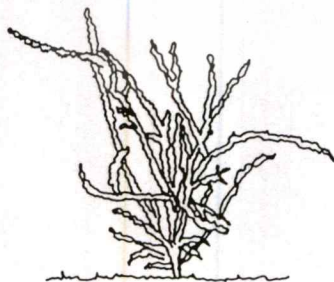
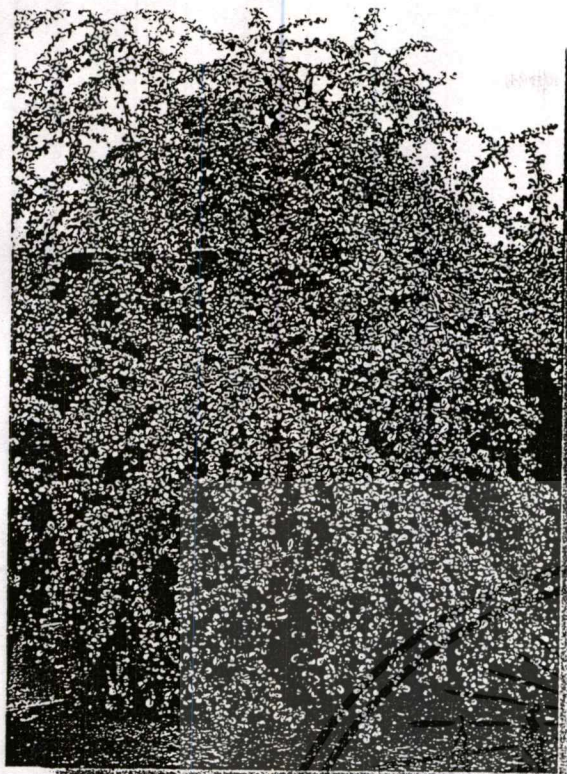
ลำต้น	สีน้ำตาล		
Trunk	brown		
ใบ	สีเขียวเป็นมัน		
Foliage	glossy green		
ดอก	สี แดง แดงอมแสด		
Flower	Color red, orange red		
	กลิ่น -		
	Scent -		
ช่วงการมีดอก	ตลอดปี		
Blooming period	all-year round		
ลักษณะนิสัย	ดิน	แทบทุกชนิด	
Habit	Soil	any soil	
	ความชื้น	ปานกลาง	
	Moisture	moderate	
	แสง	แดดเต็มวัน	
	Light	full-day sunlight	
	โรค/แมลง ฯลฯ	เพลี้ยอ่อน และมด ที่ก้านช่อดอก	
	Insects & Diseases etc.	aphids and ant at flower stalk	

อัตราการเจริญเติบโต	เร็ว		
Growth Rate	fast		
ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง	ที่ 7/ตรม.	ห่าง	3/ตรม.
Spacing	close range 7/sqm.	wide range	3/sqm.
การใช้งาน	- ปลูกเป็นกลุ่มเพื่อบังสายตาหรือแสดงขอบเขต		
	- นิยมปลูกริมกำแพง หรือบริเวณที่มีพื้นที่กว้าง เพราะพุ่มใหญ่และมีดอก		
	- ถ้าตัดแต่งบ่อยจะไม่ค่อยมีดอก ไม่นิยมตัดต่ำกว่า 1.00 ม.		
	- นิยมใช้จัดสวนเพราะดอกใหญ่ สีสด เลี้ยงง่าย และโตเร็ว		
	- ไม่ริมทะเล		

- Landscape Uses - use in group for screening or dividing spaces
- good along the wall or in a large space for its size and flowers
 - frequent pruning results in lacking of flower, should not be cut lower than 1.00 m.
 - popular for its big bright flowers, low-maintenance and fast growth rate
 - can be grown near the seaside

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อสามัญ

ชาฮกเกี้ยน, ชาตัด

ชื่อวงศ์ EHRETIACEAE

Common name

Family

ชื่อวิทยาศาสตร์

Ehretia microphylla Lamk.

Scientific name

ลักษณะ

รูปทรง ไม่สม่ำเสมอ ความสูง 0.3-1 ม.

Characteristics

Form irregular Height 0.3-1 m.

ขนาดทรงพุ่ม 0.3-0.6 ม. ผิวสัมผัส ละเอียด

Crown size 0.3-0.6 m. Texture fine

ลำต้น สีน้ำตาลอ่อน

Trunk light brown

ใบ สีเขียวเข้มเป็นมัน

Foliage glossy dark green

ดอก สี ขาว

Flower Color white

กลิ่น -

Scent -

ช่วงการมีดอก หมุนเวียนตลอดปี

Blooming period rotate all-year round

ลักษณะนิสัย

ดิน ร่วน

Habit

Soil loam

ความชื้น ปานกลาง-ต่ำ

Moisture moderate-low

แสง แดดเต็มวัน-ปานกลาง

Light full-day sunlight to moderate

โรค/แมลง ฯลฯ -

Insects & Diseases etc. -

อัตราการเจริญเติบโต ปานกลาง

Growth rate moderate

ระยะปลูกที่ใช้ในการจัดจริง ที่ 16/ตรม. ห่าง 9/ตรม.

Spacing close range 16/sq.m. wide range 9/sq.m.

การใช้งาน - ตัดแต่งเป็นรูปต่างๆได้ตามต้องการ จึงนิยมทำเป็นไม้ตัด และบอนไซ

- ปลูกเป็นแปลงใหญ่ในสวนหย่อม เพื่อให้มีสีเขียวเข้มตัดกับสีไม้ดอกอื่นๆ

- ทำรั้วบ้านได้ดีเท่ากับข่อย เพราะไม้ทิ้งใบโคนต้น

- ทำเป็นไม้ขอบแปลงในสวนประดิษฐ์

- ไม้ริมทะเล ทนน้ำท่วมขังแฉะ

Landscape Uses - can be pruned to any desired form so it is popular for

trained shrub or bonsai

- good for large bed in the decorative garden to create contrast of dark green color to other flowering shrubs

- good for fence as well as Siamese Rough Bush

- use as border plant in formal garden

- can be grown along the seaside. flood-tolerant

ประวัติผู้เขียน

นายคงฤทธิ จิ่งพิมลยานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2507 ที่จังหวัดตาก สำเร็จการศึกษา BACHELOR OF SCIENCE IN ARCHITECTURE (B.S. ARCH.), MANUEL L. QUEZON UNIVERSITY, MANILA, PHILIPPINES ปีการศึกษา 2531 และได้เข้ารับการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2538

ปี พ.ศ. 2539 ผูกอบรมข้อกำหนดมาตรฐาน การออกแบบและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ภายในอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน รุ่นที่ 2 ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ปี พ.ศ. 2541 อบรมการออกแบบระบบแสงสว่างภายในอาคาร (สถ. 007) และอบรม สันทนามิติวัฒนธรรมในสถาปัตยกรรม (สถ. 010) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเวลา 4 เดือน

ปี พ.ศ. 2532 สถาปนิก บริษัท วิเลจดีเวลอปเม้นท์ จำกัด

ปี พ.ศ. 2535 สถาปนิก และที่ปรึกษา บริษัท บางกอกฟร็อพเพอร์ตี้ เอสเตท จำกัด, บริษัท มานิตยกุล อารคิเท็ค จำกัด, บริษัท สมิตแอนด์แบคเกอร์ส จำกัด, และบริษัทอิสตาน่า อารคิเทค จำกัด

ปัจจุบัน สถาปนิก และที่ปรึกษา บริษัท ซีวิล 9 คอนสตรัคชั่นแอนด์อารคิเทคเจอร์ จำกัด, บริษัท คีย์แปลน ดีไซน์ จำกัด และเป็นอาจารย์พิเศษ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี