

แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ  
ในจังหวัดสงขลา

DESIGN CONCEPT FOR LOW ENERGY HOUSING  
IN SONGKHLA PROVINCE



สุรพงษ์ ถาวรโรจน์  
SURAPONG THAVAROJ

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 34741

วัน, เดือน, ปี 29 S.A. 2542

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ISBN 974 - 622 - 613 - 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DESIGN CONCEPT FOR LOW ENERGY HOUSING  
IN SONGKHLA PROVINCE**



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

**1999**

**ISBN 974 - 622 - 613 - 4**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 1999**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ  
ในจังหวัดสงขลา

นักศึกษา

นาย สุรพงษ์ ถาวโรจน์

รหัสประจำตัว

35625007

ปริญญา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2542

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ศ.ดร.ตรีใจ บุรณสมภพ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ปรีชญา รังสิรักษ์

อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

## บทคัดย่อ

บ้านพักอาศัยในเขตร้อนชื้น ต้องประสบกับปัญหาทั้งเรื่องอุณหภูมิและความชื้นหากไม่ได้รับการออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวแล้ว ก็ต้องทนอยู่ในบ้าน ที่ขาดสถานะสบาย (Thermal Comfort) หรือไม่ก็ต้องหาทางแก้ไขในภายหลัง ซึ่งมักจะใช้วิธีติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพราะเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยแก้ปัญหาได้ ทั้งเรื่องอุณหภูมิ และความชื้น แต่เครื่องปรับอากาศก็สร้างปัญหาอื่น ๆ ต่อไปอีกทั้งในเรื่องค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนที่สูงขึ้นหลายเท่าตัว และที่สำคัญ ในแง่สิ้นเปลืองพลังงาน ซึ่งกำลังเข้าสู่ภาวะวิกฤต และจะหมดไปในเวลาอันใกล้ นั้น นอกจากนั้นเครื่องปรับอากาศยังมีผลเสียต่อสุขภาพด้วย

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ ในจังหวัดสงขลา ศึกษาและหาทางแก้ปัญหามาให้เกิดสถานะสบายทางด้านอุณหภูมิ โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหา โดยวิธีทางธรรมชาติเป็นหลัก และใช้วิธีทางเครื่องกล (Active System) ที่ต้องใช้พลังงานสิ้นเปลืองให้น้อยที่สุด

จากการศึกษาทำให้รู้ว่าปัญหาหลักของสถานะสบายในอาคารมาจาก อุณหภูมิของอากาศ และปริมาณความชื้นในจังหวัดสงขลาค่อนข้างสูงทำให้ค่าสถานะสบาย อยู่เกินเขตสบาย จึงได้วิเคราะห์หาวิธีการลดอุณหภูมิและความชื้นลง โดยศึกษา วิเคราะห์การปรับสภาพอากาศรอบๆ บริเวณ (Micro Climate) เพื่อช่วยเอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาในอาคารให้ง่ายขึ้นแล้วจึงวิเคราะห์หารูปแบบของอาคารที่เหมาะสม (Building Configuration) การเลือกระบบกรอบอาคาร (Envelope Components) รวมไปถึงการวิเคราะห์หาระบบที่เหมาะสม ที่ช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารลง

ในขั้นตอนการปรุงแต่งสภาพภูมิอากาศรอบๆอาคาร (Micro Climate) นั้น จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า สามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในบริเวณนั้น ได้ถึง 3°C โดยเฉพาะการนำประโยชน์จาก

เอกลักษณ์ชาติมาใช้ในลักษณะต่างๆ เป็นต้นว่า ให้เกิดร่มเงาภายในบริเวณ อุณหภูมิภายในได้รับการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของต้นไม้จะต่ำบริเวณที่กลางแดดค่อนข้างมาก ทั้งยังช่วยลดการสะท้อนความร้อน ช่วยบังคับทิศทางลม ช่วยเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่อากาศในบริเวณรอบๆ ได้เป็นอย่างดี การให้ความสำคัญกับพฤกษชาติ ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบอาคาร จะทำให้อาคารเข้าใกล้สภาวะสบายได้ง่ายยิ่งขึ้น

ในการพิจารณารูปแบบอาคารเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิ และความชื้น จำเป็นต้องอาศัยกระแสลมช่วยในการระบายอากาศร้อน และความชื้นภายในอาคารออกไปนั้นพบว่า หากวางแนวอาคารเพื่อให้ได้รับลมอย่างเต็มที่ ซึ่งพัดมาจากทิศตะวันตกถึงตะวันตกเฉียงใต้ และจากทิศตะวันออก ในช่วงที่สภาวะสบายเกินเขตสบาย ที่สุทธราวเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายนนั้น จะทำให้อาคารมีพื้นที่ๆต้องเผชิญกับแดดมากซึ่งทำให้การส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาคารมากขึ้นไปด้วย ในการวางแนวของอาคาร(Orientation) จึงให้สอดคล้องกับทิศทางลม เพื่อให้กระแสลมพัดผ่านอาคารให้มากที่สุดขณะเดียวกันการลดพื้นที่โดนแดดของผนังอาคารก็ถูกพิจารณาควบคู่กันไปด้วย พร้อมทั้งการใช้อุปกรณ์กันแดด และร่มเงาของต้นไม้ช่วยลดพื้นที่โดนแดดให้แก่อาคาร

นอกจากนั้นแล้ว ได้นำเสนอระบบช่วยเสริมการแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศโดยใช้ระบบฝังท่อส่งลมเข้าอาคารไว้ใต้ดิน เพื่อให้อุณหภูมิของอากาศถ่ายเทไปยังดินก่อนวิธีนี้จะทำให้ลมเย็นลงก่อนที่จะพัดเข้าภายในบ้าน การใช้วัสดุดูดความชื้นจากกระแสลมก่อนให้พัดเข้าในอาคารก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณความชื้นลง รวมทั้งการใช้เทคนิคการระบายอากาศทางปล่อง(Stack Effect) ช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อระบายอากาศร้อนออกจากอาคาร

ผลสรุปของการวิจัยพบว่า หากสภาพที่ตั้งเอื้ออำนวยต่อการปรับสภาพอากาศรอบอาคารอย่างเต็มที่ และมีการออกแบบอาคารโดยคำนึงถึงการแก้ปัญหาเรื่องสภาวะสบายอย่างรอบคอบแล้ว ก็สามารถทำให้สภาพภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบาย(Comfort Zone)ได้ตลอดปี โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องปรับอากาศช่วยเลยหรือหากจะสิ้นเปลืองไปบ้างก็เพียงอาศัยพัดลมช่วยบ้างในกรณีที่สภาพโดยรอบ ไม่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่

<b>Thesis Title</b>	Design Concept for Low Energy Housing in Songkhla Province.
<b>Student</b>	Mr. Surapong Thavaroj
<b>Student ID.</b>	35625007
<b>Degree</b>	Master in Architecture.
<b>Programme</b>	Tropical Architecture.
<b>Year</b>	1999
<b>Thesis Advisor</b>	Prof.Dr. Truengchai Buranasomphop
<b>Coordinator- Advisor</b>	Asst.Prof. Preechaya Rangsiraksa Mr. Chaiyut Sriphadet

## ABSTRACT

Residences in tropical area are always confronted with two problems: high temperature and humidity. If these problems are unable to be solved, the residents must be annoyed to live in houses with a lack of thermal comfort. Finally, they have to identify a solution.

One effective solution is an air-conditioning installation which can help reduce both problems. However, an air-conditioner can create other problems. It costs much higher expenditure monthly. Moreover, it is not prudent to waste energy in the time of energy crisis. Using an air-conditioner is not good for health as well.

This research is to study the strategies of architectural residence design with low energy consumption in Songkhla Province and to conduct an approach to the problems by using natural and active system which consumes the least energy.

The findings indicate that the main problems of the thermal comfort to the excess of the comfort zone derive from high temperature and humidity in Songkhla. To the extent of this issue, micro-climate is an approach that is analyzed in order to reduce the temperature and humidity, as well as to facilitate the solution. Furthermore, the building configuration, envelope components and appropriate systems for reducing the temperature and humidity inside the building are analyzed.

According to the findings, the procedure of micro-climate can greatly help reduce 3°C of temperature in that area. Using trees and plants in various forms is especially effective. For example: shades can decrease high temperature and heat reflex, control

wind direction and excellently refresh the surrounding. The importance of plants and building design can easily provide the residences with thermal comfort.

It is necessary to consider that building configuration for solving the two problems is related to wind current which helps hot air ventilation. If the residences are located to receive the wind from the west and the south-west and from the east in the uncomfot zone in April and June, most area of the building will confront direct sunlight. This will conduct too much heat. Building orientation must be comparable with direction of wind in order to receive the most wind. At the same time the reduction of the sunlight area, sun protection equipment, and shades of trees and plants should be concurrently considered.

To solve the high temperature problem, supporting system is suggested by installing the earth tube under the ground. This enables to get the wind cooler when passing through the tube and before reaching the building. In addition, using some materials to absorb humidity from the air before flowing into the building and stack effect technique enable to ventilate the heat from the residences.

In conclusion the findings of this research indicate that location which perfectly facilitates micro climate and careful thought of building design and thermal comfort will create comfort zone to the residences all year round without any air-conditioners. Otherwise, there will be only little expenditure for an electric fan in case of imperfect location for problem solving.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษามาโดยตลอดจาก ศ.ดร.ตรีใจ บุรณสมภพ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ. ปรีชญา รังสิรักษ์และ อาจารย์ชัชยุทธ ศรีเผด็จ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำปรึกษา

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่ให้การสนับสนุน และกำลังใจที่ดีต่อผู้ทำวิจัยจนสำเร็จ ลุล่วงลงได้ด้วยดี

ขอบคุณ น้องๆ ทุกคนผู้ช่วยเหลือด้านรูปแบบงานสถาปัตยกรรมและงานเอกสารการพิมพ์ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

สุรพงษ์ ถาวโรจน์



# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญรูป.....	X
สารบัญตาราง.....	XV
คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	XVII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	10
1.2 สมมุติฐานของการวิจัย.....	10
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	10
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา.....	10
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	11
1.6 แนวทางการดำเนินการวิจัย.....	11
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.1 การออกแบบบ้านพักอาศัยพื้นฐานเพื่อให้เกิดสภาวะสบาย.....	13
2.1.1 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับการกำหนดพื้นที่ใช้สอย.....	13
2.1.2 อิทธิพลทางธรรมชาติที่มีผลต่อการออกแบบ.....	17
2.2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสบาย.....	21
2.2.1 เขตสภาวะสบาย(Thermal Comfort Zone) .....	21
2.2.2 ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indices) .....	23
2.2.3 ดัชนีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย.....	25
2.3 อุณหภูมิสมประสงค์แท้ (CET) .....	27
2.4 ลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น.....	30
บทที่ 3 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	32
3.1 สภาพทั่วไปของจังหวัดสงขลา.....	32
3.1.1 สภาพภูมิประเทศ.....	32
3.1.2 ลักษณะทางธรณีวิทยา.....	33
3.2 สภาพเศรษฐกิจ สังคม ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม.....	38
3.2.1 ประชากร.....	38
3.2.2 การปกครอง.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.3 การศึกษา.....	38
3.2.4 ศาสนา.....	39
3.2.5 การสาธารณสุขปโภค.....	39
3.2.6 ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม.....	39
3.3 สภาพภูมิอากาศ.....	40
3.3.1 ฤดูกาล.....	40
3.3.2 อุณหภูมิ.....	40
3.3.3 ความชื้นสัมพัทธ์.....	42
3.3.4 ลม.....	42
3.3.5 ปริมาณน้ำฝน.....	45
3.3.6 ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า.....	45
3.3.7 แสงแดด.....	45
3.3.8 ทางเดินดวงอาทิตย์.....	47
3.4 สภาพภูมิอากาศกับมาตรฐานสภาวะสบาย.....	48
3.4.1 เขตสภาวะสบายในจังหวัดสงขลา.....	49
3.4.2 สภาวะสบายของจังหวัดสงขลา.....	50
3.5 รายละเอียดรูปแบบอาคารพักอาศัยโดยทั่วไปในจังหวัดสงขลา.....	53
3.5.1 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านความร้อน (U).....	54
3.5.2 พฤติกรรมผู้ใช้อาคาร.....	58
บทที่ 4 การศึกษาและการกำหนดขั้นตอนในการออกแบบ.....	61
4.1 การออกแบบโดยวิธีธรรมชาติ.....	62
4.1.1 หลักการออกแบบ.....	62
4.1.2 การออกแบบโดยใช้เทคนิคอาคาร.....	63
บทที่ 5 แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ เพื่อแก้ปัญหาด้านสภาวะสบาย.....	71
5.1 การพิจารณาสภาพที่ตั้ง.....	71
5.1.1 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่.....	71
5.1.2 สภาพพื้นผิวของที่ตั้ง.....	75
5.1.3 พืชพรรณ.....	78
5.1.4 การกีดขวางทางลม.....	88
5.2 การกำหนดทิศทางของอาคารและตำแหน่งพื้นที่ใช้สอย.....	92
5.2.1 ทิศทางอาคาร.....	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และก๊อปปี้หรืออ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.2 รูปร่างอาคาร.....	96
5.3 การวิเคราะห์ระบบเปลือกอาคาร.....	98
5.3.1 หลังคา.....	98
5.3.2 ผนัง.....	102
5.3.3 ช่องเปิด.....	113
5.3.4 อุปกรณ์กันแดด.....	129
5.4 การเลือกระบบช่วยในการปรับสภาวะสบาย.....	151
5.4.1 ระบบที่เหมาะสมในจังหวัดสงขลา.....	151
5.4.2 การใช้ท่อใต้ดินส่งลมเย็น.....	151
5.4.3 การลดความชื้นของอากาศ.....	153
5.4.4 การระบายอากาศทางปล่อง.....	154
บทที่ 6 การนำเสนอรูปแบบอาคารตัวอย่าง.....	155
6.1 ที่ตั้งโครงการ.....	155
6.1.1 การเลือกที่ตั้งโครงการ.....	155
6.1.2 สภาพที่ตั้งโครงการ.....	155
6.2 การกำหนดรูปร่างและการวางทิศทางของอาคาร.....	160
6.2.1 รูปร่างอาคาร.....	160
6.2.2 การวางทิศทางอาคาร.....	160
6.3 การเลือกกรอบอาคาร.....	161
6.3.1 หลังคา.....	161
6.3.2 ผนัง.....	164
6.3.3 ช่องเปิดและการป้องกันแดด.....	165
6.4 การตรวจสอบสภาวะสบายทางอุณหภูมิ.....	177
6.4.1 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านความร้อน.....	180
6.4.2 การตรวจสอบการรับความร้อน.....	184
6.5 การนำเสนอรูปแบบทางสถาปัตยกรรม.....	188
บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	194
7.1 สรุปแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ.....	194
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	196
บรรณานุกรม.....	197

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	200
ภาคผนวก ก.....	201
ภาคผนวก ข.....	211
ภาคผนวก ค.....	223
ประวัติผู้เขียน.....	234



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แผนภูมิไบโอไคลเมติก ของสภาพอากาศในจังหวัดสงขลา.....	2
1.2 แสดงผลสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	3
1.3 แสดงผลสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศ.....	4
1.4 แสดงความคิดเห็นความต้องการติดตั้งและเพิ่มเติมเครื่องปรับอากาศ.....	9
2.1 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิความชื้น แรงแลม แสงแดด ที่ทำให้เกิดสภาวะสบาย ( Bioclimatic Chart ) .....	21
2.2 Psychrometric Chart.....	28
2.3 Effective Temperature Nomogram.....	29
3.1 แผนที่ประเทศไทยแสดงตำแหน่งจังหวัดสงขลา.....	34
3.2 แผนที่ภาคใต้แสดงที่ตั้งและเขตติดต่อจังหวัดสงขลา.....	35
3.3 แผนที่แสดงภูมิประเทศของจังหวัดสงขลา.....	36
3.4 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.....	37
3.5 แผนที่แสดงฤดูกาลและทิศทางลมมรสุมของภาคใต้.....	41
3.6 แสดงสภาพลมของจังหวัดสงขลา.....	45
3.7 แสดงทางเดินดวงอาทิตย์ ละติจูดที่ 8° เหนือ .....	47
3.8 แสดงสภาวะสบายในแต่ละเดือนของจังหวัดสงขลา.....	51
3.9 แสดงค่า CET ในแต่ละเวลาของทุกเดือน.....	53
3.10 แสดงโครงสร้างเสาคอนกรีต.....	54
3.11 แสดงโครงสร้างคานคอนกรีต.....	55
3.12 แสดงโครงสร้างผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน.....	56
3.13 แสดงลักษณะกระฉก.....	56
3.14 แสดงโครงสร้างผนังไม้อัด(ประตู).....	57
3.15 แสดงโครงสร้างหลังคากระเบื้องใยหิน.....	58
4.1 การปรับอากาศภายในอาคารโดยวิธีธรรมชาติสำหรับประเทศไทย.....	62
4.2 Evaporative Cooling.....	64
4.3 Desiccant Cooling.....	65
4.4 Water Tricking On Roof System .....	66
4.5 Roof Pound System .....	66
4.6 Earth In Tegrated Building.....	67
4.7 Cooled Pipe System.....	68
4.8 Stack Effect Ventilation.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 แสดงกลุ่มพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศใกล้เคียงกัน.....	72
5.2 สภาพที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเล.....	73
5.3 สภาพที่ตั้งเชิงเขา.....	74
5.4 แสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนของพื้นอาคารสู่ดิน.....	75
5.5 Ground Covering.....	76
5.6 ลักษณะรูปทรงต้นไม้.....	79
5.7 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์กับเงาที่เกิดขึ้น.....	80
5.8 แสดงเงาที่เกิดจากต้นไม้.....	81
5.9 แสดงช่วงเวลากันแดดให้อาคาร.....	83
5.10 การใช้ต้นไม้ช่วยกันแดดให้อาคาร.....	83
5.11 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ ( Azimuth ) ในเดือนต่างๆ .....	85
5.12 แสดงตำแหน่งต้นไม้ให้ร่มเงาแก่อาคาร.....	86
5.13 ลักษณะต้นไม้ทรงพุ่มต่ำและทรงพุ่มสูง.....	87
5.14 แสดงอัตราแรงลมที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพพื้นที่.....	88
5.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมเมื่อมีสิ่งกีดขวาง.....	89
5.16 แสดงพื้นที่อับลมหลังสิ่งก่อสร้าง.....	90
5.17 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงอาคาร , ระยะจากรั้ว – กำแพง และความเร็วลมที่พัดผ่านเข้าอาคาร.....	91
5.18 แสดงทิศทางที่ลมพัดเข้าหาอาคาร.....	92
5.19 แสดงการวางอาคารกับทิศทางลมประจำ.....	93
5.20 แสดงการวางอาคารให้ได้รับผลกระทบจากแสงแดดน้อยที่สุด.....	94
5.21 การวิเคราะห์แนวอาคารกับทิศทางลมและแสงแดด.....	95
5.22 รูปร่างอาคาร.....	97
5.23 ลักษณะหลังคาประเภทต่างๆ.....	99
5.24 แสดงการติดตั้งวัสดุป้องกันรังสีความร้อน.....	101
5.25 ผนังคอนกรีตบล็อกหรือผนังก่ออิฐที่มีระบบป้องกันรังสีความร้อน.....	103
5.26 แผนภูมิแสดงอัตราความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร เปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐ 14 นิ้วทั่วไปกับมีฉนวนกันความร้อน.....	104
5.27 บล็อกผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกกับผนังโครงคร่าวยิบซั่ม.....	111
5.28 การประยุกต์ใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกในรูปแบบต่างๆ.....	112
5.29 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอัตราความร้อนผ่านผนังที่บ.....	112
5.30 แสดงความกดอากาศที่เกิดจากแรงลมปะทะ.....	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.31 ตัวอย่างการเปิดทางเข้าอากาศด้านที่มีความกดสูง และทางออกของอากาศทางด้านความกดต่ำ.....	115
5.32 แสดงกระแสลมและความกดอากาศกับอาคาร.....	116
5.33 แสดงอัตราความเร็วลมกับขนาดของช่องเปิด.....	117
5.34 ลักษณะของผนังกับแนวการไหลของอากาศ.....	118
5.35 แสดงแนวกระแสลมกับตำแหน่งช่องเปิด.....	119
5.36 แสดงลักษณะและตำแหน่งของช่องเปิดกับทิศทางการไหลของอากาศ.....	120
5.37 แสดงลักษณะชายคาและช่องเปิดกับการไหลของอากาศ.....	121
5.38 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจากแรงลอยตัว.....	122
5.39 แสดงตำแหน่งและความสูงของต้นไม้กับทิศทางการไหลของอากาศ.....	123
5.40 แสดงสภาวะสบายที่เกิดจากกระแสลม.....	126
5.41 แสดงอัตราปริมาณความร้อนที่ไหลผ่านเข้าในอาคาร.....	129
5.42 แสดงมุมต่างๆที่เกิดจากดวงอาทิตย์กับพื้นโลก.....	131
5.43 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ Solstice และ Equinox.....	132
5.44 ตารางโคจร Sol diagram.....	133
5.45 Solar Ray Cones ของจุดโคจรทางสุด.....	134
5.46 ส่วนโค้งครึ่งวงกลมของ Sky Vault กับตำแหน่ง ทางโคจรของดวงอาทิตย์.....	134
5.47 ตารางโคจรที่พล็อตลงบนระนาบขอบฟ้า.....	135
5.48 ตารางโคจรที่พล็อตลงบนระนาบขอบฟ้า ละติจูดที่ $8^{\circ}$ เหนือ.....	135
5.49 แผ่นตารางโคจรของดวงอาทิตย์ (Sun Chart).....	137
5.50 แผ่นใส่ทับบน (Overlay) และแผ่นกำหนดหมุน (Cursor).....	138
5.51 Sunmachine Type.....	139
5.52 Thermoheliodon.....	140
5.53 เครื่องวัดแดด (Sun Dial).....	141
5.54 เครื่องวัดเงา (Shade Dial).....	141
5.55 แสดงการวางอาคารกับทิศทางค่ามุมดวงอาทิตย์เพื่อออกแบบอุปกรณ์กันแดด.....	142
5.56 การป้องกันแดดให้ผนังทิศเหนือ.....	144
5.57 การป้องกันแดดให้ผนังทิศใต้.....	146
5.58 การป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันออก.....	148
5.59 การป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันตก.....	150
5.60 แสดงอุณหภูมิดินและผิวดินแห่งเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ.....	151

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.61 แสดงตัวอย่างระบบท่อส่งลมเย็น.....	152
5.62 แสดงตัวอย่างระบบท่อส่งลมเย็น.....	152
5.63 แสดงตัวอย่างระบบดูดความชื้น.....	153
6.1 ที่ตั้งโครงการตัวอย่าง.....	155
6.2 สภาพที่ตั้งโครงการตัวอย่าง.....	156
6.3 ภาพถ่ายถนนทางเข้าโครงการ.....	156
6.4 ภาพถ่ายทางเข้าโครงการ.....	157
6.5 ภาพถ่ายถนนหน้าโครงการ.....	157
6.6 ภาพถ่ายภายในโครงการ.....	157
6.7 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศเหนือ.....	158
6.8 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศใต้.....	158
6.9 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศตะวันออก.....	159
6.10 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศตะวันตก.....	159
6.11 แสดง Form อาคาร.....	160
6.12 แสดงการวางอาคาร (Orientation).....	160
6.13 แสดงลักษณะหลังคาที่เลือกใช้.....	161
6.14 แสดงการระบายอากาศทางปล่องหลังคา.....	162
6.15 แสดงการป้องกันความร้อนจากหลังคา.....	163
6.16 แสดงรูปตัดอาคารตัวอย่าง.....	164
6.17 แสดงแนวทิศทางลมที่พัดผ่านอาคารแบบ Crossventilation.....	165
6.18 แสดงระบบท่อส่งลมเย็น และปอดูดความชื้น.....	166
6.19 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงทางลมเข้าท่อส่งลมเย็น.....	167
6.20 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงปอดูดความชื้น.....	168
6.21 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงท่อส่งลมฝั่งใต้พื้นโรงรถ หลังจากผ่านการดูดความชื้นแล้ว.....	169
6.22 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศที่ปลายท่อส่งลมเย็น.....	169
6.23 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงท่อส่งลมเย็นชั้นบน.....	170
6.24 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศที่ปลายท่อส่งลมเย็นในห้องนอน.....	170
6.25 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศเหนือ.....	171
6.26 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศใต้.....	173
6.27 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันออก.....	174
6.28 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันตก.....	176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.29 แสดงโครงสร้างเสาคอนกรีต.....	180
6.30 แสดงโครงสร้างคานคอนกรีต.....	181
6.31 แสดงโครงสร้างผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน ภายในบุโพลีเอทิลีนเทนโฟม.....	181
6.32 แสดงลักษณะกระจกใส.....	182
6.33 แสดงโครงสร้างผนังไม้อัด (ประตู).....	183
6.34 แสดงหลังคากระเบื้องใยหิน.....	183
6.35 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นล่าง.....	188
6.36 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นบน.....	189
6.37 แสดงรูปด้านหน้า และด้านหลัง.....	190
6.38 แสดงรูปด้านข้าง.....	191
6.39 แสดงรูปตัด.....	192
6.40 แสดงภาพหุ่นจำลอง.....	193
6.41 แสดงภาพถ่ายทัศนียภาพ.....	193

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 Final Energy Consumption By Sources .....	6
1.2 Percent Of Final Energy Consumption By Sources.....	7
1.3 Final Energy Consumption By Economic Sectors.....	8
2.1 แสดงผลสรุปช่วงขององค์ประกอบที่ดัชนีแต่ละตัวครอบคลุม.....	26
2.2 ข้อมูลสภาพอากาศในช่วงพศ. 2504-2533 .....	27
3.1 แสดงสถิติอุณหภูมิในจังหวัดสงขลา.....	42
3.2 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์ในจังหวัดสงขลา.....	43
3.3 แสดงสถิติความเร็วและทิศทางลมในจังหวัดสงขลา.....	43
3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ทิศทางลมแต่ละเดือนในจังหวัดสงขลา.....	44
3.5 แสดงสถิติน้ำฝนในจังหวัดสงขลา.....	46
3.6 แสดงปริมาณเมฆบนท้องฟ้า.....	46
3.7 แสดงปริมาณแสงแดด.....	46
3.8 แสดงมุม Altitude และ Azimuth ในจังหวัดสงขลา.....	48
3.9 แสดงระยะของเขตสบาย.....	49
3.10 แสดงเขตภาวะสบายของประเทศใกล้เคียง.....	50
3.11 แสดงค่า CET ในแต่ละเดือน.....	50
3.12 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมงของแต่ละเดือนในจังหวัดสงขลา.....	52
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ตามวิธีของ Mahoney.....	63
4.2 สรุปขั้นตอนการออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานต่ำ.....	70
5.1 ความสามารถในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของวัสดุ.....	77
5.2 ค่า Altitude และ Azimuth ในจังหวัดสงขลา.....	80
5.3 อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดเฉลี่ยรายวัน.....	84
5.4 ผลกระทบจากตำแหน่งหน้าต่างกับทิศทางลม.....	96
5.5 ประสิทธิภาพของหลังคาในการช่วยป้องกันความร้อน.....	100
5.6 เปรียบเทียบรูปแบบต่างๆของผนังแสดงค่าความต้านทาน ความร้อนรวมและค่าการนำความร้อน.....	105
5.7 แสดงปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ควรเปลี่ยนในบ้านพักอาศัย.....	113
5.8 ค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ของผนังทิศเหนือ.....	143
5.9 ค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ของผนังทิศใต้.....	145
5.10 ค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ของผนังทิศตะวันออก.....	147
5.11 ค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ของผนังทิศตะวันตก.....	149
6.1 แสดงค่า CET ราย 2 ชม.ของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°C.....	177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.2 แสดงค่า CET ราย 2 ชม.ของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°C อัตราแรงลม 30m /m.....	178
6.3 แสดงค่า CET ราย 2 ชม.ของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°C อัตราแรงลม 60m /m.....	178
6.4 แสดงค่า CET ราย 2 ชม.ของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°C อัตราแรงลม 90m /m.....	179
6.5 แสดงค่า CET ราย 2 ชม.ของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°C อัตราแรงลม 120m /m.....	179
6.6 แสดงค่าการคำนวณภาวะความเย็นในห้องนอน 1.....	185
6.7 แสดงค่าการคำนวณภาวะความเย็นในห้องนอน 2.....	186
6.8 แสดงค่าการคำนวณภาวะความเย็นในห้องรับแขก ,อาหาร ,เตรียมอาหาร.....	187



# คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

Thermal Comfort	สภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ
Comfort Zone	เขตสภาวะสบาย , เขตสบาย , ช่วงที่รู้สึกสบาย
Passive System	ระบบสร้างสภาวะสบายโดยวิธีธรรมชาติ
Active System	ระบบสร้างสภาวะสบายโดยวิธีกล
CET	Corrected Effective Temperature อุณหภูมิสมประสงต์ เป็นมาตรฐานความสบาย ที่วัดค่าความสบายเป็นตัวเลขที่คำนวณจากอุณหภูมิ, ความชื้น, ความเร็วลม และรังสีดวงอาทิตย์
DBT	Dry Bulb Temperature อุณหภูมิกระเปาะแห้ง
WBT	Wet Bulb Temperature อุณหภูมิกระเปาะเปียก
RH	Relative Humidity ความชื้นสัมพัทธ์
EIFS	Exterior Insulation And Finish System ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก
Azimuth Angle	มุมตามแนวระดับที่ดวงอาทิตย์กระทำกับทิศเหนือหรือใต้
Profile Angle	มุมตัด คือมุมที่ระดับของดวงอาทิตย์กระทำในระนาบที่ตั้งฉากกับผนังของอาคาร
Normal To Window	เส้นสมมุติที่ลากตั้งฉากกับผนังของอาคาร
Micro Climate	สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ บริเวณอาคาร

# บทที่ 1

## บทนำ

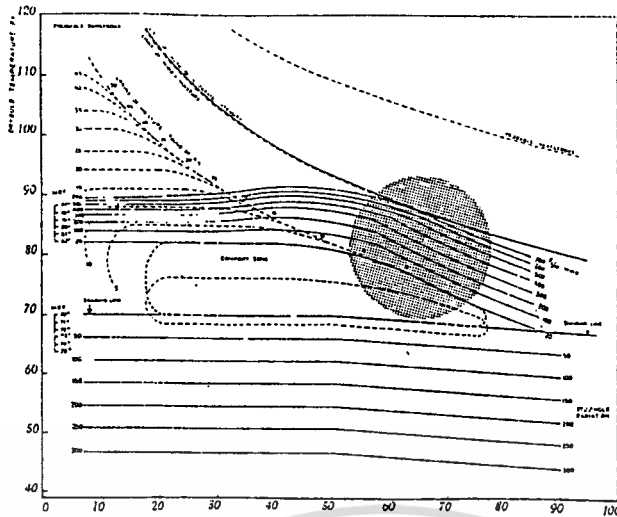
### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อิทธิพลสำคัญที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบอาคารให้เหมาะสมก็คือสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ การพิจารณาสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศของท้องถิ่นจึงมีความจำเป็นต่อการออกแบบ อาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารขนาดเล็ก ซึ่งเปลือกอาคารไม่ว่าจะเป็นผนังโดยรอบหลังคาหรือแม้แต่การ กำหนดตำแหน่งช่องเปิดปิด ล้วนมีผลต่อสภาวะสบาย (Comfort Zone) ของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร นั้นๆ ทั้งสิ้น

ภาคใต้ของประเทศไทยมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (Hot Humid Climate) อุณหภูมิเฉลี่ย ก่อนข้างสูง มีฝนตกชุก ความชื้นสูงมาก มีความแตกต่างในฤดูกาลน้อย ไม่มีฤดูหนาวอากาศค่อนข้าง ร้อนมากในฤดูร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านสองช่วงคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ในระยะช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของ อากาศน้อย และมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพัดมา จากทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุก ภาคของประเทศอากาศในระยะนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนั้นยังมีกระแสนมพัดจากทะเลจีน ใต้เข้าสู่อ่าวไทย ทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็น ช่วงฤดูร้อน

... การออกแบบอาคารในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้น จำเป็นต้องศึกษาให้ละเอียดลงไปว่า ภูมิ อากาศแบบนั้นอะไรที่จะเป็นเครื่องเอื้ออำนวยหรือเป็นประโยชน์ในเชิงประหยัดพลังงาน(Assets) และอะไรที่เป็นปัญหาต่อการประหยัดพลังงาน (Liabilities) ถ้ามองทางด้านภูมิอากาศจะเห็นว่าส่วน ที่จะเอื้ออำนวยประโยชน์จากภูมิอากาศของประเทศไทยก็คือ การที่อุณหภูมิไม่รุนแรงเท่าอุณหภูมิ ในแถบอื่นๆ ของโลกกับทั้งยังมีมประจำอันเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ ถ้ามอง ในแง่ของปัญหา ของภูมิอากาศแบบนี้ก็จะเห็นว่าปัญหาสำคัญที่สุดก็คือ ความร้อนจากแสงแดดและ ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินเขตของสภาวะสบาย (Comfort Zone) ซึ่งในการออกแบบสถาปัตยกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงการแก้ปัญหาจากสิ่งเหล่านี้ด้วย

(สุนทร บุญญาธิการ.2537)



รูปที่ 1.1 แผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ของสภาพอากาศในจังหวัดสงขลา  
ที่มา : สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี 2504-2533 ของกรมอุตุนิยมวิทยาสงขลา

จาก แผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ของจังหวัดสงขลา (รูปที่ 1.1) ซึ่งให้เห็นว่า สภาพภูมิอากาศโดยรวมของจังหวัดสงขลาส่วนใหญ่ไม่อยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone) ปัญหาส่วนใหญ่เป็นเพราะค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูงมาก นั่นก็หมายความว่าหากปริมาณไอน้ำมีอยู่มากในอากาศ ร่างกายก็ไม่สามารถระบายความร้อนด้วยการระเหยของเหงื่อได้ เราจึงรู้สึกไม่สบายตัว

ตัวแปรสำคัญที่จะช่วยให้รู้สึกสบายขึ้น ก็คือการเคลื่อนไหวของอากาศ หรือกระแสลม ซึ่งจะสามารถช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นลง ทำให้ปัญหาที่เกิดเพราะอุณหภูมิสูงและความชื้นสูงบรรเทา  
ลงได้

ริชาร์ด สไตน์ (Richard Stein) สถาปนิกชั้นนำคนหนึ่งของอเมริกากล่าวว่า "เราควรมองดูปริมาณการใช้พลังงานในการก่อสร้างการใช้สอย การบำรุงรักษาและการรีดถอนอย่างระมัดระวัง อุปกรณ์อำนวยความสะดวกสบายทางด้านเทคนิค ซึ่งขัดแย้งกับสภาพสามัญสำนึกในการให้ความสนใจในเรื่องที่ตั้ง ทิศทางอาคาร ระบบวงจรของดวงอาทิตย์ ทิศทางลม และการรู้จักใช้ต้นไม้" (ตรึงใจ บุรณสมภพ.2528:187)

ในภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนนั้น การแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดสภาวะสบาย (Comfort Zone) ก็คือการลดอุณหภูมิภายในอาคารลงให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ที่นิยมกันอย่างแพร่หลายก็คือการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้ต่ำลงหรือสูงขึ้น สามารถปรับปริมาณความชื้นได้ตามความต้องการอากาศภายในอาคารไม่ต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอก เพียงแต่การใช้เครื่องปรับอากาศแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมินั้น ต้องสิ้นเปลืองพลังงาน

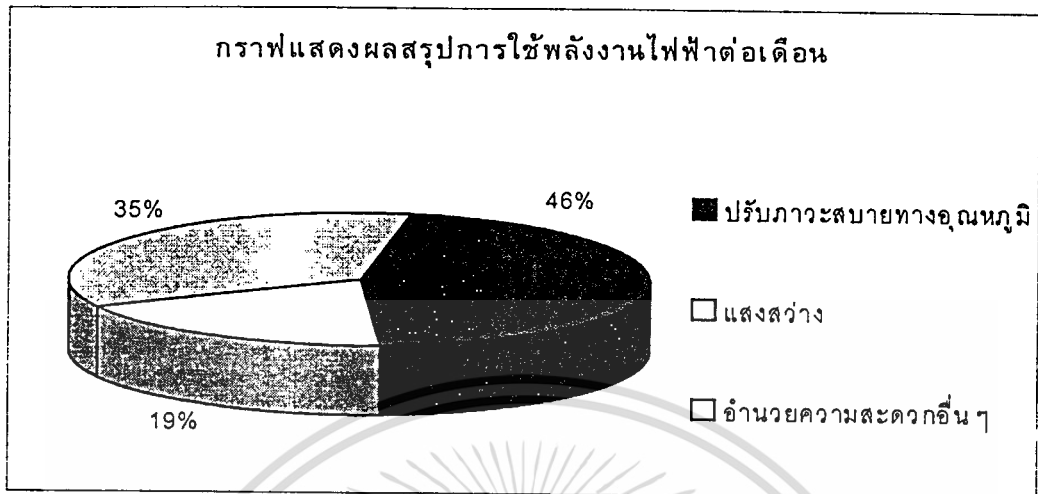
ไฟฟ้ามาก ผลจากการสำรวจบ้านเดี่ยวพักอาศัยจำนวน 200 หลังในจังหวัดสงขลาเพื่อใช้ประกอบ

การเสนอนิเวศนิพนธ์ฉบับนี้แสดงให้เห็นว่า บ้านพักอาศัยต้องใช้พลังงานสำหรับปรับภาวะสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

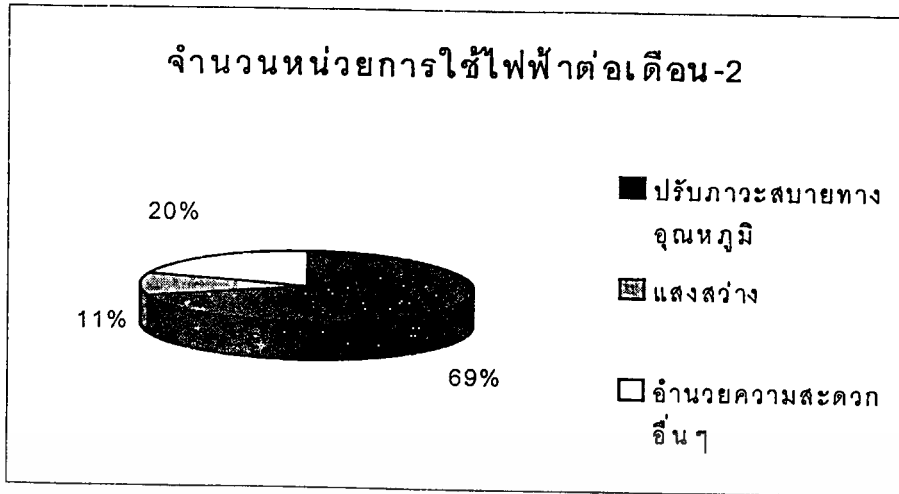
ทางอุณหภูมิสูงกว่า 46 องศาเซลเซียสของการใช้พลังงานทั้งหมดในอาคาร (รูปที่ 1.2) โดยใช้พัดลมและเครื่องปรับอากาศเป็นตัวปรับภาวะสบาย



รูปที่ 1.2 แสดงผลสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ยจากการสำรวจบ้านเดี่ยวพักอาศัยในจังหวัดสงขลา 200 หลัง

อย่างไรก็ตาม ตัวเลขจากภาพที่ 1.2 นั้นได้วิเคราะห์ให้เห็นภาพรวมทั่วไปในจังหวัดสงขลา โดยคิดเฉลี่ยจากอาคารทั้งหมดที่ได้สำรวจ ทำให้จำนวนหน่วยของการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศถูกเฉลี่ยให้กับอาคารส่วนมากกว่า ที่ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศด้วย ซึ่งหากวิเคราะห์เฉพาะอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศซึ่งมีจำนวน 25 % ของอาคารที่สำรวจทั้งหมด เพื่อให้เห็นตัวเลขจริงที่พลังงานถูกใช้ไปกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแล้วจะพบว่าอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับภาวะสบายสูงถึง 69.26 % (รูปที่ 1.3)

สาเหตุที่อาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศต้องสิ้นเปลืองพลังงานมากก็เพราะคุณสมบัติประการหนึ่งของเครื่องปรับอากาศก็คือต้องใช้กำลังไฟฟ้ามกกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีให้อิ้ออำนวยความสะดวกสบายภายในบ้านพักอาศัยในปัจจุบันนั่นเอง ซึ่งแน่นอนว่า หากจำนวนกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ามากเท่าไร ก็จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองมากเท่านั้น ยกตัวอย่าง เช่น<sup>5</sup> เครื่องปรับอากาศ 1 ตัน กำลังไฟฟ้า 1,330 วัตต์ เปิดวันละ 8 ชั่วโมง (คอมเพรสเซอร์ทำงาน 5 ชั่วโมง) จะต้องเสียค่าไฟฟ้า 305 บาทต่อเดือน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับพัดลมติดเพดานขนาด 48 นิ้วกำลังไฟฟ้า 104 วัตต์แล้วแต่ละเดือนจะเสียค่าพลังงานไฟฟ้าจากการเปิดพัดลมวันละ 5 ชั่วโมงเพียง 18 บาทเท่านั้น



รูปที่ 1.3 แสดงผลสรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จำนวน 50 หลัง

จากตัวอย่างการคำนวณค่าไฟฟ้า ทำให้ทราบว่าตัวแปรที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายมากขึ้นหรือน้อยลงก็คือขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และจำนวนเวลาที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ซึ่งก็แน่นอนว่าขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นเราไม่สามารถกำหนดเองได้ เป็นคุณสมบัติเฉพาะเครื่องตัวของเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้น กระทำได้ดีที่สุดก็เพียงการพิจารณาเลือกซื้อให้เหมาะสมเท่านั้น แต่ตัวแปรสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ จำนวนเวลาที่ใช้งานนั้นเราสามารถควบคุมได้ ยิ่งเปิดใช้งานน้อยเท่าไร การใช้เครื่องปรับอากาศลงได้อย่างไรโดยที่ภายในอาคารมีสภาวะอากาศอยู่ในเกณฑ์สบายตลอดเวลา

การแก้ปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ปรับอากาศภายในอาคารนั้น สามารถดำเนินการได้พร้อมกับการออกแบบอาคารเลยทีเดียว นอกเหนือไปจากทำให้บ้านมีประโยชน์ใช้สอยสะดวก สบายแข็งแรง และสวยงามซึ่งเป็นการออกแบบโดยทั่วไปแล้ว

### สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย

เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าปัจจุบันนี้ สถานการณ์พลังงานกำลังเดินทางไปสู่จุดวิกฤติการขาดแคลนพลังงานในอนาคตอันใกล้ซึ่งจะต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอนหลายประเทศพยายามหาแหล่งพลังงานใหม่มาทดแทนพลังงานที่กำลังจะหมดไป ควบคู่ไปกับการสร้างมาตรการต่าง ๆ เพื่อที่จะสงวนพลังงานที่มีอยู่ให้สามารถใช้ไปให้นานที่สุด ในขณะที่เดียวกันความต้องการใช้พลังงานเพื่อพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ก็กลับมีมากขึ้นไปเรื่อยๆ

ในปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยได้จัดหาพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศรวมทั้งสิ้น 52,535 พันตันน้ำมันดิบ ซึ่งเพิ่มจาก ปี พ.ศ. 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 8.6 พลังงานที่จัดหามาทั้งผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งในส่วนของรัฐต้องจ่ายไปเพื่อการนำเข้าจากต่างประเทศนั้น เป็นจำนวน 22,279 พันตันน้ำมันดิบ เพิ่มจากปี พ.ศ. 2534 ร้อยละ 15.1 คิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 83,361.7 ล้านบาท (วารสารข่าวสารประหยัดพลังงาน.2536:3) ซึ่งนับเป็นมูลค่ามหาศาลทีเดียว

ในส่วนของความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ ในปี พ.ศ. 2535 นั้น มีจำนวนการใช้รวมทั้งสิ้น 35,104 พันตันน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2534 ร้อยละ 8.3 โดยที่มีความต้องการใช้น้ำมันสำเร็จรูปสัดส่วนมากที่สุดคือ ร้อยละ 54.3 ของความต้องการใช้พลังงานรวม และความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า 4,201 พันตันน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2534 ร้อยละ 13.6 และมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 12.0 ของความต้องการใช้พลังงานรวม (ดูตารางที่ 1.1 และ 1.2) โดยที่ความต้องการใช้พลังงานในส่วนอาคารพักอาศัยและพาณิชยกรรม มีความต้องการเพิ่มขึ้น 28.6 % (ตารางที่ 1.3)

จากรายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศ ปี พ.ศ.2535 ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ซึ่งให้เห็นว่าความต้องการพลังงานเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้นมีความต้องการในอัตราที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากน้ำมันและไฟฟ้า การแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคตไว้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการปลูกสำนึกให้ประชาชนในชาติเป็นคุณค่าของการอนุรักษ์หรือการประหยัดพลังงานรวมไปทั้งมีการตราพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ขึ้นเพื่อกำหนดแนวทางหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการให้การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ

ในส่วนของอาคารพักอาศัยนั้นปัญหาหลักของการใช้พลังงานก็คือ การช่วยปรับอากาศและแสงสว่างให้อยู่ในระดับสบาย แต่ไม่ได้รับการแก้ปัญหาพร้อมกับการออกแบบอาคาร มักจะแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ นั่นคือ เมื่อร้อนก็ติดเครื่องปรับอากาศแทนที่จะแก้ปัญหาไม่ให้ร้อนหรือร้อนน้อยที่สุดมาแต่ต้น ซึ่งอาจเพราะอิทธิพลจากรูปแบบของอาคารที่มีหลากหลายตามสมัยนิยม บางครั้งก็ไม่ได้คำนึงถึงความสอดคล้องกับสภาพลมฟ้าอากาศในประเทศจึงต้องแก้ปัญหากันในภายหลังจนเป็นสาเหตุให้เกิดการไม่ประหยัดพลังงานในอาคารขึ้น

ตารางที่ 1.1 Final Energy Consumption by Sources

SOURCES	1988	1989	1990	1991	1992
MODERN ENERGY	16,023	18,995	21,684	23,198	25,417
COAL & COKE	808	1,082	1,344	1,559	1,713
- STEAM COAL	185	237	120	192	16
- ANTHRACITE	5	5	10	14	14
- COKE	50	55	60	56	48
- OTHER COAL		3	28	69	277
- LIGNITE	568	782	1,126	1,228	1,358
PETROLEUM PRODUCTS	12,747	15,001	16,809	17,581	19,062
- LPG	899	1,009	1,098	1,184	1,321
- PRE-GASOLING	968	1,142	1,304	1,409	1,657
- REG-GASOLINE	1,209	1,337	1,442	1,495	1,576
- JET FUEL	1,500	1,774	1,931	2,083	2,182
- KEROSENE	103	98	101	92	93
- HSD	6,130	7,219	8,213	8,413	8,741
- LSD	84	111	101	121	137
- FUEL OIL	1,854	2,311	2,619	2,784	3,355
NATURAL GAS	60	114	264	360	441
ELECTRICITY	2,408	2,798	3,267	3,698	4,201
RENEWABLE ENERGY	7,726	8,804	8,958	9,209	6,987
FUEL WOOD	3,161	3,278	3,426	3,246	3,555
CHARCOAL	2,782	2,997	3,253	3,409	3,705
PADDY HUSK	499	640	564	406	567
BAGASSE	1,284	1,889	1,715	1,968	1,860
TOTAL	23,749	27,799	30,642	32,407	35,104

ที่มา ; กรมการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, "สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2535",  
ข่าวสารประหยัดพลังงาน ปีที่ 11 ฉบับที่ 3, (ธันวาคม 2536), หน้า 6 - 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 Percent of Final Energy Consumption by sources

SOURCES	1988	1989	1990	1991	1992
MODERN ENERGY	67.5	68.3	70.8	71.6	72.4
COAL & COKE	3.4	3.9	4.4	4.8	4.9
- STEAM COAL	0.8	0.9	0.4	0.6	0.1
- COKE	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
- OTHER COAL			0.1	0.2	0.8
- LIGNITE	2.4	2.8	3.7	3.6	3.9
PETROLEUM PRODUCTS	53.7	53.9	54.8	54.3	54.3
- LPG	3.8	3.6	3.6	3.7	3.8
- PRE-GASOLING	4.1	4.1	4.3	4.3	4.7
- REG-GASOLINE	5.1	4.8	4.7	4.6	4.5
- JET FUEL	6.3	6.4	6.3	6.4	6.2
- KEROSENE	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
- HSD	25.8	26.0	26.8	26.0	24.9
- LSD	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
- FUEL OIL	7.8	8.3	8.5	8.6	9.5
NATURAL GAS	0.3	0.4	0.9	1.1	1.2
ELECTRICITY	10.1	10.1	10.7	11.4	12.0
RENEWABLE ENERGY	32.5	31.7	29.2	28.4	27.6
FUEL WOOD	13.3	11.8	11.2	10.6	10.1
CHARCOAL	11.7	10.8	10.6	10.5	10.6
PADDY HUSK	2.1	2.3	1.8	1.2	1.6
BAGASSE	5.4	6.8	5.6	6.1	5.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ที่มา ; กรมการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, "สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2535",  
ข่าวสารประหยัดพลังงาน ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 , (ธันวาคม 2536), หน้า 6 – 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 Final Energy Consumption by Economic Sectors

SOURCES	1988	1989	1990	1991	1992
AGRICULTURE	1,523	1,639	1,803	1,827	1,897
	6.4	5.9	5.9	5.6	5.4
MINING	49	56	58	53	42
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
MANUFACTURING	6,062	7,712	8,541	9,288	10,238
	25.5	27.7	27.8	28.7	29.2
CONSTRUCTION	99	109	147	194	220
	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
RES.AND COM.	7,496	8,114	8,725	9,135	10,054
	31.6	29.2	28.5	28.2	28.6
TRANSPORTATION	8,520	10,169	11,368	11,910	12,653
	35.9	36.6	37.1	36.7	36.1
TOTAL	23,749	27,799	30,642	32,407	35,104
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ที่มา ; กรมการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, "สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2535",  
ข่าวสารประหยัดพลังงาน ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 , (ธันวาคม 2536), หน้า 6 – 7

จากที่ได้กล่าวมาพอสรุปปัญหาออกได้ 2 ประเด็นใหญ่ ๆ คือ  
**ปัญหาด้านพลังงาน**

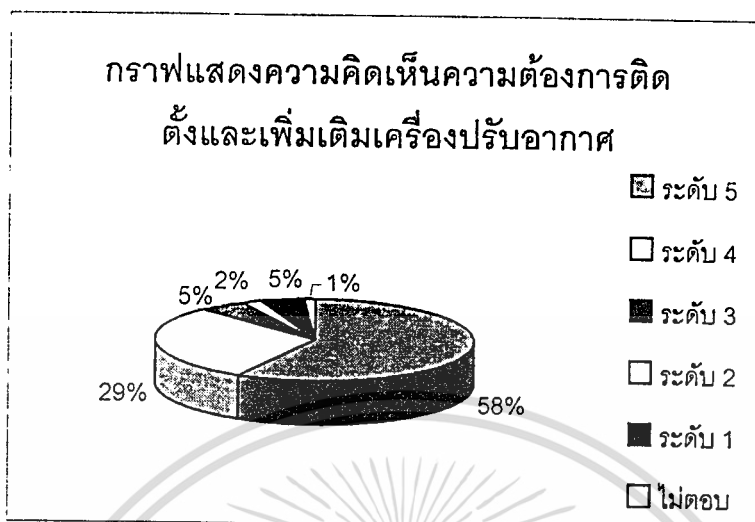
1. อาคารพักอาศัยจำเป็นต้องใช้พลังงานในการปรับภาวะสบายทั้งทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่าง แต่ยังคงขาดการพิจารณาที่เหมาะสม พลังงานที่ใช้ไปในบางส่วนสามารถลดปริมาณการใช้ลงได้ โดยเฉพาะ พลังงานที่ใช้ไปกับการปรับภาวะสบายด้านอุณหภูมิซึ่งเป็นส่วนที่อาคารใช้ไปมากที่สุด

จากการสำรวจบ้านเดี่ยวพักอาศัย จำนวน 200 หลังในจังหวัดสงขลา เพื่อใช้ประกอบการเสนอวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ผลสรุปอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

-มีอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจำนวน 50 หลังจากตัวอย่างสำรวจ 200 หลัง คิดเป็น 25 %

-จากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการเครื่องปรับอากาศทำให้ทราบว่าส่วนมากมีความต้องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคารของตนเพิ่มเติม (ตารางที่ 1.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 แสดงความคิดเห็นความต้องการติดตั้งและเพิ่มเติมเครื่องปรับอากาศ

- ในส่วนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแล้ว (จากการสำรวจ) มีจำนวน เครื่องปรับอากาศเฉลี่ย 1.22 เครื่องต่อหลัง
- ขนาดเครื่องปรับอากาศที่เลือกใช้ ส่วนมากใช้เครื่องขนาด 12,000 บีทียู
- เวลาที่เปิดใช้ประมาณ 11 – 15 ชั่วโมงต่อวัน
- ในแต่ละเดือนจะเปิดใช้ประมาณ 21 – 30 วัน
- ในแต่ละปีจะเปิดใช้ประมาณ 9 – 11 เดือน

ซึ่งผลที่ปรากฏจากการสำรวจก็คือ การใช้พลังงานทางด้านการปรับภาวะด้านอุณหภูมินี้ ยังเป็นการใช้พลังงานที่ฟุ่มเฟือย ขาดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานหากมีการพิจารณาที่เหมาะสมแล้ว น่าจะสามารถลดเวลาในการใช้งานของเครื่องปรับอากาศลงได้อันจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคารได้อย่างมาก

2. พลังงานที่ใช้ในอาคารเป็นส่วนหนึ่งของความต้องการใช้พลังงานของประเทศที่สามารถลดปริมาณลงได้หากมีการคิดแก้ปัญหาพร้อมกับการออกแบบอาคาร

3. สถานการณ์ด้านพลังงานของโลกเปลี่ยนไปกระแสการอนุรักษ์พลังงานกระจายไปในทุกสาขา แนวความคิดหรือปรัชญาในการออกแบบอาคารควรสอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อจะได้มีส่วนช่วยชลดพลังงานของโลกให้มีใช้ยาวนานขึ้น

## ปัญหาทางด้านสถาปัตยกรรม

1. อาคารพักอาศัยในปัจจุบัน มักแก้ปัญหาในการควบคุมภาวะสบาย ในภายหลังโดยใช้วิธีกล (Active System) ไม่ได้แก้ปัญหาพร้อมกับการออกแบบอาคาร ซึ่งในแง่เศรษฐกิจเจ้าของอาคารอาจมีปัญหามีปัญหาไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีกลเช่น ติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้ ทำให้อาคารนั้นขาดสภาวะสบายไป

2. รูปแบบอาคารตามสมัยนิยมหรือรสนิยมของเจ้าของอาคารรวมทั้งของสถาปนิกผู้ออกแบบอาจทำให้การออกแบบไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศภูมิประเทศ

การออกแบบอาคาร ในปัจจุบันน่าที่จะยึดถือความประหยัดอย่างสมเหตุสมผลเป็นสำคัญ คือ ประหยัดทั้งสิ่งที่ประกอบเป็นตัวอาคารและการใช้อาคารนั้น สิ่งทีประกอบเป็นตัวอาคารก็คือรูปแบบอาคารวัสดุและการก่อสร้าง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถ้าได้ทำขึ้นด้วยเทคนิควิทยาที่ถูกต้อง ก็จะประหยัดในการใช้อาคารไม่ให้เห็นเปลืองพลังงาน เช่น เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างและระบบปรับอากาศ เป็นต้น ถึงแม้ว่าการก่อสร้างเริ่มแรกอาจจะสิ้นเปลืองกว่าอาคารที่ไม่ได้คิดถึงการประหยัดพลังงานแต่ในระยะเข้าอยู่อาศัยก็จะประหยัดกว่า

### 1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่น่าเสนอ จะสามารถช่วยให้ภาวะความสบาย ขึ้นภายในอาคารได้ตลอดทั้งปี โดยที่เกิดการสูญเสียพลังงานสำหรับการปรับอากาศและแสงสว่างน้อยที่สุด อาคารที่ออกแบบตามแนวทางที่เสนอแนะนี้จะมีความสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ สามารถใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดความสบายในอาคารได้อย่างเต็มที่

### 1.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาด้านภาวะความสบายและการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวในจังหวัดสงขลา
2. เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวเพื่อให้เกิดภาวะความสบายขึ้นภายในอาคาร
3. เพื่อศึกษาและเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารพักอาศัยที่ประหยัดพลังงานในการปรับภาวะความสบาย

### 1.4 ประโยชน์ที่พึงได้จากการศึกษา

1. ทำให้รู้สภาพปัญหาของบ้านพักอาศัยในจังหวัดสงขลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาทางด้านสภาวะความสบายและการใช้พลังงาน
  2. เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบอาคารพักอาศัยเพื่อให้เกิดความสบายในอาคารและ
- ประหยัดพลังงานที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถทำให้เกิดความสบายขึ้นในการใช้อาคาร ยังผลให้สุขภาพอนามัยทั้งร่างกายและจิตใจของผู้ใช้อาคารดีขึ้น ช่วยเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของประชาชนในชาติ
4. ช่วยลดการสูญเสียพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานไฟฟ้าให้แก่ประเทศไทย
5. เพื่อเป็นเอกสารทางวิชาการและเป็นแนวทางให้มีการค้นคว้าวิจัยอย่างกว้างขวางต่อไป

#### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวิเคราะห์เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบบ้านพักอาศัย เพื่อให้เกิด ภาวะความสบาย โดยมุ่งเน้นทางด้านอุณหภูมิแก่ผู้ใช้อาคาร
2. เนื่องจากขอบเขตของบ้านพักอาศัยมีหลากหลายการวิเคราะห์ที่ไม่สามารถครอบคลุมได้ทั่วถึง จึงเลือกศึกษาเฉพาะประเภทบ้านเดี่ยวสองชั้นเพื่อรองรับผู้ใช้อาคาร 2 – 5 คน (โดยเฉลี่ยครอบครัวคนไทยโดยทั่วไปมีประมาณ 5 คน ในระยะเริ่มแรกของการตั้งครอบครัวอาจมีจำนวน 2 – 3 คน ซึ่งได้แก่ สามี ภรรยา คนใช้ หรือญาติฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดอีก 1 คน ในระยะต่อไปอาจจะมีบุตรเพิ่มขึ้น)
  - ศึกษาเฉพาะบ้านเดี่ยวสองชั้น 2 – 3 ห้องนอน
  - ผู้ใช้อาคาร เป็นผู้มีอาชีพทำงานนอกบ้าน เป็นส่วนใหญ่ใช้อาคารในช่วงกำหนดเช้า เย็น และกลางคืน และใช้อาคารทั้งวันในวันเสาร์ – อาทิตย์และวันหยุด โดยอาจมีคนใช้หรือญาติใช้อาคารตลอดทั้งวัน
  - จำนวนผู้ใช้อาคาร ประมาณ 2 – 5 คน
  - ขนาดที่ดิน ประมาณ 75 – 100 ตารางวา
3. ออกแบบอาคารเสนอแนะตามข้อสรุปการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบผลที่ได้จากการวิจัย
4. ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะสภาวะสบาย และการใช้พลังงาน กับอาคารที่สร้างและใช้อาคารแล้ว
5. สภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งหมด ใช้ค่าสถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี พ.ศ. 2504 – 2533 ซึ่งวัดค่า ณ สถานี ตรวจอากาศจังหวัดสงขลา

#### 1.5 แนวทางการดำเนินการวิจัย

- ในการดำเนินการวิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ
1. การศึกษาเบื้องต้น เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นศึกษาแนวความคิด, ทฤษฎี, หลักเกณฑ์ต่างๆ และปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบอาคารพักอาศัยเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้พลังงานธรรมชาติและสร้างมาตรฐานความสบายให้เกิดขึ้นภายในอาคาร เป็นการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย บทความ หนังสือทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ
  2. การสำรวจวิจัย เพื่อการศึกษาสภาพความเป็นจริงของปัญหาที่เกิดขึ้น, ความพึงพอใจหรือความรู้สึกของผู้ใช้อาคารสภาพการใช้พลังงาน รวมทั้งสภาพทางกายภาพของอาคารเพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป เป็นการศึกษาโดยการสำรวจภาคสนาม(Measure Work) รวบรวมข้อมูลค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่เกิดขึ้นจริงโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) การสัมภาษณ์ การสังเกตและการวัดค่าสถิติด้วยเครื่องมือเฉพาะ

3. การวิเคราะห์และเสนอแนวทางในการออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาใน 2 ขั้นตอนแรกเพื่อหาข้อสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบพร้อมทั้งออกแบบอาคารเสนอแนะ เพื่อทดสอบข้อสรุปและเปรียบเทียบกับอาคารตัวอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์นี้ เป็นแนวความคิด หลักการทฤษฎีต่างๆตลอดจนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งประเด็นไปทางด้าน ภาวะความสบายของการใช้อาคาร และการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน การรวบรวม แนวความคิด และทฤษฎีต่างๆ ก็เพื่อประโยชน์ในการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจ และสร้างความกระชับให้กับการวิจัยได้มากยิ่งขึ้น

### 2.1 การออกแบบอาคารพักอาศัยพื้นฐานเพื่อให้เกิดสภาวะสบาย

อาคารพักอาศัย (Residential Building) เป็นอาคารที่มีความสำคัญและมีจำนวนมากที่สุด อาคารพักอาศัยมีลักษณะต่างๆ กันหลายลักษณะ เช่นบ้านเดี่ยว (Single House) บ้านแถว ห้องแถว (Row House) ทาวน์เฮาส์ (Town House) บ้านแฝด (Twin House) อาคารชุด (Condominium) แพลต (Flat) อพาร์ทเมนต์ (Apartment) ลักษณะของอาคารแต่ละประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการและปัจจัยที่ต่างกัน มีข้อดี และข้อเสียเฉพาะประเภทๆ ไป แต่จุดประสงค์หลักของอาคารประเภทนี้ก็คือใช้พักอาศัยส่วนประกอบของอาคารส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะประกอบไปด้วยห้องนอน ห้องรับแขก ห้องอาหาร ห้องครัว และห้องน้ำ เป็นหลัก ส่วนห้องอื่นก็เพียงประกอบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามฐานะและความต้องการของเจ้าของ เช่น ห้องคนใช้ ห้องเก็บของ ห้องนั่งเล่น ห้องสมุด ที่จอดรถ เป็นต้น จำนวนห้องและขนาดของห้องก็ขึ้นอยู่กับฐานะและความต้องการของเจ้าของเช่นกัน

นอกจากการจัดเตรียมพื้นที่สำหรับการใช้สอยในแต่ละกิจกรรมตามที่ต้องการแล้ว การออกแบบ อาคารพักอาศัย ยังต้องคำนึงถึงอิทธิพลต่างๆ ที่อาจจะมีผลกระทบต่ออาคารทั้งในแง่เป็นประโยชน์และไม่พึงประสงค์ เป็นต้นว่า สภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม รวมทั้งยังต้องพิจารณาเลือกกระบวนโครงสร้างและวัสดุก่อสร้างให้เหมาะสม

#### 2.1.1 ข้อพิจารณาเกี่ยวกับการกำหนดพื้นที่ใช้สอย

การออกแบบอาคารจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความแข็งแรง ความสวยงาม และความประหยัด เป็นหลัก โดยมุ่งเน้นไปตรงประโยชน์ใช้สอย เป็นอันดับแรกเพราะจุดประสงค์ในการออกแบบอาคารพักอาศัยก็คือ มีความสะดวกในการใช้ส่วนต่างๆ ของอาคาร ให้เกิดความสบายการกำหนดพื้นที่ใช้สอยให้สอดคล้องกับความต้องการและกิจกรรม ในการใช้พื้นที่ และการจัดวางตำแหน่งของพื้นที่ใช้สอยเหล่านั้นให้สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม จึงควรได้รับพิจารณาเป็นอันดับแรก

สำหรับกิจกรรมต่างๆ ภายในบ้านของครอบครัวคนไทยอาจแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 2 ลักษณะคือ กิจกรรมภายนอกอาคาร และกิจกรรมภายในอาคารดังนั้นในการกำหนดมาตรฐานการจัดพื้นที่ของบ้านพักอาศัย จึงควรพิจารณาทั้งการกำหนดการจัดพื้นที่ทั้งภายใน และภายนอก

### 2.1.1.1 การกำหนดมาตรฐานการจัดพื้นที่ภายนอก

พื้นที่ภายนอกอาคารหมายถึงพื้นที่ดินที่จะใช้ก่อสร้างบ้านพักอาศัย ซึ่งอาจพิจารณากำหนดมาตรฐาน และการจัดขนาดได้ในลักษณะที่แยกเป็นข้อพิจารณาประกอบได้ดังต่อไปนี้

ที่ตั้ง (Location) การเลือกพื้นที่ดินที่จะใช้ก่อสร้างบ้านพักอาศัยภายในเมือง ควรคำนึงถึงจุดที่ตั้งด้วย สำหรับจุดที่ตั้งที่ดินนั้นควรประกอบด้วย

- 1) อยู่ในย่านพักอาศัยของเมืองที่ได้มาตรฐานมีเทศบัญญัติควบคุมถึง ในลักษณะของบ้านเดี่ยวเช่นนี้จำเป็นต้องอยู่บริเวณชานเมือง ทั้งนี้เพราะราคาที่ดินถูกกว่าบริเวณศูนย์กลางของเมืองและเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อย
- 2) สามารถติดต่อกับส่วนที่จำเป็นของเมือง เช่น ศูนย์ราชการ ธุรกิจการค้า โรงเรียน โรงพยาบาล ได้โดยสะดวกโดยมีถนนที่ได้มาตรฐานผ่านมีการคมนาคม และการขนส่งที่มากพอและสะดวกรวดเร็ว
- 3) มีสาธารณูปโภค อำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับย่านพักอาศัยของเมืองผ่านถึง เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ การระบายน้ำ การกำจัดสิ่งโสโครก เป็นต้น
- 4) ไกลจากสิ่งรบกวนต่างๆ เช่น ทางรถไฟ โรงงานอุตสาหกรรม ทางหลวงที่มีการจราจรหนาแน่น

ลักษณะและขนาดของพื้นที่ (Physical Characteristics) ลักษณะและขนาดของพื้นที่ดินที่เหมาะสมสำหรับบ้านพักอาศัยนั้นควรประกอบด้วย

- 1) ลักษณะภูมิประเทศ (Topography) ถ้าเป็นไปได้ควรเป็นพื้นที่มีระดับเรียบราบ (Horizontal Plane) ไม่เป็นหลุมบ่อขนาดใหญ่ หรือเป็นพื้นที่ที่เป็นเนินลาดชันต่างๆ เพราะจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับการปรับถม หรือตัดพื้นที่ดินที่จะใช้ก่อสร้างในกรณีที่เป็นพื้นที่ ที่มีระดับเรียบ จะทำให้โครงสร้างของอาคาร เป็นไปได้ในระบบที่เรียบง่าย ไม่ยุ่งยากเช่นในพื้นที่ที่เป็นเนินลาดชัน
- 2) บริเวณภายในพื้นที่จะต้องสามารถที่จะติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ได้โดยง่ายไม่มีสิ่งกีดขวาง
- 3) ลักษณะของชั้นดินในบริเวณพื้นที่ดินที่จะใช้ก่อสร้างควรมีลักษณะที่ไม่อ่อนเกินไป หรือควรมีความสามารถต้านทานแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 2 ตันต่อตารางเมตร จากระดับผิวดิน ซึ่งหากมีความต้านทานแรงกดน้อยไปก็อาจจะต้องใช้อวิธีอัดแน่นด้วยดินทราย หรือดินลูกรัง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น
- 4) ไม่มีอาคารหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดมากเกินทิศทางลมประจำหรือบังบริเวณพื้นที่ดินไม่ให้ได้รับแสงแดดเลย อันจะทำให้เกิดความไม่สุขสบายและเสียสุขภาพแก่ผู้ใช้อาคาร
- 5) ควรเป็นพื้นที่ที่ได้รับทัศนียภาพจากภายนอกได้ดีพอสมควร
- 6) ปราศจากสิ่งรบกวนทางธรรมชาติ เช่น ปลวก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ถ้าเป็นไปได้ควรมีพืชพันธุ์ธรรมชาติที่เป็นร่มเงา แก่อาคารที่จะปลูกสร้าง อยู่แล้วบ้าง

8) เป็นที่ดินที่ถูกสุขลักษณะ เช่นไม่เป็นพื้นที่สำหรับทิ้งสิ่งโสโครกปฏิภูลมาก่อน การจัดพื้นที่ พื้นที่สำหรับบ้านพักอาศัย อาจแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ได้ 3 ส่วนคือ ส่วนอยู่อาศัย ส่วนบริการ และส่วนพักผ่อนภายนอก ในการจัดทั้ง 3 ส่วนนี้ บนพื้นที่ จำเป็นที่จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างพอดี และจะต้องเป็นพื้นที่ๆ ใช้เป็นประโยชน์ได้มากที่สุด

1) ส่วนอยู่อาศัย เป็นส่วนที่สำคัญของพื้นที่ทั้งหมดคือตัวอาคารที่ผู้ใช้อาคารอยู่อาศัย การวางส่วนนี้ในพื้นที่ควรวางให้ห้องที่สำคัญสำหรับใช้สอยประจำวัน เป็นเวลานาน หันออกรับลมประจำ และการวางอาคารควรวางค่อนไปทางส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่ไม่ควรวางกลางพื้นที่ เพราะจะทำให้มีพื้นที่เหลือ มากพอสำหรับใช้ประโยชน์อย่างอื่น

2) ส่วนบริการ ได้แก่ ส่วนครัว ที่พักคนใช้ ที่เก็บของ ชักล้าง ตากผ้า โรงเก็บรถยนต์ ถนน ทางเดิน ประตูทางเข้าออกบริเวณบ้านสำหรับการจัดนี้ บางส่วน เช่น ส่วนครัว ที่พักคนใช้ ที่เก็บของอาจรวมอยู่กับส่วนอยู่อาศัยก็ได้ เพื่อเป็นการประหยัด หรือ บางส่วนอาจจะแยกออกเป็นอีกส่วนหนึ่งต่างหากก็ได้

-ส่วนซักผ้า ตากผ้า ควรอยู่ในที่เปิดโล่ง และในด้านที่ ได้รับแดดในตอนเช้ามากที่สุด ไม่ควรให้อยู่ติดกับด้านทางเข้า อาจอยู่ด้านข้างของส่วนอยู่อาศัย ใกล้กับบริเวณที่พักคนใช้ และครัว

-ส่วนที่เป็นครัวและที่พักคนใช้ ควรอยู่ใกล้หรือรวมอยู่กับตัวอาคารพักอาศัย ซึ่งในกรณีที่อยู่รวมกับตัวอาคารที่พักอาศัยนั้นจะทำให้ประหยัดโครงสร้างกว่า

-โรงเก็บรถยนต์ ควรอยู่ใกล้ถนนภายนอก เพราะจะประหยัดค่าก่อสร้างถนนภายใน แต่ไม่ควรวางตัวโรงรถยนต์ให้บังห้องต่างๆ ในส่วนอยู่อาศัย

3) ส่วนพักผ่อนภายนอก ส่วนนี้ส่วนใหญ่ควรเป็นบริเวณที่ว่างเปิดโล่ง ซึ่งใช้เป็นที่พักผ่อนกลางแจ้ง บริเวณนี้ควรปลูกพืชพันธุ์ที่ให้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกด้วยพื้นที่ส่วนใหญ่ ควรอยู่ทางทิศตะวันออก เพราะในตอนบ่ายจะได้รับเงาจากตัวอาคารบ้านพักอาศัย ซึ่งเหมาะสำหรับเป็นที่พักผ่อนตั้งแต่เวลาสายถึงในตอนเย็นการวางพื้นที่ในส่วนนี้ควรให้มีความสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆ มากที่สุดไม่ควรให้เป็นพื้นที่ ที่เหลือเศษใช้ประโยชน์ไม่ได้มาก

### 2.1.1.2 การกำหนดมาตรฐานการจัดพื้นที่ภายในอาคาร

พื้นที่ภายในอาคารนี้ หมายถึงบริเวณพื้นที่ภายในตัวอาคารพักอาศัยจึงเป็นพื้นที่สำหรับผู้อยู่อาศัย หลับนอน พักผ่อนรับแขกทำงาน รับประทานอาหารเก็บสัมภาระ ประชุมอาหาร ฯลฯ สำหรับส่วนนี้ย่อมมีความสำคัญ สำหรับชีวิตประจำวันมากที่สุด เพราะผู้อยู่อาศัยจะใช้ชีวิตอยู่ในบริเวณนี้เป็นประจำวันเป็นเวลานานมากที่สุดดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงขนาดพื้นที่และการออกแบบ และการจัดบริเวณภายในโดยรอบคอบ

ในการออกแบบบ้านพักอาศัย สำหรับประเทศไทยนั้น ประการแรกเราควรพิจารณาถึงการประหยัดในการจัดส่วนต่างๆ ของอาคาร ควรให้มีเฉพาะส่วนที่จำเป็นในการอยู่อาศัยเท่านั้นขนาดของพื้นที่ควรมีขนาดเหมาะสมสำหรับการใช้สอยอยู่อาศัย ไม่ควรให้มีขนาดและการจัดที่ฟุ่มเฟือยขนาดของพื้นที่ควรมีส่วนสัมพันธ์พอดีกับขนาดของวัสดุที่ใช้ก่อสร้างและชิ้นส่วนของอาคาร ทั้งนี้เพื่อการประหยัดวัสดุ และโครงสร้างไม่มีการเหลือส่วนที่ใช้เป็นประโยชน์ไม่ได้ ในกรณีเช่นนี้ ควรนำ การประสานทางพิกัดในอาคาร (Modular Co-Ordination In Building) มาใช้ในการออกแบบซึ่งจะเป็นวิธีที่เหมาะสม อีกประการหนึ่งในการจัดภายในนั้น เราควรคำนึงถึงการจัดที่สอดคล้องกับลมฟ้าอากาศและสภาพของสังคม ชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทยในปัจจุบันซึ่งได้พัฒนามาตลอด โดยมีความสัมพันธ์กับความก้าวหน้าทางวิทยาการใหม่ๆ และสิ่งแวดล้อมใหม่ ดังนั้น ลักษณะของการจัดและรูปร่างอาคารจึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับคนไทยที่อาศัยในประเทศไทย

1) กิจกรรมของผู้พักอาศัยภายในบ้าน (Family Activities) ในการพิจารณาออกแบบบ้านพักอาศัยควรพิจารณาถึงลักษณะของกิจกรรม (Activities) ภายในครอบครัวหนึ่งๆ ที่จะอยู่อาศัยภายในบ้านว่าเป็นอย่างไรบ้าง โดยปกติตามธรรมชาติ กิจกรรมของผู้ที่อาศัยในครอบครัวตามวิชา จิตวิทยาแล้วจะมีอยู่ 5 ประเภทคือ

- การประกอบกิจกรรมด้วยการปฏิบัติทั่วไป(Operative Activity)
- การประกอบกิจกรรมส่วนตัวโดยเฉพาะ (Private Activity)
- การประกอบกิจกรรมด้วยการร่วมมือร่วมใจกันคิด หรือ กระทำสิ่งใดๆ (Cooperative Activity)
- การประกอบกิจกรรมที่เกิดการขัดแย้ง หรือทะเลาะวิวาท (Contentious Activity)
- การติดต่อซึ่งกันและกัน (Communication)

กิจกรรมทั้ง 5 ประเภทนี้ ย่อมมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันและถ้ารวมกันแล้วก็จะเป็นการสังคมนิยม (Social) ภายในบ้านซึ่งการสังคมนี้อาจแยกออกได้อีก 3 ประเภทคือ

- แบบเปิดเผย (Public)
- แบบกึ่งเปิดเผย (Semi – Public)
- แบบกึ่งส่วนตัว (Semi – Private)

ในขั้นต่อไปเราควรพิจารณาถึงรายละเอียดของกิจกรรมภายในบ้านในรอบวันหนึ่งๆ ว่า ผู้อยู่อาศัยทำอะไรบ้างตั้งแต่เริ่มต้นในตอนเช้าจนถึงเข้านอนตอนกลางคืน ต่อจากนั้นก็พิจารณาแบ่งกลุ่มต่างๆ ของกิจกรรมโดยจัดกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกันรวมกันไว้เป็นแต่ละกลุ่ม และพิจารณาถึงกลุ่มหรือแต่ละชนิดที่มีกิจกรรมใช้สอยซ้อนกัน (Duplicate) และที่มีกิจกรรมใช้สอยชนิดตรงกันข้ามเข้ากันไม่ได้เลย (Incompatible)

2) การแบ่งเขตภายในบ้านพักอาศัย (Zoning Of The House) เมื่อพิจารณาแบ่งกลุ่มของกิจกรรมภายในบ้านแล้วในขั้นต่อไป เราควรพิจารณาถึงการแบ่งเขต (Zoning) ภายในบ้าน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามประเภทของกิจกรรมของผู้อยู่อาศัยทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นหลักในการออกแบบโดยทราบประเภทและการจัดของส่วนต่างๆ ภายในบ้านอาจแบ่งออกได้เป็น 5 เขตคือ

- เขตต้อนรับ (Public Zone)
- เขตเพื่อการสังคม หรือเขตกึ่งต้อนรับ (Social Zone or Semi-Public Zone)
- เขตการปฏิบัติงานทั่วไป (Operative Zone)
- เขตกึ่งส่วนตัว (Semi – Private Zone)
- เขตส่วนตัว (Private Zone)

ในการออกแบบบ้านพักอาศัยนี้เราควรพิจารณาถึงลักษณะความต้องการของแต่ละเขตตลอดจนความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างเขตต่างๆ

### 2.1.2 อิทธิพลทางธรรมชาติที่มีผลต่อการออกแบบ

ในการออกแบบอาคารนั้นนอกจากจะพิจารณาด้านประโยชน์ใช้สอย (Function) แล้วยังต้องคำนึงถึงอิทธิพลต่างๆ ทางธรรมชาติ ด้วยว่ามีผลกระทบต่ออาคารอย่างไร ไม่ว่าจะเป็นสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ตั้ง หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆ เพราะความสบาย (Comfort) ให้เกิดขึ้นกับผู้ใช้อาคารนั้น ส่วนมากจะมาจากการพิจารณาสิ่งเหล่านี้ ตัวอย่างเช่นการจัดให้อาคารสามารถรับลมได้เต็มที่ การแก้ปัญหาเรื่องการแผ่รังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ การลดความชื้นในอากาศ การแก้ปัญหาเรื่องกลิ่น ฝุ่น เสียง แมลงรบกวน การพิจารณาแสงธรรมชาติให้แก่อาคาร เป็นต้น และปัญหาอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ ดูจะเป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องพิจารณา ซึ่งสามารถจะแยกออกได้ดังนี้

#### 1) การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)

มีส่วนโดยตรงกับการออกแบบส่วนห่อหุ้มอาคารไม่ว่าจะเป็นหลังคาหรือผนังแม้กระทั่งการจัดวางตัวอาคารกับพื้นที่ (Orientation) การเจาะช่องแสงประตูหน้าต่าง การเลือกใช้วัสดุ ก็ควรพิจารณาเกี่ยวกับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนอย่างประเทศไทย ปริมาณแสงอาทิตย์ก็คือปริมาณความร้อน นั่นเอง จึงจำเป็นต้องหาวิธีการให้แสงอาทิตย์ส่องกระทบส่วนของอาคารน้อยที่สุด เช่น การยื่นชายคาเพื่อบังแดด การออกแบบแผงกันแดด การพิจารณาชนิดของหลังคา นอกจากนั้นต้องพิจารณาเลือกวัสดุผนัง หลังคาให้สามารถเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี มีค่าการสะท้อนความร้อนสูงและมีค่าการนำความร้อนต่ำ หากสามารถแก้ปัญหาความร้อนในส่วนนี้ให้แก่อาคารได้อย่างดีแล้ว การออกแบบอาคารเพื่อให้เกิดภาวะสบายก็จะสามารถกระทำได้ง่ายขึ้น

อย่างไรก็ตามประโยชน์ที่อาคารได้รับจากแสงอาทิตย์ก็มีไม่น้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านแสงสว่าง อาคารควรได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติอย่างเพียงพอ การแก้ปัญหาเรื่องความร้อนจากแสง

อาทิตย์ภายในอาคารต้องพิจารณา แสงสว่างธรรมชาติควบคู่กันไปด้วย การเลือกใช้แสงธรรมชาติแบบทางอ้อม (Indirect Daylighting) จะเหมาะสมกว่าการใช้แสงโดยตรง (Direct Daylighting) เนื่องจากแบบแรกเป็นการรับแสงสว่างจากความจ้าของบรรยากาศแวดล้อม ซึ่งเป็นแสงสะท้อนจากแสงอาทิตย์ส่องกระทบสรรพสิ่งบนผิวโลก ที่มีความเข้มของการส่องสว่างอย่างพอเพียง

## 2) อุณหภูมิอากาศ (The Air Temperature)

เป็นปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบอาคารพักอาศัยเนื่องจากอุณหภูมิในอากาศมีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของผู้ใช้อาคารโดยตรงนอกจากร่างกายจะรู้สึกไม่สบาย อึดอัด จากอุณหภูมิสูงมากๆ ภายในห้องแล้วยังมีผลทางจิตใจอีกด้วย อาจเกิดอาการหวัด หิด อารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของนักจิตวิทยา พบว่า ห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติคือมีอากาศภายในห้องที่เย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย คนทำงานสามารถทำงานได้ดี และกระฉับกระเฉงมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

อุณหภูมิในอากาศเกิดจากปริมาณความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์ในแต่ละส่วนของผิวโลกจึงมีอุณหภูมิต่างกันเนื่องจากที่ตั้งเหนือหรือต่ำกว่าดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน บริเวณที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ต่างออกไป ทางขั้วโลกทั้ง 2 ด้าน รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีมากที่สุดบริเวณแถบเส้นศูนย์สูตร รังสีความร้อนนี้จะทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นในตอนกลางวันและในตอนกลางคืนก็จะลดลง

อุณหภูมิของอากาศในวันหนึ่งๆ ไม่เท่ากันตลอด ความเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขณะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการเช่น ลักษณะเมฆบนท้องฟ้า กระแสลม ความชื้นในอากาศ เป็นต้น โดยปกติอุณหภูมิสูงสุดที่พบในแต่ละวัน จะเป็นเวลาประมาณ 14.00 น.–16.00 น. ส่วนช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดจะเป็นเวลาประมาณ 4.00–6.00 น.

การออกแบบเพื่อแก้ปัญหาเรื่องอุณหภูมิสามารถทำได้หลายวิธีควบคู่กันไป เช่น การป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้เข้าในอาคารน้อยที่สุด การพิจารณาช่องเปิดของอาคารให้สัมพันธ์กับทิศทางลม เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศขึ้นในอาคารการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนได้ดี แม้กระทั่งการเลือกใช้สีสำหรับทาอาคาร ก็สามารถช่วยในการแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิสูงให้ลดลงได้

## 3) การเคลื่อนไหวของอากาศ (Air Movement)

ข้อพิจารณาในการออกแบบบ้านพักอาศัยในเขตร้อนชื้นที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม เพราะลมเป็นสิ่งที่ช่วยให้ความร้อนภายในอาคารลดลง ลมที่พัดผ่านเข้าไปในอาคารทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศขึ้นภายในอาคาร พัดพาเอาอากาศที่ใช้แล้วในอาคารออกไป อากาศภายนอกซึ่งบริสุทธิ์กว่าพัดเข้ามาแทนที่ ทำให้รู้สึกเย็นสบายความชื้นที่เกิดจากการระเหยของเหงื่อและความชุ่มชื้นของผิวหนังซึ่งดูดความร้อนที่ผิวหนังไปด้วย ก็จะถูกพัดพาออกไป

การเคลื่อนไหวของอากาศนี้เกิดจากความกดดันของอากาศ (Air Pressure) โดยจะพัดจากที่ที่มีความกดดันสูงไปยังที่ที่มีความกดดันต่ำ ส่วนแนวของการพัดของลมเป็นไปตามความสัมพัทธ์ระหว่างแผ่นดิน และพื้นน้ำ โดยปกติแล้วกลุ่มอากาศจะเคลื่อนที่ไปจากจุดเริ่มต้นในทิศทางที่ไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะพบสิ่งกีดขวาง หรือถูกบังคับให้เปลี่ยนแนว ในส่วนของอาคารนั้น ปัจจัยที่ทำให้วิถีลมเปลี่ยนแปลงหลังจากที่ได้ปะทะกับอาคารแล้วก็คือ ขนาดปริมาตรของอาคาร ความลาดเอียงของหลังคา ส่วนยื่นของอาคาร และการวางผังอาคารรวมทั้งการกำหนดช่องเปิดของอาคารในการออกแบบกลุ่มอาคารควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้อาคารบังลมกันเอง ทำให้อาคารที่อยู่ด้านใต้ของทิศทางลมกลายเป็นพื้นที่อับลม

#### 4) ความชื้น (Humidity)

หมายถึงปริมาณไอน้ำในบรรยากาศบริเวณระดับต่ำทั่วไปที่เกิดจากการระเหยของผิวโลก ซึ่งอัตราการระเหยนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Temperature) และลม (Wind) เป็นตัวนำที่มีอิทธิพลมาในภูมิภาคเขตร้อนโดยทั่วไปต้องการความชุ่มชื้นเพื่อลดอุณหภูมิของบรรยากาศ ความชื้น ส่วนใหญ่ได้รับจากมหาสมุทร ที่มีลมมรสุม ส่วนภาคพื้นทวีปที่อยู่ห่างและลึกเกินไปในขณะที่อุณหภูมิสูงด้วย จะทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบาย เพราะผิวหนังไม่สามารถถ่ายเทความร้อนด้วยการระเหยได้ทำให้มีความรู้สึกอึดอัด ร่างกายเหนียวเหนอะหนะอึดอัด

นอกจากความชื้นจะมีผลต่อความรู้สึก สบายหรือไม่สบายแล้วควรพิจารณาในแง่ผลกระทบต่อตัวอาคารเองด้วย เนื่องจากความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่สามารถนำเชื้อโรค เชื้อราต่างๆ ได้ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง ตัวทำลายชนิดต่างๆ ก่อนออกแบบอาคารควรพิจารณาสภาพที่ตั้งของอาคาร เพื่อการเลือกทำเลที่เหมาะสม ตรวจสอบสภาพดินและระดับน้ำใต้ดินให้แน่ชัด เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพของห้องหรือบริเวณนั้น และการให้มีการระบาย อากาศได้สะดวกเพื่อให้อากาศบริสุทธิ์ถ่ายเทความอับชื้นออกไปจากอาคารก็จะสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายขึ้น

#### 5) ฝน (Rain)

ฝนเกิดจากไอน้ำบนทะเล แม่น้ำ ลำธาร ป่าไม้ ได้ลอยละเหยขึ้นเบียดบนจับกลุ่มกันเป็นก้อน และเมื่ออุณหภูมิของมวลอากาศแห่งใดแห่งหนึ่งลดลงต่ำกว่าจุดอิ่มตัว (Saturation Point) ไอน้ำในอากาศก็จะกลั่นตัวเป็นน้ำฝนตกลงมายังพื้นโลก ในเขตบริเวณที่มีลมมรสุมพัดมาจากทะเลจะมีฝนตกหนัก และอาจมีพายุพัดมาด้วยพร้อมๆ กัน การออกแบบอาคารบ้านพักอาศัยในเขตร้อนที่มีฝนตกมาก ก็ควรพิจารณาถึงการป้องกันฝนที่อาจไหลหรือสาดเข้าภายในอาคารได้ การออกแบบหลังคาหรือกันสาดก็ควรพิจารณาเรื่องปัญหาอันเกิดจากฝนสาดควบคู่ไปกับการกันแดด ประสิทธิภาพของหลังคาก็จะมีมากขึ้น

การระบายน้ำฝนออกจากที่ตั้ง (Site) ของอาคารพักอาศัยควรพิจารณาอย่างรอบคอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกการไหลของน้ำทำให้เกิดการกัดเซาะดินอาจทำความเสียหายแก่โครงสร้างอาคารได้ เช่น กำแพงและพื้นที่ติดดิน เสา รานราก เป็นต้น หากอาคารตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มี

ความลาดเอียง ก็ควรพิจารณาทิศทางการไหลของน้ำบนผิวดินด้วยว่า การไหลของน้ำจะไม่กัดเซาะดินจนทำให้ส่งผลกระทบต่ออาคาร

#### 6) แสงสว่างจากธรรมชาติ (Daylighting)

แสงอาทิตย์เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่มีการสิ้นเปลือง หรือหมดไปในประเทศไทยมีแสงสว่างค่อนข้างแรงกล้าตลอดปีควรนำแสงธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากที่สุดเพื่อเป็นการประหยัดไม่ต้องสิ้นเปลืองกับการใช้แสงจากไฟฟ้า

การให้แสงธรรมชาติในอาคารเป็นการจัดปริมาณการส่องสว่างภายในอาคารให้เพียงพอกับการมองเห็นโดยปราศจากแสงจ้าสะท้อนเข้าตาควรจัดให้ความเข้มของแสงภายนอกอาคารมีปริมาณไม่แตกต่างกับแสงภายในมากนัก เพื่อให้สายตาสามารถปรับได้ทันที่เมื่อออกนอกอาคารหรือเข้ามาในอาคาร ถ้าภายนอกมีแสงจ้ามากก็ต้องหาวิธีลดความจ้าของแสงลงเช่นการปลูกต้นไม้ และการใช้สีอาคารช่วยคือไม่ทาสีที่สว่างหรือมืดเกินไป

แสงสว่างที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์โดยตรง จะเกิดควบคู่กับพลังงานความร้อน (Heat) แสงสว่างที่จ้ามากก็มีความร้อนมาก แสงสะท้อนที่จ้าก็นำความร้อนมาด้วย เช่น ความร้อนที่เกิดจากการสะท้อนของแสงบนถนนคอนกรีต จึงต้องควบคุมปริมาณความร้อนด้วยการทำที่บังแดด หรือ บังแสงสะท้อนด้วยการนำชายคาหรือผนังยื่นออกไปนอกตัวอาคารหรือปลูกต้นไม้ช่วยกรองแสง และลดการสะท้อนของแสง

ควรจัดให้มีแสงสว่างเข้าทุกส่วนของอาคาร โดยให้มีการกระจายของแสงที่สม่ำเสมอกันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ห้องที่ต้องการใช้แสงมากเป็นพิเศษเพราะต้องใช้สายตามาก การใช้แสงธรรมชาติอย่างเดียว อาจจะไม่เพียงพอในบางที่และบางเวลา เช่น เวลาอากาศครึ้มหมอกขมัว อาจใช้แสงธรรมชาติควบคู่ไปกับแสงประดิษฐ์ หรือแสงจากไฟฟ้า

การให้แสงสว่างไม่เพียงแต่การจัดทำช่องแสงหรือเปิดประตูหน้าต่างเท่านั้น เครื่องหนึ่งของปริมาณความส่องสว่างขึ้นอยู่กับการจัดตกแต่งภายในและสีต่างๆ ของผนัง และ เครื่องเรือนภายในอาคารด้วย ควรทาห้องด้วยสีอ่อนซึ่งจะทำให้ห้องสว่างขึ้น จากการสะท้อนแสงได้ดีกว่าสีทึบ

นอกจากพิจารณาปัจจัยต่างๆ อันเกิดจากสภาพภูมิอากาศแล้วการออกแบบบ้านพักอาศัย ในเขตร้อนชื้น ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกิดเกี่ยวเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝุ่น ยุงและแมลง ทั้งนี้เพราะในเขตร้อนมักจะมีฝุ่นในเขตร้อนชื้นอาจจะไม่รุนแรงเท่าในเขตร้อนแห้งแต่ก็สร้างปัญหาให้แก่ อาคารพักอาศัยได้มากที่สุด การป้องกันฝุ่นหรือลดจำนวนฝุ่นลง สามารถทำได้โดยออกแบบช่องเปิดด้านลมเข้าให้สูงเพื่อป้องกันลมที่พัดพาเอาฝุ่นจากพื้นดินเข้ามา การปลูกต้นไม้ 9 ไมล์มลุกหรือหญ้าปกคลุมพื้นดิน จะช่วยทำให้พื้นดินฉ่ำชื้นไม่มีฝุ่น บริเวณที่เป็นดินทรายไม่สามารถปลูกต้นไม้ได้ ก็อาจใช้วิธีรดน้ำให้เปียกหมดยู่เสมอซึ่งจะช่วยให้อุณหภูมิในอากาศต่ำลงด้วย แบบอาคารควรจะเรียบง่ายไม่มีชอกมูมมาก เพื่อสะดวกในการทำความสะดวก

ยุง มด มอด ปลวก และแมลงต่างๆ ก็เป็นปัญหาอีกประการหนึ่งซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับอาคารในเขตร้อนชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

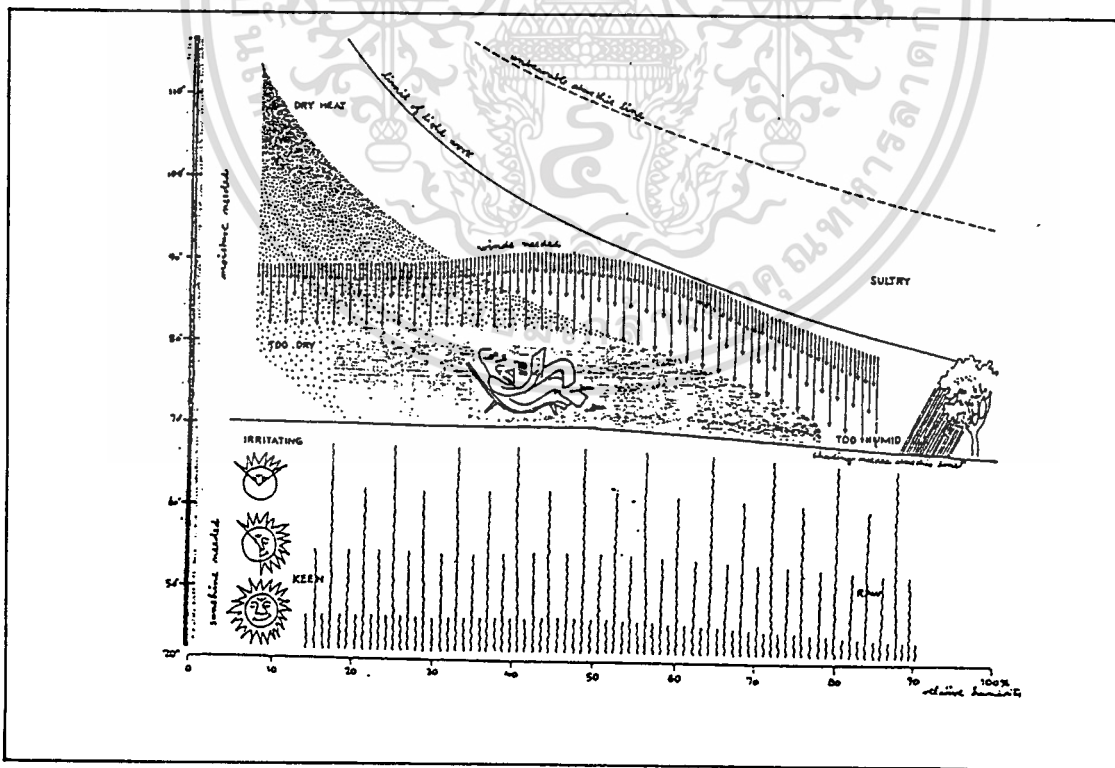
## 2.2 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวกับสภาพสบาย

### 2.2.1 เขตสภาวะสบาย (Thermal Comfort Zone)

เขตสภาวะสบาย หมายถึง สภาวะซึ่งคนรู้สึกสบายไม่หนาวหรือร้อนจนเกินไป สภาพอากาศขณะนั้น นอกจากจะมีอุณหภูมิที่ไม่สูงหรือต่ำเกินไปแล้วยังต้องสัมพันธ์กับความชื้นซึ่งไม่มากจนรู้สึกเหนียวเหนอะหนะ เพราะร่างกายไม่สามารถระบายความร้อนด้วยการระเหยของเหงื่อที่ผิวหนังได้ หรือ น้อยเกินไปจนอากาศแห้งหายใจไม่สะดวก รวมทั้ง แสงลมที่พอเหมาะในสภาพอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ก็สามารถทำให้ร่างกายรู้สึกสบายได้

ความสัมพันธ์กันของอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น แสงแดด และลม ในอัตราที่เหมาะสมจึงจะสามารถทำให้ร่างกายรู้สึกสบายแต่ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สภาวะสบายที่ต้องการที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรตามธรรมชาติ ไม่ได้เอื้อให้ทุกเวลาบางเวลา ก็จำเป็นต้องหาทางแก้ปัญหา ควบคุม สร้างสรรค์ ด้วยตัวมนุษย์เอง

นอกจากสภาวะสบาย (Comfort) จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ตามธรรมชาติแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกและความเคยชินของแต่ละบุคคล ในขณะที่บางคนบอกว่าสบายอีกหลายคนอาจบ่นว่าไม่สบายก็ได้ สภาวะสบายของแต่ละพื้นที่ในโลกจึงมีค่าไม่เท่ากัน แต่ละท้องถิ่นจะมีช่วงสภาวะสบายตามความพอใจส่วนมากของคนในท้องถิ่นนั้น เช่น ผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะเคยชินและมีสภาวะสบายอยู่ในระดับอุณหภูมิของอากาศที่สูงกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ที่ทำให้เกิดความสบาย (Bioclimatic Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบอาคารพักอาศัย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ก็เพราะสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์ทั้งทางด้านกายภาพและความรู้สึก การออกแบบที่ประสบผลสำเร็จก็คือ การที่สามารถ แก้ปัญหาที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย สภาวะสบายได้ สามารถควบคุมปัญหาต่างๆ ได้ในเกือบทุกสภาพอากาศทำให้เกิดความสบาย มี สภาวะสบาย ขึ้นภายในอาคารทุกเวลาที่ต้องการ โดยสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด

สำหรับในประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศแบบเขตร้อนปัญหาหลักก็คือ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน อาคาร ไม่ว่าจะจากธรรมชาติจากอุปกรณ์ และระบบต่างๆ ของอาคาร หรือจากตัวผู้ใช้อาคารเอง

การที่จะสามารถสร้างสภาวะสบายให้แก่มนุษย์ได้ ก็จำเป็นต้องเข้าใจระบบการทำงานของร่างกาย ในการพยายามปรับตัวเองให้อุณหภูมิภายในสมดุลย์ในระดับ  $37^{\circ}\text{C}$  อยู่เสมอ ไม่ว่าจะสภาพภายนอกจะอยู่ในสภาพใด เช่น หากอุณหภูมิภายนอกสูงเกินไป ต่อมเหงื่อก็จะเปิดออกเพื่อให้ความร้อน ถ่ายเทออกจากร่างกาย หรือหากอากาศหนาว ต่อมเหงื่อก็จะปิด เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนในร่างกาย สูญเสียไป หากอากาศหนาวมากๆ การสั่นตัวของร่างกายก็จะเกิดขึ้นเพื่อสร้างความร้อนให้เพิ่มขึ้น กับร่างกายในการปรับความสมดุลย์ให้เกิดขึ้น

การที่ร่างกายพยายามปรับตัวเอง เพื่อรักษาความสมดุลย์ของความร้อนในร่างกาย (The Body's Heat Balance) นั้น การถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม จึงเกิดขึ้นตลอดเวลา หากสภาพแวดล้อมหรืออากาศรอบๆ ตัวมีอุณหภูมิสูงกว่าก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับร่างกาย ทำให้ร่างกายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น กว่าปกติ จึงต้องพยายามระบายความร้อนออกไป ส่วนในกรณี ที่สภาพภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่า ร่างกายจะรู้สึกหนาวเย็น เพราะร่างกายได้ถ่ายเทความร้อนให้ กับสภาพภายนอก จำเป็นต้องเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ร่างกาย กระบวนการทั้งหมดก็เพื่อ รักษาความ สมดุลย์ของความร้อน ในร่างกายนั่นเอง

จากกระบวนการรักษาความสมดุลย์ของความร้อนของร่างกายที่กล่าวมาปฏิกิริยาของร่างกาย กับความร้อนเกิดขึ้น 2 ประการคือ การเพิ่มหรือรับความร้อน (Heat Gain) และ การสูญเสียหรือการ ลดความร้อน (Heat Loss)

โดยปกติมนุษย์ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ร่างกายจะผลิตความร้อนตลอดเวลา อิริยาบถทุกอิริยาบถ ของมนุษย์ ล้วนแล้วแต่ผลิตความร้อนให้แก่ร่างกายทั้งสิ้น แม้แต่การนอนหลับ พลังงานของร่างกาย ได้มาจากการบริโภคแล้วย่อยอาหาร ขบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงานของร่างกายนี้ ร่างกายนำมาใช้เพียง 20 % เท่านั้น ส่วนอีก 80 % จะสูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง

นอกจากความร้อนภายในร่างกายจะเกิดจากขบวนการต่างๆ ทางร่างกายเองแล้วร่างกายยัง รับความร้อนเพิ่มจาก การดูดซับรังสีความร้อนทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ และวัตถุรอบข้าง รวมทั้งการ นำความร้อนจากอากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

ส่วนการสูญเสียหรือการลดความร้อนออกจากร่างกายเกิดจากร่างกายต้องการควบคุมความ สมดุลย์ของอุณหภูมิอยู่ในระดับ  $37^{\circ}\text{C}$  ความร้อนที่เหลือก็จะถูกถ่ายเทออกไปสู่สภาพแวดล้อม ซึ่ง ออกมาในรูปแบบต่างๆ เช่นการระบายความร้อนโดยการพา (Convection) โดยอากาศที่พัดผ่านผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กายหรือเสื้อผ้า การระบายความร้อนโดยการแผ่รังสี (Radiation) การระบายความร้อนโดยการนำ (Conduction) และการระบายความร้อนโดยการระเหย (Evaporation)

นักสุขศาสตร์ชื่อ ฟรุ๊กเก (Frugge) ได้เสนอทฤษฎีที่ยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบันว่าร่างกายของคนอาจเปรียบได้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในที่จะต้องถ่ายความร้อนที่เกิดจากการทำงาน ถ้าความร้อนนี้ไม่สามารถระบายออกจากร่างกายได้เนื่องจากอุณหภูมิโดยรอบสูงก็จะมีผลทำให้รู้สึกอึดอัดไม่สบาย (ประทีป มาลากุล และคณะ.2527:1-2)

### 2.2.2 ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indices)

ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indices) หรือมาตรฐานความสบาย (Comfort Scales) เป็นผลสรุปจากการสร้างเกณฑ์องค์ประกอบต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เข้าเป็นค่าเพียงค่าเดียว

ดัชนีอุณหภูมิ หรือมาตรฐานความสบาย ได้ถูกค้นคว้าทดลองโดยนักวิชาการหลายท่าน ทำให้มีใช้กันในปัจจุบันหลายมาตรฐาน

#### 1) The Effective Temperature Index (ET)

สร้างโดย ฮุกตัน (Houghton) และยัคกลู (Yaglou) ในปี ค.ศ. 1923 โดยทำการทดลองขึ้นที่สมาคมวิศวกรการปรับอากาศ การทำความเย็น และการทำความร้อน แห่งสหรัฐอเมริกา (American Society Of Heating And Ventilating Engineers) ผลของการทดลองได้ถูกจัดบันทึกลงไปเป็นแผนภูมิซึ่งใช้วัดในด้านของจิตใจ และทำให้เกิดเส้น Equal Comfort Line มาตรฐานซึ่งถูกสร้างขึ้น 2 แบบสำหรับใช้กับกรณีใส่เสื้อผ้าธรรมดา และกรณีถอดเสื้อท่อนบน องค์ประกอบของสภาพอากาศที่ใช้ในการอ่านค่าได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ

#### 2) The Equivalent Temperature Index (EQT)

สร้างโดย เวอร์นอน (Vernon) ในปี ค.ศ. 1962 ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากมาตรฐาน ET โดยเพิ่มองค์ประกอบของสภาพอากาศคือการแผ่รังสี เข้าไปด้วยการวัดอุณหภูมิใช้วัดจาก Globe Thermometer มาใช้ใน Nomogram แทนที่จะเป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เพราะ Globe Thermometer จะให้ค่าอุณหภูมิที่เกิดจากผลของรังสีที่แผ่ออกมา ทำให้องค์ประกอบ สำหรับดัชนีนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

#### 3) The Equivalent Temperature Index (EQT)

สร้างโดย เดอร์ตัน (Durtton) ในปีค.ศ. 1932 เป็นมาตรฐานที่สามารถใช้ได้ดีกับสภาพอากาศที่ความชื้นไม่มีผลกระทบต่อสภาวะสบายถูกกำหนดให้ใช้ในช่วงอุณหภูมิ  $9^{\circ} - 24^{\circ}\text{C}$  และความเร็วลมไม่เกิน 0.5 เมตรต่อวินาที

#### 4) The Equivalent Warmth Index (EW)

สร้างโดย เบดฟอร์ด (Bedford) ในปีค.ศ. 1936 ที่ประเทศอังกฤษโดยใช้คนงานโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 200 คน ทำงานเบาๆ ภายใต้สภาวะอากาศของห้องต่างๆ อุณหภูมิของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนระหว่างร่างกายกับสภาพแวดล้อม (Mean Radiant Temperature) ได้ถูกวัดและบันทึกพร้อม ๆ กับการตอบสนองของคนงานเหล่านั้น แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ มาตรฐาน EW มีความแม่นยำเฉพาะช่วงระดับความสบายที่สูงกว่า  $35^{\circ}\text{C}$  ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและระดับความสบายที่สูงกว่า  $30^{\circ}\text{C}$  ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูงและไม่ได้คิดถึงผลกระทบจากการเคลื่อนไหวของอากาศ ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์สูง

#### 5) The Operative Temperature Index (OT)

สร้างโดยวินสโลว์ (Winslow) , เฮอริงตัน (Herrington) และ แกกกี (Gagge) ในปี ค.ศ. 1937 ที่สหรัฐอเมริกา อาศัยหลักเกณฑ์ที่คล้ายคลึงกันมาก กับมาตรฐาน EW ของ Bedford มาตรฐาน OT เป็นการรวมผลกระทบของการแผ่รังสีและอุณหภูมิของอากาศ การทดลองนี้ถูกทำขึ้นในบริเวณพิเศษที่มีภาวะอากาศเย็น ไม่ให้ความสำคัญของผลกระทบจากความชื้นและ อัตราความเคลื่อนไหวของอากาศมากนัก มาตรฐานนี้เหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $27^{\circ}\text{C}$  เท่านั้น

#### 6) The Predicted Four Hour Sweat Rate Index (P<sub>4</sub>SR)

สร้างโดยแมคคาเดล (Mcardle) ปี ค.ศ. 1947 เป็นมาตรฐานที่ได้มาจากการหาความสัมพันธ์กันระหว่างความรู้สึกของผู้ทดลองกับการวัดอุณหภูมิเป็นการตัดสินใจการถูกกระทำของร่างกาย โดยอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกายเป็นเครื่องชี้ประการหนึ่ง นอกจากนี้ยังดูที่การเดินของชีพจรและอุณหภูมิในร่างกายอีกด้วย ในการทดลองใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมงภายในห้องที่องค์ประกอบของสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้น มาตรฐานนี้เชื่อถือได้ดี สำหรับสภาวะอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $28^{\circ}\text{C}$  และไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นระดับสูง

#### 7) The Resultant Temperature Index (RT)

สร้างโดยมิสเซนาร์ด (Missenard) ปี ค.ศ. 1948 ในประเทศฝรั่งเศสเป็นมาตรฐานที่ถูกปรับปรุงมาจากมาตรฐาน ET มีค่าความเชื่อมั่นสูงต่อเมื่ออยู่ภายใต้อุณหภูมิในระดับปานกลาง แต่ไม่ใช่สภาพแบบเมืองร้อน เนื่องจากมาตรฐานนี้ไม่ได้รวมผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศเกินกว่า  $35^{\circ}\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์ 80 %

#### 8) The Heat Stress Index (HIS)

สร้างโดยเบลดิง (Belding) และแฮทช์ (Hatch) ในปี ค.ศ. 1955 มหาวิทยาลัยพิทซเบิร์ก (University Of Pittsburgh) สหรัฐอเมริกา โดยการใช้ทฤษฎีการคำนวณความเครียดอันเกิดจากความร้อนภายนอกต่อคนที่อยู่ภายในสภาพแวดล้อมอากาศที่กำหนดขึ้น จากความร้อนที่ผลิตขึ้นโดยขบวนการ Metabolism จากการทำกิจกรรมที่มีความหนักเบาในระดับต่างๆ และจากปริมาณการระบายความร้อนด้วยการระเหยสู่สิ่งแวดล้อม มาตรฐานนี้เชื่อถือได้สำหรับอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง  $27^{\circ}\text{C}$  ถึง  $35^{\circ}\text{C}$  ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 30 % ถึง 80% และสำหรับความชื้นในระดับต่ำหากอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะสมกับระดับความสบาย

### 9) The Equatorial Comfort Index (ECT)

สร้างโดยอี จี เวป (E.G. Webb) ปี ค.ศ. 1960 ในสิงคโปร์ ได้จากการจดบันทึกการตอบสนอง ความเคยชิน ของอากาศ พร้อมๆ กับการวัดอุณหภูมิ ของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของ อากาศ ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบที่สามารถจัดระบบออกมาเป็นสูตรได้ หรือหากใช้ Nomogram มาตรฐาน ECI นี้ก็จะมี Nomogram คล้ายๆ กับ Nomogram Et ของยัคกลู (Yaglou)

### 10) The Bioclimetic Chart

สร้างโดยโอคเยย์ (Olgay) ในปี ค.ศ. 1963 โดยมีแนวความคิดว่า องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อสภาวะของอากาศถูกควบคุมได้ด้วยวิถีทางที่แตกต่างกัน ไม่มีจุดหนึ่งจุดใดเพียงจุดเดียวที่จะสร้างดัชนีซึ่งมีรูปลักษณะหนึ่งเดียวได้ โอคเยย์ (Olgay) ได้สร้างแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimetic Chart) ขึ้นเป็นมาตรฐานใหม่ ซึ่งช่วงสภาวะสบาย (Comfort Zone) ถูกกำหนดค่าด้วยอุณหภูมิ กระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) และความชื้นสัมพัทธ์นอกจากนั้น เขตสภาวะสบายอาจสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่กำหนดไว้ได้ หากได้รับผลจากการเคลื่อนไหวของอากาศ หรือ ผลจากการแผ่รังสี

### 11) The Index Of Thermal Stress (ITS)

สร้างโดยจีโวนิ (Givoni) ในปี ค.ศ. 1969 ดัชนีนี้ได้คำนวณเอาอัตราความเป็นที่เป็นผลมาจากการไหลของเหงื่อ ซึ่งจะรักษาระดับความสมดุล ภายใต้อุณหภูมิแวดล้อมที่กำหนด การคำนวณมีพื้นฐานมาจากปัจจัยทางชีวภาพ ของระบบอุณหภูมิของมนุษย์ และปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

ดัชนีที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สำคัญ จากดัชนีกว่า 30 ดัชนี ซึ่งแต่ละดัชนีก็มีข้อจำกัดและเหมาะสมในสภาวะแวดล้อมต่างๆ กัน ไม่มีแบบหนึ่งแบบใด ที่สามารถใช้เป็นมาตรฐานสากลทั่วไปได้ การเลือกใช้ก็จำเป็นต้องศึกษา ตัวแปรและข้อจำกัดของดัชนีให้เหมาะสมกับสภาพ ลักษณะภูมิอากาศของท้องถิ่น

#### 2.2.3 ดัชนีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ปัจจัยสำคัญที่จะนำมาเป็นองค์ประกอบเพื่อหาสภาวะสบาย คือ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และการแผ่รังสีความร้อน ดัชนีอุณหภูมิที่เหมาะสมควรต้องเป็นดัชนีที่มีองค์ประกอบ สภาพแวดล้อมดังกล่าว นอกจากนั้นควรคำนึงถึง ขอบเขตครอบคลุมของดัชนีว่าสามารถครอบคลุมค่าของตัวแปรได้ดีหรือไม่ อีกทั้งดัชนีบางตัวถูกสร้างขึ้นในท้องถิ่นเฉพาะเท่านั้นไม่สามารถนำไปใช้ได้กับท้องถิ่น ที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันได้ เช่น  $P_4SR$ , HIS และ ITS ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากมูลฐานความแปรเปลี่ยนของผลกระทบของอัตราการสันดาป (Metabolism)

สำหรับดัชนี EW, OT และ EQT ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบจากความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ ซึ่งถือเป็นตัวแปรสำคัญมากสำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยเฉพาะหากความชื้นยิ่งมากขึ้นอัตราการเคลื่อนไหวของอากาศยิ่งจำเป็นสำหรับสภาวะสบายดัชนีบางตัวเช่น RT และ EW ไม่ได้นำค่าของความชื้นที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของอากาศในขณะที่ความชื้นสูงไปติดประเมินด้วย

ดัชนีเหล่านี้จึงไม่น่าจะเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย อาจนำมาใช้ได้ก็เฉพาะกรณีที่สามารถควบคุมองค์ประกอบบางตัวที่ดัชนีไม่ได้คำนึงถึงได้เท่านั้น

ตารางที่ 2.1 แสดงผลสรุปช่วงขององค์ประกอบที่ดัชนีแต่ละตัวครอบคลุมถึง

INDEX	METABOLIC RATE (W)	DBT (°C)	WBT (°C)	WIND VELOCITY (m/s)
ET or CET	REST ONLY	1-43	1-43	0.10-3.50
EW		30-35		
IT		27		
EqT		9-24		0.05-0.50
RT	REST ONLY	18-45	18-45	0.10-3.00
ECI	REST ONLY	24-35	24-35	0-1.50
P <sub>4</sub> SR	62-232	27-54	15-36	0.05-2.50
HSI	116-582	21-49	15-35	0.25-10.00
ITS	116-698	20-50	15-35	0.10-3.50

ที่มา : ปรีชญา รังสิรักษ์, “แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย”, (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.)

ดัชนีที่มีองค์ประกอบเป็นอุณหภูมิของอากาศ ความชื้นการเคลื่อนไหวของอากาศรวมทั้งการแผ่รังสีความร้อน และสามารถครอบคลุมค่าของแต่ละองค์ประกอบในประเทศไทยได้ก็คือ ET , CET และ ECI รวมทั้งวิธีการแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ของโอดเยย์ (Olgay) ซึ่งดัชนีทั้ง 4 นี้ น่าจะเป็นดัชนีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

สำหรับดัชนีที่พิจารณาเลือกใช้สำหรับวิเคราะห์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเลือกใช้ CET (Corrected Effective Temperature Index) เพราะนอกจากจะสามารถครอบคลุมองค์ประกอบได้สมบูรณ์กว่า ECI ยังใช้กันอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถครอบคลุมองค์ประกอบได้กว้างขวางดัชนีตัวอื่นๆ อีกทั้งเป็นดัชนีที่เข้าใจได้ง่าย

สำหรับแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นไม้ได้เป็นตัวเลขเหมือนดัชนีอื่นๆ ต้องอาศัยการดูตำแหน่งสภาวะสบายจากการพล็อต ค่าขององค์ประกอบทั้งหมดทุกครั้งทำให้ไม่สะดวกในการใช้สำหรับการวิเคราะห์ แต่จะใช้แผนภูมิไบโอไคลเมติก สำหรับแสดงภาพรวม หรือผลสรุปของค่าสภาวะอากาศ ซึ่งแผนภูมิไบโอไคลเมติก สามารถแสดงได้อย่างชัดเจนเข้าใจได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 อุณหภูมิสมประสงค์แท้ (Corrected Effective Temperature Index)

ดัชนี CET เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจาก ET (Effective Temperature Index) โดยเพิ่มองค์ประกอบ การแผ่รังสี เป็นตัวแปรสำหรับสภาวะสบายอีกหนึ่งตัว ซึ่งค่าการแผ่รังสีได้มาจากการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิอากาศที่ได้จากอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เป็นค่าที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบลูกโลก (Globe Thermometer) ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิที่เกิดจากผลของรังสีที่แผ่ออกมา (Mean Radiant Temperature)

องค์ประกอบของดัชนี CET ประกอบด้วย

- 1) อุณหภูมิของอากาศที่อ่านค่ามาจากเทอร์โมมิเตอร์แบบลูกโลก (Globe Thermometer) และค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature )
- 2) ความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่ได้จากการอ่านค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก
- 3) การเคลื่อนไหวของอากาศ
- 4) การแผ่รังสี ได้ค่ามาจากอุณหภูมิของอากาศที่อ่านค่ามาจากเทอร์โมมิเตอร์แบบลูกโลก (Globe Thermometer)

สำหรับค่าต่างๆ ขององค์ประกอบที่ได้จาก Climatological Data ของกรมอุตุนิยมวิทยา จะให้ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) ความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.) และความเร็วลม สามารถนำค่า DBT และ R.H. แปลงค่าเป็นอุณหภูมิกระเปาะเปียก (WBT) ได้ด้วยแผนภูมิไซโคลเมตริก (Psychrometric Chart) เพื่อนำไปหาค่า CET ต่อไป

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลสภาพอากาศในช่วงปีพ.ศ. 2504-2533 ณ สถานีตรวจอากาศสงขลาเส้นรุ้งที่ 7° 12' เหนือ เส้นแวงที่ 100° 36' ตะวันออก

	JAN	FEB	MAR	APR	MAR	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEA
TEMP.(C)													
Mean max	29.6	30.4	31.4	32.6	36.9	32.8	32.6	32.7	32.2	31.1	29.6	29.1	31.4
Mean min	24.0	24.1	24.2	24.6	24.6	24.3	23.9	24.0	23.8	23.8	23.9	24.0	24.1
R.H.(%)													
Mean max	87	87	89	91	92	91	91	91	92	94	93	90	91
Mean min	67	66	65	64	63	61	61	60	63	68	73	72	65

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (2504-2533)

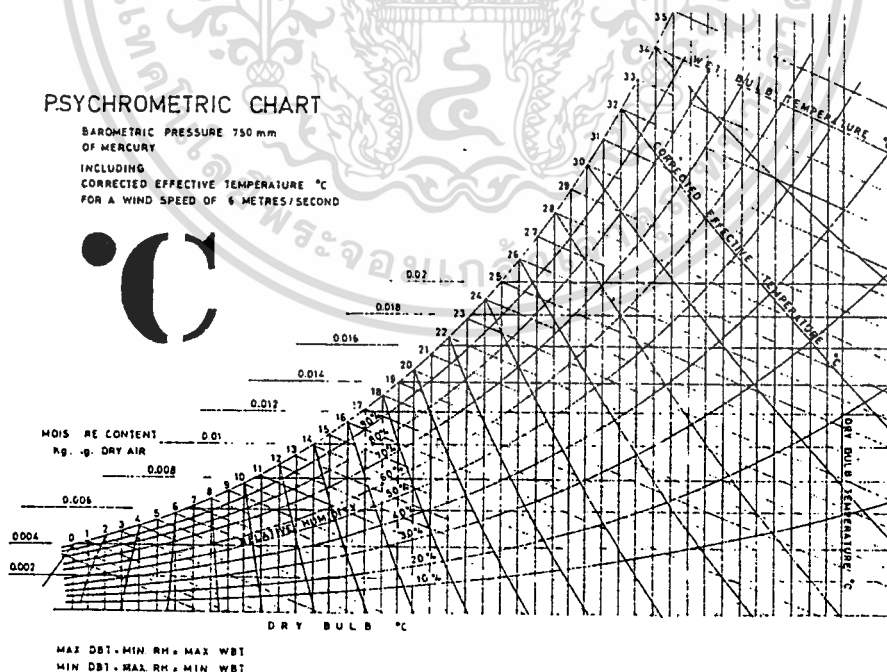
## ขั้นตอนการดำเนินการหาอุณหภูมิสมประสงค์ (ET)

ค่าที่ได้จากข้อมูลสภาพอากาศ (Climatological Data) (ตารางที่ 2.2) ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่จะนำมาหาค่า ET (ตรงใจ บวรณสมภพ.2521:38 - 39) ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DBT) จากช่อง Mean Max และ Mean Min. Temperature
- ค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.) จากช่อง Mean Max และ Mean Min. Relative Humidity.

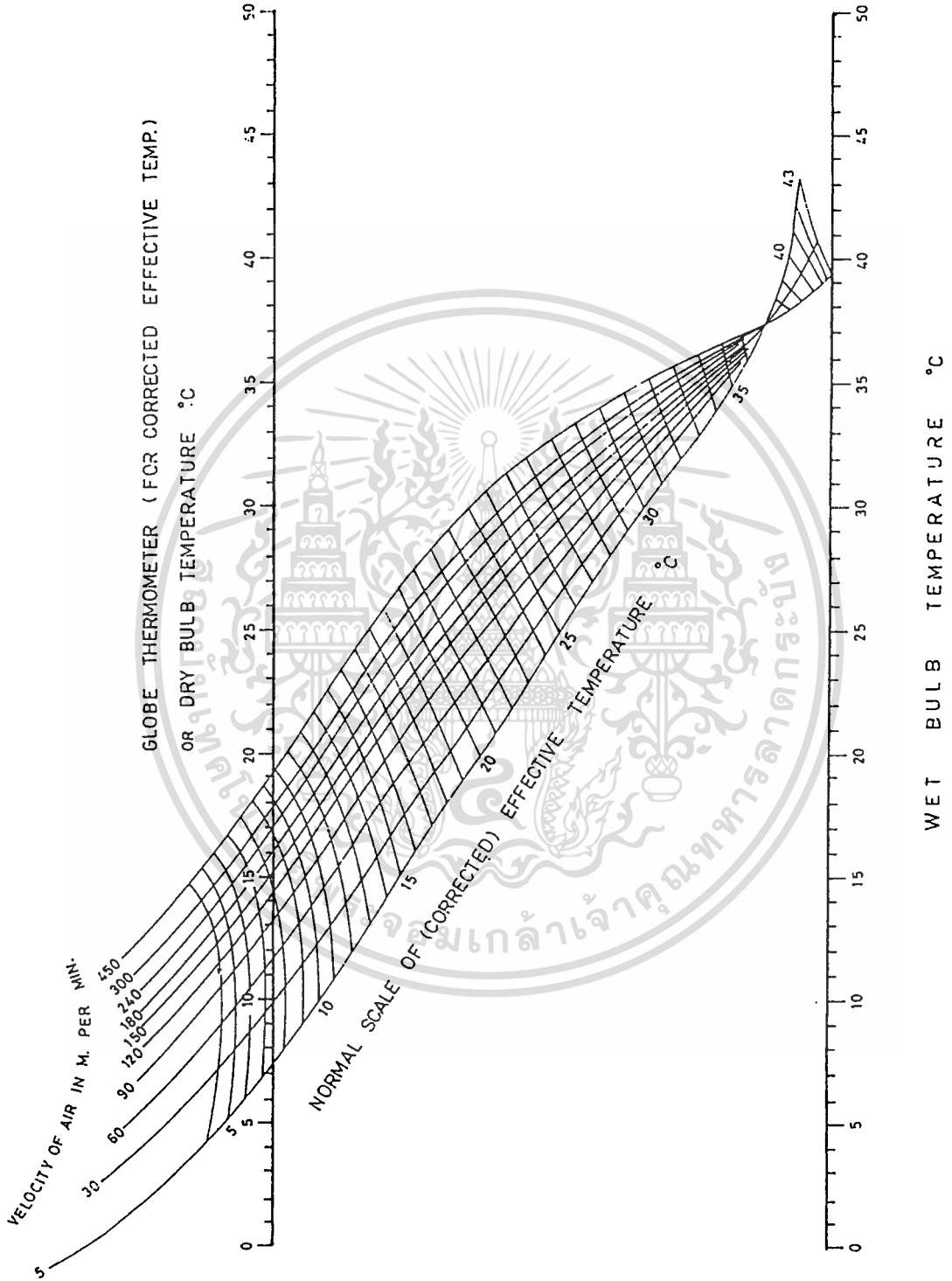
1. นำค่า DBT และ R.H. ของแต่ละเดือนแปลงค่าเป็นอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) โดยใช้ Psychrometric Chart (ภาพที่ 2.2) ซึ่งจะได้ค่า MIN.WBT จากการนำค่า MIN.DBT และ MAX. R.H. พล็อตลงใน Psychrometric Chart และได้ค่า MAX. WBT จากการพล็อตค่า MAX.DBT และ MIN. RH ลงใน Psychrometric Chart

2. นำค่า DBT จากตารางที่ 2.2 และค่า WB ที่ได้จากขั้นตอนในข้อ 1. มาพล็อตหาค่า ET จาก Effective Temperature Nomogram (รูปที่ 2.3) ให้สัมพันธ์กับความเร็วลมที่ต้องการก็จะได้ค่า ET ของแต่ละเดือนตามต้องการ



รูปที่ 2.2 Psychrometric Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 Effective Temperature Nomogram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น

สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น หรือสถาปัตยกรรมพื้นบ้าน เป็นศิลปการก่อสร้างที่ชาวบ้านยึดถือปฏิบัติเป็นแบบอย่างสืบทอดต่อๆ กันมา ซึ่งจะชัดเจนในด้านคตินิยม รูปแบบ และวิธีการก่อสร้างของแต่ละท้องถิ่น

ลักษณะของสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นจะมีความสัมพันธ์เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ชีตความสามารถในการผลิต และ เทคนิควิทยาการของชุมชน คติ ความเชื่อพื้นฐานของชุมชนนั้นๆ

อิทธิพลที่สำคัญที่สุดในการกำหนดรูปแบบเรือนพื้นถิ่นก็คือสภาพภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความสบายที่สุดในการใช้อาคาร สภาพภูมิประเทศของภาคใต้มีลักษณะเป็นคาบสมุทร มีมรสุมตะวันตกและตะวันออกพัดผ่าน มีฝนชุกตลอดปี มีพายุและลมแรงความชื้นสูง แม้อากาศค่อนข้างร้อนจัด เพราะอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร แต่ก็บรรเทาลงได้เพราะอยู่ใกล้ทะเล สภาพเกี่ยวกับภูมิประเทศ ภูมิอากาศเหล่านี้มีอิทธิพลต่อสถาปัตยกรรมภาคใต้กลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ ของเรือนไทยภาคใต้ที่พยายามให้สอดคล้องกลมกลืนกับธรรมชาติ เช่น

1) การไม่ฝังเสาเรือนลงในดิน แต่จะวางเสาไว้บนท่อนไม้เนื้อแข็ง หรือก้อนหิน หรือหล่อแท่งซีเมนต์รองรับไว้ ซึ่งเรียกส่วนที่รองรับเสานี้ว่า “ ดินเสา ” ทั้งนี้เนื่องจาก สภาพความชื้นสูงเพราะฝนตกชุก การวางเสาบนดินเสาคจะช่วยไม่ให้เสาร้อนเร็วทั้งจากความชื้นเองและจากปลวก, รา นอกจากนั้น สภาพดินที่ยืดหยุ่น เพราะฝนตกมากอาจทำให้เสาทรงตัวได้ การวางบนดินเสาคจะช่วยบรรเทาปัญหาได้

2) หลังคาเตี้ยและมีความลาดชันมาก เนื่องมาจากฝนตกชุกทำให้ต้องการระบายน้ำจากหลังคาให้เร็วที่สุด น้ำฝนไม่ขัง และ ฉะนั้นอยู่นาน ช่วยทำให้หลังคางทนไม่รั่วซึม ส่วนที่จำเป็นต้องทำให้หลังคาเตี้ยก็เพื่อ ไม่ให้ลมปะทะทางกระเบื้อง หรือ ปลายจาก (วัสดุฉนวน) จนหลังคาเสียหาย

3) ปลายเสาล้มสอบ หรือ เรียกตามภาษาถิ่นว่า “ทรงข้างเยี้ยว” ช่วยผ่อนการต้านลมได้เป็นอย่างดี ทั้งยังช่วยบังคับให้ลมบางส่วนลอดผ่านช่องลมเหนือฝาเข้าไปในตัวบ้านทำให้อากาศถ่ายเท

4) นิยมฝากระดานซ้อนเกล็ด หรือการวางกระดานในแนวนอน แล้วให้ริมล่างของแผ่นบนทับริมบนของแผ่นล่างตามลำดับ เพื่อป้องกันไม่ให้หยดน้ำไหลซึมเข้าไปซึ่งอยู่ระหว่างรอยต่อของแผ่นกระดาน ทำให้ฝากระดานนี้คงทนได้ดีขึ้น

5) ชานเรือนนิยมปูไม้เคี่ยมซึ่งทนแดดทนฝนได้ดี ขนาดหนาประมาณ 2-3 นิ้ว กว้างประมาณ 10-20 นิ้ว ให้มีความยาวตลอดในแต่ละแผ่น ไม่นิยมต่อกลาง โดยเว้นช่องห่างกันประมาณ 1-2 นิ้ว ไม่ตอกตะปู การปูพื้นชานลักษณะนี้ก็เนื่องมาจากต้องการให้น้ำฝนระบายออกจากชานเรือนโดยเร็ว ไม่ขัง แห้งเร็ว รักษาสภาพพื้นให้คงทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ยกพื้นสูง เพื่อช่วยไม่ให้น้ำท่วมโดยเฉพาะฤดูมรสุมฝนตกชุก น้ำมักท่วมอย่างฉับพลัน นอกจากนั้นยังช่วยป้องกันสัตว์เลื้อยคลาน และ สัตว์อื่นๆ บางชนิด เช่น งู ตะเข็บ ตะขาบ มด ปลวก ขึ้นบ้าน

7) การวางตัวอาคาร นิยมให้ด้านยาวพุ่งไปทางทิศตะวันออก และ ตะวันตก จนเกิดเป็นคติความเชื่อว่า “ห้ามปลูกเรือนขวางหวัน” (หวัน เป็นคำพื้นถิ่น แปลว่า ตะวัน หรือ ดวงอาทิตย์) ซึ่งก็เพื่อทำให้อาคารหันรับลมทั้งที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และ ตะวันตกเฉียงใต้ และ หันด้านแคบปะทะแดดทั้งทางด้านทิศตะวันออก และ ตะวันตก จึงทำให้มีการถ่ายเทอากาศ และ ลดความอบอ้าวให้แก่ตัวเรือน

จากลักษณะดังกล่าวพอจะสรุปการแก้ปัญหาด้านสภาวะสบายจากสภาพลมฟ้าอากาศ ประจำท้องถิ่นได้ดังนี้

ก) การแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิ อาศัยการจัดวางผังตัวอาคารให้สอดคล้องคล้อยตามกับทิศทางแดด , ลม โดยให้อาคารรับลมได้ดี ขณะที่พื้นที่รับแดดน้อย การจัดพื้นที่ใช้สอยและตัวอาคารให้โปร่ง ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศได้ดี ไม่มีการสะสมความร้อน หลังคาที่มีความลาดชันมากทำให้มีพื้นที่ใต้หลังคา ช่วยรับอากาศร้อนที่ลอยตัวขึ้น ชายคาทอดยาว ช่วยกันแดดให้ตัวอาคาร อีกทั้งต้นไม้ที่ปลูกกรายล้อมอาคารยังช่วยให้อุณหภูมิรอบๆ อาคารลดลงก่อนที่จะพัดผ่านอาคาร

ข) การแก้ปัญหาด้านความชื้น ซึ่งมีสูงในจังหวัดสงขลา อาศัยกระแสลมช่วยระบายความอับชื้นภายในตัวอาคารออกไป โดยการวางอาคารให้รับลมประจำถิ่นได้สะดวกเต็มที่ตัวอาคารโปร่งใต้ถุนสูง ช่วยสนับสนุนการระบายอากาศให้แก่อาคารเป็นอย่างดี ช่องลม-เหนือผนัง ช่วยให้มีการระบายอากาศร้อนในอาคารที่ลอยตัวสูงขึ้น การแยกเรือนครัวก็ช่วยไม่ให้ความร้อน และความชื้นจากการประกอบอาหาร สร้างปัญหาให้แก่อาคาร

ค) การระบายอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยลดปัญหาทั้งที่เกิดจากความร้อน และ ความชื้น ได้รับการพิจารณาเป็นอย่างมาก ตั้งแต่การวางผังอาคารให้สอดคล้อง กับทิศทางลม , การจัดองค์ประกอบอาคาร ให้เกิดระบายอากาศผ่านตลอด (Cross Ventilation) การแยกส่วนครัว , การจัดพื้นที่โปร่ง , โปร่ง รวมทั้งการลดหลั่นของพื้นเรือน , ระเบียง , ชาน ช่วยทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศได้เป็นอย่างดี มีช่องระบายอากาศเหนือผนัง ทำให้ไม่มีการสะสมความร้อนใต้หลังคา

# บทที่ 3

## การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

### 3.1 สภาพทั่วไปของจังหวัดสงขลา

สงขลาเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่  $6^{\circ} 17'$  ถึง  $7^{\circ} 56'$  เหนือ และเส้นแวงที่  $100^{\circ} 01'$  ถึง  $101^{\circ} 06'$  ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 4 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 7,393 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,621,180 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.3 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศใต้โดยทางรถไฟประมาณ 950 กิโลเมตร โดยทางอากาศประมาณ 725 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	จดจังหวัดนครศรีธรรมราช และ จังหวัดพัทลุง
ทิศตะวันออก	จดอ่าวไทย
ทิศใต้	จดจังหวัดยะลา ,ปัตตานีและประเทศมาเลเซีย
ทิศตะวันตก	จดจังหวัดพัทลุง และ จังหวัดสตูล

#### 3.1.1 สภาพภูมิประเทศ

สงขลาเป็นจังหวัดตั้งอยู่ในบริเวณคาบสมุทรด้านอ่าวไทย ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลยกตัว มีทะเลสาบขนาดใหญ่อยู่ทางทิศเหนือ ซึ่งติดต่อกับเขตจังหวัดพัทลุงและจังหวัดนครศรีธรรมราช พื้นที่ลาดเทจากทางด้านทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดสงขลาพอที่จะกล่าวได้อย่างสังเขปดังนี้

ตอนเหนือ เป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบสงขลา และที่ราบริมทะเลทางตะวันออกตลอดแนวจากเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชถึงจังหวัดปัตตานีเป็นที่ราบริมทะเล และมีเนินหาดทรายยาว 154.7 กิโลเมตร ทิศตะวันตกและทิศใต้ เป็นพื้นที่ลาดชัน เนินเขา และทิวเขาสูง มีเทือกเขาบรรทัดและเทือกเขาสนกาลาศรีเป็นแนวเขตระหว่างจังหวัดพัทลุง สตูล และสหพันธรัฐมาเลเซีย ในที่ราบตอนกลางมีภูเขาเตี้ยๆตามแนวเหนือใต้ได้แก่ เขาดังกวนมียอดเขาสูง 80 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เขาน้อยมียอดเขาสูง 60 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล เขาคอหงษ์มียอดสูง 389 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ฝั่งทะเลด้านตะวันออกมีเกาะอยู่ 3 เกาะ คือ เกาะหนูมีพื้นที่กว้าง 94 ไร่ อยู่ห่างจากหาดสมิหลาออกไป 2.5 กิโลเมตร เกาะแมวอยู่เหนือเกาะหนูมีพื้นที่กว้าง 25 ไร่ อยู่ห่างจากหาดสมิหลา 3.5 กิโลเมตร และเกาะขามอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ เขตอำเภอจะนะ มีพื้นที่ 25 ไร่ อยู่ห่างจากหาดสะกอม 2 กิโลเมตร

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดสงขลา และบริเวณใกล้เคียงแตกต่างกันไปตามพื้นที่ และสามารถแบ่งออกเป็นอาณาเขตใหญ่ๆ ได้ 3 แห่งดังนี้

- 1) พื้นที่ราบทางตอนเหนือของจังหวัดสงขลา และ บริเวณรอบๆ ทะเลสาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ที่ราบริมฝั่งทะเล ซึ่งประกอบไปด้วยชายทะเลขนานกับฝั่งทะเลทิศตะวันออกซึ่งจรดอ่าวไทย

3) พื้นที่ลาดชัน ซึ่งประกอบด้วยที่ราบสูง เนินเขา และภูเขา ซึ่งต่อเนื่องกับทิวเขาด้านตะวันตก และด้านใต้ของพื้นที่ โดยที่บางส่วนที่ยื่นไปทางบริเวณทะเลสาป ทิวเขาซึ่งประกอบเป็นแนวเขตของกลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลาที่ยอดสูงตั้งแต่ 250 ถึง 1,350 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ในจำนวนนี้เป็นที่เกิดของแหล่งท่องเที่ยวสวยงามหลายแห่ง เช่น น้ำตกโตนงาช้าง และ น้ำตกบริพัตร

### 3.1.2 ลักษณะทางธรณีวิทยา

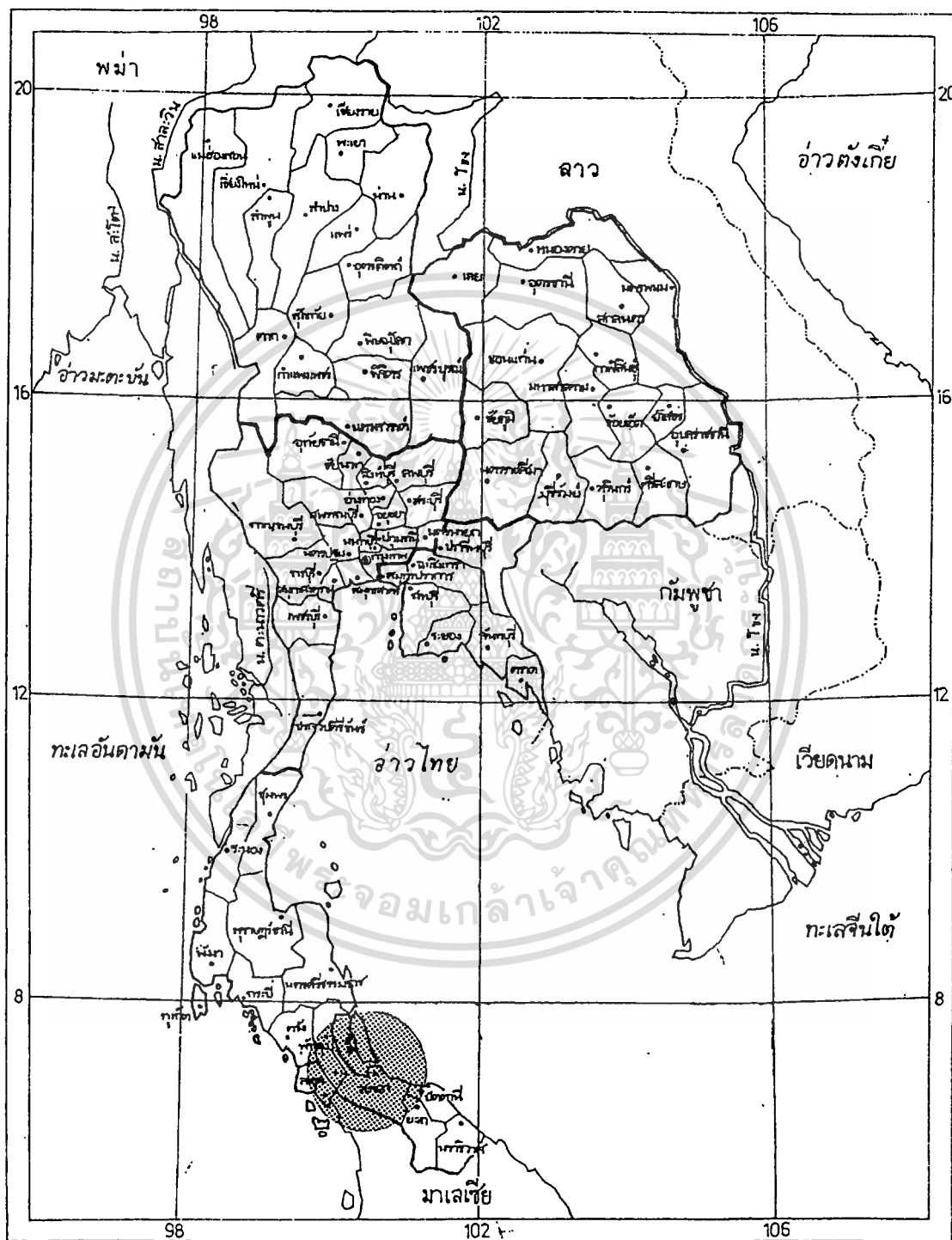
พื้นที่ราบรอบทะเลสาปสงขลาประกอบด้วย ดิน และดินตะกอนซึ่งถูกพัดพามาตามสายน้ำ พื้นที่ทางตอนเหนือของทะเลน้อยเป็นที่ลุ่มและหนองน้ำในขณะที่แผ่นดินแคบๆ ระหว่างอ่าวไทย กับทะเลสาปสงขลาส่วนใหญ่เป็นดินทราย ที่ราบฝั่งตะวันตกของทะเลสาปสงขลา เป็นที่อุดมสมบูรณ์ซึ่งมีการทำนาอยู่ทั่วพื้นที่

ที่ลาดชัน (Slope Complexes) ทางด้านตะวันตก ของทะเลสาปสงขลา ประกอบด้วย หินปูนสีเทา สลับกับหินชั้น (Shale), หินทราย (Sandstone), หินโคลน (Mudstone) และเศษหิน (Tuff) ของหินชุดราชบุรี (Ratburi Formation) ส่วนที่ลาดชันด้านใต้ของจังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นหินชั้นและหินทราย ของหินชุดทะเลและหินชุดกาญจนบุรี (Marine & Kanchanaburi Formations) ลักษณะดินภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทรายและกรวด

ทิวเขาทางตะวันตกอันเป็นส่วนหนึ่งของเส้นแบ่งกลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลา ประกอบด้วย Granite และ Granodiorite ของ Cretaceous Dray Massive Limestones ของหินชุดทุ่งสง (Thung Song Formation) ในขณะที่ทิวเขาทางด้านใต้โดยทั่วไป ประกอบด้วย หินชั้นและหินทราย ของหินชุดทะเลและหินชุดกาญจนบุรี โดยพบ Granite และ Granodiorite ในบางแห่ง

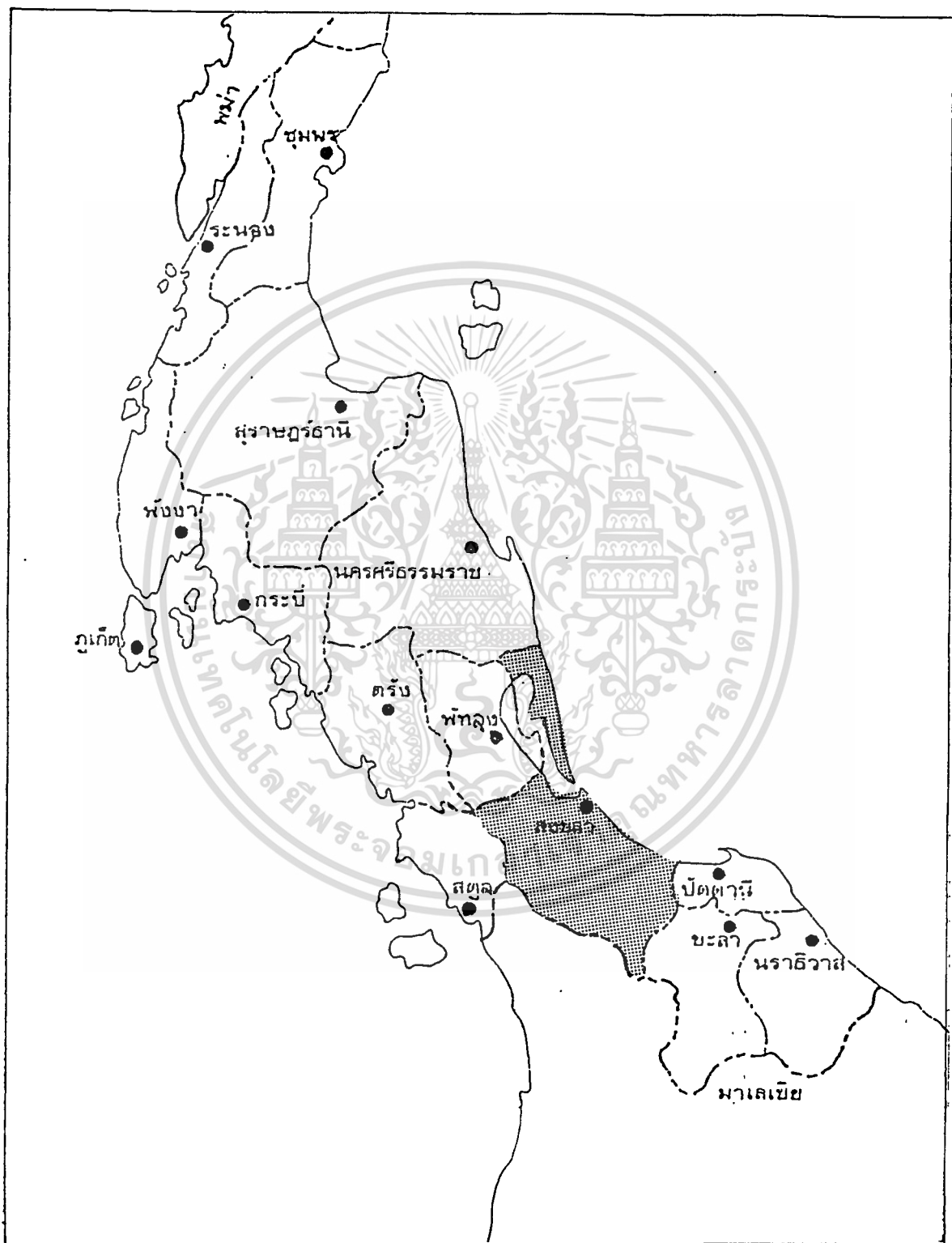
การแบ่งลักษณะดินในจังหวัดสงขลา ซึ่งเผยแพร่โดยจังหวัดสงขลา สามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) พื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของจังหวัดสงขลาทั้งหมดประกอบด้วยดินตะกอน จึงนับได้ว่าเป็นบริเวณที่อุดมสมบูรณ์ในด้านเกษตรกรรม
- 2) ประมาณหนึ่งในสี่ของพื้นที่เป็นที่ลาดชันและทิวเขา
- 3) ประมาณร้อยละ 0.2 ของพื้นที่เป็นชุมชนที่พักอาศัย



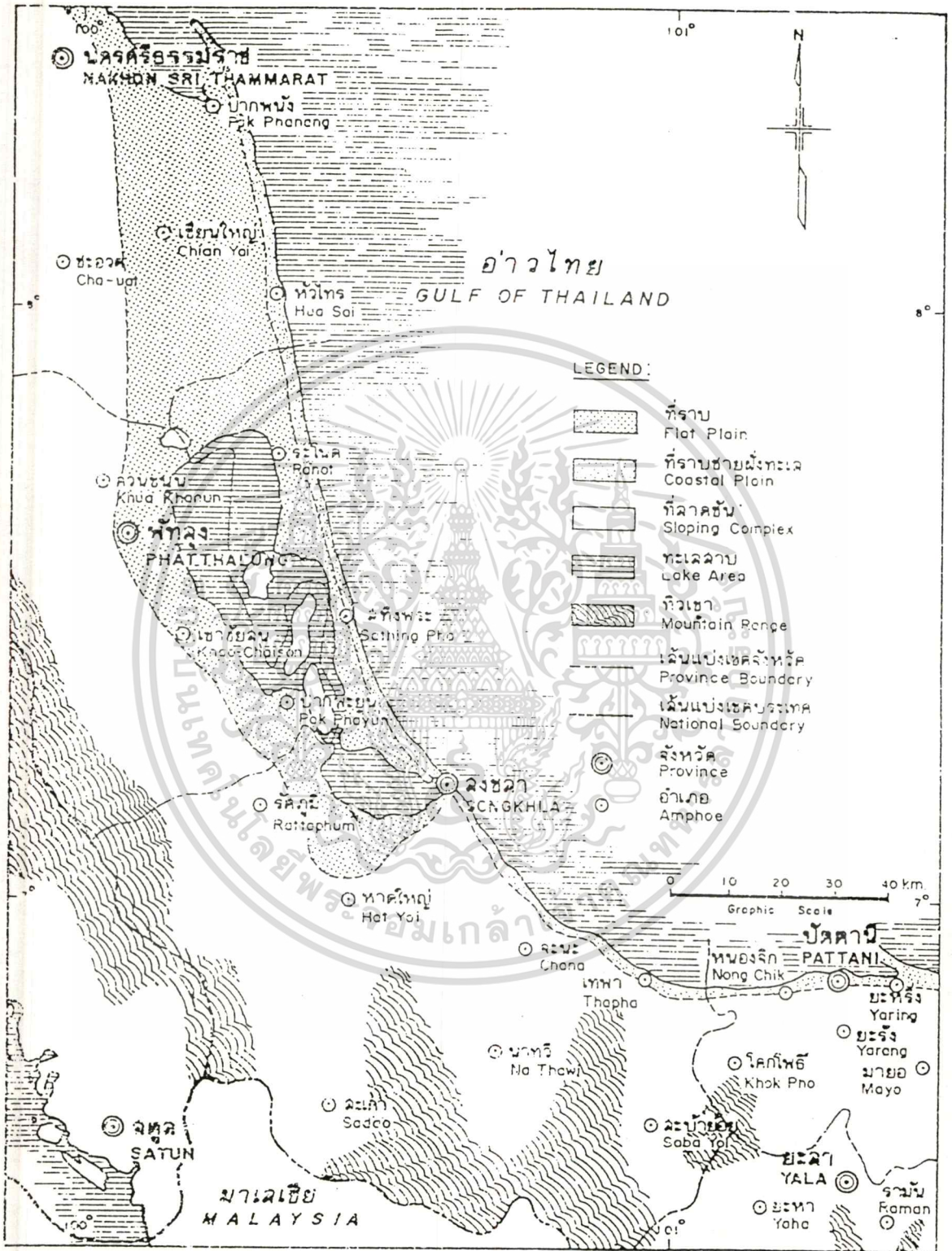
รูปที่ 3.1 แผนที่ประเทศไทยแสดงตำแหน่งจังหวัดสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



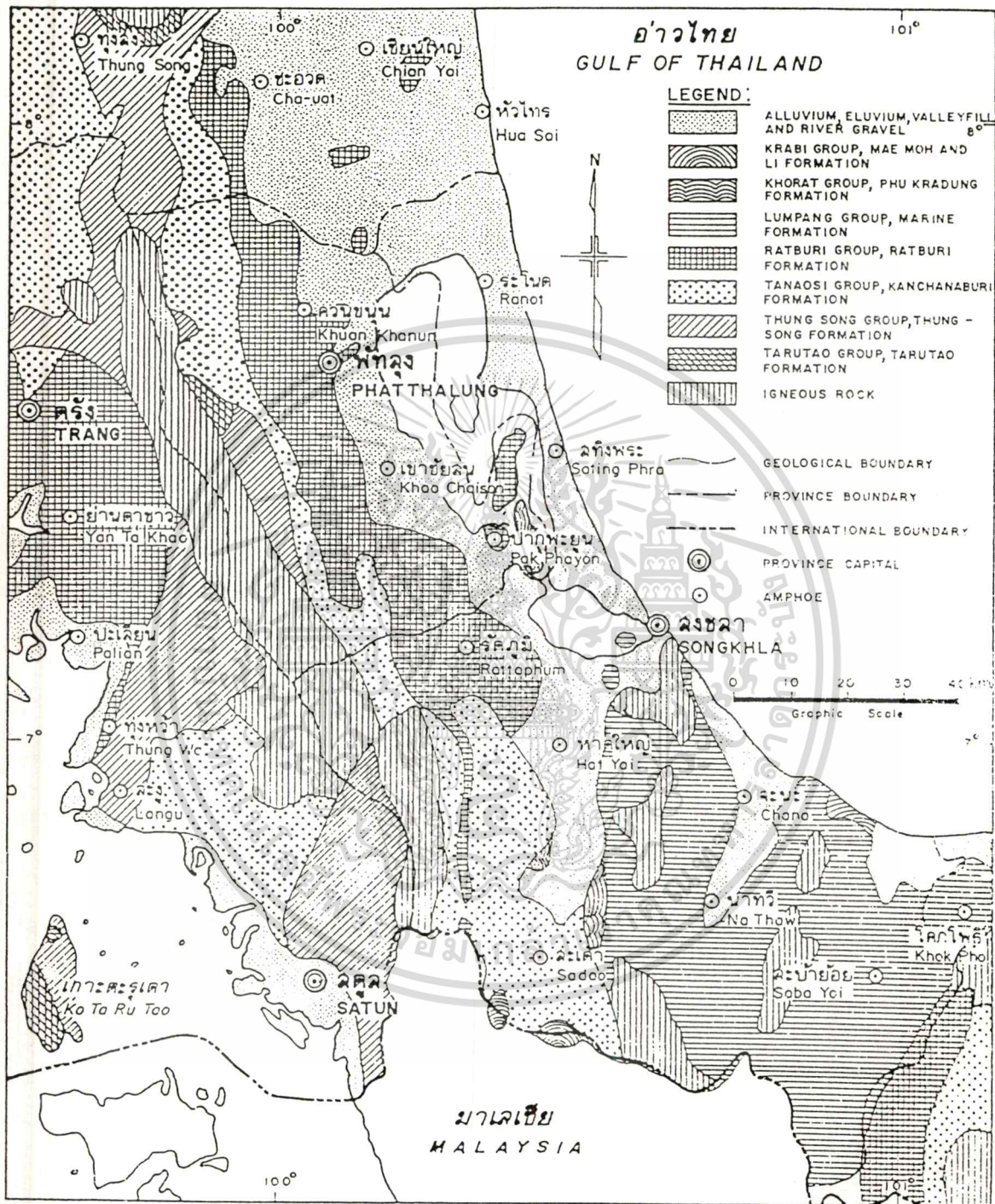
รูปที่ 3.2 แผนที่ภาคใต้แสดงที่ตั้งและเขตติดต่อจังหวัดสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนที่แสดงภูมิประเทศของจังหวัดสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 สภาพเศรษฐกิจ สังคม ขนบธรรมเนียมประเพณี

### 3.2.1 ประชากร

จำนวนประชากรในจังหวัดสงขลา ในบรรยายสรุปจังหวัดสงขลาปี 2534 มีจำนวนทั้งหมด 1,079,713 คน แยกเป็นชาย 542,052 คน หญิง 537,661 คนมีจำนวนบ้าน 252,459 หลังคาเรือน อำเภอที่มีประชากรมากที่สุดคือ อำเภอหาดใหญ่ มีจำนวน 279,260 คนอำเภอที่มีประชากรน้อยที่สุดคือ อำเภอกระแสสินธุ์ มีจำนวน 17,111 คน โครงสร้างประชากรโดยเพศมีสัดส่วนเพศชายมากกว่าเพศหญิงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จังหวัดสงขลา มีประชากรมากเป็นที่สองของภาคใต้ รองจาก จังหวัดนครศรีธรรมราช

เมื่อพิจารณาจากจำนวนประชากร และ ขนาดของพื้นที่ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2519 เป็นต้นมาพบว่า จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้ความหนาแน่นของประชากรต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของประชากรในอัตราเฉลี่ยโดยคิดจากเนื้อที่ของจังหวัดซึ่งมีประมาณ 7,393 ตารางกิโลเมตร แล้วในปี พ.ศ. 2519 มีความหนาแน่นของประชากรประมาณ 105 คนต่อตารางกิโลเมตร ในปี 2528 มีความหนาแน่นประมาณ 133 คนต่อตารางกิโลเมตร และในปี 2534 เพิ่มขึ้นเป็น 146 คน ต่อตารางกิโลเมตร

อำเภอที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดคืออำเภอเมือง และ อำเภอหาดใหญ่ เนื่องจากเป็นศูนย์กลางทางด้านปกครอง ด้านการประมง การท่องเที่ยว ด้านพาณิชย์กรรม รวมทั้งทางด้านการศึกษา

### 3.2.2 การปกครอง

จังหวัดสงขลาแบ่งการปกครองออกเป็น 13 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ นอกจากนั้นมืองค์การบริหารส่วนจังหวัด , เทศบาลเมือง 2 แห่ง คือ เทศบาลเมืองสงขลา และ เทศบาลเมืองหาดใหญ่ เทศบาลตำบล 1 แห่ง , สุขาภิบาล 14 แห่ง , ตำบล 121 ตำบล , หมู่บ้าน 945 หมู่บ้าน

มีส่วนราชการทั้งสิ้น 234 ส่วนราชการ แยกเป็นส่วนราชการส่วนกลาง 151 ส่วนราชการ ส่วนภูมิภาค 31 ส่วนราชการ , ส่วนท้องถิ่น 18 ส่วนราชการ และรัฐวิสาหกิจ 34 ส่วนราชการ

### 3.2.3 การศึกษา

สถิติปี 2533 จังหวัดสงขลา มีสถานศึกษาสังกัดกระทรวงศึกษาธิการหลายแห่ง ได้แก่โรงเรียนศึกษาผู้ใหญ่ 13 แห่ง , โรงเรียนและวิทยาลัยสังกัดกรมอาชีวศึกษา 6 แห่ง , โรงเรียนกรมสามัญศึกษา 35 แห่ง,โรงเรียนเอกชนสายอาชีพ 20โรงเรียน สายสามัญ 62 โรงเรียนประถมศึกษา148 โรงเรียน , วิทยาลัยครู 1 แห่ง , โรงเรียนสาธิต 1 แห่ง

สถานศึกษาที่อยู่นอกสังกัดกระทรวงศึกษาธิการได้แก่ มหาวิทยาลัย 2 แห่ง , วิทยาลัยพยาบาล 1 แห่ง , สถาบันพัฒนาฝีมือและแรงงาน 1 แห่ง , โรงเรียนเทศบาล 12 โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน 12 โรงเรียน มีนักเรียน นักศึกษา 233,975 คน

### 3.2.4 ศาสนา

ประชากรส่วนใหญ่ของจังหวัดสงขลาประมาณร้อยละ 66 ของประชากรทั้งจังหวัดนับถือศาสนาพุทธ รองลงมาคือศาสนาอิสลาม ประมาณร้อยละ 33 ที่เหลือนับถือศาสนาอื่นๆ สถานประกอบศาสนกิจของแต่ละศาสนามีจำนวนแตกต่างกัน มีวัดจำนวน 370 แห่ง , สำนักสงฆ์ 54 แห่ง พระภิกษุ 3,071 รูป สามเณร 1,065 รูป มัสยิดจำนวน 278 แห่ง และโบสถ์คริสต์จำนวน 10 แห่ง

### 3.2.5 การสาธารณสุข

จังหวัดสงขลาเป็นเมืองหลักทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอหาดใหญ่ จึงได้มีการกำหนดให้มีผังเมืองรวมขึ้น 3 บริเวณ คือ ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ และผังเมืองรวมเมืองท่าเรื่อน้ำลึกสงขลา

การระบายน้ำในพื้นที่โดยทั่วไปสามารถระบายน้ำได้ดียกเว้นบริเวณอำเภอหาดใหญ่ ระบายน้ำได้ยาก เนื่องจากมีลักษณะเป็นแอ่งมีภูเขาล้อมรอบ

ทางด้านการจราจร จังหวัดสงขลาเป็นศูนย์กลางขนส่งของภาคใต้ มีถนนที่ใช้เพื่อการขนส่งผู้โดยสาร และรับจ้างได้จำนวน 54 เส้นทางจากสงขลาไปจุดต่างๆ ทั้งในและต่างจังหวัด นอกจากนี้ยังมีเส้นทางรถยนต์โดยสาร ขนาดเล็กไปยังหมู่บ้านต่างๆ จำนวน 52 เส้นทาง

ในส่วนของ การประปา , ไฟฟ้า จังหวัดสงขลามีกิจกรรมการประปาสุขาภิบาลและหมู่บ้าน 5 แห่ง กิจกรรมการประปาในความรับผิดชอบของส่วนภูมิภาคจำนวน 3 แห่ง สำหรับไฟฟ้า ในเขตเองมีกระแสไฟฟ้าทั้งหมด 507.76 กิโลวัตต์ อำเภอหาดใหญ่ใช้สูงสุดถึงร้อยละ 56.38 ในเขตชนบทบริการไฟฟ้าได้ครบทุกหมู่บ้าน จำนวน 828 หมู่บ้าน

### 3.2.6 ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม

ประชากรในจังหวัดสงขลาโดยทั่วไปยังรักษาขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมโบราณของตนได้หลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเพณีเกี่ยวกับพระพุทธศาสนา พิธีการที่สำคัญได้แก่

1) การชักพระ หรือการแห่พระพุทธรูปทั้งทางบกและทางน้ำ จัดให้มีขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยกระทำกันในวันแรม 1 ค่ำ เดือน 11 หลังออกพรรษาแล้ว ยานพาหนะที่ใช้ประดิษฐานรองรับพระพุทธรูปจะตกแต่งประดับประดาอย่างสวยงาม ประทัดซึ่งกันและกัน แล้วแห่แหนไปรอบตามย่านชุมชนต่างๆ แล้วจะนำไปรวมกันที่บริเวณแหลมสนเพื่อทำพิธีทางศาสนาต่อไป

2) การทำบุญวันสารทเดือนสิบ หรือที่ภาคกลางเรียกว่าตักบาตรเทโว เพื่ออุทิศส่วนกุศลให้แก่บรรดาญาติและเพื่อนที่ล่วงลับไปแล้วโดยจะชุมนุมตักบาตรกัน ปีละ 2 ครั้ง คือในวันแรม 1 ค่ำ กับ วันแรม 15 ค่ำ เดือน 10 ซึ่งถือว่า ครอบครวั ต้องไปทำบุญ ที่วัดที่ตนมีภูมิลำเนาอยู่ หรือที่ตนอาศัย แม้จะไปอยู่ต่างถิ่นก็ต้องกลับมาทำบุญที่บ้านเกิดของตน

3) พิธีลอยกระทง จัดให้มีเป็นประจำทุกปี ในวันเพ็ญ เดือน 12 โดยจัดให้มีขึ้นที่บริเวณแหลมสมิหลา และบริเวณสวนสาธารณะเทศบาลเมืองหาดใหญ่ มีกระทงตกแต่งสวยงาม ในรูปทรงแบบและความคิดที่แปลกๆ มีความหมายในตัวของมันเอง จำนวนเป็นพันๆ กระทง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ประชาชนลดยในบริเวณงาน มีการแห่แหนไปในที่ต่าง ๆ เป็นริ้วขบวนใหญ่โต สร้างความสนุกสนานให้ผู้ร่วมงานโดยทั่วไป

4) กีฬาพื้นเมือง ที่นิยม คือ การชนโค การชนไก่ การกัดปลา เป็นต้น กีฬาชนโคมีมาตั้งแต่ครั้งดึกดำบรรพ์สมัยศรีวิชัยครอบครองแหลมมลายู มีโคที่มีชื่อเสียงของจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียงมาชนกันเสมอ การชนโคมีประโยชน์ทางอ้อม คือ เป็นการส่งเสริมการบำรุงพันธุ์โค ให้ได้ขนาด และ รูปร่างสมส่วน

### 3.3 สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดสงขลามีภูมิอากาศประเภทเขตร้อนชื้น ได้รับอิทธิพลของลมมรสุม อุณหภูมิอยู่ในระดับสูงค่อนข้างคงที่ โดยมีอากาศไม่ร้อนจัดจนเกินไป มีปริมาณฝนแต่ละเดือนแตกต่างกันไปตามฤดูกาลมรสุม

#### 3.3.1 ฤดูกาล

จากการที่จังหวัดสงขลาอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมลักษณะฤดูจึงถูกแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดู คือ

1) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงมกราคม เป็นระยะเวลา 9 เดือน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ

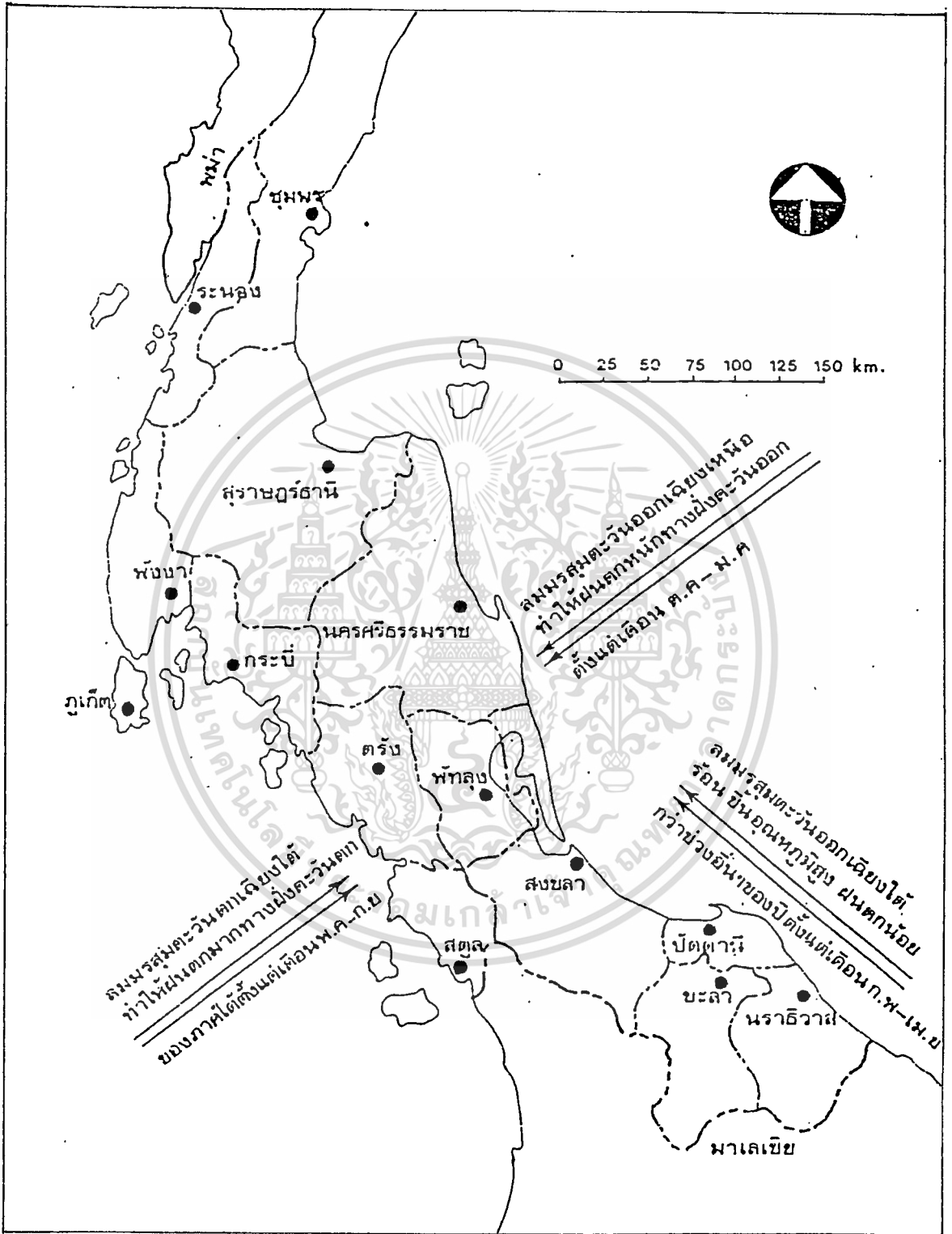
- ระยะแรก ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน ช่วงนี้มีฝนตกน้อย เนื่องจากมีแนวภูเขาซึ่งทอดขวางทางทิศทางลมมรสุมทางด้านตะวันตก และ ทางทิศใต้

- ระยะที่สอง ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนมกราคม ในระยะนี้จะมีฝนตกชุกและมีปริมาณมาก

2) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่องว่างระหว่างลมมรสุม หลังจากสิ้นสุดฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้วอากาศเริ่มร้อน และมีอากาศร้อนจัดที่สุดในเดือนเมษายน แต่ไม่ร้อนจัดมากนัก เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล กระแสลมและไอน้ำทำให้อากาศร้อนเบาบางลง

#### 3.3.2 อุณหภูมิ

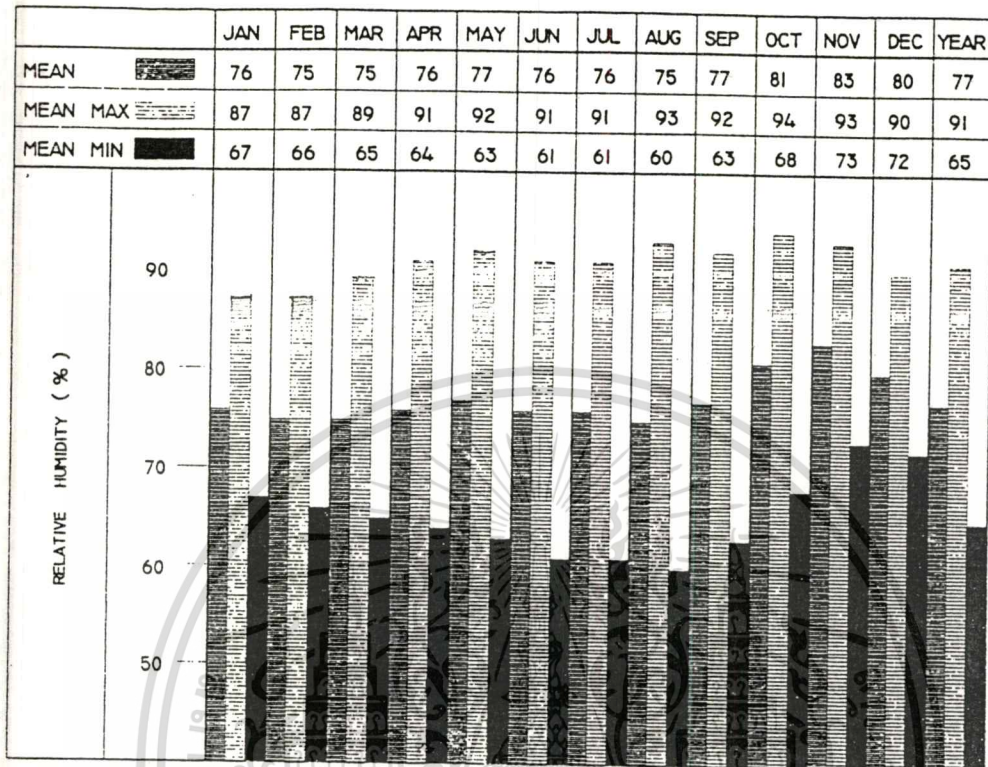
อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดตลอดปี  $31.4^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปี  $24.1^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิตลอดปีเฉลี่ยตลอดปี  $27.9^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีสูงสุดในเดือนเมษายน  $28.7^{\circ}\text{C}$  และอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน และ เดือน ธันวาคม  $26.6^{\circ}\text{C}$  ค่าความแตกต่าง ของอุณหภูมิสูงสุดและ อุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีต่างกัน  $2.1^{\circ}\text{C}$  เคยตรวจอุณหภูมิได้สูงสุดถึง  $38.2^{\circ}\text{C}$  เมื่อวันที่ 15 เมษายน 2519 และตรวจอุณหภูมิต่ำสุดได้  $19.1^{\circ}\text{C}$  เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2504



รูปที่ 3.5 แผนที่แสดงฤดูกาลและทิศทางการลมนมรสุมของภาคใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงสถิติอุณหภูมิในจังหวัดสงขลา



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ( พศ. 2504 – 2533 )

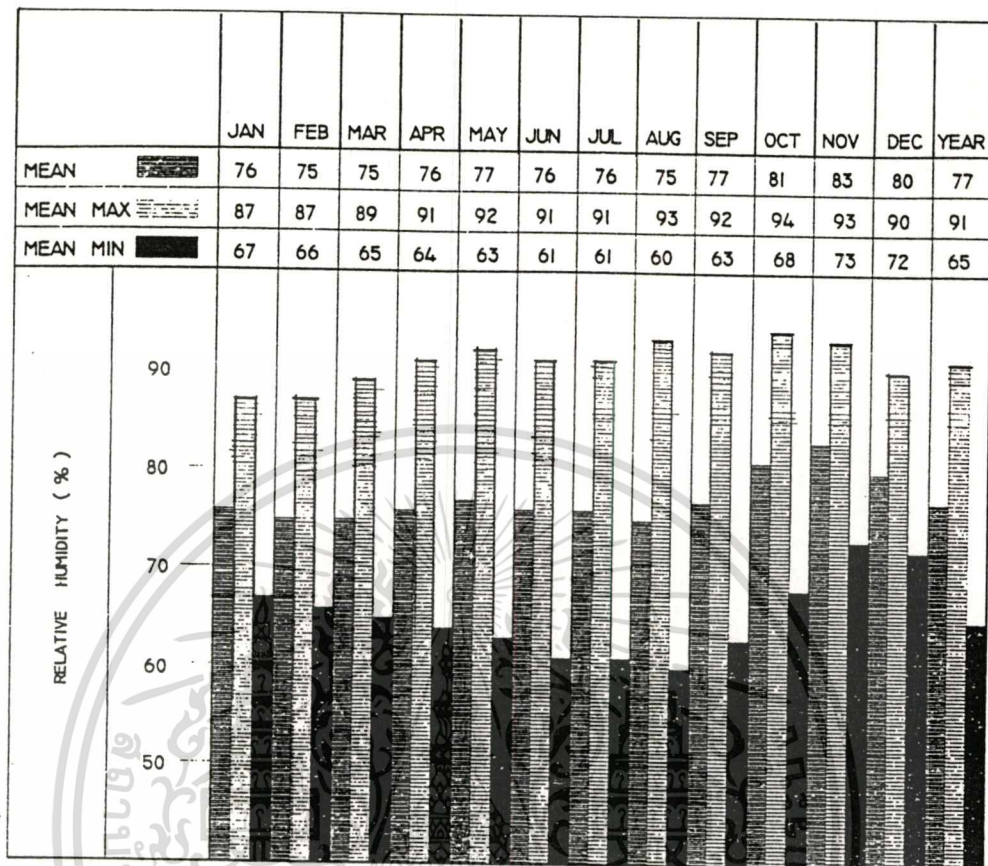
### 3.3.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 83 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และ เดือนสิงหาคม 75 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 77 เปอร์เซ็นต์

### 3.3.4 ลม

ความเร็วของลมท้องถิ่นเฉลี่ยตลอดปี 4.5-10.2 นอต และมีความเร็วของลมสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 76 นอต พัดจากทางทิศตะวันออก ทิศทางของลมจะเป็นไปตามฤดูกาล คือพัดมาจากทิศตะวันออก ในเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนเมษายน และพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

ตารางที่ 3.2 แสดงสถิติความชื้นสัมพัทธ์ในจังหวัดสงขลา



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ( พศ. 2504 – 2533 )

ตารางที่ 3.3 แสดงสถิติความเร็วและทิศทางลมในจังหวัดสงขลา

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ทิศทางลม	E	E	E	E	W	SW	SW	SW	SW	SW	SW	E
ความเร็วเฉลี่ย (นอต)	10.2	10.0	8.3	6.3	4.7	5.0	5.1	5.6	5.2	4.5	6.3	8.9
ความเร็วสูงสุด (นอต)	59	52	67	40	69	70	46	50	40	46	76	57

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ( พศ. 2504 – 2533 )

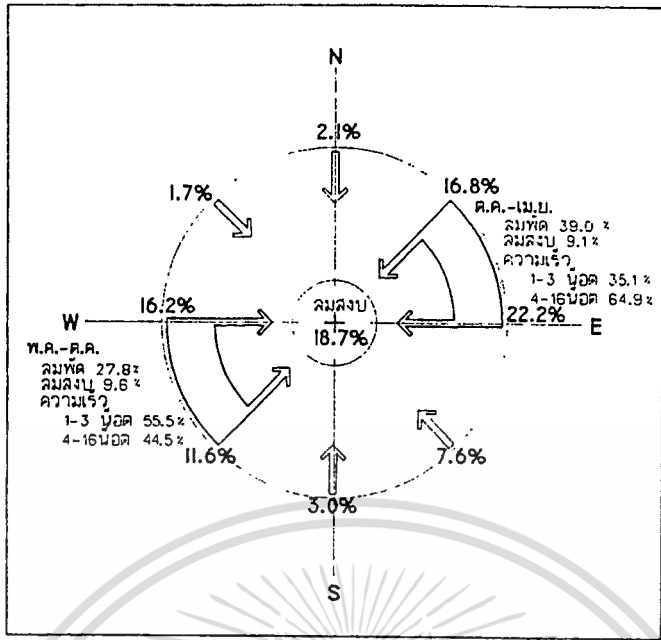
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากค่าจากสถิติ จากตารางที่ 3.3 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยภาพรวมในรอบ 30 ปี แล้ว กรมอุตุนิยมวิทยายังได้บันทึกสถิติเปอร์เซ็นต์ของความเร็วและทิศทางลมในแต่ละเดือนไว้ในผังลม (Wind Rose) จังหวัดสงขลาในคาบ 10 ปี (2524-2533) ทำให้สามารถรู้ทิศทางและความเร็วลมในแต่ละเดือนว่าพัฒมาจากทิศทางใดบ้าง รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ของสภาพลมสงบในแต่ละเดือนด้วยว่ามีกี่เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.4 และรูป ที่ 3.6

ตารางที่ 3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ทิศทางลมแต่ละเดือนในจังหวัดสงขลา

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	%
N	-	-	-	-	3	-	3	-	4	5	8	2	2.1
NE	13	20	24	24	16	11	8	8	9	18	24	27	16.8
E	54	49	42	26	10	4	3	2	3	6	20	48	22.2
SE	21	20	13	11	4	-	-	-	-	-	7	15	7.6
S	3	2	2	3	3	4	5	4	5	3	2	-	3.0
SW	-	-	2	6	16	19	24	24	21	18	9	-	11.6
W	-	-	2	8	20	35	32	36	31	21	10	-	16.2
NW	-	-	-	-	3	4	4	4	2	3	-	-	1.7
-	9	9	15	22	25	23	21	22	25	26	20	8	18.7

ที่มา : อ่านค่าจากผังลมจังหวัดสงขลาช่วงปี 2524 – 2533 ของกรมอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 3.6 แสดงสภาพลมของจังหวัดสงขลา  
ที่มา : วิเคราะห์จากผังลมจังหวัดสงขลา ช่วงปี 2524 – 2533 ของกรมอุตุนิยมวิทยา

3.3.5 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณฝนตกเฉลี่ย 2,035.1 มิลลิเมตรต่อปี มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตามฤดูกาล ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือน กันยายน มีปริมาณของฝนตกเฉลี่ยรวมประมาณ 545.7 มิลลิเมตร โดยมีฝนตกชุกที่สุดในช่วงนี้ในเดือนกันยายนซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 129.6 มิลลิเมตร ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกหนาแน่นที่สุด มีปริมาณของฝนเฉลี่ยรวมประมาณ 1,357.0 มิลลิเมตร และมีฝนตกชุกที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 587.9 มิลลิเมตร ส่วนในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนเมษายน ปริมาณของฝนตกเฉลี่ยรวม 132.4 มิลลิเมตร เดือนที่ฝนแล้งที่สุดได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 25.5 มิลลิเมตร

การกระจายของฝนที่ตกในรอบปีมีเฉลี่ย 152.8 วัน เดือนพฤศจิกายนมีจำนวนวันฝนตกมากที่สุด เฉลี่ย 22.1 วัน และ เดือนกุมภาพันธ์มีจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด เฉลี่ย 3.8 วัน

3.3.6 ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า

กรมอุตุนิยมวิทยา แสดงปริมาณเมฆบนท้องฟ้าโดยแบ่งท้องฟ้าเป็น 10 ส่วน จังหวัดสงขลา มีปริมาณเมฆบนท้องฟ้ามากที่สุดในเดือนตุลาคม และ พฤศจิกายน โดยมีค่าเท่ากับ 8.5 น้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่า 6.3 และมีค่าเฉลี่ยทั้งปี 7.7 ดังตารางที่ 3.6

3.3.7 แสงแดด

เดือนที่มีแสงแดดยาวนานที่สุดคือ กุมภาพันธ์ ประมาณ 349 ชั่วโมง หรือ 12.5 ชั่วโมงต่อวัน เดือนมีนาคมมีจำนวนวันที่มีแดดจ้ามมากที่สุด 6.6 วัน ปริมาณแสงแดดมีค่ามากที่สุดในเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุมภาพันธ์ 242 คาลอรี / ชม<sup>2</sup> / วัน และ เดือนพฤศจิกายน เป็นเดือนที่มีปริมาณแสงแดดน้อยที่สุด คือ 168 คาลอรี / ชม<sup>2</sup> / วัน โดยมีวันที่มีแดดจําเพียง 0.7 วัน

ตารางที่ 3.5 แสดงสถิติน้ำฝนในจังหวัดสงขลา

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	81.9	25.5	36.7	70.2	120.4	101	94.9	99.8	129.6	283.5	587.9	403.7
จำนวนวันที่ฝนตก	9.5	3.8	4.8	7.4	13.6	12.2	12.2	12.5	14.3	20.7	22.1	19.7

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ( พศ. 2504 – 2533 )

ตารางที่ 3.6 แสดงปริมาณเมฆบนท้องฟ้า

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ปริมาณเมฆ	6.9	6.3	6.5	7.0	8.1	8.3	8.1	8.4	8.4	8.5	7.9	7.7

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ( พศ. 2504 – 2533 )

ตารางที่ 3.7 แสดงปริมาณแสงแดด

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
แสงแดด (ชม./เดือน)	255.5	348.9	262.7	265.2	233.1	206.3	215.0	213.1	188.2	181.9	157.9	187.5
แสงแดด (ชม./วัน)	8.2	12.5	8.5	8.8	7.5	6.9	6.9	6.9	6.3	5.9	5.2	6.0
จำนวนวันที่มีแดดจํา	3.1	6.1	6.6	5.2	1.8	2.8	5.2	4.1	0.8	1.1	0.7	2.2
แสงแดด คาลอรี/ชม <sup>2</sup> /วัน	220	242	238	228	206	199	198	199	198	186	168	177

ที่มา : ศูนย์พยากรณ์อากาศภาคใต้ สงขลา. ข้อมูลภูมิอากาศรายเดือน , ค่าเฉลี่ย 2526 – 2536

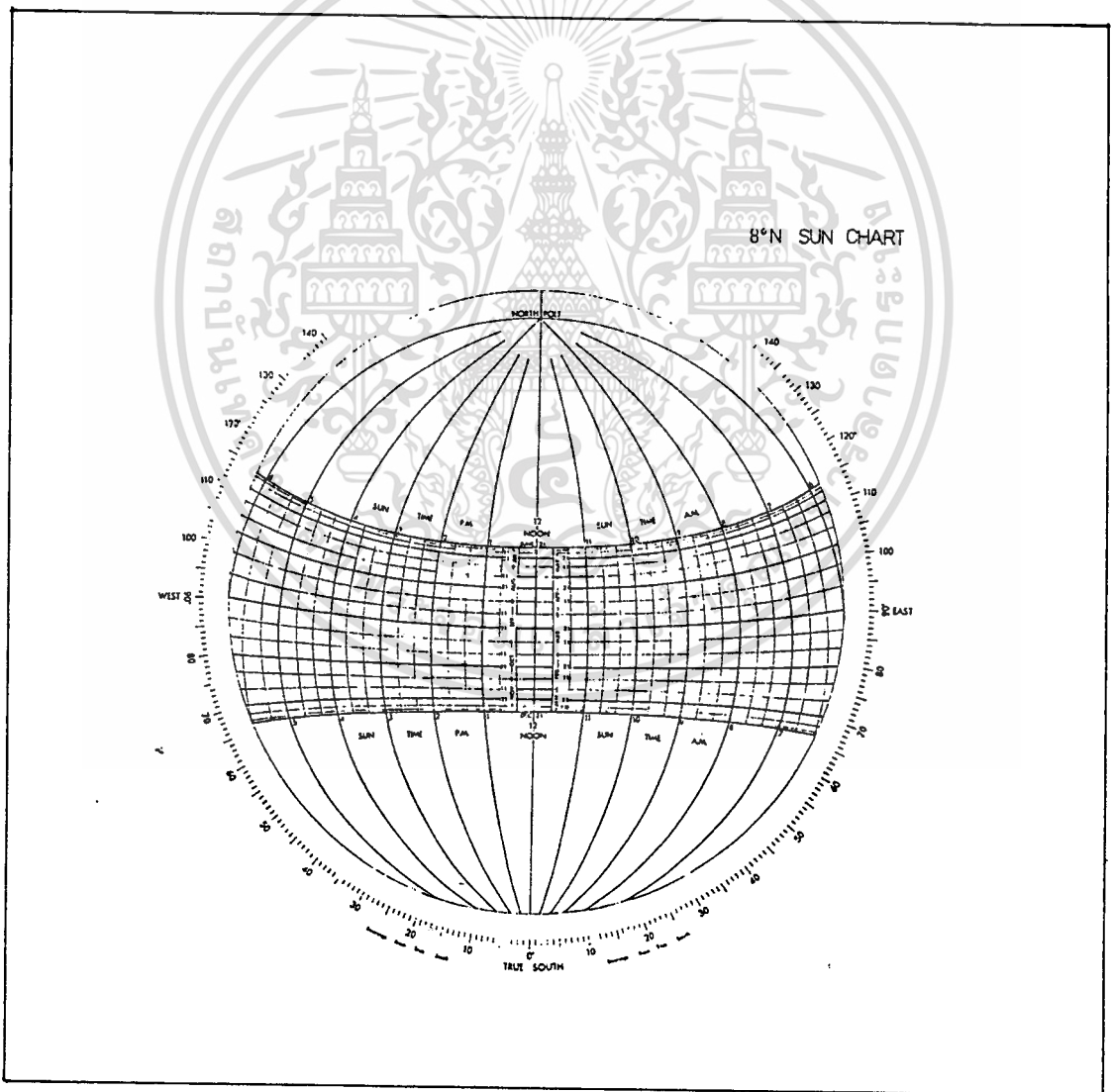
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.8 ทางเดินดวงอาทิตย์

จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่บนเส้นละติจูด  $7^{\circ} 11'$  เหนือ ดวงอาทิตย์ เดินอ้อมทางทิศใต้เป็นเวลา 7 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง เดือนมีนาคม โดยอ้อมได้มากที่สุดในวันที่ 21 ธันวาคม และเดินอ้อมทางทิศเหนือ เป็นเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม โดยอ้อมเหนือมากที่สุดในวันที่ 21 มิถุนายน วันที่มีช่วงเวลากลางวันและกลางคืนเท่ากัน คือ วันที่ 21 มีนาคม และ วันที่ 21 กันยายน

จากทางเดินดวงอาทิตย์ (รูปที่ 3.7) ทำให้ทราบค่ามุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับพื้นราบ(Altitude) และมุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับแกนทิศเหนือ – ใต้ (Azimuth) ในแต่ละเวลาดังตารางที่ 3.8

ดวงอาทิตย์อ้อมทางทิศเหนือในเดือนเมษายน จนถึง สิงหาคม และอ้อมทางทิศใต้ในเดือนกันยายน ถึง เดือนมีนาคม



รูปที่ 3.7 แสดงทางเดินดวงอาทิตย์ ละติจูดที่  $8^{\circ}N$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 สภาพภูมิอากาศกับมาตรฐานสภาวะสบาย

ค่าสถิติสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ไม่สามารถชี้ชัดลงไปได้ทีเดียวว่าสภาพอากาศของแต่ละห้องที่สบาย หรือไม่สบาย อาจระบุได้เพียงกว้างๆ ว่า อากาศร้อน หนาว หรือ ก่อนข้างร้อน ก่อนข้างหนาว ทั้งนี้เนื่องจาก ภาวะสบาย ประกอบด้วยตัวแปรหลายประการ เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น ความเร็วลม การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ รวมทั้งความเคยชินของคนในแต่ละห้องที่ ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ขณะที่อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้น และตัวแปรอื่นๆ เท่ากันหมด แต่ความเร็วลมต่างกัน ความรู้สึกสบายก็ต่างกัน หรือกรณีเดียวกัน หากตัวแปรทุกตัวมีค่าเท่ากันหมด แต่ความชื้น แตกต่างกัน ความรู้สึกสบาย หรือ ไม่สบายก็จะแตกต่างกัน วิธีที่จะสามารถให้คำตอบเกี่ยวกับ ความรู้สึกสบายนี้ชัดเจนก็คือ การรวมผลกระทบจากตัวแปรต่างๆ แล้วตีค่าออกมาเป็นค่าเดียว หรือที่เรียกว่า ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indexes) หรือ มาตรฐานความสบาย (Comfort Scales)

จากการศึกษา มาตรฐานความสบาย ในบทที่ 2.2.3 ได้พิจารณาเลือกใช้มาตรฐาน CET สำหรับการวิจัยฉบับนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงมุม Altitude และ Azimuth ในจังหวัดสงขลา

	Sunrise Sunset	มุม	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
มิถุนายน	5.45	AL	32	45	57	68	74	68	57	45	32	18
	18.15	AZ	67	64	57	39	0	39	57	64	67	68
กรกฎาคม	5.50	AL	32	46	58	70	77	70	58	46	32	18
	18.10	AZ	70	68	62	46	0	46	62	68	70	70
สิงหาคม	5.55	AL	33	47	61	74	85	74	61	47	33	18
	18.05	AZ	80	80	78	70	0	70	78	80	80	80
กันยายน	6.00	AL	32	46	60	73	83	73	60	46	32	17
	18.00	AZ	86	84	79	67	0	67	79	84	86	88
ตุลาคม	6.10	AL	29	43	56	67	73	67	56	43	29	15
	17.50	AZ	74	69	59	41	0	41	59	69	74	77
พฤศจิกายน	6.15	AL	27	39	50	58	63	58	50	39	27	13
	17.45	AZ	64	58	47	29	0	29	47	58	64	68
ธันวาคม	6.20	AL	25	37	47	56	59	56	47	37	25	12
	17.50	AZ	60	53	42	25	0	25	42	53	60	64

ดวงอาทิตย์อ้อมทางทิศเหนือในเดือนเมษายนจนถึงสิงหาคมและอ้อมทางทิศใต้ในเดือนกันยายนถึงเดือนมีนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.1 เขตสภาวะสบายในจังหวัดสงขลา (Comfort Zone)

เพื่อจะสามารถเปรียบเทียบได้ว่า ค่า CET ที่ได้จากค่าสถิติสภาพอากาศนั้นอยู่ใน มาตรฐานสภาวะสบายหรือไม่เพียงใด จำเป็นต้องมีช่วงมาตรฐานไว้เปรียบเทียบ สำหรับเขตสภาวะสบายของจังหวัดสงขลา เลือกใช้ค่าระหว่าง  $23^{\circ}$  CET ถึง  $25.5^{\circ}$  CET โดยคำนวณจากสถิติสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จากสูตร (ตริังใจ บวรณสมภพ.2521:37)

$$TCC = TAM/4 + 17.2$$

$$TAM = DBT \text{ สูงสุดของปี} + DBT \text{ ต่ำสุดของปี}$$

$$TCC = \text{ศูนย์กลางของเขตสภาวะสบาย (Center Of Comfort Zone)}$$

$$TAM = \text{อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean DBT)}$$

$$DBT = \text{อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)}$$

$$\text{จะได้ค่า TAM ของสงขลา} = (32.9 + 23.8)/2 = 28.35$$

$$TCC = 28.35/4 + 17.2 = 24.29$$

ระยะของเขตสบายหาจากการนำค่าต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุดต่ำสุดของปี(Annual DBT Range) ไปเปิดหาค่าจากตารางที่ 3.9

$$\text{ผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งของปี} = 32.9 - 23.8 = 9.1$$

$$\text{ได้ระยะของเขตสบาย (Comfort Zone Range)} = 2.5$$

$$\therefore \text{เขตสบายของจังหวัดสงขลา} = 24.29 \pm 2.5/2$$

$$\text{ค่าเขตสบายสูงสุด} = 25.5^{\circ} \text{ CET}$$

$$\text{ค่าเขตสบายต่ำสุด} = 23.0^{\circ} \text{ CET}$$

ตารางที่ 3.9 แสดงระยะของเขตสบาย

Annual DBT Range	Comfort Zone Range (CET)
ต่ำกว่า 13	2.5
13 - 16	3.0
16 - 19	3.5
19 - 24	4.0
24 - 28	4.5
28 - 33	5.0
33 - 38	5.5
38 - 45	6.0
45 - 52	6.5
สูงกว่าที่ 52	7.0

สำหรับเขตภาวะสบายในภูมิประเทศเขตร้อนได้มีผู้ทำการวิจัย และวางแผนเขตภาวะสบายไว้หลายเกณฑ์ในแต่ละประเทศซึ่ง ม.ล.ประทีป มาลากุล และคณะ (2527:13) ได้รวบรวมและวิเคราะห์ที่ตั้งตามเส้นรุ้ง เพื่อกำหนดเขตภาวะสบายของประเทศไทยไว้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 แสดงเขตสภาวะสบายของประเทศใกล้เคียง

ที่ตั้ง		ต่ำสุด	สูงสุด
อินโดนีเซีย	6° ใต้	20.0	26.0
สิงคโปร์	0°	24.0	27.0
สิงคโปร์	0°	22.0	26.0
สงขลา	8° เหนือ	23.0	25.5
กรุงเทพฯ	14° เหนือ	22.0	24.5
กัลกัตตา	22° เหนือ	20.0	24.5

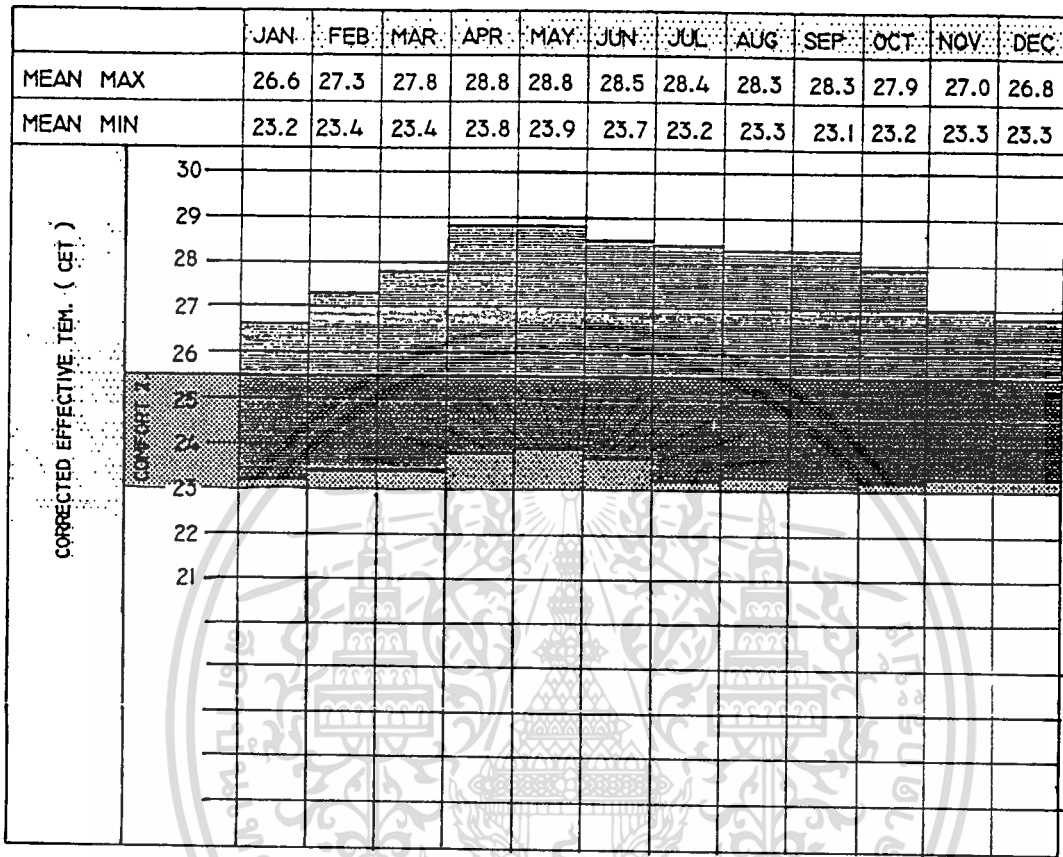
จากตารางที่ 3.10 เมื่อกำหนดเขตสภาวะสบายของจังหวัดสงขลาที่ได้คำนวณไว้ ในตำแหน่งที่เรียงลำดับตามเส้นรุ้ง เปรียบเทียบดูแล้วเห็นว่ามีที่เหมาะสม จึงใช้ค่าเกณฑ์สภาวะสบายตามที่ได้คำนวณไว้ คืออยู่ระหว่าง 23.0° CET – 25.5° CET

#### 3.4.2 สภาวะสบายของจังหวัดสงขลา

จากค่าสถิติภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด และความเร็วลม มาทำการคำนวณตามวิธีการคำนวณซึ่งได้แสดงไว้ในบทที่ 2.3 ได้ค่าเกี่ยวกับสภาวะสบายของจังหวัดสงขลา ดังตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.11 แสดงค่า CET ในแต่ละเดือน

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MEAN MAX. DBT (°C)	29.6	30.4	31.4	32.6	32.9	32.6	32.6	32.7	32.2	31.1	29.6	29.1
MEAN MIN DBT (°C)	24.5	24.1	24.2	24.6	24.6	24.3	23.9	24.0	23.8	23.8	23.9	24.0
MEAN MAX. RH (%)	87	87	89	91	92	91	91	91	92	94	93	90
MEAN MIN RH (%)	67	66	65	64	63	61	61	60	63	68	73	72
MAX. WBT (%)	24.8	25.2	25.7	26.6	26.5	26.2	26.0	25.8	26.0	26.0	25.3	25.2
MIN. WBT (%)	22.3	22.4	22.4	23.2	23.4	23.2	22.6	22.8	22.7	22.9	22.9	22.7
• MAX.CET (°C)	26.6	27.3	27.8	28.8	28.8	28.5	28.4	28.3	28.3	27.9	27.0	26.8
• MIN.CET (°C)	23.2	23.4	23.4	23.8	23.9	23.7	23.2	23.3	23.1	23.2	23.3	23.2



รูปที่ 3.8 แสดงสภาวะสบายในแต่ละเดือนของจังหวัดสงขลา

จากค่า CET ที่ได้ในแต่ละเดือนทำให้รู้ว่าสภาพอากาศส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเกินเขตสภาวะสบาย โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน และ พฤษภาคม มีค่า CET สูงถึง  $28.8^{\circ}\text{CET}$  เดือนมกราคม เป็นเดือนที่มีช่วงเกินเขตสภาวะสบายน้อยที่สุด คือ  $26.0^{\circ}\text{CET}$  และไม่มีช่วงเวลาใดที่มีค่าต่ำกว่าเขตสภาวะสบาย ซึ่งหมายความว่า ปัญหาความสบายด้านอุณหภูมิที่เกิดจากอากาศหนาวเกินไปไม่มีในจังหวัดสงขลาแน่นอน อาจจะมีโอกาสเย็นต่ำกว่า เขตสภาวะสบายก็ต่อเมื่อความเร็วของลมเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลาที่อุณหภูมิไม่สูงนัก เช่น ช่วงเดือนธันวาคม มกราคม ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์ให้ละเอียดลึกซึ้งลงไปในอนาคตต่อไป

ปัญหาส่วนใหญ่ก็คือค่า สภาวะสบายด้านอุณหภูมิของจังหวัดสงขลาสูงกว่าเขตสภาวะความสบายที่ได้กำหนดไว้ นั่นก็หมายความว่ามีความร้อน และยิ่งเมื่อค่า CET ที่ทำได้ (รูปที่ 3.8) ให้ค่าความเร็วลมต่ำสุด (ไม่มีผลต่อความรู้สึก) ก็แสดงว่า ค่าสถิติอุณหภูมิและความชื้นของจังหวัดสงขลาอาจอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ต้องการลมพัดผ่านเพื่อช่วยลดความชื้น

(ซึ่งมีความร้อนแฝง) และช่วยลดอุณหภูมิ ต้องมีการถ่ายเทอากาศไม่ให้เกิดการสะสมความร้อนภายในอาคาร นอกจากนั้นต้องหาวิธีที่จะลดอุณหภูมิที่เกิดจากแหล่งความร้อนต่างๆ ที่จะเข้ามาในอาคาร รวมทั้งการหาทางลดความชื้นลงก็จะทำให้ค่า CET ลดลงอยู่ในเขตสภาวะสบาย (Comfort Zone) ได้ จากค่า CET แต่ละเดือนสามารถนำค่า CET ต่ำสุดและสูงสุดไปแปลงค่าแต่ละเดือนเป็นรายชั่วโมง ด้วย Hourly Temperature Calculator Chart ซึ่งก็จะสามารถแสดงค่าสภาวะสบายในแต่ละวัน ได้ว่าช่วงเวลาใดบ้างที่มีปัญหา และช่วงเวลาใดที่อยู่ในเขตสภาวะสบาย ดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมง ของแต่ละเดือนในจังหวัดสงขลา

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
0.00												
2.00	28.9	24.2	24.3	24.8	24.9	24.7	24.4	24.4	24.2	24.2	24.1	24.1
4.00	23.7	24.0	24.0	24.3	24.4	24.3	23.9	23.9	23.8	23.8	23.8	23.8
6.00	23.3	23.7	23.7	24.0	24.1	23.9	23.6	23.6	23.4	23.4	23.5	23.5
8.00	23.2	23.4	23.4	23.8	23.9	23.7	23.2	23.3	23.1	23.2	23.3	23.3
10.00	23.5	23.8	23.8	24.2	24.3	24.1	23.7	23.7	23.6	23.6	23.6	23.6
12.00	25.1	25.8	26.0	26.5	26.6	26.4	26.3	26.3	26.2	26.0	25.4	25.3
14.00	26.0	26.8	27.1	27.8	28.0	27.8	27.7	27.7	27.7	27.2	26.4	26.3
16.00	26.6	27.3	27.8	28.8	28.8	28.5	28.4	28.3	28.3	27.9	27.0	26.8
18.00	26.2	27.0	27.4	28.2	28.4	28.2	28.0	27.9	27.9	27.5	26.7	26.5
20.00	25.5	26.1	26.4	27.0	27.3	27.0	26.4	26.9	26.8	26.4	25.9	25.7
22.00	24.7	25.1	25.2	25.8	26.0	25.8	25.6	25.6	25.4	25.2	24.9	24.8
24.00	24.2	24.6	24.8	25.2	25.3	25.2	25.0	25.0	24.8	24.7	24.4	24.4

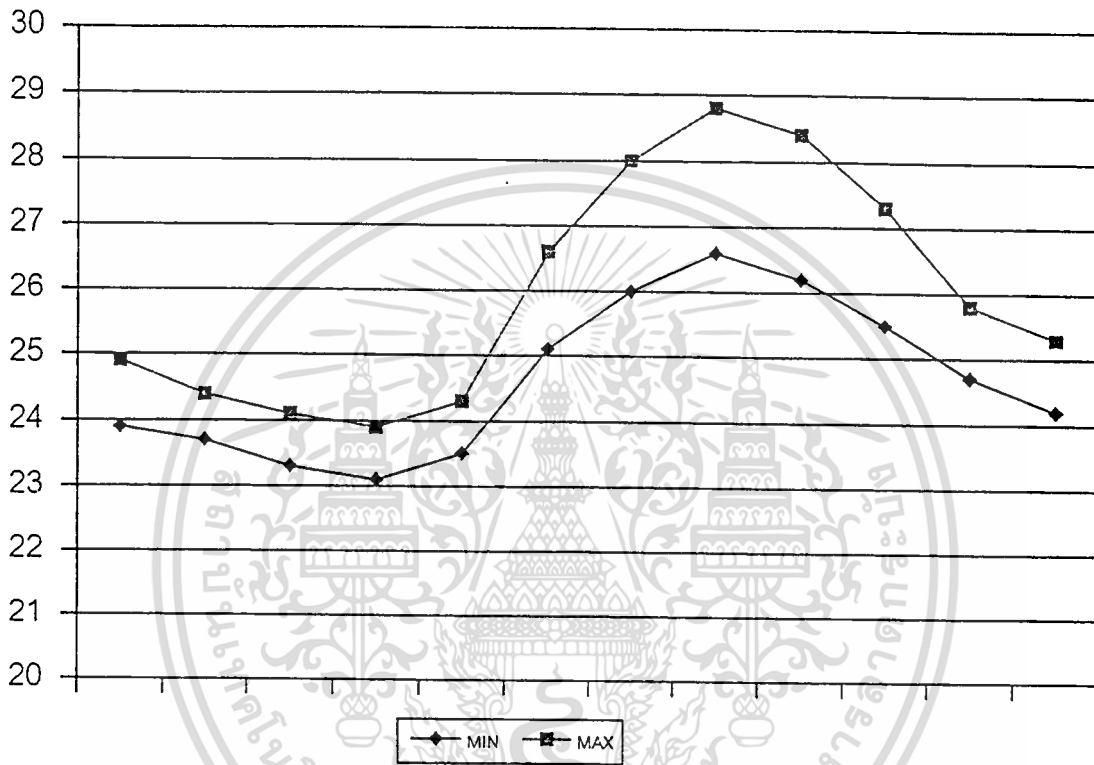
- COMFORT ZONE 23.0-25.5<sup>o</sup> CET

-  COMFORT ZONE

ค่า CET ราย 2 ชั่วโมงที่ได้ในแต่ละเดือน ยังแสดงให้เห็นช่วงเวลาที่อยู่นอก Comfort Zone ได้ชัดเจน เช่นทำให้รู้ว่าช่วงเวลาประมาณ 12.00 น. ถึง 18.00 น. ของทุกๆ เดือนจะเป็นช่วงที่อยู่นอก Comfort Zone เลย ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ จนถึง เดือนตุลาคม ค่า CET เริ่มอยู่นอก Comfort Zone ตั้งแต่เวลา 10.00 น. บางเดือนตั้งแต่เมษายน จนถึง สิงหาคม กว่าค่า CET จะอยู่ใน Comfort Zone ก็ตกเข้าไปช่วงเวลา 22.00 น. จนถึง 8.00 น. ของวันใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่ในช่วงเวลากลางคืน(รูปที่ 3.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00
MIN	23.9	23.7	23.3	23.1	23.5	25.1	26.0	26.6	26.2	25.5	24.7	24.2
MAX	24.9	24.4	24.1	23.9	24.3	26.6	28.0	28.8	28.4	27.3	25.8	25.3



รูปที่ 3.9 แสดงค่า CET ในแต่ละเวลาของทุกเดือน

### 3.5 รายละเอียดรูปแบบอาคารพักอาศัยโดยทั่วไปในจังหวัดสงขลา

จากแบบสอบถามจำนวน 200 ชุด ทำให้ได้รายละเอียดโดยส่วนมากของอาคารพักอาศัย (ประเภทบ้านเดี่ยวสองชั้น) ในจังหวัดสงขลา ดังนี้

1. ขนาดที่ดิน ส่วนมากมีขนาด 300-500 ตารางเมตร(75-125 ตารางวา)
2. สีของหลังคาที่นิยมที่สุดคือ สีขาว (สีกระเบื้อง)
3. สีของบ้านที่นิยมมากที่สุดคือ สีขาว
4. สีทากายในที่นิยมมากที่สุดคือ สีขาว
5. ส่วนใหญ่ยังไม่มียกนนวนกันความร้อน
6. อาคารที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อนมักนิยมใช้ ยิปซัมบอร์ด
7. วัสดุพื้นชั้นบนไม้ พื้นชั้นล่างคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ผนังทั้งชั้นบนและล่างนิยมใช้ก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบทาสี
9. หลังคานิยมใช้กระเบื้องโพลิหิน (กระเบื้องลอน)
10. ฝ้าเพดานนิยมใช้ ยิปซัมบอร์ด

### 3.5.1 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านความร้อน (U)

ค่าการส่งผ่านความร้อนโดยภาพรวมของการเลือกใช้วัสดุของอาคารพักอาศัยในจังหวัดสงขลา โดยกำหนดให้

U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม ( $\text{W/m}^2\text{-}^\circ\text{C}$ )

R คือ ค่าความต้านทานความร้อน ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )<sup>-1</sup>

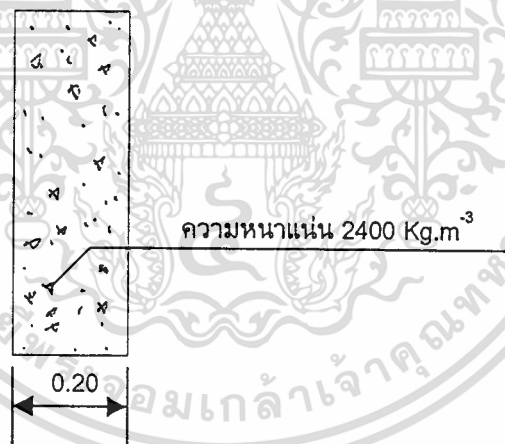
$\Delta X$  คือ ความหนาของวัสดุ (m)

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ( $\text{W/mK}$ )

$TD_{eq}$  คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า ( $^\circ\text{C}$ )

การคำนวณหาค่า U และ  $TD_{eq}$  อ้างอิงข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณจากตารางข้อมูล การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV (ภาคผนวก ข )

#### 1.) เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก



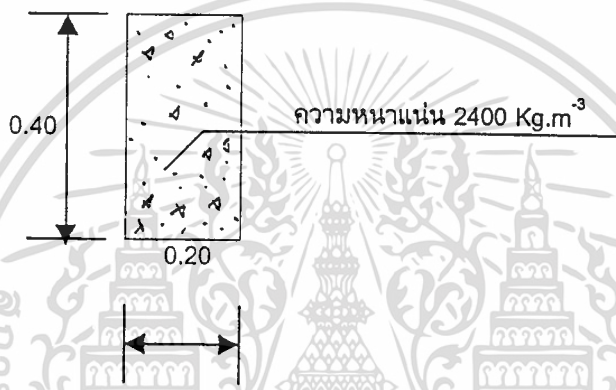
รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างเสาคอนกรีต

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	$(\text{W/m}^2\text{K})^{-1}$
คอนกรีต	R	= $\Delta X/K = 0.20/1.442$
		= 0.139
		$(\text{W/m}^2\text{K})^{-1}$
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	$(\text{W/m}^2\text{K})^{-1}$
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 0.303	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม}(U_w) &= 1/Rt = 1/0.303 \\ &= 3.300 \quad (\text{W/m}^2\text{-C}^\circ) \\ \text{มวลโครงสร้างเสา} &= 2400 \times 0.20 = 480 \text{ Kg /m}^2 \\ \text{กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน } TD_{eq} &= 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

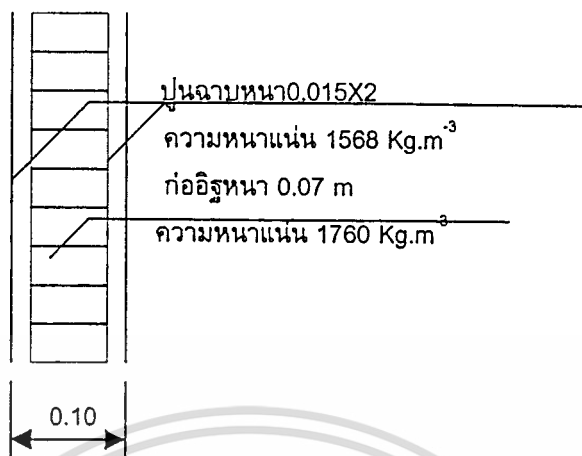
## 2.) คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างคานคอนกรีต

$$\begin{aligned} \text{ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า } R &= 0.044 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\ \text{คอนกรีต } R &= \Delta X/K = 0.20/1.442 \\ &= 0.139 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\ \text{ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า } R &= 0.120 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\ \text{ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)} &= 0.303 \\ \text{ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม}(U_w) &= 1/Rt = 1/0.303 \\ &= 3.300 \quad (\text{W/m}^2\text{-C}^\circ) \\ \text{มวลโครงสร้างคาน} &= 2400 \times 0.20 = 480 \text{ Kg /m}^2 \\ \text{กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน } TD_{eq} &= 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

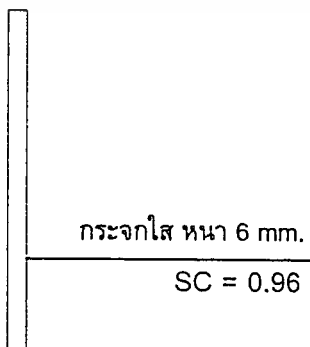
## 3.) ผนังก่ออิฐ



รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ปูนฉาบ R	= $\Delta X/K = (0.015/0.533) \times 2$	
	= 0.056	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ผนังอิฐ R	= $\Delta X/K = (0.07/0.807)$	
	= 0.087	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 0.307	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	= $1/Rt = 1/0.307$	
	= 3.260	(W/m <sup>2</sup> -C <sup>o</sup> )
มวลโครงสร้างผนังอิฐ	= $(1568 \times 0.015 \times 2) + (1760 \times 0.07)$	= 170.24 Kg /m <sup>2</sup>
กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน TD <sub>eq</sub>	= 12°C	

## 4.) ผนังกระจก (ช่องแสงและหน้าต่าง)



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า } R &= 0.044 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{กระจกใส} \quad R &= \Delta X/K = 0.006/1.053 \\
 &= 0.006 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า } R &= 0.120 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)} &= 0.170 \\
 \text{ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)} &= 1/Rt = 1/0.170 \\
 &= 5.880 \quad (\text{W/m}^2\text{-C}^\circ) \\
 \text{ค่าผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในของกระจก } \Delta T &= 10^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

5.) ผนังไม้อัด (ประตู)

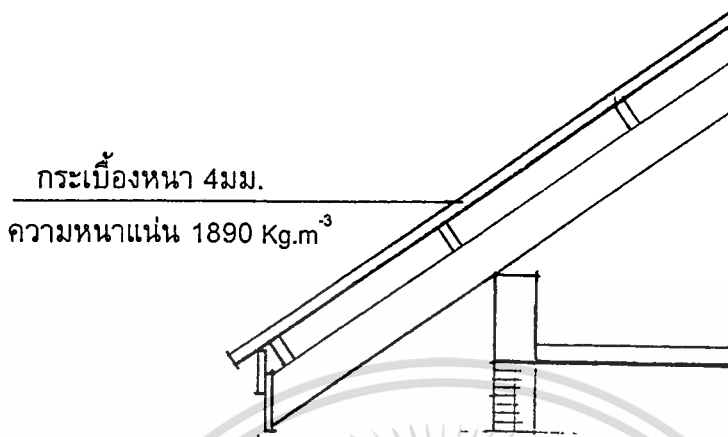


รูปที่ 3.14 แสดงโครงสร้างผนังไม้อัด (ประตู)

$$\begin{aligned}
 \text{ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า } R &= 0.044 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ไม้อัด} \quad R &= \Delta X/K = 0.035/0.138 \\
 &= 0.254 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า } R &= 0.120 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)} &= 0.418 \quad (\text{W/m}^2\text{K})^{-1} \\
 \text{ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)} &= 1/Rt = 1/0.418 \\
 &= 2.392 \quad (\text{W/m}^2\text{-C}^\circ) \\
 \text{มวลโครงสร้างไม้อัด} &= 528 \times 0.035 = 18.48 \text{ Kg /m}^2 \\
 \text{กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน } TD_{eq} &= 15^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.) หลังคากระเบื้อง



รูปที่ 3.15 แสดงโครงสร้างหลังคากระเบื้องโยหิน

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.055	$(W/m^2K)^{-1}$
กระเบื้อง R	= $\Delta X/K = 0.004/0.836$	
	= 0.005	$(W/m^2K)^{-1}$
ฟิล์มอากาศด้านใน(ลาดเอียง 35°)มีค่า R	= 0.133	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 0.193	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	= $1/Rt = 1/0.193$	
	= 5.181	$(W/m^2-C^\circ)$
มวลโครงสร้างหลังคา	= $1890 \times 0.004 = 7.56$	$Kg/m^2$
กำหนดให้หลังคาภายนอกทาสีอ่อน $TD_{eq}$	= $24^\circ C$	

## 3.5.2 พฤติกรรมผู้ใช้อาคาร

อาคารพักอาศัยมีรูปแบบหลากหลาย ขนาด จำนวน และพฤติกรรมผู้ใช้อาคารก็แตกต่างกัน โดยเฉพาะครอบครัวไทย ซึ่งมีความผสมผสานกัน ทั้งวัฒนธรรมตะวันตกและตะวันออก คืออาจมีลักษณะเป็นครอบครัวเดี่ยว ที่ภายในครอบครัวมีสมาชิกเพียง พ่อ แม่ และลูก แบบชาวตะวันตก หรืออาจมีลักษณะเป็นครอบครัวขยาย (Extended Family) แบบชาวจีน ซึ่งเป็นครอบครัวใหญ่ ญาติๆ รวมทั้ง เขย สะใภ้ มักอยู่รวมกัน

สำหรับการวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตของครอบครัวไว้โดยศึกษาเฉพาะบ้านเดี่ยวซึ่งมีผู้ใช้อาคารประมาณ 2 - 5 คน พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร ส่วนใหญ่มีแบบแผนการดำรงชีวิตตามแบบอารยธรรมตะวันตก หัวหน้าครอบครัว และภรรยาต่างก็รับหน้าที่การงาน หากมีลูกๆก็จะไปเรียนหนังสือ ตอนกลางวันก็อาจมีเพียงคนรับใช้ หรืออาจมีญาติ เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย เท่านั้นที่อยู่บ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่จะอยู่พร้อมกันก็จะเป็นช่วงเย็น ช่วงเช้าก่อนออกจากบ้าน และวันหยุด ซึ่งก็ไม่เสมอไป ทำให้กิจกรรมค่อนข้างมีความแตกต่างในแต่ละครอบครัว ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง และการมีกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกในครอบครัว เช่น การรับประทานอาหาร พักผ่อน ทำงานอดิเรก ขึ้นอยู่กับเวลาที่เสร็จภาระกิจการงานของแต่ละคนว่ามีช่วงเวลามากน้อยเพียงใด ลักษณะเนื้อที่ใช้สอยพื้นที่กิจกรรมเหล่านี้ ควรอยู่ในลักษณะที่โปร่งโล่ง สะดวกสบาย สามารถติดต่อเชื่อมโยงกับส่วนอื่นๆ ได้มากที่สุด

ในส่วนกิจกรรมเฉพาะบุคคล ของสมาชิกแต่ละคนแต่ละครอบครัวนั้น แม้จะแตกต่างกันตามธรรมชาติ หน้าที่ อายุ แต่ก็มีความคล้ายกันในแต่ละครอบครัวไม่ว่าจะเป็นการหลับนอน อาบน้ำ แต่งตัว พักผ่อน รับประทานอาหาร

ตารางที่ 3.13 แสดงพฤติกรรมประจำวันของผู้ใช้อาคาร

ช่วงเวลา	กิจกรรม	พื้นที่ใช้สอย
5.30-7.00	ตื่นนอน / อาบน้ำ / แต่งตัว / กิจกรรมส่วนตัว / ทำอาหาร	ห้องนอน / ห้องน้ำ / ห้องครัว
7.00-7.30	รับประทานอาหารเช้า	ห้องอาหาร
7.30-8.00	เตรียมตัวไปทำงาน / อ่านหนังสือ / เดินทางไปทำงาน เรียนหนังสือ	ห้องพักผ่อน / เฉลียง
8.00-16.30	ทำงาน / เรียนหนังสือ	
16.30-17.00	เดินทางกลับ / จ่ายตลาด	
17.00-18.00	อาบน้ำ / พักผ่อน / เล่นกีฬา / ทำอาหาร	ห้องนอน / ห้องน้ำ / ครัว / ห้องพักผ่อน / สนาม
18.00-18.30	รับประทานอาหาร	ห้องอาหาร
18.30-21.30	พักผ่อน / อ่านหนังสือ / ทำการบ้าน	ห้องพักผ่อน / ห้องนอน
21.30-5.30	นอน	ห้องนอน

### 3.5.2.2 การคำนวณภาระความร้อน

กำหนดให้  $U$  = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(ที่คำนวณไว้ บทที่ 3.5.1) ( $W/m^2K$ )

$A$  = พื้นที่ของผนัง ( $m^2$ )

$TD_{eq}$  = ความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (บทที่ 3.5.1)  $^{\circ}C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในห้องปรับอากาศและห้องที่ไม่ปรับอากาศ กำหนดให้มีค่า  $5^{\circ}\text{C}$

SC = Shading Coefficient สำหรับกระจก

SHGF = ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์ (ตารางที่1 ภาคผนวก ค)( $\text{W}/\text{m}^2$ )

CLF = ตัวประกอบภาระความเย็นของกระจก (ตารางที่2 ภาคผนวก ค)

Q = ค่าภาระความเย็นรวม (W)

ข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณ

1. ที่ตั้งโครงการอยู่ที่จังหวัดสงขลา
2. ใช้ช่วงเดือนเมษายน ในการคำนวณ เพราะมีอากาศร้อนที่สุด
3. อุณหภูมิภายในห้องกำหนดที่  $25^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 55%
4. อุณหภูมิแตกต่างระหว่างห้องที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ  $5^{\circ}\text{C}$
5. อุณหภูมิภายนอกขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้ห้องนั้นๆ โดยเลือกใช้เวลามีอุณหภูมิ

สูงสุดในช่วงเวลาที่ใช้ห้อง

6. จำนวนคนที่ใช้ห้อง กำหนดในแต่ละห้องคือ ห้องนอน 2 คน ห้องรับแขก 6 คน

ห้องอาหาร 5 คน

7. การระบายอากาศ กำหนดให้ ห้องนอน 3.5 ลิตร/วินาที/คน ห้องรับแขกและ

ห้องอาหาร 5 ลิตร/วินาที/คน

8. อุปกรณ์แสงสว่าง หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัตต์ บัลลัสต์ 10 วัตต์

9. อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า กำหนดให้มี โทรทัศน์สี 20" 200 วัตต์

ตู้เย็น 6 คิว 120 วัตต์

พัดลมดูดอากาศ 8" 45 วัตต์

## บทที่ 4

# การศึกษาและการกำหนดขั้นตอนในการออกแบบ

พลังงานที่ใช้ในอาคารสำหรับช่วยปรับสภาพอากาศให้อยู่สภาวะสบาย ส่วนใหญ่มักเป็นไฟฟ้า โดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หรือ พัดลมไฟฟ้า ซึ่งทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปในส่วนนี้ไปค่อนข้างมาก เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนอื่นในอาคารพักอาศัย ไม่ว่าจะเป็นด้านแสงสว่างหรือสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่างๆ

เหตุนี้ต้องสิ้นเปลืองพลังงาน เพื่อช่วยปรับสภาพอากาศในอาคารพักอาศัยไปก็เพราะ ในการออกแบบนั้นอาจมีการพิจารณาอิทธิพลจากสภาพดินฟ้าอากาศของที่ตั้งน้อยเกินไป ซึ่งถ้าหากปัญหาที่เกิดจากสภาพอากาศได้รับการแก้ไขหรือพิจารณาอย่างดีพร้อมๆ กับการออกแบบอาคารแล้วภาวะสบายก็จะสามารถมีขึ้นภายในอาคารได้โดยสิ้นเปลืองพลังงานไปเพียงเล็กน้อย

การออกแบบอาคารเพื่อแก้ปัญหาด้านความสบายทางด้านอุณหภูมินั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบโดยวิธีธรรมชาติ (Passive System Design)
2. การออกแบบโดยวิธีกล (Active System Design)

การออกแบบโดยวิธีธรรมชาติ เป็นการแก้ปัญหาโดยอาศัยปัจจัยต่างๆ จากตัวอาคารเอง เช่น การจัดการวางอาคารให้สอดคล้องกับทิศทางลม ทิศทางแดด การเลือกใช้วัสดุ การเลือกใช้วัสดุ การป้องกันผนังจากแสงแดด การบังค้ำทิศทางลมไปยังส่วนที่ต้องการ เป็นต้น ระบบการแก้ปัญหาโดยวิธีธรรมชาติ การป้องกันความร้อนไม่ได้เข้าไปในอาคาร การหาทางระบายความร้อนความชื้นโดยใช้ลมจากธรรมชาติ การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพิจารณาแก้ปัญหาด้านความสบายด้านอุณหภูมิเพราะวิธีนี้ไม่ต้องใช้พลังงานสิ้นเปลืองใดๆ เลย

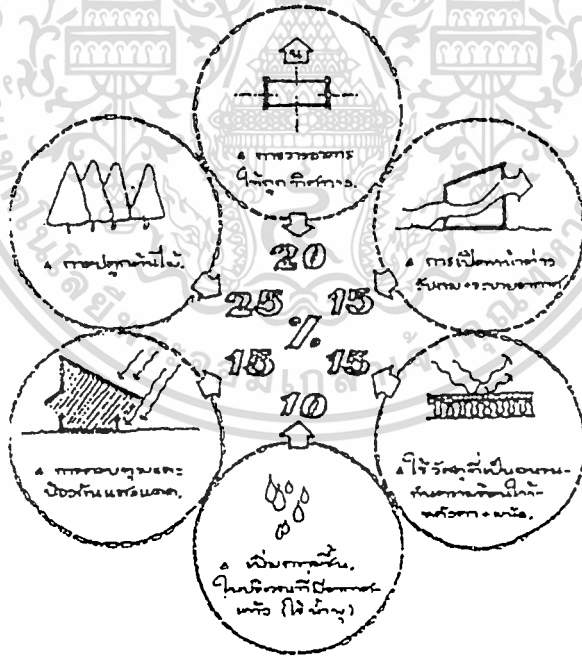
การออกแบบโดยวิธีกล เป็นการออกแบบแก้ปัญหาสภาวะสบายในอาคารโดยอาศัยระบบเครื่องจักรกล (Mechanical Systems) เข้าช่วย ซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงานสิ้นเปลืองในการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้นเช่น การติดตั้งพัดลม เครื่องปรับอากาศ ในอาคารขนาดใหญ่ ระบบนี้ มีความสำคัญและจำเป็นมากในการช่วยปรับสภาวะสบาย เพราะการออกแบบโดยใช้วิธีธรรมชาติอาจไม่สามารถแก้ปัญหาได้มากนัก นอกจากช่วยสนับสนุนให้เกิดการประหยัดพลังงานในส่วนที่ ระบบเครื่องจักรกลนั้น รับประทานอยู่เท่านั้น แต่สำหรับอาคารขนาดเล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารพักอาศัยแล้ว การออกแบบโดยวิธีธรรมชาติ ควรได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรกก่อน จนถึงที่สุดแล้วจึงใช้ ระบบวิธีกลเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่ระบบการแก้ปัญหาโดยวิธีธรรมชาติ ไม่สามารถรับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1 การออกแบบโดยวิธีธรรมชาติ

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนตามความซับซ้อนของเทคนิคกรรมวิธีในการออกแบบ

4.1.1 ออกแบบตามหลักการออกแบบ (Conventional Design) ซึ่งถือเป็นทฤษฎีการออกแบบอาคารเบื้องต้นเพื่อให้เกิดความสบาย เทคนิคกรรมวิธีไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก ซึ่งขั้นตอนนี้ จะละเอียดไม่ได้ในการออกแบบอาคาร แทบทุกอาคาร จะต้องผ่านการพิจารณาในขั้นตอนนี้ หลักการกว้างๆ ก็คือ การปรับสภาวะสบายด้วยวิธีธรรมชาติโดยการป้องกันอาคารให้รับความร้อนจากแสงแดดน้อยที่สุดและการแก้ปัญหาความร้อนภายในอาคารโดยการระบายอากาศจากลมธรรมชาติผ่านหน้าต่างและช่องระบายอากาศ หากได้รับการพิจารณาอย่างดีการสิ้นเปลืองพลังงานในการปรับสภาวะสบายก็จะมีน้อยลง ขั้นตอนแรกนี้จะถูกพิจารณาในเรื่องการจัดวางอาคารให้สอดคล้องกับทิศทางลมทิศทางแดด, การจัดวางพื้นที่ใช้สอย, การหาร่มเงาจากต้นไม้, การกำหนดลักษณะรูปแบบรวมทั้งวัสดุของเปลือกของอาคารไม่ว่าจะเป็นพื้น ผัง หรือหลังคา และที่จะละเอียดคือการพิจารณาในเรื่องการระบายอากาศให้แก่อาคาร



รูปที่ 4.1 การปรับอากาศภายในอาคารโดยวิธีธรรมชาติสำหรับประเทศไทย

(เทียบเปอร์เซ็นต์ โดยประมาณ)

ที่มา : ตรึงใจ บุรณสมภพ และ มนัส อารยพัฒน์ , "การออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน"

โครงการวิจัย (กรุงเทพฯ, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) หน้า 162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการดำเนินการตามวิธีการของ Carl Mahoney ซึ่งใช้ค่าสถิติสภาพภูมิอากาศของจังหวัดสงขลา ทำให้ได้ข้อกำหนดของการกำหนดผังบริเวณ, การวางทิศทางอาคาร, รูปทรงและลักษณะโครงสร้าง สำหรับเป็นแนวทางในการวิเคราะห์รายละเอียดต่อไป ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Mahoney

(ดูรายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์ในภาคผนวก ก )

องค์ประกอบในการออกแบบ	รายละเอียดในองค์ประกอบ
1.การจัดวางอาคาร	-ให้วางตัวอาคารให้ส่วนแคบอยู่ด้านทิศตะวันออก-ตะวันตก ส่วนยาวของอาคารไปทางทิศเหนือ-ใต้
2.พื้นที่ในอาคาร	-ควรเป็นส่วนโล่งให้อาคารถ่ายเทได้สะดวก - ไม่กั้นผนังทึบ
3.การระบายอากาศ	-อาคารควรมีลักษณะทางเดินจ่ายออกด้านเดียว (Room Single Banked)เพื่อให้มีทิศทางเปิดได้ อากาศถ่ายเทได้มาก ไม่ควรมีห้องใช้งานซ้อนห้อง กัน
4.ช่องเปิด	-ขนาดใหญ่ -มีพื้นที่ส่วนเปิด 40%-80%ของพื้นที่ผนัง -ช่องเปิดอยู่ด้านทิศเหนือ-ใต้
5.ตำแหน่งของช่องเปิด	-อยู่ทิศเหนือ-ใต้ ระดับช่วงตัว (Body Height)
6.การป้องกันช่องเปิดของอาคาร	-กันฝนสาดเข้าทางช่องเปิดด้านทิศใต้
7.ผนัง	-วัสดุเบา -Time Lag สั้น
8.หลัง	-วัสดุเบา,สะท้อนความร้อน -มีช่องว่างในส่วนหลังคาหรือมีฉนวนกันความร้อน

4.1.2 ออกแบบโดยการใช้เทคนิคประกอบอาคาร (Passive Design) เป็นการออกแบบเพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารให้ต่ำกว่าภายนอก ที่ต้องเพิ่มความซับซ้อนของเทคนิคกรรมวิธีมากขึ้น ส่วนประกอบบางส่วนของอาคารอาจถูกกำหนดขึ้นเป็นกรณีพิเศษเพื่อสนองความต้องการของระบบเทคนิคที่นำมาใช้ งบประมาณในการก่อสร้างอาจจำเป็นต้องเพิ่มขึ้นบ้าง แต่ทางด้านการใช้พลังงาน และ ค่าใช้จ่ายในระยะยาว การออกแบบในขั้นตอนที่สองนี้

ได้แก่ เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เทคนิคการลดและเพิ่มความชื้นให้แก่อากาศ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นในอากาศที่มากหรือน้อยเกินไปนั้นมีผลกระทบต่อสภาวะสบาย ในพื้นที่ที่อากาศร้อนและแห้งแล้ง เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การเพิ่มความชื้นจะทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลง หรือในพื้นที่ที่อากาศร้อน จะทำให้รู้สึกเย็นลงเพราะการระบายความร้อนจากร่างกายสามารถเป็นไปได้โดยง่าย

#### - Evaporative Cooling

เป็นการลดอุณหภูมิ โดยให้อากาศเคลื่อนผ่านความชื้นขึ้นก่อนเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีอากาศแห้ง (รูปที่ 4.2)

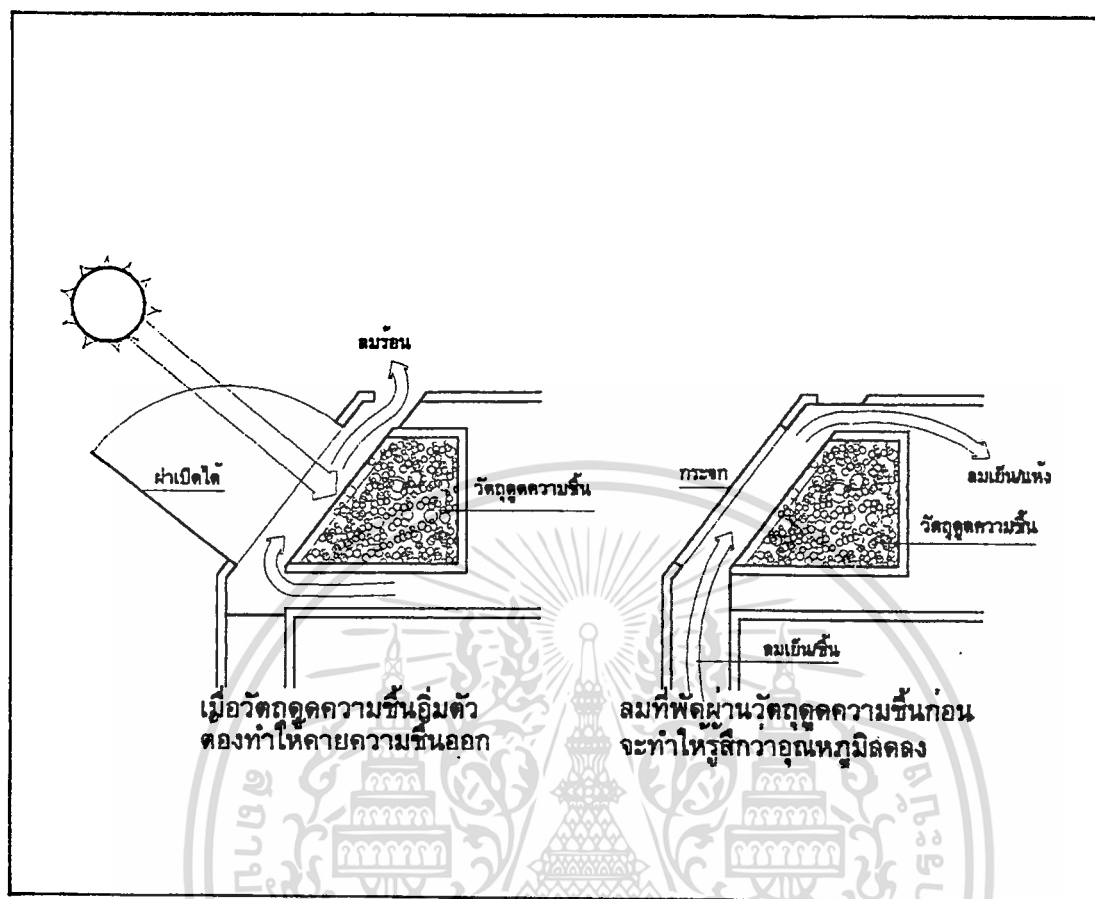


#### รูปที่ 4.2 Evaporative Cooling

ที่มา : ดรีงใจ บรูณสมภพ, และ มนัส อารยพัฒน์, " การออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน" โครงการวิจัย (กรุงเทพฯ, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) หน้า 177

#### - Desiccate Cooling

ในกรณีที่อากาศมีความชื้นมากและอากาศก็มีอุณหภูมิสูง ด้วย ทำให้ร่างกายไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกสู่อากาศรอบตัวได้โดยสะดวก การลดความชื้นในอากาศจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม โดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดี เช่น เกลือ ถ่าน แอกไซด์ ความชื้นออกจากอากาศภายในอาคาร หรือก่อนที่จะเข้าไปในอาคาร (รูปที่ 4.3) ข้อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดจะทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



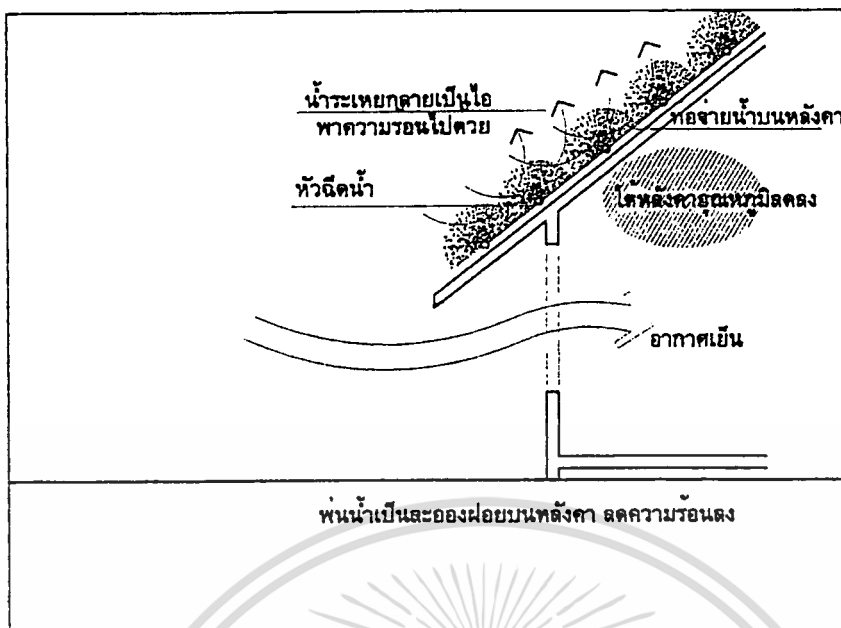
### รูปที่ 4.3 Desiccate Cooling

ที่มา : ปรีชญา รังสิรักษ์, พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร, (กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

2) การทำความเย็นโดยการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาเนื่องจากหลังคาเป็นส่วนที่รับภาระความร้อนจากแสงแดดมากที่สุด หากสามารถ สดภาระความร้อนของหลังคาออกไปได้ ก็จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงไปด้วย

- Water Tricking On Roof System

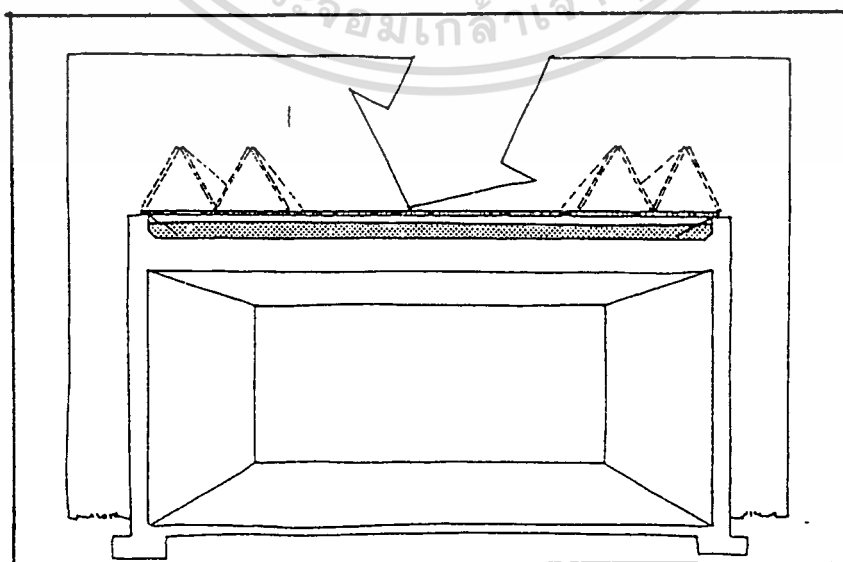
เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ ซึ่งถูกฉีดพ่นบนหลังคา ความร้อนบนหลังคาจะถูกถ่ายเทออกไปพร้อมกับไอน้ำ (รูปที่ 4.4) มีการทดลองที่มหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกา โดยวางท่อพ่นน้ำบนหลังคาอาคารทั้งที่เป็นหลังคาแบนและหลังคาจั่วที่ปลายท่อพ่นน้ำออกไปเป็นรูปพัด (Fan Shape) เจาะให้หัวสเปรย์พ่นน้ำห่างกัน 30 เซนติเมตรถึง 45 เซนติเมตร หลังจากพ่นน้ำไปนาน 45 นาที ปรากฏว่าอุณหภูมิใต้หลังคา ลดลงจาก 150°F เป็น 100°F (วิเชียร สุวรรณรัตน์ .2531:43)



รูปที่ 4.4 Water Tricking On Roof System

Roof Pound System

เหมาะสำหรับหลังคาชนิดเรียบ (Flat Slab) เป็นการขังน้ำไว้บนพื้นหลังคา สูงประมาณ 3 – 4 นิ้ว โดยใช้หลักความแตกต่างอุณหภูมิถ่ายเทความร้อนมาจากภายในอาคารในตอนกลางวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนกลางคืนที่มีอากาศเย็นและแห้งมาก ก็จะเพิ่มความสามารถรับการถ่ายเทความร้อนจากในอาคารได้มากทำให้ภายในอาคารเย็นสบาย (รูปที่ 4.5) สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้ทำการวิจัยใช้ระบบนี้ในกรุงเทพมหานคร พบว่าอุณหภูมิภายในอาคารลดลงถึง 2 องศาเซลเซียส (ปริญญา รังสิรักษ์ .มปป:36) จากอาคารปกติที่ไม่ใช้ระบบนี้



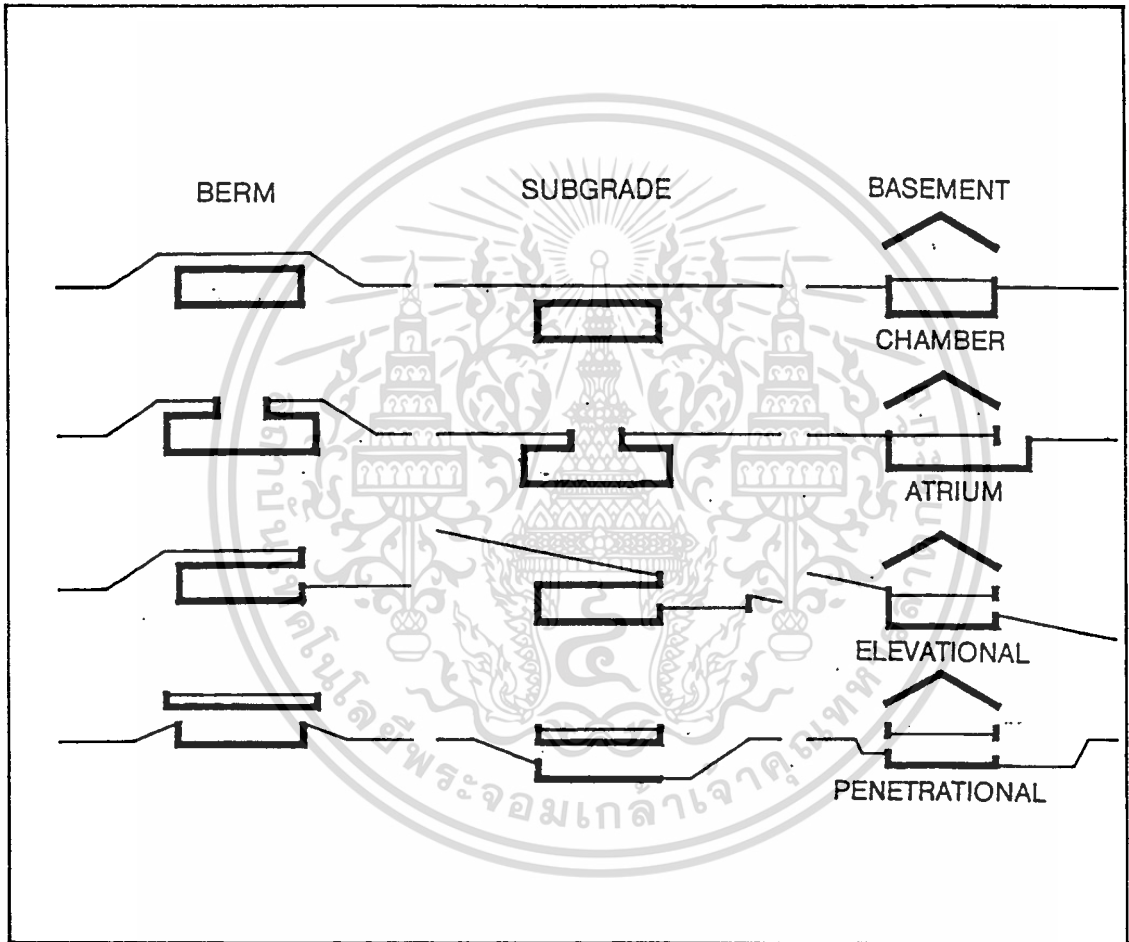
รูปที่ 4.5 Roof Pound System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การอาศัยความเย็นจากพื้นดิน ซึ่งตามปกติพื้นดินจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ พื้นดินสามารถรับการถ่ายเทความร้อนจากอากาศหรือจากพื้นอาคารที่สัมผัสพื้นดิน

- Earth Integrated Building

เป็นการฝังอาคารบางส่วนไว้ใต้ดิน เพื่อให้ความร้อนในอาคารถ่ายเทไปสู่พื้นดินได้มากขึ้น อีกทั้งยังทำให้ช่วยลดพื้นที่รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ อีกทางหนึ่งด้วย (รูปที่ 4.6)

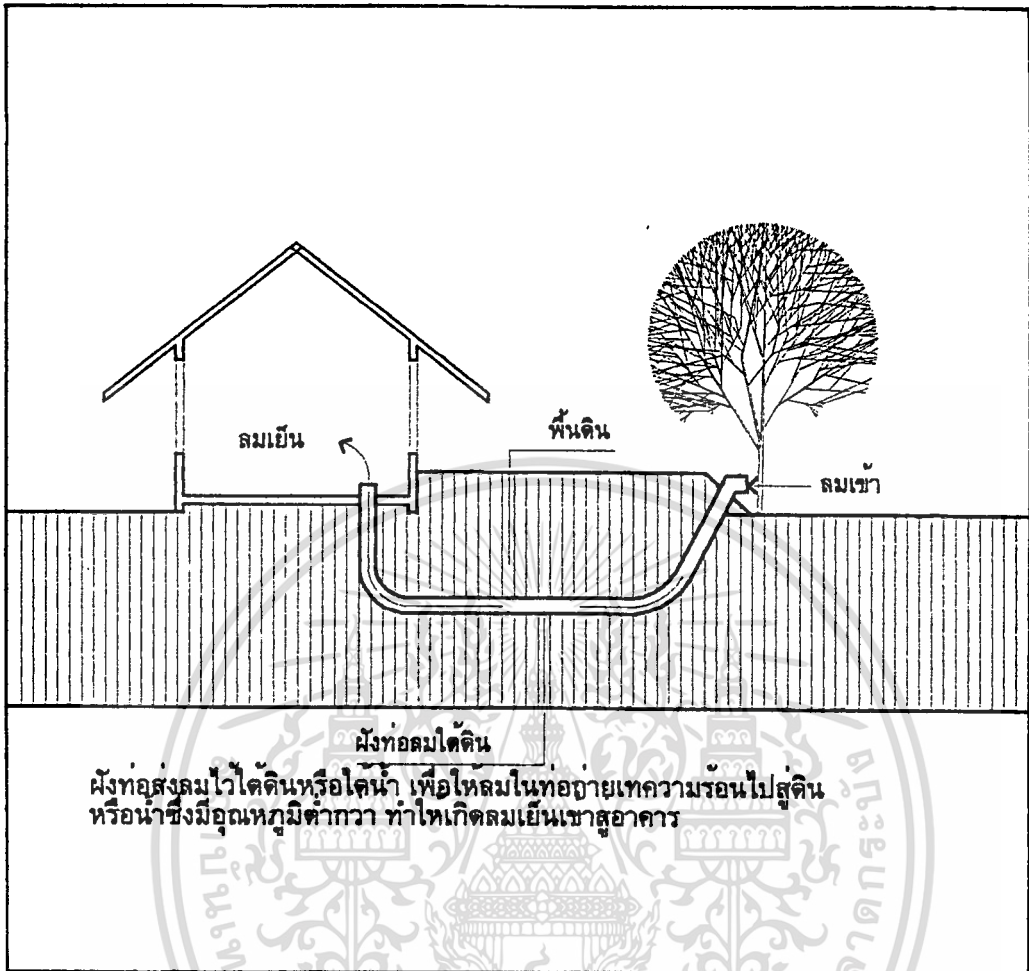


รูปที่ 4.6 Earth Integrated Building

- Cooled Pipe System

เป็นวิธีการใช้ท่อลมฝังไว้ใต้ดิน (หรือใต้น้ำ) เพื่อให้อากาศภายในห้องถ่ายเทความร้อนให้กับดินก่อนเข้าสู่ภายในอาคารวิธีการดังกล่าวนี้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ลมที่พัดเข้าในอาคารเพราะได้ผ่านการปรับอุณหภูมิให้ต่ำลง ซึ่งต่างกับกระแสลมปกติที่ใช้อัตราการความเร็ว ช่วยในการสร้างเสริมสภาวะสบายเพียงอย่างเดียว (รูปที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



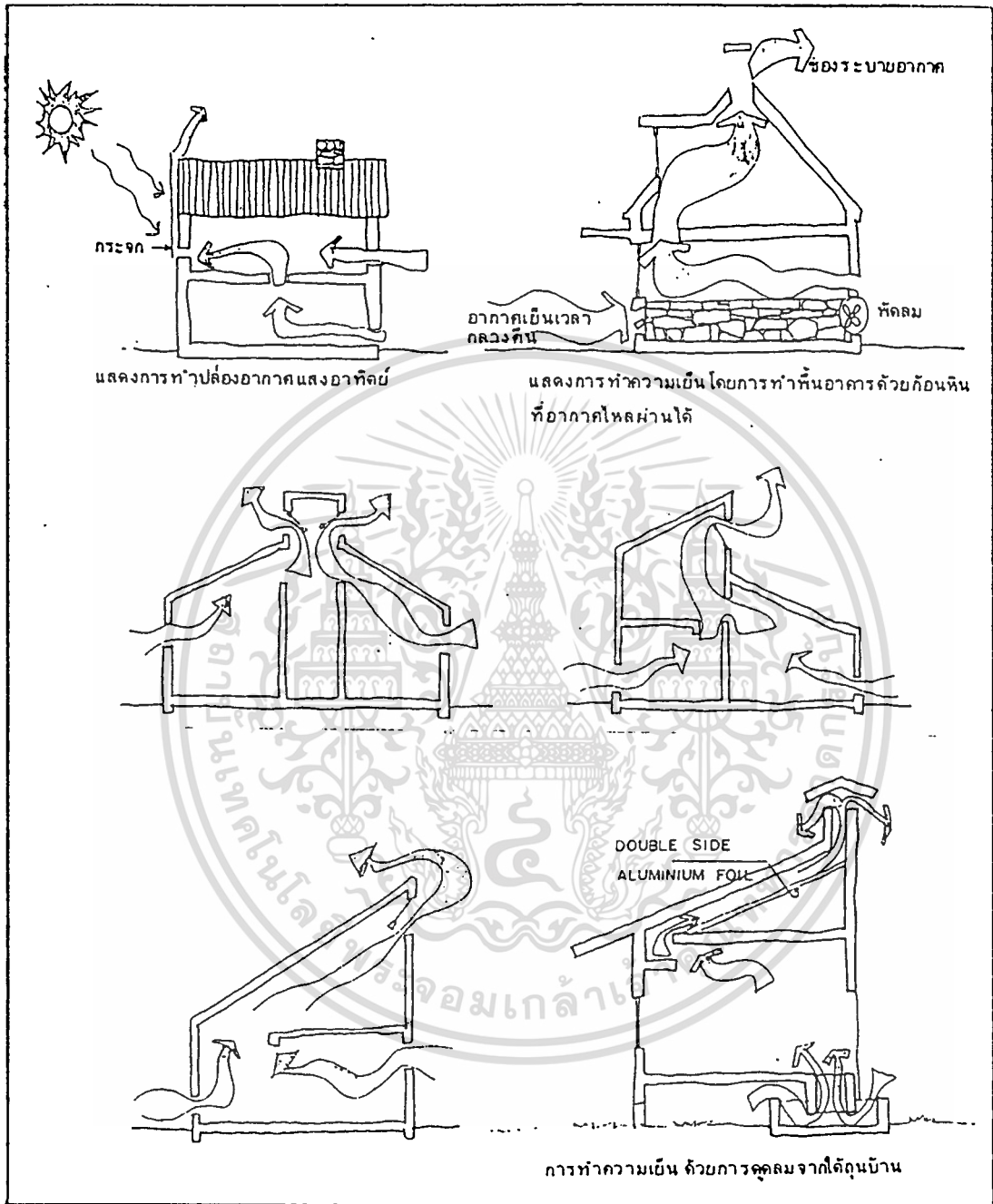
รูปที่ 4.7 Cooled Pipe System

4) การทำให้เกิดกระแสลมขึ้นภายในอาคาร (Induced Ventilation System) เนื่องจากกระแสลมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่ได้เกิดขึ้นตลอดเวลา บางเวลาจะเกิดภาวะลมสงบ ซึ่งหากเกิดภาวะลมสงบในช่วงเวลาที่ต้องการกระแสลมช่วยให้อยู่ใน Comfort Zone แล้วสภาวะสบายก็จะไม่เกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีการทำให้เกิดกระแสลมภายในอาคารขึ้น

- Stack Effect Ventilation

เป็นการสร้างกระแสลมให้เกิดขึ้นโดยใช้ความแตกต่างของอุณหภูมิมาช่วย เพราะโดยปกติแล้ว ลมจะเคลื่อนที่จากที่ๆมีอุณหภูมิต่ำกว่า ไปยังที่ๆมีอุณหภูมิสูงกว่า และอากาศร้อนกว่าจะลอยตัวอยู่เหนืออากาศที่เย็นกว่า การสร้างปล่องลมในแนวตั้งสามารถสร้างกระแสลมได้ดี เพราะส่วนบนของปล่องสามารถทำให้เกิดอุณหภูมิสูงได้ง่าย โดยการใช้อนุความร้อนจากดวงอาทิตย์ และอากาศร้อนในส่วนบนของปล่องก็สามารถระบายทิ้งได้โดยสะดวก (รูปที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 Stack Effect Ventilation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 5

# แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ เพื่อแก้ปัญหาด้านสภาวะสบาย

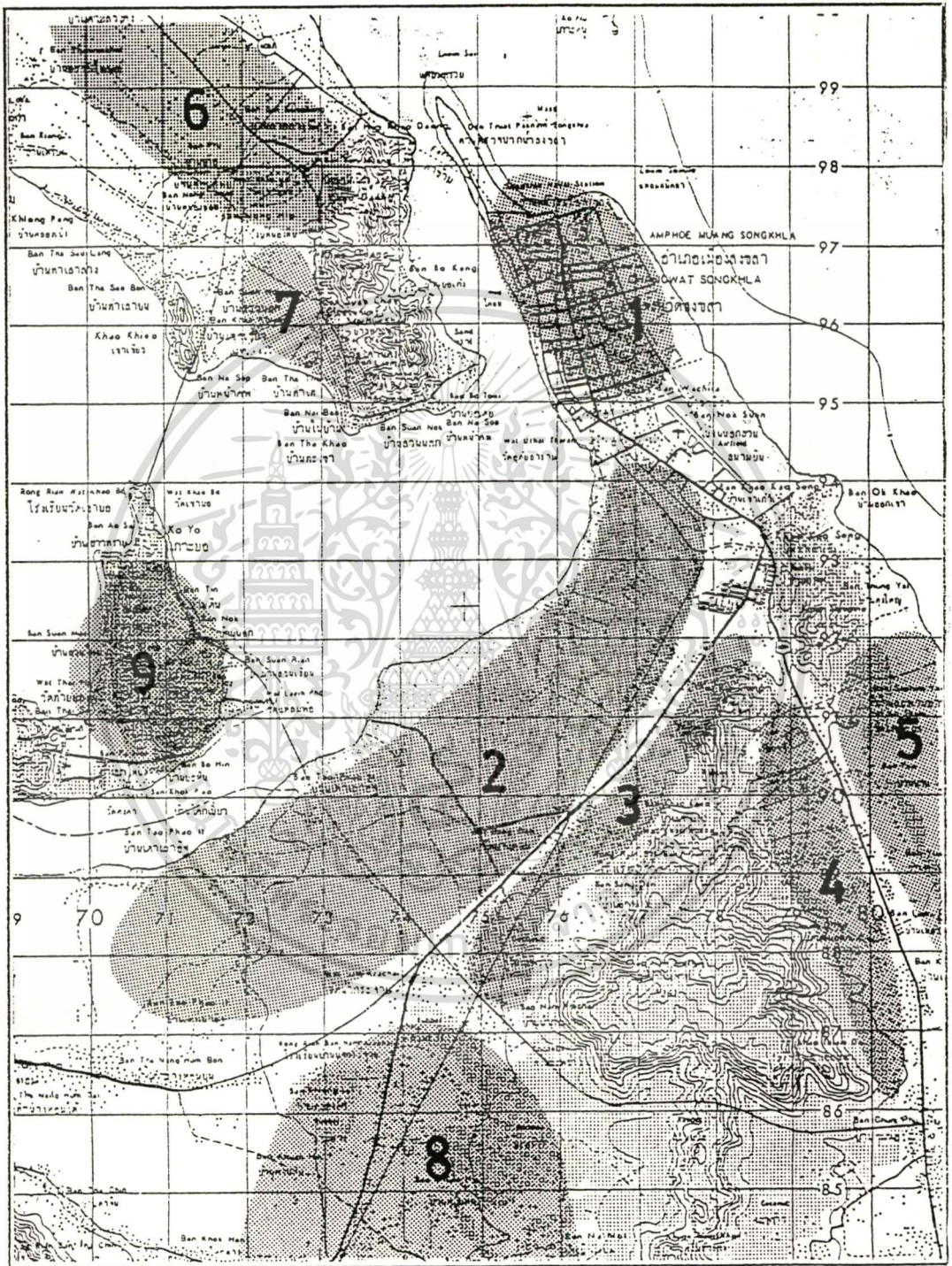
### 5.1 การพิจารณาสภาพที่ตั้ง

การออกแบบอาคารให้ใช้พลังงานต่ำได้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาทางใช้ประโยชน์จากธรรมชาติและสภาพแวดล้อมในการปรับสภาวะสบาย (Comfort) ให้มากที่สุด การศึกษาสภาพแวดล้อมของที่ตั้งอย่างละเอียดจะทำให้ผู้อำนวยต่อการช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารได้เป็นอย่างมาก เพราะหากมีการปรุงแต่งให้บริเวณรอบๆ อาคาร (Micro – Climate) มีสภาวะที่สบายกว่าสภาพอากาศทั่วไป (Macro – Climate) แล้ว การออกแบบให้อาคารมีสภาวะสบายก็จะทำได้ดีขึ้น

การปรับปรุงสภาพรอบๆ อาคาร สามารถทำให้อุณหภูมิลดลงจากบริเวณข้างเคียงได้ถึง 2 – 3 °C หากมีเนื้อที่และบริเวณเพียงพอ โดยปัจจัยที่จะช่วยปรุงแต่งบริเวณอาคาร (Site - Elements) ที่เกี่ยวข้องได้แก่

#### 5.1.1 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ ( Topography )

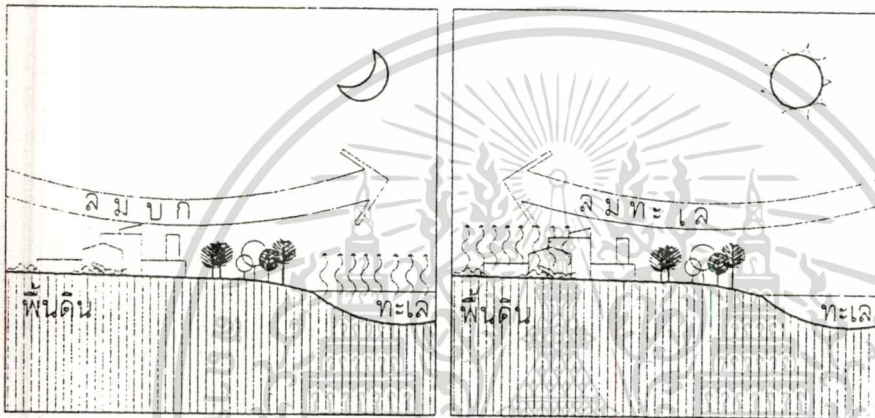
ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดสงขลามีหลายลักษณะ (บทที่ 3.1) ทั้งเป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบที่ราบริมทะเล ที่ลาดชัน เนินเขา รวมทั้งอาจเป็นเนินเขาริมทะเลสาบ ซึ่งในแต่ละสภาพพื้นที่ก็มีข้อจำกัดทางธรรมชาติ ในการปรุงแต่งสภาพอากาศ บริเวณรอบๆอาคาร ที่แตกต่างกันไป รูปที่ 5.1 เป็นการจัดกลุ่มพื้นที่ ที่มีสภาพภูมิประเทศใกล้เคียง เพื่อเป็นแนวทางการพิจารณาสร้างสภาวะแวดล้อม ที่ผู้อำนวยต่อการนำประโยชน์จากธรรมชาติ มาใช้แก้ไขปัญหาด้านสภาวะสบายในอาคาร



รูปที่ 5.1 แสดงกลุ่มพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศใกล้เคียงกันนั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ส่วนที่ 1** เป็นเขตตัวเมือง ที่มีความหนาแน่นของอาคารมากที่สุด ตั้งอยู่บนสันทราย ชายทะเลที่ยาวขนานไปตลอดแนวชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กว้างประมาณ 1 – 3 กิโลเมตร พื้นที่มีลักษณะเป็นเนินดินทรายสีเทา หรือสีน้ำตาลอ่อน เป็นดินสีกระบายน้ำได้ดี ความลาดชันน้อยได้รับอิทธิพลจากลมบก – ลมทะเล ค่อนข้างมาก ค่าสะท้อนความร้อนโดยรวม มากกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากมีสภาพดินเป็นดินทรายสีอ่อน และมีถนนหนทางสิ่งก่อสร้างหนาแน่น ค่าความชื้นจากผิวน้ำซึ่งล้อมพื้นที่ไว้สามด้าน มีมากกว่ากลุ่มอื่น แรงลมมีอัตราความเร็วมาก แต่ต้องพิจารณา กลุ่มอาคารรอบข้างว่าเป็นตัวกีดขวางทางกระแสลมหรือไม่



○ ช่วงกลางคืนพื้นดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าทะเล ลมจึงพัดจากพื้นดินไปสู่ทะเล

○ ช่วงกลางวันพื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าทะเล ลมจึงพัดจากทะเลไปสู่พื้นดิน

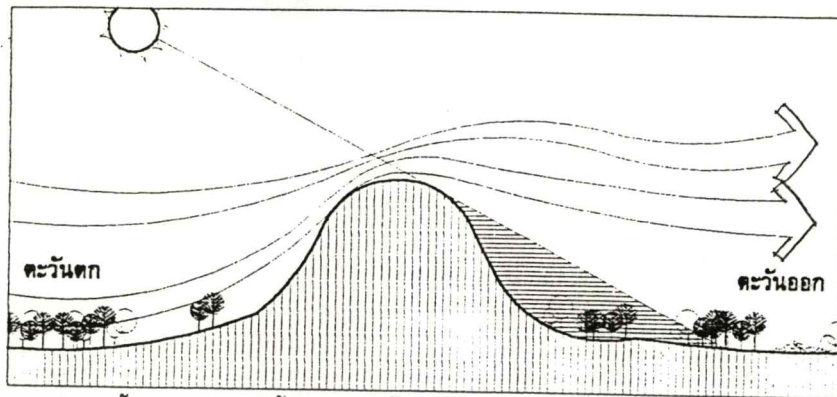
รูปที่ 5.2 สภาพที่ตั้งอยู่ใกล้ทะเล

**ส่วนที่ 2** เป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบ ซึ่งมีป่าชายเลนขึ้นอยู่เป็นหย่อมๆ บริเวณริมฝั่งชุมชนยังเบาบางโดยมากจะขยายตัวบริเวณริมถนนทางหลวง 407 (หาดใหญ่ – สงขลา) และริมถนนทางหลวง 408 ซึ่งแยกจากทางหลวง 407 ไปสะพานดินสุสานนทร์และเกาะยอ สภาพพื้นที่ค่อนข้างโล่ง กระแสลมพัดผ่านเต็มที่ทั้งมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้

**ส่วนที่ 3** เป็นที่ราบเล็กๆ และที่ลาดชันบริเวณเชิงเขาโดยตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของเนินเขา ซึ่งเป็นด้านที่ปะทะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้รับประโยชน์จากกระแสลม และมีแนวภูเขาช่วย บังรังสีดวงอาทิตย์ทางด้านทิศตะวันออก รวมทั้งช่วงก่าบังฝนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่เป็นด้านที่รับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย

**ส่วนที่ 4** ลักษณะคล้าย ส่วนที่ 3 แต่ตั้งอยู่ฝั่งตรงข้ามของเนินเขาได้รับประโยชน์จากการก่าบังแดดและฝนจากเนินเขาแม้จะถูกเนินเขาบังลมในช่วงฤดูร้อน แต่ยังได้รับอิทธิพลจากลมบก – ลมทะเล ช่วยในการระบายอากาศ และอาจถูกกลิ่นจากโรงงานในย่านอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- เชิงเขาด้านทิศตะวันตกได้รับลมในฤดูร้อนแต่ฝั่งตะวันออกจะอับลม
- ด้านตะวันตกรับรังสีดวงอาทิตย์น้อย (มุม ALTITUDE สูง) ในช่วงเช้า แต่ด้านทิศตะวันออกรับรังสีดวงอาทิตย์น้อยในช่วงบ่าย

### รูปที่ 5.3 สภาพที่ตั้งเชิงเขา

**ส่วนที่ 5** มีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล ได้รับอิทธิพลจากลมบก-ลมทะเล บางส่วนอาจได้รับผลกระทบจากภูเขาซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกในแง่การบังลม แนวที่เกาะอยู่ตามแนวถนนทางหลวง 408 (สงขลา-จะนะ-นาทวี) มีกลุ่มต้นไม้ รวมทั้งพื้นที่การเกษตรช่วยกักเก็บความร้อนไอน้ำและแรงลม แต่ในส่วนที่อยู่ตามแนวชายทะเล มีเพียงป่าเสมาะ และอาจได้รับผลกระทบจากการสะท้อนรังสีความร้อนจากพื้นทรายและไอความชื้นจากทะเลที่มีความเค็มด้วย ในส่วนที่อยู่ใกล้ย่านอุตสาหกรรม จะถูกกลิ่นจากโรงงานรบกวน

**ส่วนที่ 6** มีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลคล้ายกับส่วนที่ 5 แตกต่างกันในกลุ่มที่ 6 นี้ ถูกขนาบด้วยทะเลสาบ ทางด้านทิศตะวันตกและทะเลอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออก ทำให้มีลักษณะเป็นแหลมยาวในแนวเหนือ-ใต้ ขวางรับลมมรสุมทั้ง 2 ช่วง เต็มที่โดยไม่มีภูเขามาบัง ลักษณะพฤกษชาติส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตร ป่าเสมาะและกลุ่มตาลโตเด่น

**ส่วนที่ 7** เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงเขาริมทะเลสาบมีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 มีดินตื้น และชั้นหินอยู่ใกล้ผิวดิน หรือไหลออกมานอกผิวดิน ฝั่งตะวันออกของภูเขาที่มีพื้นที่แคบๆ และชุมชนชาวประมง ก่อนข้างหนาแน่น แทบไม่มีการขยายตัวอีกแล้ว แต่ฝั่งตะวันตกและด้านใต้ของภูเขาซึ่งมีแนวโน้มการขยายตัวสูงนั้น มีลักษณะความลาดชันลดน้อยลง ลมทะเลพัดผ่านตลอดปีอาจจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับการป้องกันฝนมากขึ้นเพราะอยู่ในแนวปะทะของ ฝนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่

**ส่วนที่ 8** เป็นที่ราบลุ่มตอนในที่แทบจะไม่ได้รับอิทธิพลจากลมบก - ลมทะเล เป็นที่ราบที่ถูกรายล้อมไปด้วยแนวภูเขาที่ช่วยลดแรงปะทะของมรสุมทั้งสองช่วงได้เป็นอย่างดี แต่ไม่ได้เป็นพื้นที่อับลม เพราะแนวภูเขาโอบล้อมหลวมๆ และกินพื้นที่กว้างจะมีผลกระทบบ้างก็เฉพาะบริเวณที่อยู่เชิงเขา คล้ายส่วนที่ 4

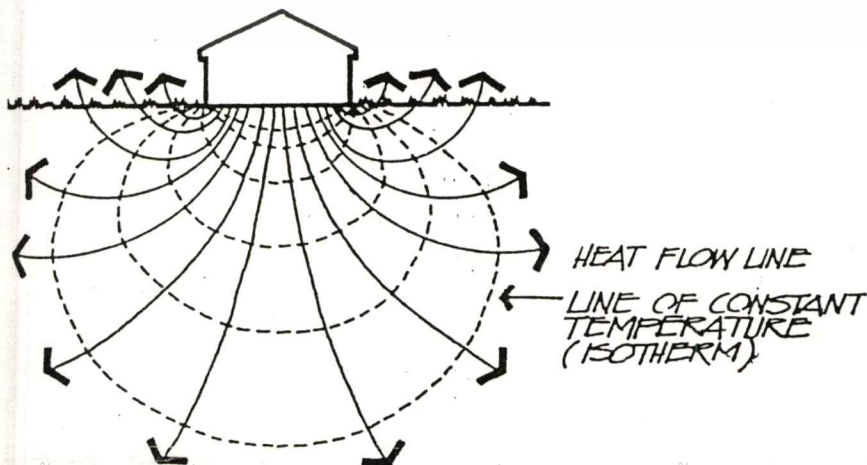
**ส่วนที่ 9** บริเวณเกาะยอมีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาแต่การ ขยายตัวของชุมชน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีแนวโน้มสูงเนื่องจากการสร้างสะพานดินสู่สถานที่เชื่อมผ่านเกาะยอ ประกอบกับทัศนียภาพแวดล้อมที่สวยงาม เนื่องจากมีสภาพเป็นเกาะจึงมีลมพัดผ่านเกือบตลอดเวลา แต่ความชื้นค่อนข้างสูง เพราะนอกจากถูกรายล้อมด้วยน้ำแล้ว พื้นที่ส่วนมากยังมีพืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ทั้งป่าธรรมชาติและสวนผลไม้ปกคลุมโดยทั่วไป

สภาพภูมิประเทศของที่ตั้ง สามารถช่วยในการปรับปรุงทิศทางลม ทิศทางแดด ค่าการรับความร้อน รวมทั้งการพิจารณาเลือกกระบบภายในอาคาร (Indoor Environment - Consideration) เหมาะสม

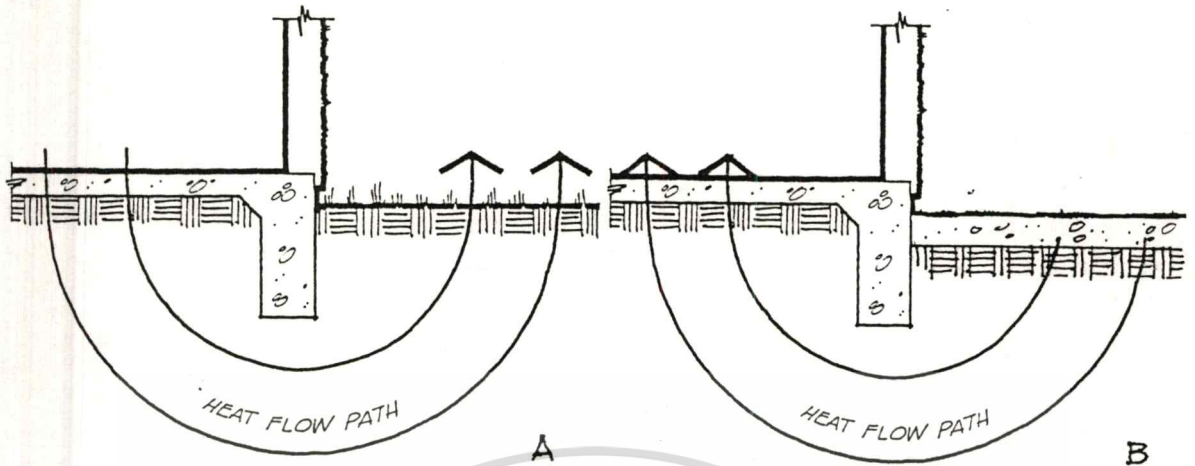
### 5.1.2 สภาพพื้นผิวของที่ตั้ง (Ground Covering)

การพิจารณาสิ่งปกคลุมพื้นดินในบริเวณข้างเคียงจะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนที่ผิวดินลงได้ คุณสมบัติในด้าน การรับความร้อน การถ่ายเทความร้อน การสะท้อนรังสีความร้อนของสิ่งปกคลุมพื้นดินที่มีผลกระทบต่อสภาพ Micro - Climate เช่น ในวันที่มีแสงแดดจัด อุณหภูมิของอากาศที่วัดเหนือสนามหญ้าจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่วัดเหนือพื้นดินประมาณ 10 - 14 °F และอุณหภูมิที่วัดใต้ร่มเงาของต้นไม้ตอนเที่ยงจะต่ำกว่า อุณหภูมิที่วัดใต้ร่มไม้ตอนเที่ยงจะต่ำกว่า อุณหภูมิที่วัดกลางแจ้งประมาณ 5 °F (Fuller Moore.1993:59) หรือในขณะอุณหภูมิรอบข้าง (Ambient Air Temperature) วัดได้ 98 °F อุณหภูมิของผิวแอสฟัลท์ที่อยู่กลางแจ้งอาจวัดได้ถึง 128 °F (Donaldw Abrams.1986:249) เพราะแอสฟัลท์สามารถดูดซับ (Absorbitivity) และ ถ้าหากลมที่พัดเข้าอาคารพัดผ่านแผ่นผืน แอสฟัลท์ที่ร้อน อุณหภูมิของลมก็จะสูงขึ้นกว่าปกติ เนื่องจากเมื่อแอสฟัลท์ดูดซับความร้อนจนอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะถ่ายเทความร้อนให้แก่อากาศโดยการแผ่รังสีและจากการพาความร้อนโดยลมที่พัดผ่าน เป็นต้น นั่นก็หมายความว่า ไม่ควรให้สภาพพื้นผิวบริเวณที่ต้งเป็นแหล่งสะสมความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นแนวทิศทางลมพัดเข้าอาคารและบริเวณใกล้อาคาร ซึ่งเป็นบริเวณที่พื้นอาคารถ่ายเทความร้อนผ่านชั้นดินออกมา (รูปที่ 5.4.A) เพราะถ้าหากส่วนที่อาคารจะถ่ายเทความร้อนให้มีอุณหภูมิที่สูงกว่าแล้ว อาคารก็จะรับความร้อนนั้นแทน (รูปที่ 5.4.B)



รูปที่ 5.4 แสดงทิศทาง การถ่ายเทความร้อนของพื้นอาคารสู่ดิน

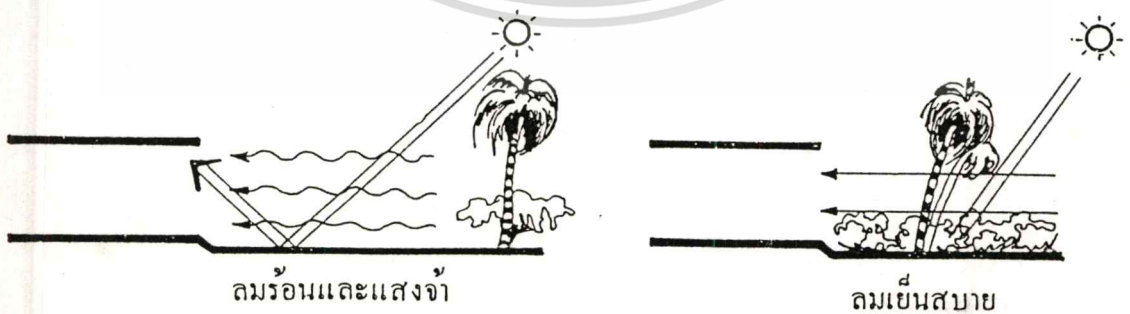
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าเนื้อหาสาระทั้งหมดเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4(ต่อ) แสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อนของพื้นอาคารสู่อินดิน

ที่มา : Donal Watson, Faia, And Kenneth Labs, " Climate Design ", (Newyork, Mcgraw Hill, Inc., 1983 ) P.137

คุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อน (Reflectance Values) ของสภาพพื้นผิวรอบพื้นที่ตั้งก็เป็นที่น่าจะพิจารณาด้วย เพราะมีทั้งประโยชน์จากแสงธรรมชาติที่ให้ผลดีกว่าแสงที่ส่องมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์และโทษจากความร้อนที่สะท้อนเข้าไปในอาคารได้มากไม่มีการพิจารณาควบคุม



รูปที่ 5.5 Ground Covering

ที่มา : ตรึงใจ บูรณสมภพ, "การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อน ในประเทศไทย",

เอกสารนี้ (กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์, 2521) หน้า 61

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางตำแหน่งลาน เฉลียง ระเบียง ถนน ควรพิจารณาทางเดินของดวงอาทิตย์ในช่วง เวลาที่มีปัญหาเรื่องรังสีความร้อนควบคู่ไปกับการสะท้อนความร้อนของพื้นผิว ซึ่งอาจต้องหาร่มเงาหรือเลือกผิววัสดุที่สะท้อนความร้อนน้อยให้แก่ ลานใช้สอยเหล่านั้นหากไม่สามารถหลีกเลี่ยง ตำแหน่งที่ตั้งได้

ตารางที่ 5.1 ความสามารถในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของวัสดุ

สี	วัสดุ	การสะท้อน
ขาว	พลาสติกอร์	๙๓
	แผ่นอลูมิเนียมสมัยใหม่	๘๗
	ทาสี	๗๕
	หิมะ	๗๔
	กระดาษแข็ง	๖๔-๗๐
	แอสเบสตอส ซีเมนต์	๕๘
	แผ่นเหล็ก	๕๗
	อลูมิเนียม	๔๖
	หินอ่อน	๔๕
	อิฐ	๔๘
เหลือง, เนื้อ (อ่อน)	อิฐ	๔๐
เหลือง, เนื้อ (แก่)	อิฐ	๓๑
สีทราย	หินทราย	๓๑
แดง	แอสเบสตอสซีเมนต์	๓๘
แดงเข้ม (เลือดหมู)	กระเบื้องดินเผา	๓๐
	อิฐ	๑๙
ครีม	แผ่นเหล็ก	๖๔
	อิฐ	๖๐
ฟ้า	ทาสี	๑๑
	อิฐ (STAFFORD)	๕๐
เขียวอ่อน	ทาสี	๒๔
	แผ่นเหล็ก	๓๔
เขียว	หินอ่อน	๒๕
	ต้นไม้ พฤษภชาติ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สี	วัสดุ	การสะท้อน
เขียวแก่	หญ้า	๖
น้ำตาล	กระเบื้องคอนกรีต	๑๕
เทาอ่อน	หินกระดานชนวน	๒๑
เทา	ทาสี	๒๕
เทาแก่	หินกระดานชนวนขัดผิวเรียบ	๑๑
ดำ	หินกระดานชนวน	๘
	ทาสี	๑
	กระเบื้องคอนกรีต	๓
	เสื่อ	๓

ที่มา : ดริงใจ บุรณสมภพ, “การออกแบบสถาปัตยกรรมเขตร้อนในประเทศไทย” (กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์การพิมพ์, 2521) หน้า 56 - 57

#### 5.1.3 พืชชาติ (Vegetation)

ต้นไม้ใบหญ้าในบริเวณอาคารมีความสำคัญมาก เพราะ ต้นไม้มีประโยชน์โดยตรงต่อสภาวะสบายในอาคาร

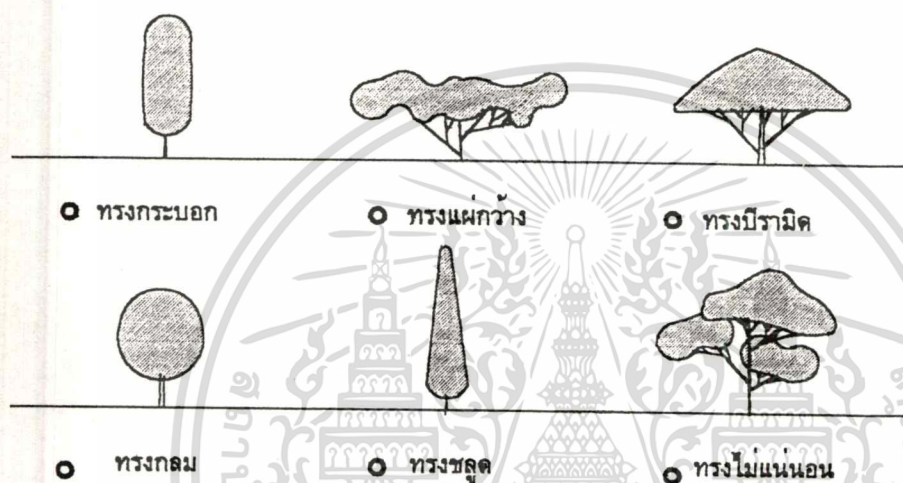
- 1) ช่วยลดอุณหภูมิของอากาศภายใต้ร่มเงาของตัวเองเท่ากับเป็นฉนวนกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์
- 2) ให้อากาศบริสุทธิ์ จากการสังเคราะห์แสงต้นไม้จะผลิตออกซิเจนออกมา
- 3) ลดแสงจ้าที่เกิดการสะท้อนจากพื้นดิน
- 4) ช่วยลดเสียง, กรองฝุ่น ให้แก่อาคาร
- 5) ช่วยในการบังคับทิศทางลม
- 6) เพิ่มความสวยงามให้แก่อาคาร

การใช้ประโยชน์จากต้นไม้จะให้ผลดียิ่งขึ้นควรพิจารณาถึงชนิด, ขนาด, และตำแหน่ง ของต้นไม้ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่รวมทั้งผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นด้วย เช่น อาจเป็นตัวขวางทางลมที่จะพัดผ่านเข้าสู่อาคารให้เปลี่ยนทิศทางไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้ในจังหวัดสงขลามีกาหลายชนิดเหมือนกับพรรณไม้ในเขตร้อนชื้นทั่ว ๆ ไป มีทั้งไม้ผลัดใบและไม้ไม่ผลัดใบ ขนาดความสูง (Height) และขนาดทรงพุ่ม (Spacing) รวมทั้งลักษณะ (Form) ต่างๆ กัน ซึ่งอาจแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้เป็น

1) ไม้ยืนต้น (Tree) ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่ให้ร่มเงาได้ดี มีขนาดความสูงและความกว้างของทรงพุ่มต่างๆ กัน เช่น ทรงกระบอก (Column) ทรงแผ่กว้าง หรือคล้ายร่ม (Spreading or Umbrella) ทรงปิระมิด (Pyramidal) ทรงกลมหรือทรงไข่ (Globe) ทรงชลุคแคบมาก (Fastigate) ทรงกิ่งก้านไม้แน่นอน (Open Headed)



รูปที่ 5.6 ลักษณะรูปทรงต้นไม้

ความสูงและลักษณะรูปทรงของต้นไม้แต่ละชนิดมีผลต่อการกำหนดตำแหน่งของตัวอาคารกับต้นไม้เพื่อให้ได้ประโยชน์จากร่มเงา ควรคู่ไปกับการพิจารณาวันเวลาซึ่งต้องการร่มเงาจากต้นไม้และทางเดินของดวงอาทิตย์

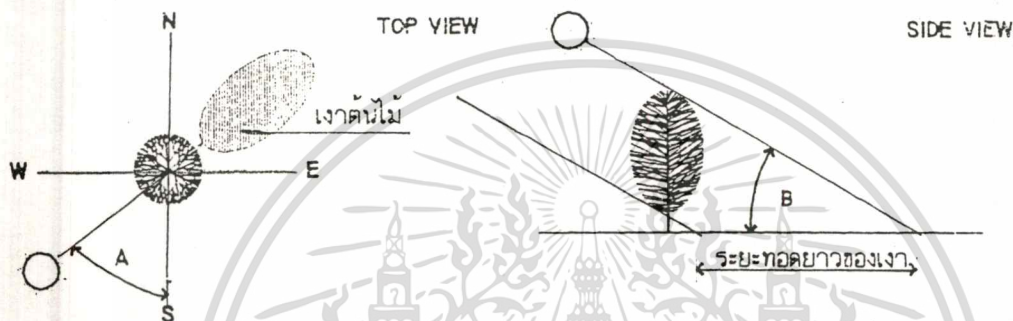
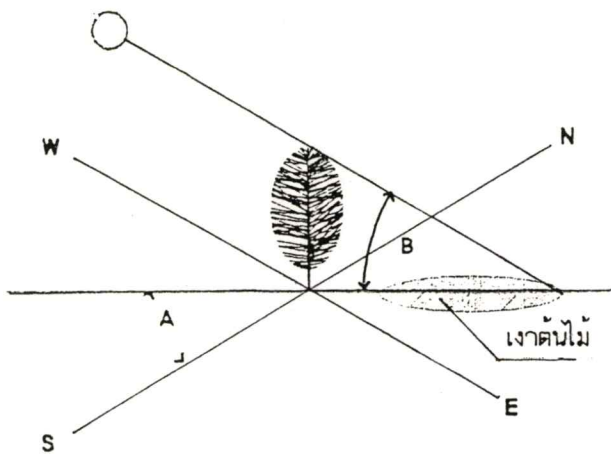
1) ไม้พุ่ม (Shurb) เป็นพรรณไม้ยืนต้นขนาดเล็กมีกิ่งก้านสาขาออกมาในระดับไม่สูงมากนักสามารถใช้เป็นสิ่งช่วยบังค้ำทิศทางลมได้ดี ช่วยกรองเสียง กรองฝุ่น และช่วยบังแสงอาทิตย์ไม่ให้สะท้อนเข้าอาคาร

2) ไม้คลุมดิน (Ground Covers) เป็นพรรณไม้ขนาดเล็กสูงตั้งแต่ไม่กี่ครั้งเมตรลงไปจนถึงดิน มีทั้งเป็นลำต้นตั้งและต้นเลื้อยช่วยป้องกันผิวดินไม่ให้สะสมความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ช่วยลดการสะท้อนแสงอาทิตย์

#### 5.1.3.1 เงาที่เกิดจากต้นไม้

นอกจากขนาดและชนิดของต้นไม้จะเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการหาขนาดและรูปร่างของเงาแล้ว ปัจจัยสำคัญอีกอย่างที่เป็นตัวกำหนดทิศทางและความทอดยาวของเงาที่เกิดขึ้นก็คือ ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ซึ่งจะให้ทิศทางจากค่ามุมอะซิมุท (Azimuth) หรือ มุมของดวงอาทิตย์กับทิศเหนือได้ในแนวนอน และให้ค่าความทอดยาวของเงาจากค่ามุมอัลติจูด (Altitude) หรือ มุมเงยของดวงอาทิตย์กับพื้นดิน (รูปที่ 5.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ หรือ ฝากไว้ที่อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มุม A คือมุม AZIMUTH กำหนดทิศทางเงาที่เกิดขึ้น      มุม B คือมุม ALTITUDE กำหนดระยะทอดยาวของเงา

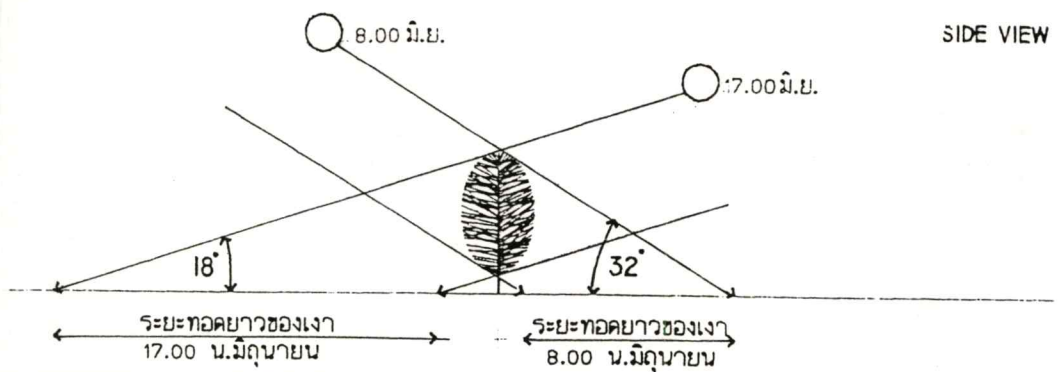
รูปที่ 5.7 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์กับเงาที่เกิดขึ้น

ทางเดินของดวงอาทิตย์(Sun Path)ซึ่งอ้อมทางทิศเหนือมากที่สุดในวันที่ 21มิถุนายน และอ้อมใต้มากที่สุดในวันที่ 21 ธันวาคม นั้น ในจังหวัดสงขลามีสภาพมุมอะซิมุท และมุมอัลติจูด ดังตารางที่ 5.2

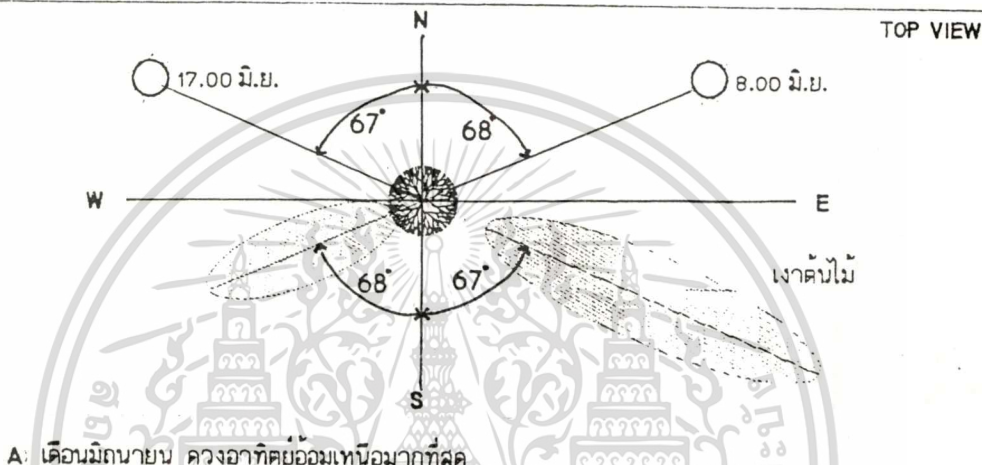
ตารางที่ 5.2 ค่ามุมอะซิมุท และมุมอัลติจูด ในจังหวัดสงขลา(มิถุนายนและธันวาคม)

		800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
21 มิถุนายน	AZIMUTH	67	64	57	39	0	39	57	64	67	68
	ALTITUDE	32	45	57	68	74	68	57	45	32	18
21 ธันวาคม	AZIMUTH	60	53	42	25	0	25	42	53	60	64
	ALTITUDE	25	37	47	56	59	56	47	37	25	12

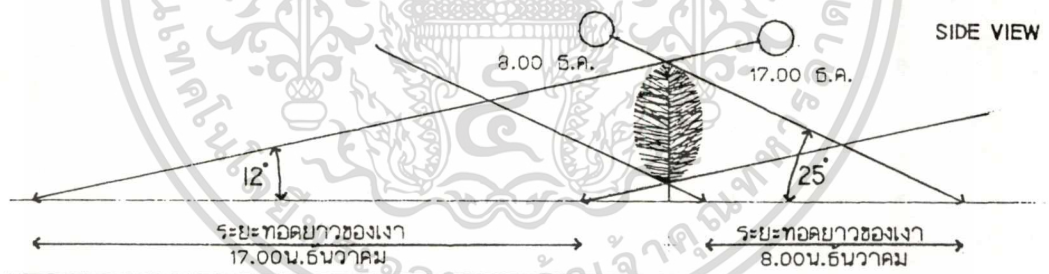
จากค่ามุมของดวงอาทิตย์ (ตารางที่ 5.2 ) สามารถตรวจสอบเงาที่เกิดขึ้นจากต้นไม้ได้ ดังรูปที่ 5.8



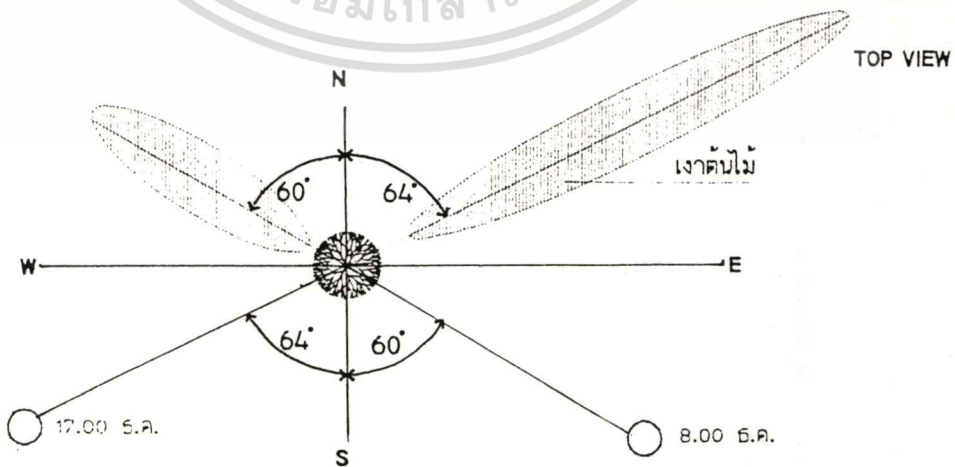
SIDE VIEW



TOP VIEW



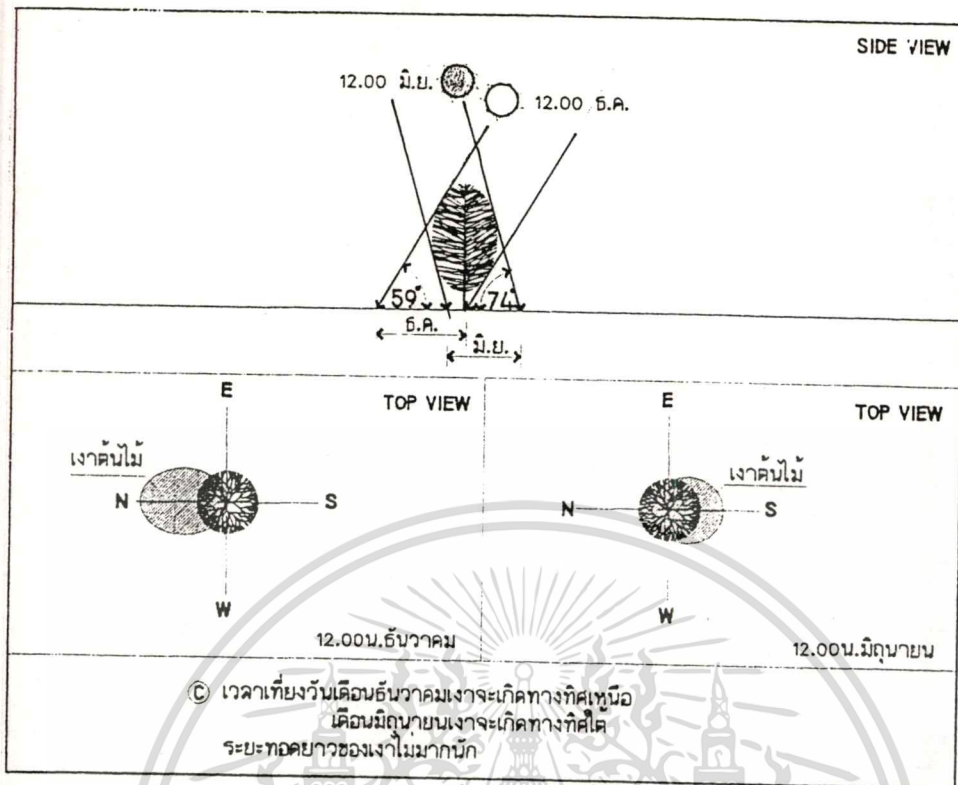
SIDE VIEW



TOP VIEW

B เดือนธันวาคม ดวงอาทิตย์ข้อมเอนได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ รูปที่ 5.8 แสดงเงาที่เกิดจากต้นไม้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8(ต่อ)

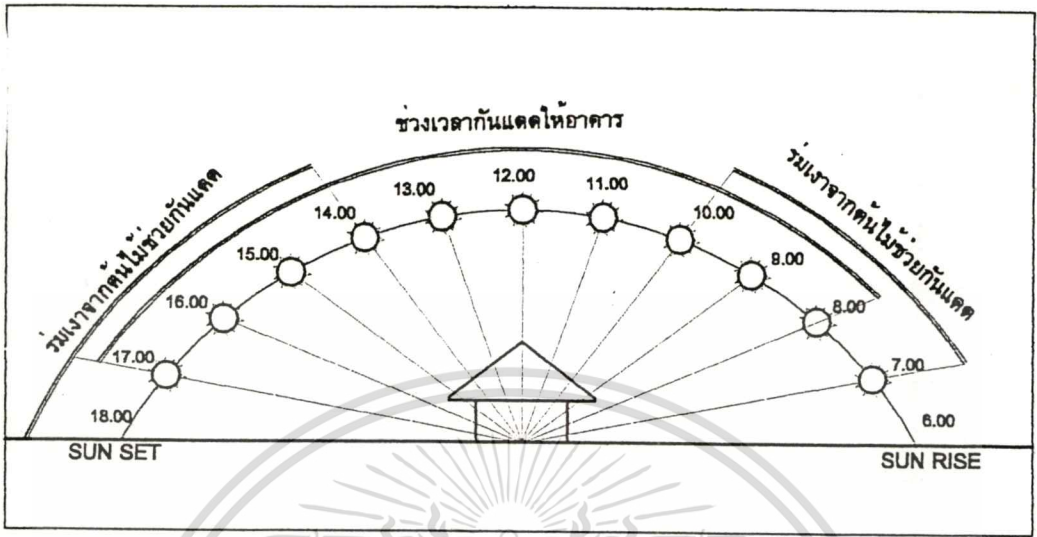
### 5.1.3.2 แนวทางการพิจารณาใช้ประโยชน์จากร่มเงาต้นไม้

1) ศึกษาชนิดของต้นไม้ที่มีอยู่ในที่ตอมหรือที่จะปลูก เพื่อให้รู้ขนาดความสูง ขนาดและรูปทรงของพุ่ม รวมทั้งรายละเอียดอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นของพุ่ม, การผลัดใบ หรือ หากเป็นต้นไม้ที่ปลูกใหม่ก็ควรศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตที่สามารถใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ได้

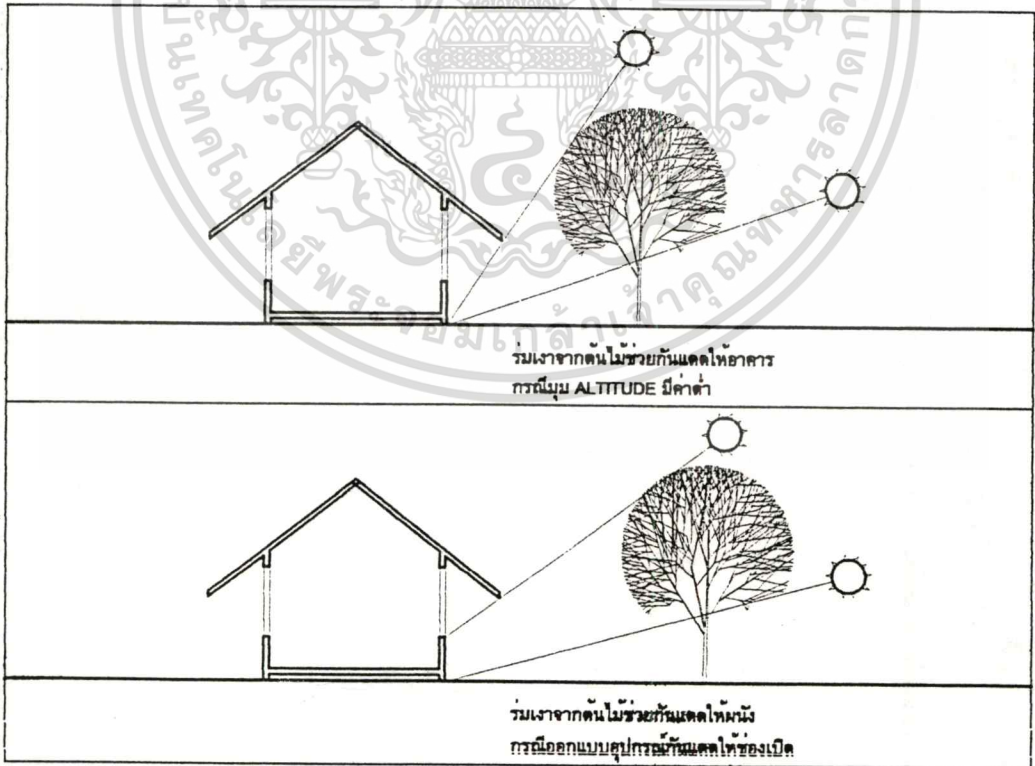
2) ช่วงเวลาที่อาคารต้องการร่มเงา หากพิจารณาจากค่า CET จะอยู่ในช่วง เวลาประมาณ 9.00 น. จนถึงเวลา ดวงอาทิตย์ตก จากตารางที่ 5.3 จะเห็นว่า การแผ่รังสีดวงอาทิตย์จะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาประมาณ 7.30 ถึง 8.30 น. แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 11.00 น. ถึง 13.00 น. แล้วค่อยๆ ลดลงและลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่เวลาประมาณ 16.00 น. เป็นต้นไป การหาร่มเงาให้แก่อาคารจึงน่าจะเริ่มก่อน 9.00 น. ในตอนเช้า และไม่จำเป็นต้องกันแดดจนดวงอาทิตย์ตกในตอนเย็น เนื่องจากอาคารควรได้รับแสงแดดบ้างแสงแดดในตอนเช้าและตอนเย็นที่เป็นแสงแดดอ่อน มีค่าการแผ่รังสีต่ำ จึงน่าจะเป็นแสงแดดที่ยอมให้ผ่านเข้าอาคารได้ ช่วงเวลาที่ตอมกันแดดให้แก่อาคารจึงควรอยู่ในช่วงตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 17.00 น.

จากช่วงเวลาที่กำหนดให้มีการกันแดดให้แก่อาคารคือ 8.00 น. ถึง 17.00 น. หากพิจารณา

ดูค่ามุมอัลติจูด จะเห็นว่า มีค่าน้อย ซึ่งทำให้การออกแบบแผงกันแดดทำได้ยาก หากมีการพิจารณาใช้ต้นไม้ช่วยก็จะทำให้ปัญหาเรื่องการกันแดดทำได้ง่ายขึ้น (รูปที่ 5.9 และ 5.10) ไม่ว่าการมีไม้ทั้งสี่นี้ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 แสดงช่วงเวลาทันแดดให้อาคาร



รูปที่ 5.10 การใช้ต้นไม้ช่วยกันแดดให้อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

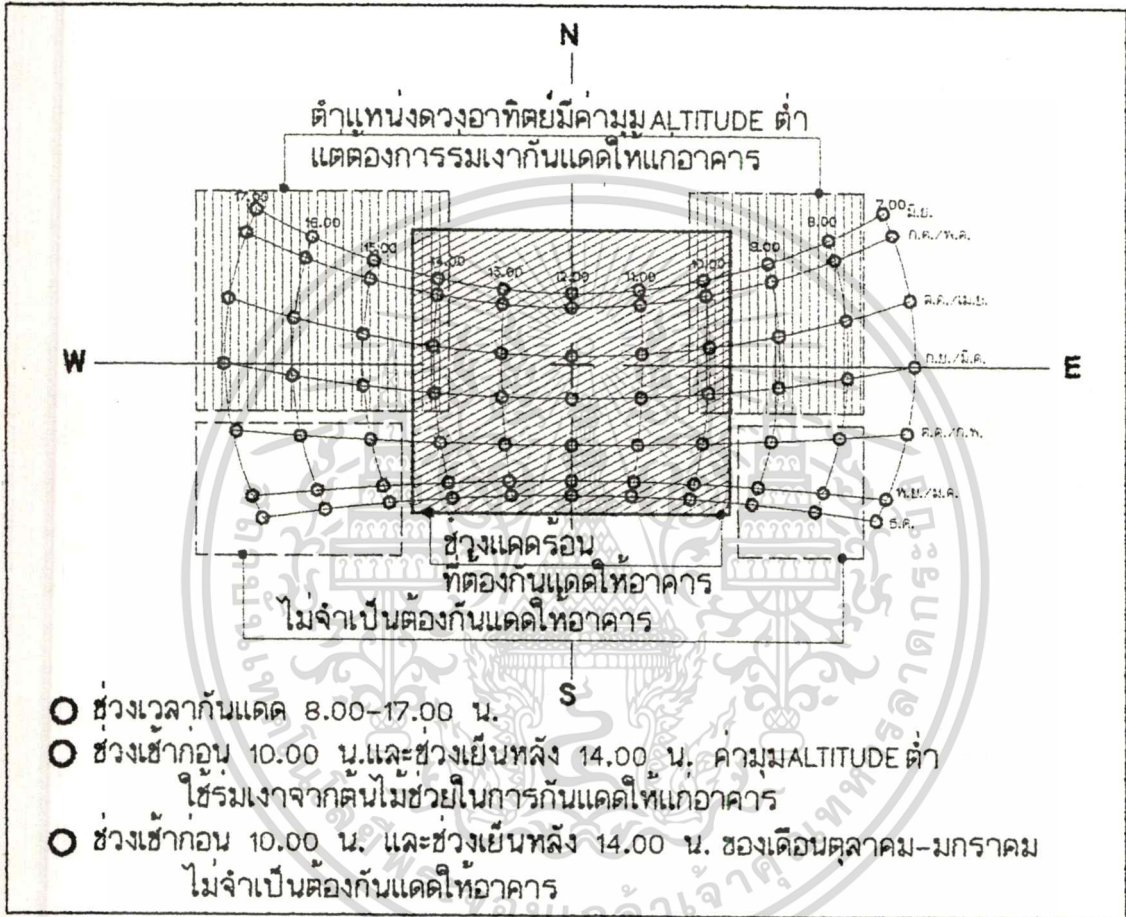
ตารางที่ 5.3 อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดเฉลี่ยรายวัน\* (วัตต์/เมตร<sup>2</sup>)

ช่วงเวลา	เวลา									
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
14 ม.ค. – 26 ก.พ.	174	349	499	604	674	685	627	511	348	163
27 ก.พ. – 12 เม.ย.	232	407	557	673	744	755	697	581	395	197
13 เม.ย. – 28 พ.ค.	256	418	546	651	697	697	639	546	395	209
29 พ.ค. – 15 ก.ค.	232	383	499	593	615	587	465	441	325	197
16 ก.ค. – 31 ส.ค.	232	395	523	593	615	581	523	429	302	163
1 ก.ย. – 15 ต.ค.	221	383	511	581	592	569	511	441	290	151
16 ต.ค. – 28 พ.ย.	186	360	523	627	674	650	581	488	337	139
30 พ.ย. – 13 ม.ค.	174	360	499	627	685	685	615	488	314	151

ที่มา : รศ.ดร.มานิจ ทองประเสริฐ, “แสงอาทิตย์กับอาคาร”, เอกสารการประชุมทางวิชาการ  
ในงานสถาปนิก 29, การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง, (สมาคมสถาปนิกสยามฯ  
2529), ไม่ปรากฏเลขที่หน้า

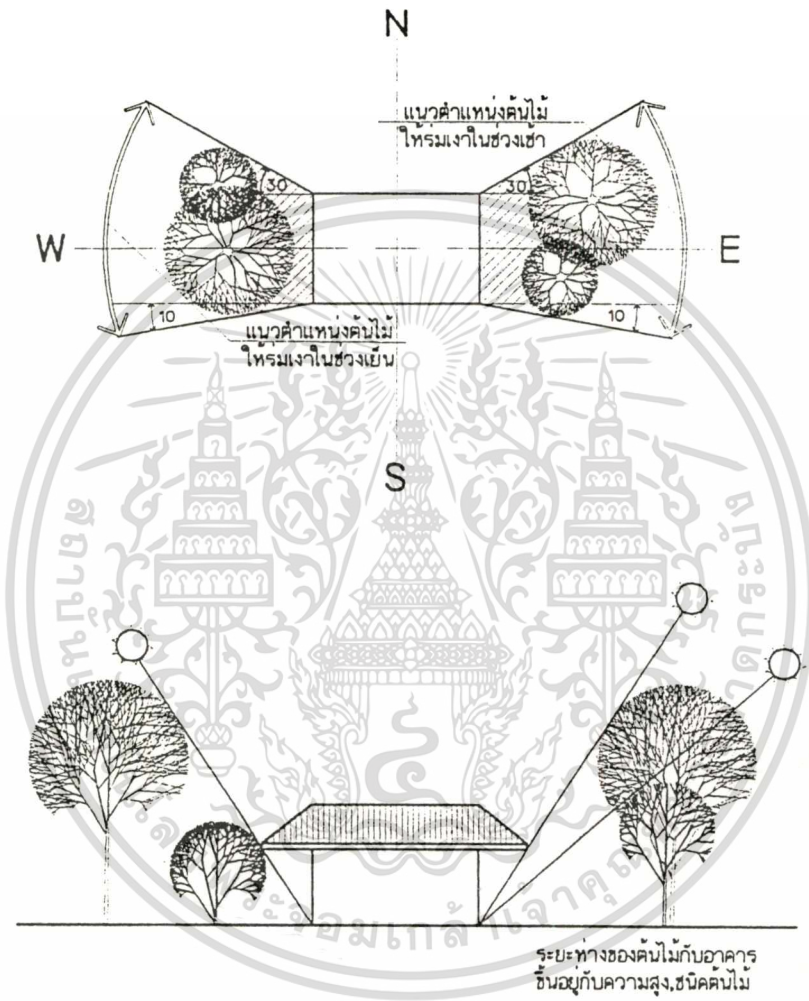
\*หมายเหตุ เป็นการอนุมานค่าของกรุงเทพฯ ซึ่งจากเอกสารประกอบการฝึกอบรม มาตรฐาน  
การออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน เรื่อง อิทธิพลของพลังงานจากรังสีอาทิตย์และภูมิอากาศ  
ของไทย โดย ศศ.ดร.อภิชาติ เทอดโยธิน ระบุว่าโดยภาพรวมแล้วค่าเฉลี่ยรายปีของทั้งรังสี  
ดวงอาทิตย์และอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละภาคของประเทศ โดยที่เส้นคอนทัวร์ของ  
รังสีดวงอาทิตย์ที่ลากผ่านกรุงเทพฯ และจังหวัดสงขลา เป็นเส้นเดียวกัน

3) ตำแหน่งของต้นไม้ให้ร่มเงา ขึ้นอยู่กับค่ามุม อะซิมุท ในช่วงเวลาที่ต้องการร่ม  
เงา เพราะดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งขึ้น – ลงทุกวัน ตำแหน่งที่เหมาะสม ก็คือสามารถให้ร่ม  
เงาแก่อาคารได้ในเวลาที่อาคารมีปัญหาด้านภาวะความร้อน คือช่วงเวลาตั้งแต่เดือน  
เมษายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งมีค่า CET เกินช่วงสภาวะสบาย (Comfort Zone) ค่อนข้างมาก  
(รูปที่ 3.8) ส่วนช่วงที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม ซึ่งมีค่า CET เกิน  
ช่วงสภาวะสบายไม่มาก เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูฝน ปริมาณแสงแดดน้อย, ความยาวนานของ  
แสงแดด และวันที่มีแดดจ้าน้อย (ตารางที่ 3.7) มีวันที่ฝนตกค่อนข้างมาก การต้องการร่มเงา  
ในช่วงเวลานี้จึงไม่จำเป็นมากนักเหมือนในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายนซึ่งตำแหน่งของ  
ดวงอาทิตย์ทำมุมกับแกนทิศเหนือได้ ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ (Azimuth) ในเดือนต่างๆ

ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในเวลาที่ต้องการร่มเงามากที่สุด จากรูปที่ 5.11 ทำให้กำหนดตำแหน่งต้นไม้ให้ร่มเงาได้ โดยอยู่ช่วงประมาณทิศตะวันออก ถึง ตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงเช้า) และทิศตะวันตกถึงตะวันตกเฉียงเหนือ (ช่วงเย็น) ดังรูป 5.12

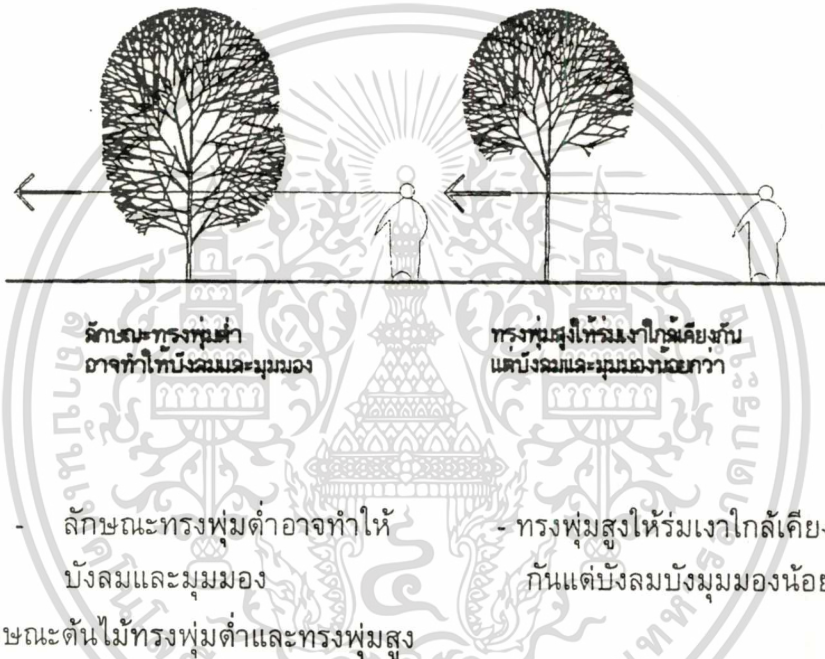


- ระยะห่างของต้นไม้กับอาคารขึ้นอยู่กับความสูง และชนิดของต้นไม้

รูปที่ 5.12 แสดงตำแหน่งต้นไม้ให้ร่มเงาแก่อาคาร (ด้านทิศตะวันออกและตะวันตก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เนื่องจากตำแหน่งที่เหมาะสมของต้นไม้ที่ให้ร่มเงาแก่อาคารอยู่ในตำแหน่งเดียวกับทิศทางที่ลมพัดเข้าหาอาคารการเลือกลักษณะต้นไม้จึงควรพิจารณา เรื่องการกีดขวางทางลม ด้วย เช่น การเลือกหรือตัดแต่งให้ต้นไม้อยู่ในลักษณะ พุ่มสูง จะให้ผลดีกว่าทรงพุ่มต่ำ (ดูรูปที่ 5.13) หรือการกำหนดระยะห่างระหว่างต้นไม้กับอาคารให้เหมาะสมให้ร่มเงาและไม่บังลม ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป



5) ผนังทางด้านทิศเหนือซึ่งรับแดดจัดในช่วงเที่ยงในฤดูร้อนและผนังทางด้านทิศใต้ซึ่งรับแดดจัดช่วงเที่ยงในฤดูฝน สามารถแก้ปัญหาการรับแดดร้อนได้โดยการออกแบบอุปกรณ์กันแดด ซึ่งกระทำได้ไม่ยากนักเนื่องจากมุมเงยของดวงอาทิตย์ (Altitude) มีค่าสูง หากต้องการใช้ต้นไม้ช่วยบังแดดให้อาคารก็ต้องเป็นต้นไม้ที่มีความสูงพอสมควรหรือเป็นทรงแผ่กว้าง คลุมส่วนบนของอาคารบางส่วนไว้

6) สำหรับพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมทะเลซึ่งมีลมค่อนข้างแรงและไอน้ำเค็มจากทะเล ทำความเสียหายแก่อาคารและอุปกรณ์เครื่องใช้อาจมีการป้องกันโดยใช้ต้นไม้ช่วยลดแรงปะทะของลม และกรองไอน้ำทะเล

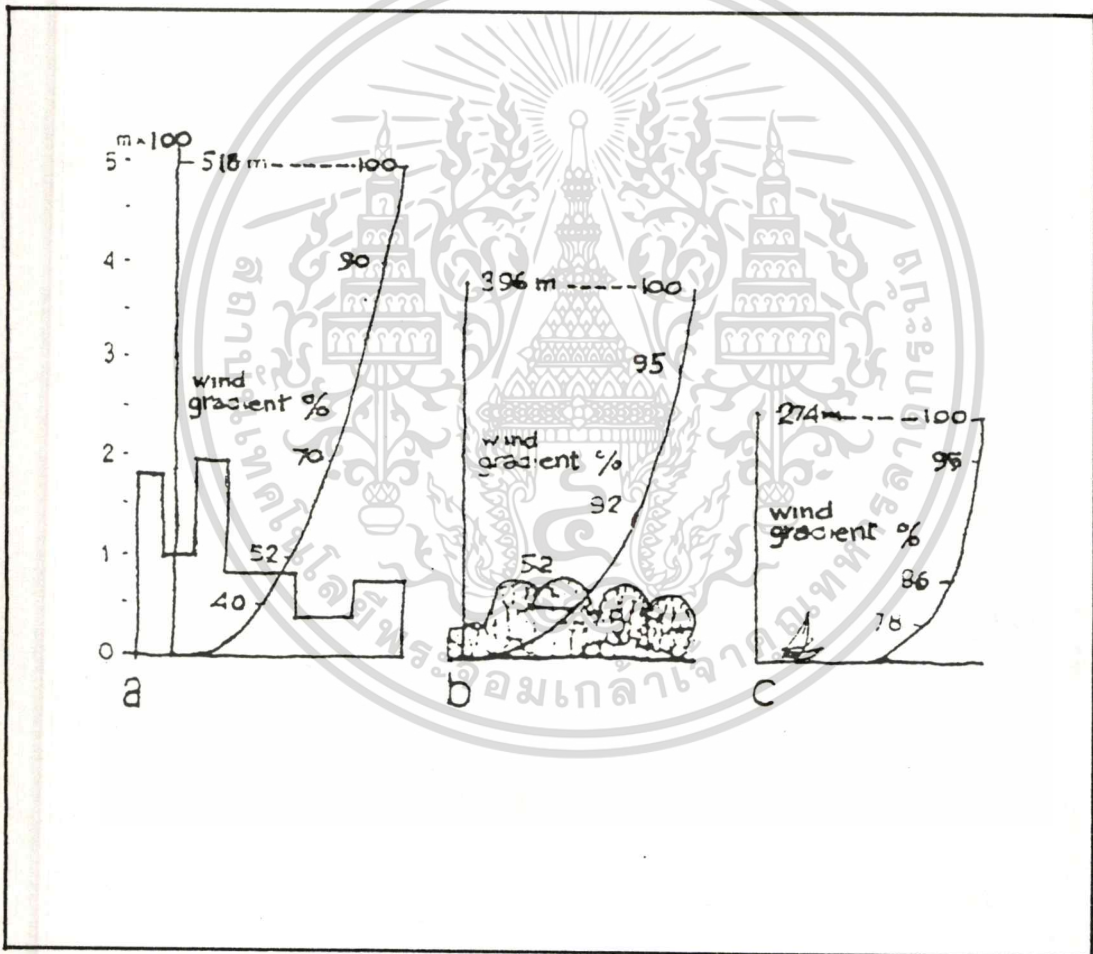
7) นอกจากประโยชน์ให้ร่มเงาแก่อาคารแล้วอาจมีการพิจารณาใช้ประโยชน์อื่นๆ จากต้นไม้ เช่น การคลุมดินช่วยลดอุณหภูมิดินลงไม่ให้เป็นแหล่งสะสมความร้อน อาจพิจารณาพื้นคลุมดิน ไม้พุ่ม หรือสนามหญ้า ควบคู่ไปกับการให้ประโยชน์ด้านความสวยงาม, การลดการสะท้อนของรังสีดวงอาทิตย์, การใช้ร่มเงาแก่บริเวณ, การกรองเสียงรบกวน

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.1.4 การกีดขวางทางลม (Wind Barrier)

อาคารในเขตร้อนโดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นมีความต้องการลมในการระบายอากาศภายในอาคารจึงจำเป็นต้องตรวจสอบสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคกีดขวางทางลมที่จะพัดผ่านเข้าในอาคาร เพื่อหาทางแก้ปัญหาหากการอับลมซึ่งการออกแบบอาคารพักอาศัยเพื่อให้เกิดสภาวะสบายโดยวิธีธรรมชาติแทบจะกระทำไม่ได้เลย หากพื้นที่นั้นไม่มีลมพัดผ่าน

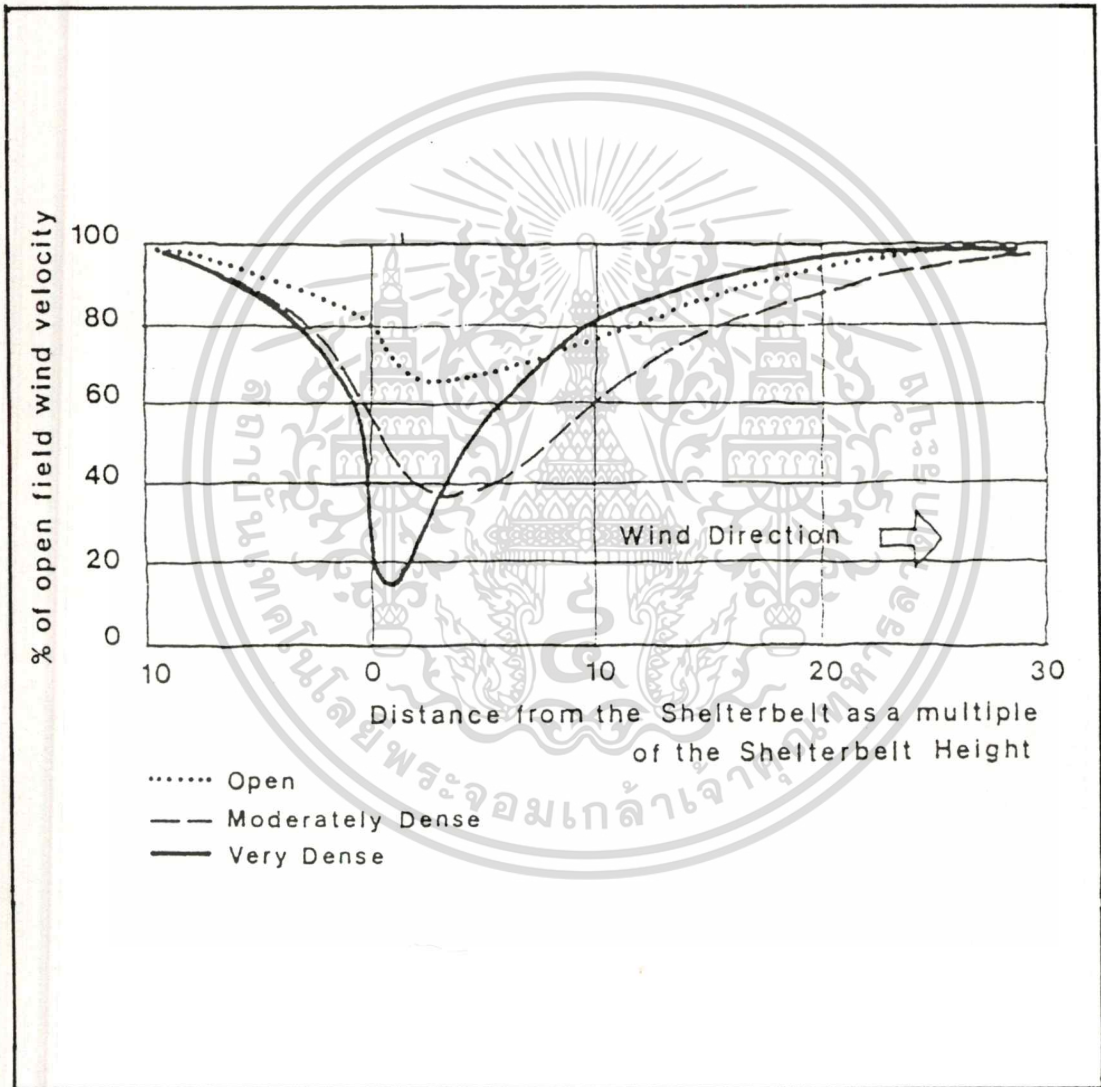
สภาพที่ตั้งที่อยู่ในเมืองสิ่งก่อสร้างต่างๆจะทำให้แรงลมลดลง ควรจะได้รับการพิจารณาในเรื่องอุปสรรคกีดขวางทางลมมากขึ้น ซึ่งรวมไปทั้งการคาดคะเนสิ่งก่อสร้างในที่ว่างใกล้เคียงของที่ตั้งด้วย



รูปที่ 5.14 แสดงอัตราแรงลมที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพพื้นที่

ที่มา : Allan Konya, "Design Primer For Hot Climates", (London, Bas Printers Limited, 1980) P.36

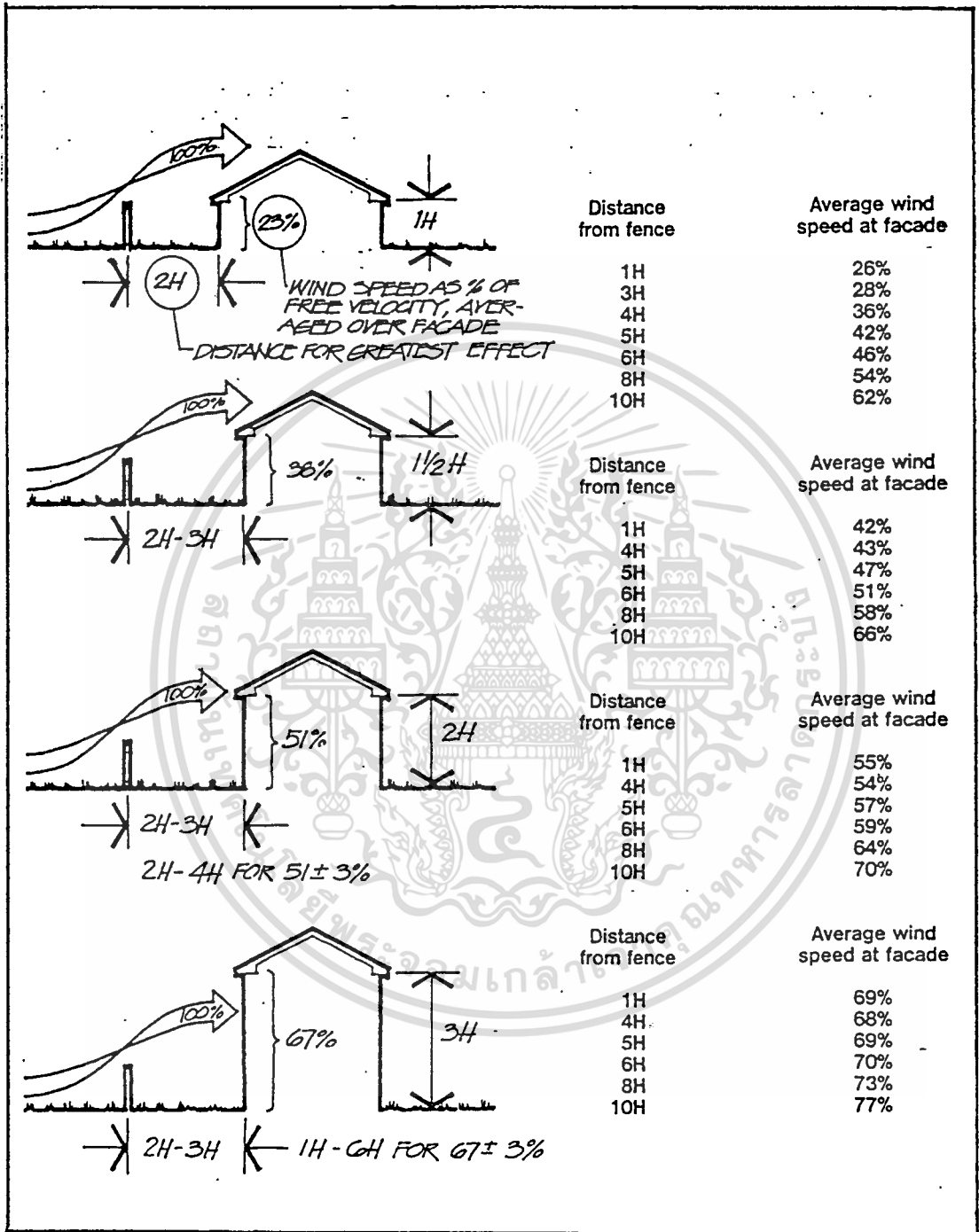
ทิศทางและอัตราความเร็วของลม จะเปลี่ยนไปเมื่อพัดผ่านสิ่งกีดขวาง ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือสิ่งที่จะปลูกสร้างขึ้นในบริเวณที่ตั้ง ดันไม้, พุ่มไม้, เนินดิน, กำแพง, รั้ว, อาคาร, ฯลฯ สิ่งเหล่านี้อาจเป็นทั้งตัวสร้างเสริมหรือกีดกันทิศทางและแรงลมที่จะพัดผ่านอาคาร จึงควรต้องมีการพิจารณารูปแบบของลมที่พัดผ่านสิ่งกีดขวางเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาลมไม่พัดผ่านเข้าอาคาร รูปที่ 5.15 , 5.16 และ 5.17 แสดงให้เห็นว่า อัตราแรงลม, ทิศทาง และพื้นที่อับลม เปลี่ยนไปตามความสูงของสิ่งกีดขวาง, ระยะห่างจากสิ่งกีดขวาง และความสูงของอาคารที่รับลม



รูปที่ 5.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมเมื่อมีสิ่งกีดขวาง

ที่มา : Allan Konya, "Design Primer For Hot Climates", (London, Bas Printers Limited, 1980) P.36





รูปที่ 5.17 แสดงความสัมพันธ์ของความสูงอาคาร, ระยะห่างจากรั้ว-กำแพง และความเร็วมวลที่พัดผ่านเข้าอาคาร

ที่มา : Donald Watson, Faia, And Kenneth Labs, "Climatic Design"

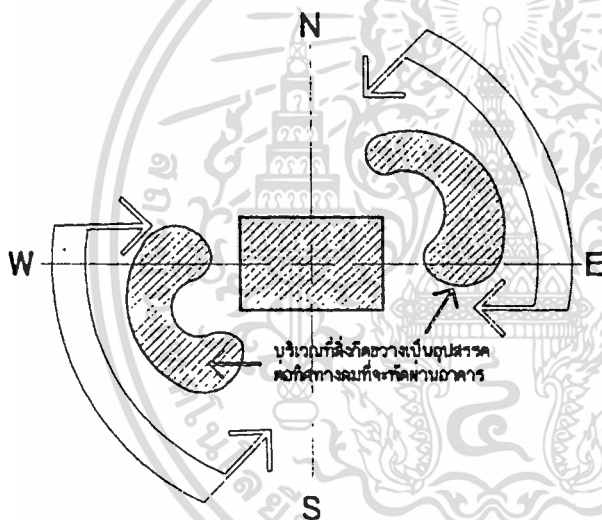
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(New York, Mcgraw Hill, Inc.)P.86

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางครั้ง อาจมีการออกแบบอาคารโดย ให้มีการกันขวางทางลมเพื่อไม่ให้ลมเย็นพัดเข้าอาคารในฤดูหนาว อยู่ในช่วง สภาวะสบาย(Comfort Zone) หรืออาจต่ำกว่า อยู่แล้ว หากมีลมพัดผ่านร่างกายอีก ก็จะทำให้ค่าต่ำลงไปมาก หรือ เพิ่มความหนาวมากขึ้นนั่นเอง แต่สำหรับจังหวัดสงขลามีเพียงสองฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูร้อน ไม่มีช่วงอากาศหนาว อีกทั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดปี การต้องการลมพัดผ่านจำเป็นมาก การกันขวางทางลม (Wind Break) จึงไม่จำเป็น นอกจากใช้ในกรณีลดความแรงของลมลงบ้างก่อนพัดผ่านอาคาร ในบริเวณที่มีลมแรง เช่นบริเวณใกล้ทะเลเพราะหากแรงลมมีมากเกินไปก็อาจจะสร้างความเสียหายหรือความรำคาญขึ้นได้เช่น พัดพาฝุ่น, ใบไม้ เข้าอาคาร, ข้าวของเครื่องใช้ที่มีน้ำหนักเบาอาจปลิวหลุดร่วงลงไปได้

ทิศทางลมประจำของจังหวัดสงขลา พัดมาจากทิศตะวันออกถึงตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนตุลาคม ถึง เมษายน และจากทิศตะวันตกถึง ตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม ในทิศทาง ดังกล่าว จึงควรได้รับการพิจารณาสิ่งที่จะกีดขวางทางลม



รูปที่ 5.18 แสดงทิศทางที่ลมพัดเข้าหาอาคาร

## 5.2 การกำหนดทิศทางอาคารและตำแหน่งพื้นที่ใช้สอย

เปลือกอาคารบ้านพักอาศัยมีอิทธิพลอย่างมากต่อการใช้พลังงานในการปรับสภาวะสบาย จึงจำเป็นต้องพิจารณา ขนาด, พื้นที่, สัดส่วนของเปลือกอาคาร ที่จะรับภาวะความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร รวมทั้งการกำหนดตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยให้สอดคล้องกับทิศทางลม ซึ่งก็หมายความว่า พยายามให้เปลือกอาคารอันประกอบด้วย พื้น, ผนัง, หลังคา รับปริมาณรังสี ความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้น้อยที่สุด และในทางกลับกัน พยายามให้ลมธรรมชาติ จากภายนอกมีโอกาสพัดผ่านเข้ามาในอาคารให้มากที่สุด

โดยปกติการกำหนดทิศทางอาคารนั้นนอกจากจะพิจารณาจากทิศทางแดดและลมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

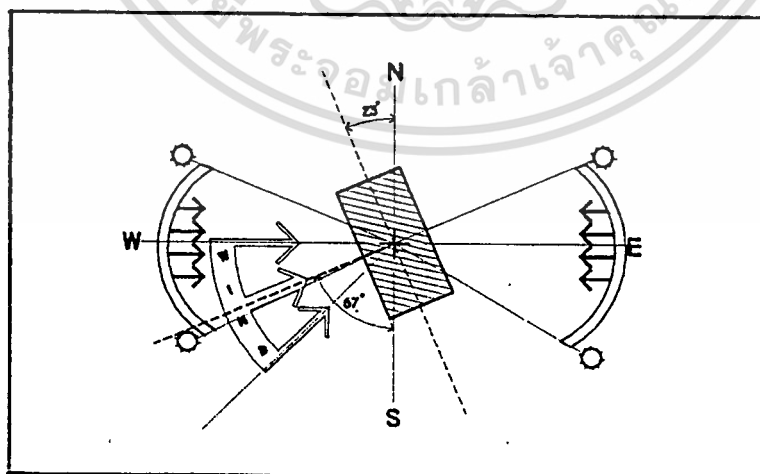
ยังต้องคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศ, สภาพผังเมือง, ข้อกำหนดด้านกฎหมาย, สาธารณูปโภค สาธารณูปการต่างๆ เช่น ถนน, ท่อระบายน้ำ, ท่อประปา, เสาโทรศัพท์, เสาไฟฟ้า รวมทั้ง ความต้องการอื่นๆ ในการออกแบบซึ่งจะไม่กล่าวถึงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยจะมุ่งเน้นไป ศึกษาเฉพาะเรื่องผลกระทบที่เกิดจาก รังสีดวงอาทิตย์ และทิศทางลม เท่านั้น

### 5.2.1 ทิศทางอาคาร (Orientation)

การวางอาคารให้ได้รับค่าการแผ่รังสีความร้อนดวงอาทิตย์น้อยที่สุด ก็คือการวางด้านแคบ ของอาคารไว้ทางทิศตะวันออกและตะวันตก เนื่องจากค่าการแผ่รังสีความร้อนดวงอาทิตย์จาก ทิศตะวันออกและตะวันตกมีมากกว่าทิศอื่น การป้องกันแดดให้แก่ผนังทางทิศนี้ก็กระทำได้ยาก กว่าทิศเหนือและใต้เนื่องจากค่ามุมอัลติจูด (Altitude) น้อยอีกทั้งยังเป็นด้านที่ต้องปะทะกับแดด ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ การวางอาคารให้ได้รับรังสีความร้อนน้อยที่สุดต้องได้รับการพิจารณาทิศทางลมประกอบด้วย เพราะแนวทางการแก้ปัญหาในด้านสภาวะสบายภายในอาคารในเขตร้อนชื้นจำเป็นต้องอาศัยกระแสลมช่วยในการแก้ปัญหา

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับสภาวะสบายโดยวิธีทางธรรมชาติจึงให้ความสำคัญในการกำหนดทิศทางอาคารให้สอดคล้องกับทิศทางลม พิจารณาควบคู่ไปกับทิศทางแดดที่ส่องมาปะทะอาคาร

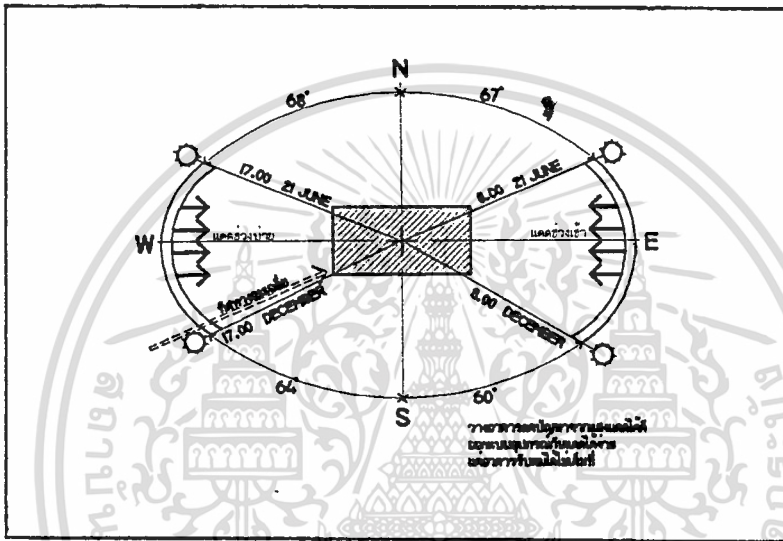
จังหวัดสงขลามีสภาพอากาศที่เกินสภาวะสบายมากอยู่ในช่วงตั้งแต่เดือนเมษายน จนถึงเดือน กันยายน คือ ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ระหว่าง  $28.3^{\circ}\text{C}$  (CET) ถึง  $28.8^{\circ}\text{C}$  (CET) ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวนี้อาคารของกระแสลมจะพัดมาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ การวางอาคารเพื่อรับลมได้เต็มที่ ก็จะทำให้เกิดปัญหาในการป้องกันแดดตามมาด้วย (รูปที่ 5.19)



- อาคารรับลมได้เต็มที่แต่ด้านที่เปิดรับลมป้องกันแดดส่องกระทบได้ยากเนื่องจากมีค่ามุม Profile ต่ำและหันรับแสงแดดเต็มที่

รูปที่ 5.19 แสดงการวางอาคารกับทิศทางลมประจำเขตร้อนชื้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าการมีเดจทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบจากแสงแดดส่องกระทบอาคารมีน้อยที่สุดเมื่อวางอาคารในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก คือจะมีปัญหามากเฉพาะผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตก ซึ่งมีพื้นที่ผนังน้อย ส่วนผนังทิศเหนือและใต้ซึ่งมีพื้นที่มากกว่าจะมีปัญหาน้อยกว่าเนื่องจากผนังจะโดนแดดเต็มที่ในบางเดือนเท่านั้น และมุมของแสงแดดที่ตกกระทบผนัง (Profile Angle) ก็มีค่าสูงง่ายต่อการออกแบบอุปกรณ์กันแดดให้มีประสิทธิภาพ แต่หากวางอาคารตามแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก แล้วการแก้ปัญหาด้านสภาวะสบายโดยอาศัยกระแสลมเป็นหลักก็จะกระทำได้ยาก (รูปที่ 5.20)



- วางอาคารลดปัญหาจากแสงแดดได้ดี ออกแบบอุปกรณ์กันแดดให้แก่ผนังด้านที่เปิดได้ง่าย แต่อาคารได้รับลมไม่เต็มที่

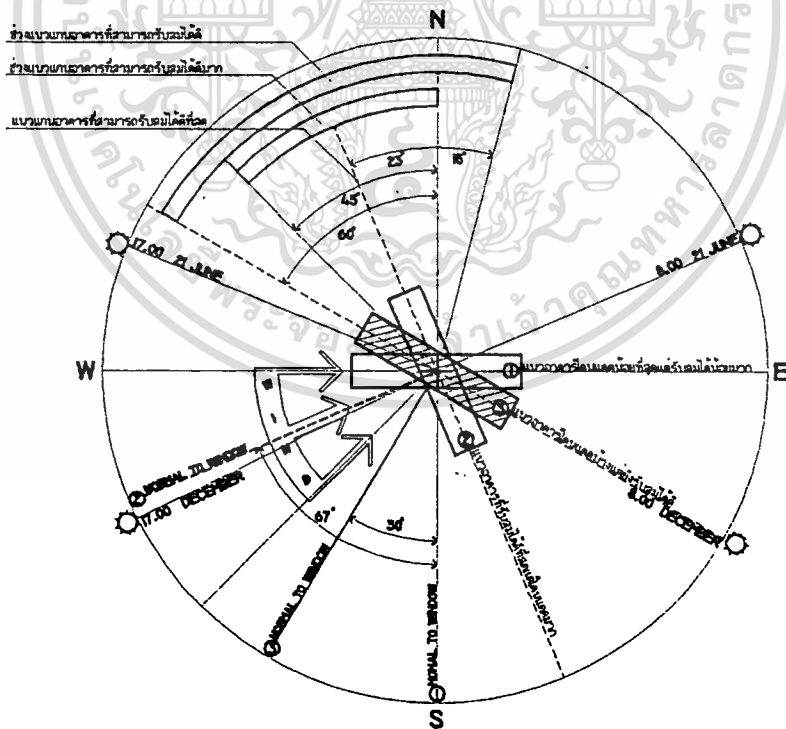
รูปที่ 5.20 แสดงการวางอาคารให้รับผลกระทบจากแสงแดดน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาการวางอาคารเพื่อได้รับลมได้เต็มที่โดยไม่พิจารณาผลกระทบจากแสงแดดเลยก็ไม่ใช่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเพราะหากพิจารณาแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ของสภาพอากาศ ของจังหวัดสงขลา (รูปที่ 1.1) แล้วจะเห็นว่า ตำแหน่งสภาพอากาศส่วนใหญ่ ต้องการกระแสลมช่วยในการปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone) แต่จะต้องมีการป้องกันแสงแดดร่วมด้วย เพราะตำแหน่งสภาพอากาศอยู่เหนือเส้นต้องการร่มเงา (Shading Line) ด้วย ซึ่งหากไม่พิจารณาแนวทางป้องกันแสงแดดตั้งแต่ การวางแนวอาคารกับทิศทางแดดส่องแล้ว อาจทำให้การแก้ปัญหายุ่งยากขึ้นได้

จากการศึกษาทิศทางลมของจังหวัดสงขลา (รูปที่ 3.6) ทำให้สามารถกำหนดแนวอาคารได้ว่า ควรวางแกนยาวของอาคารเอียงจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปยังทิศตะวันออกเฉียงใต้

ก็จะสามารถรับลมจากทิศตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้ ได้อย่างเต็มที่ ในช่วงเวลาที่สภาพอากาศ เกินสภาวะสบายมากในเดือนเมษายน ถึง กันยายน และยังสามารถรับลมจากทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือได้เต็มที่ในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือน เมษายนอีกด้วย

โดยวางแผนอาคารทำมุมประมาณ  $27^\circ$  จากทิศเหนือ (รูปที่ 5.21) ซึ่งเป็นแนวตั้งฉากกับทิศทางลมเฉลี่ยระหว่าง ลมจากทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ หรือแนวที่อยู่ในช่วงทิศเหนือ-ใต้ ถึงแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นช่วงที่อาคารรับลมได้ดีมาก ซึ่งหากพิจารณาประกอบกับทิศทางแดดแล้ว ผนังทุกด้านปะทะแสงแดดเต็มที่ คือ กำมูมโปรไฟล์ (Profile) ต่ำมากในด้านที่เปิดรับลมขณะเดียวกัน กำมูมอะซิมุท (Azimuth) ที่กระทำต่อผนังนี้เกือบตั้งฉากหรือหันเข้าหาดวงอาทิตย์เต็มที่ตลอดทั้งปี ซึ่งยุ่งยากเป็นอย่างมากในการออกแบบอุปกรณ์กันแดดให้ได้ประสิทธิภาพ และไม่สิ้นเปลือง จึงควรให้แกนของอาคารเบนออกจากแนวทิศเหนือให้มากที่สุดเท่าที่ยังสามารถให้อาคารยังรับลมได้ดีซึ่งหากพิจารณาจากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่า หากมีการกำหนดช่องลมเข้าและช่องลมออกอย่างเหมาะสมแล้วการวางแนวผนังทำมุมกับทิศทางลมไม่น้อยกว่า  $30^\circ$  แล้วก็ยังสามารถให้อาคารรับลมได้ดีพอสมควรซึ่งหากยึดทิศทางลมจากทิศตะวันตก ซึ่งเป็นลมส่วนใหญ่แล้ว แนวอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารที่ต้องการแก้ปัญหาด้านสภาวะสบาย โดยใช้ลมธรรมชาติเป็นหลักในจังหวัดสงขลา ควรเป็นแนว  $30^\circ$  จากทิศตะวันตกไปทิศเหนือ(รูปที่ 5.21)



- การวางแนวอาคารตามแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้โดยทำมุม  $30^\circ$  จากทิศตะวันตก ทำให้อาคารรับลมได้ดีและได้รับผลกระทบจากแสงแดดน้อยที่สุด

รูปที่ 5.21 การวิเคราะห์แนวอาคารกับทิศทางลมและแสงแดดนั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 ผลกระทบจากตำแหน่งหน้าต่างกับทิศทางลม

ORIENTATION WINDOW LOCATION	ORIENTATION						
	0	15	30	45	60	75	90
	23.6	24.8	22.3	18.0	16.3	12.5	10.0
	25.8	23.3	22.2	17.8	16.7	12.8	8.3
	21.4	19.2	16.3	15.6	13.5	11.4	8.6
	22.8	26.7	25.7	24.9	20.7	11.7	8.9
	22.5	25.8	29.0	26.7	20.6	11.7	10.3

ที่มา C.P.Kukreja, "Tropical Architecture", (New Delhi, Tata Mcgraw- Hill Publishing Company Limited, 1978.) P.98

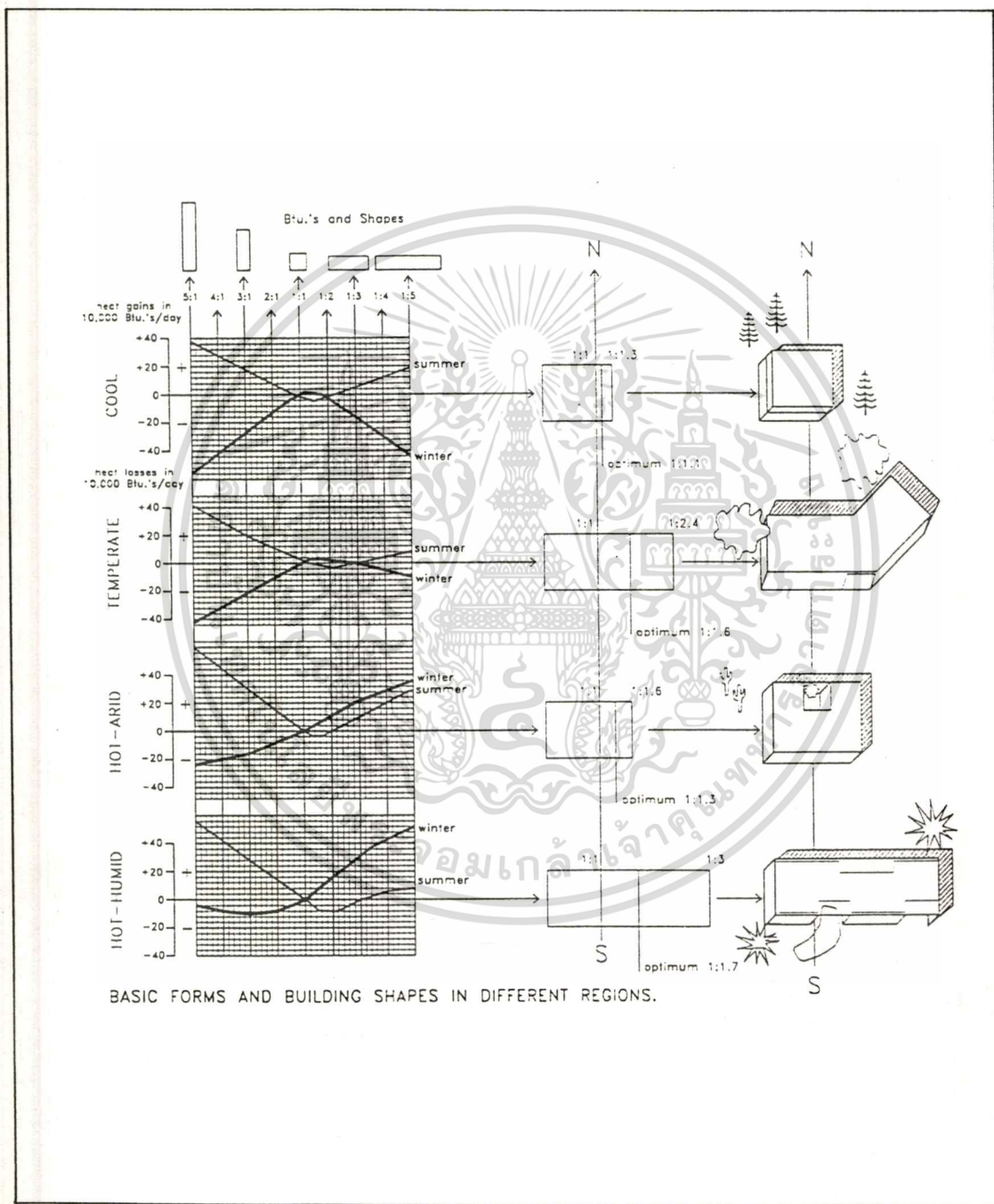
### 5.2.2 รูปร่างอาคาร (Building Shapes)

หัวข้อหลักที่จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างอาคารพักอาศัยก็คือ วัตถุประสงค์ของการใช้สอยอาคาร การจัดเนื้อที่, ความสัมพันธ์ และตำแหน่งขององค์ประกอบให้สอดคล้องกับความต้องการ จึงควรได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรก อย่างไรก็ตามความต้องการขององค์ประกอบของอาคารบ้านพักอาศัย นั้น มีความสัมพันธ์กับสภาพดินฟ้าอากาศอย่างมาก ทั้งนี้เพราะบ้านพักอาศัยเป็นอาคารขนาดเล็กเปลือกของอาคารไม่ว่าจะเป็นหลังคาผนัง หรือ ช่องเปิดมีอิทธิพลต่อสภาวะสบายภายในอาคาร ซึ่งรวมไปถึงการประหยัดพลังงานของอาคารด้วย หากมีการพิจารณารูปร่างอาคารให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาทั้งในแง่การลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ และการถ่ายเทอากาศให้แก่อาคาร

การกำหนดรูปร่างอาคารสำหรับเขตร้อนชื้นโดยทั่วไปควรมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งจะทำให้มีโอกาสรับลมได้ดี และวางแนวอาคารให้ด้านแคบรับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่ง วิคเตอร์-

โอคเย ได้สรุปการกำหนดรูปร่างอาคารไว้ โดยพิจารณาจากผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่ออาคารทั้งกรณีอาคารต้องการรับรังสีความร้อน และหลีกเลี่ยงรังสีความร้อน ซึ่งกำหนดไม่ควรมีโถงทางเดิน อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนของอาคารในเขตร้อนชื้น (Hot Humid) ที่เหมาะสม คือ 1:1.7 ถึง 1:3 และ 1: 1.7 เป็น สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Proportion) โดยที่แนวยาวของอาคารอยู่ในแนวทิศ ตะวันออก-ตะวันตก (รูปที่ 5.22)



รูปที่ 5.22 รูปร่างอาคาร (Basic Forms And Building Shapes In Different Regions)

ที่มา :Victor Olgyay, "Design With Climate", (NewYork, Van Nostrand Reinhold, 1992) P.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามรูปร่างของอาคารจำเป็นต้องตอบสนองการใช้สอยพื้นที่เป็นหลัก สัดส่วนดังกล่าวเป็นเพียงการกำหนดการจัดพื้นที่ใช้สอยอย่างหยาบๆ เท่านั้น นอกจากนี้ความต้องการให้ลมพัดผ่านตลอด (Cross Ventilation) ในแต่ละห้อง และต้องการแสงสว่างตามธรรมชาติ (Daylighting) เป็นตัวบังคับประการหนึ่งที่ทำให้อาคารต้องซ้อนกันหรือแยกอาคารกันเพื่อสามารถให้ลมพัดผ่านตลอดทั่วอาคารและมีแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอแต่ก็ควรพิจารณาให้อาคารมีสัดส่วนนี้ เพื่อให้อาคารรับผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์น้อยที่สุด

### 5.3 การวิเคราะห์ระบบเปลือกอาคาร

เปลือกอาคารบ้านพักอาศัยอันประกอบไปด้วย หลังคา, ผนัง, พื้น และการกำหนดช่องเปิด เช่น ประตู หน้าต่าง รวมไปถึงการเลือกใช้วัสดุ มีผลกระทบ อย่างมาก ต่อภาวะความร้อนที่อาคารจะได้รับ จุดประสงค์หลักของการเลือกระบบเปลือกอาคาร ก็คือ การพยายามทำให้อุณหภูมิของเปลือกอาคาร ภายในมีค่าต่ำ หรือ ลดปริมาณความร้อนจากภายนอกเข้ามาในอาคารนั่นเอง

#### 5.3.1 หลังคา (Roof)






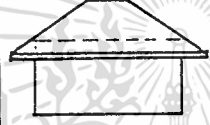
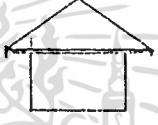


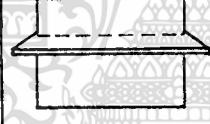

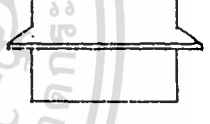
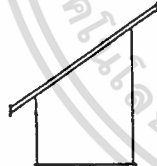

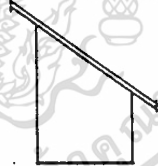
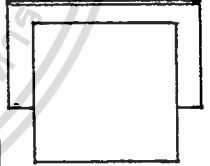
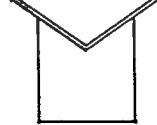

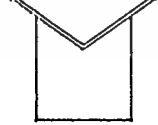
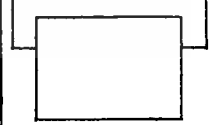



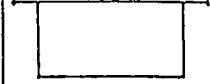
เป็นส่วนที่รับรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด คือ เกือบตลอดเวลา ความร้อนส่วนใหญ่ที่ผ่านเข้าอาคารจากหลังคาเป็นลักษณะการแผ่รังสี การป้องกันความร้อนให้แก่หลังคา โดยอาศัยร่มเงาไม่สามารถกระทำได้มากนัก นอกจากมีปัจจัยของสภาพแวดล้อม เอื้ออำนวย เช่น มีต้นไม้ใหญ่, ตั้งอยู่เชิงเขาอยู่ใกล้ๆ กับ อาคารหรือสิ่งก่อสร้างสูงๆ ฉะนั้นการพิจารณาหลังคาจึงพยายามหาวิธีลดการส่งผ่านรังสีความร้อน เข้าสู่ภายในอาคารเป็นประการสำคัญ รวมทั้งการพิจารณาความสามารถในการป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ให้แก่ ผังของอาคาร

##### 5.3.1.1 รูปแบบหลังคา

รูปแบบหลังคาโดยทั่วๆ ไปที่นิยมใช้กับบ้านพักอาศัยมีอยู่หลายชนิด ซึ่งแยกได้ดังนี้

1. ทรงจั่ว (Gable)
2. ทรงปั้นหย่า (Hip)
3. ทรงปั้นหย่ากจั่ว (Gable Hip)
4. ทรงเพิงแหงน (Lean – To)
5. ทรงราบ (Flat Roof)
6. ทรงผีเสื้อ (Butterfly)

หลังคาทั้ง 6 ชนิด ที่นำมาพิจารณา มีข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกันออกไป ทั้งในแง่การป้องกันแสงแดด, ปริมาตรภายใต้หลังคาช่วยกันความร้อน และ ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนออกจากหลังคา

	ด้านหน้า	ด้านซ้าย	ด้านหลัง	ด้านขวา
ทรงจั่ว				
ทรงปั้นหย่า				
ปั้นทแยงจั่ว				
เพิงแหงน				
ทรงผีเสื้อ				
ทรงราบ				

รูปที่ 5.23 แสดงลักษณะหลังคาแต่ละประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 ประสิทธิภาพของหลังคาในการช่วยป้องกันความร้อน

	ทรงจั่ว (GABLE)	ทรงปั้นหย่า (HIP)	ทรงปั้นหย่ายกจั่ว (GABLE HIP)	เพิงแหงน (LEAN – TO)	ทรงราบ (FLAT ROOF)	ทรงผีเสื้อ (BUTTERFLY)
การป้องกันแดด	2	4	4	1	3	2
ปริมาตรใต้หลังคาช่วยกันความร้อน	3	2	3	4	1	3
การนำและแผ่รังสีความร้อนจากอาคาร	4	3	4	4	2	4
การพาความร้อนออกจากอาคาร	3	2	3	4	2	3
	12	11	14	13	8	12

โดยรวมแล้วหากพิจารณาเลือกหลังคาในแง่การป้องกันความร้อนให้กับอาคารแล้ว หลังคาทรงปั้นหย่ายกจั่ว (Gable Hip) จะให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะมีชายคาได้รอบและดักป้องกันแดดได้ทุกด้าน มีช่องว่างของอากาศใต้หลังคาช่วยเป็นฉนวนกันความร้อน, พื้นที่และรูปทรงหลังคาเอื้ออำนวยในการระบายความร้อน ใต้หลังคาออกไป นอกจากนี้แล้วหลังคาทรงจั่วปีกนกยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันฝน ได้ดีอีกด้วย

#### 5.2.1.1 การป้องกันรังสีความร้อนในหลังคา

นอกจากการเลือกรูปทรงหลังคาแล้ว การใช้ฉนวนกันความร้อนและแผ่นสะท้อนความร้อนใต้หลังคา จะช่วยให้การป้องกันความร้อนมีประสิทธิภาพมากกว่าการวิจัย โดย รศ.มล.ประทีป มาลากุล ร่วมกับ รศ.ทวี เวชพฤติ และคุณประเมศ ประเสริฐยิ่ง ได้วิเคราะห์บ้านพักอาศัยขนาดประมาณ 100–120 ตารางเมตร พบว่าหากใส่ฉนวนกันความร้อนจะติดมาบนบังตาที่กระจกแล้ว จะสามารถลดการใช้ระบบปรับอากาศจาก 5.2 ตัน ลงมาเหลือ 4.4 ตันและ รศ.ทวี ยังได้ทำการทดสอบ บ้านพักอาศัยขนาด 120 ตารางเมตร หลายหลัง พบว่าถ้าใส่ฉนวนกันความร้อนที่หลังคาจะลดภาระในการปรับอากาศเย็นให้เครื่องปรับอากาศลงได้ประมาณ 1 ตัน

สำหรับวัสดุสะท้อนความร้อน นั้นมีคุณสมบัติที่ช่วยสะท้อนรังสีความร้อนออกไป ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในให้น้อยลง อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil) สามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนได้ถึง 95% (ชนิด จินดาวณิก.2532:73) หากอลูมิเนียมฟอยล์อยู่ในสภาพที่ดี หากสภาพผิวเปลี่ยน ไปก็จะลดประสิทธิภาพในการสะท้อนรังสีความร้อน การเปลี่ยนสภาพผิวฟอยล์ เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีการสะสมของฝุ่น และการเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่ผิวฟอยล์ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

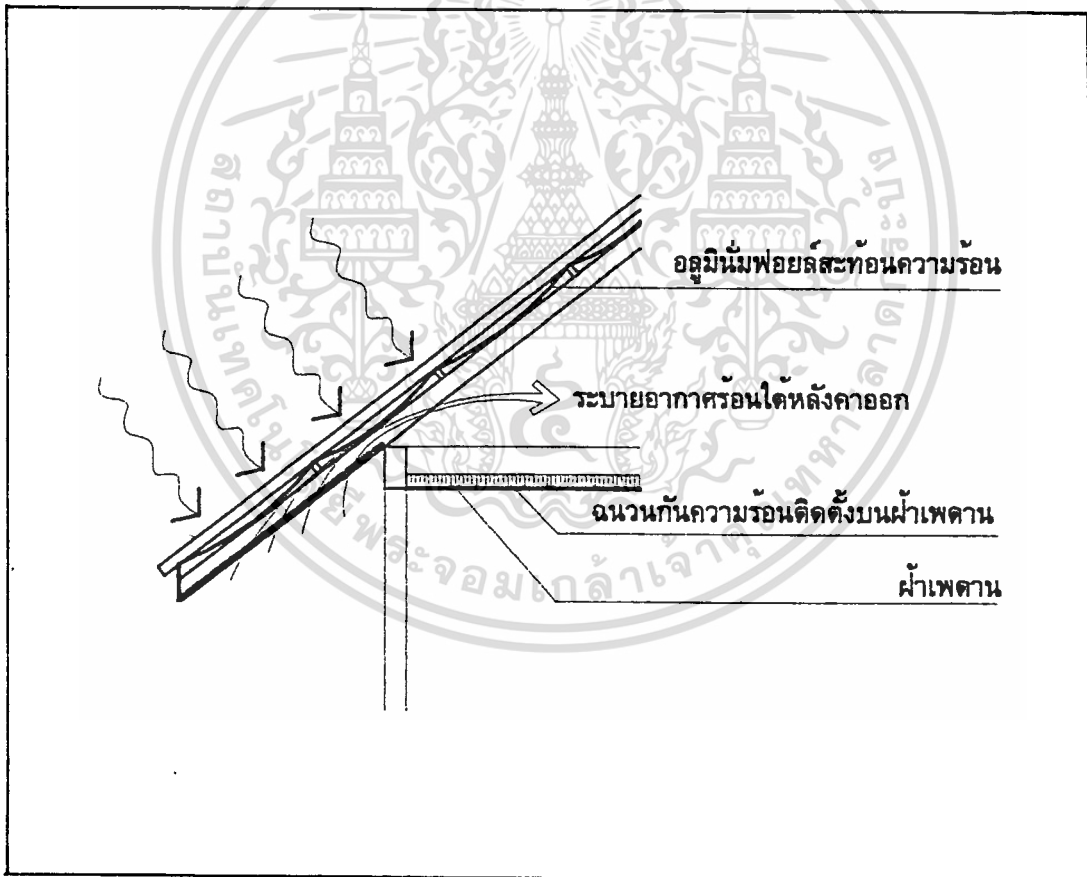
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การติดตั้งวัสดุป้องกันรังสีความร้อน

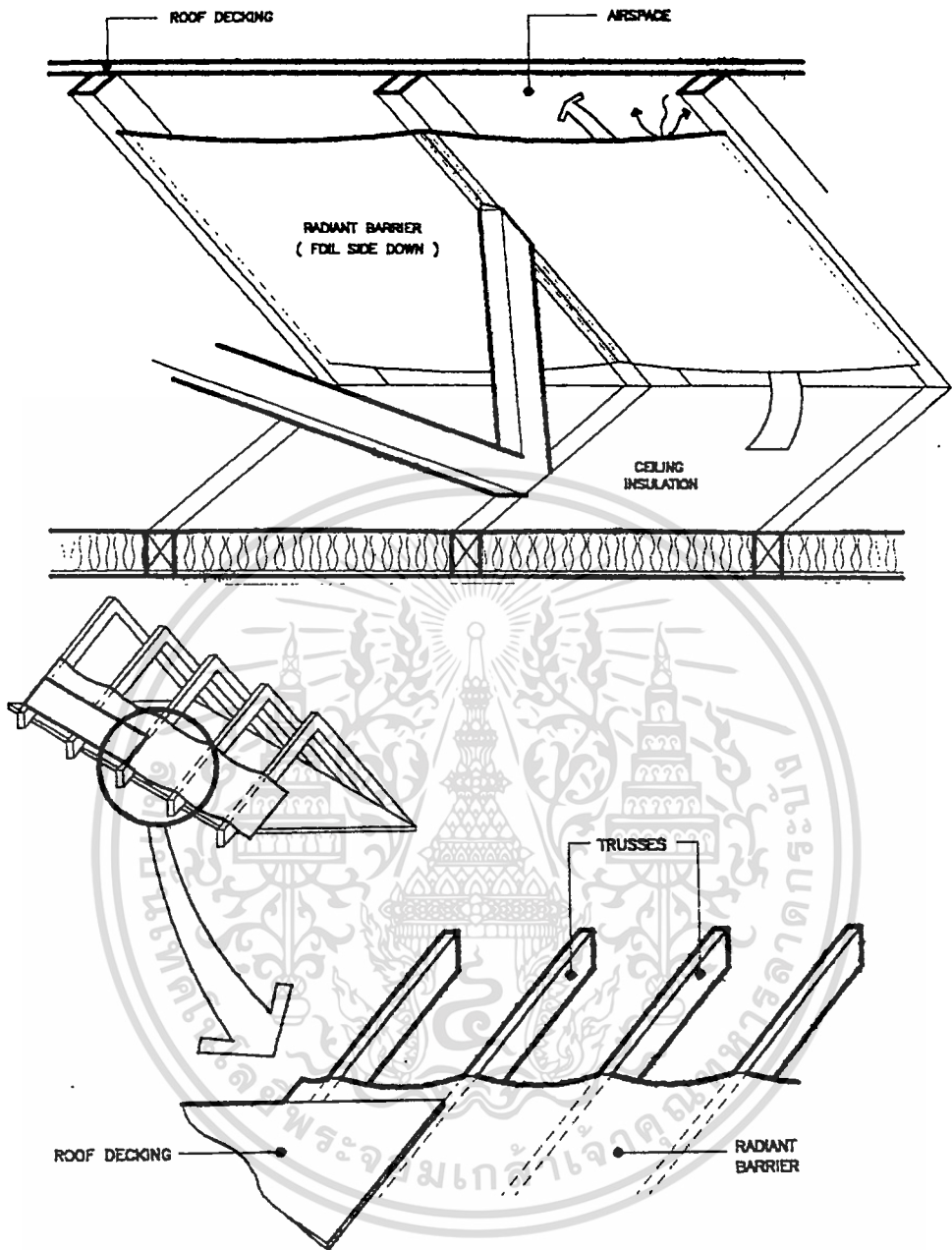
สำหรับฉนวนกันความร้อน ส่วนมากจะติดตั้งไว้บนเพดาน หรือในบางครั้ง อาจออกแบบให้เป็นส่วนหนึ่งของวัสดุฝ้าเพดาน

ส่วนอลูมิเนียมฟอยล์สามารถติดตั้งได้ 3 แห่ง คือ บนโครงหลังคาใต้โครงหลังคา และด้านบนของฝ้าเพดาน แต่ประสิทธิภาพในการสะท้อนจะลดลงเรื่อยๆ หากมีฝุ่นจับที่ผิวของฟอยล์ ในการติดตั้งจึงต้องให้ด้านที่เป็นฟอยล์หันลงสู่ด้านล่าง เพราะฟอยล์จะไม่แผ่รังสีความร้อนที่ได้รับจากหลังคาไปสู่ฝ้าเพดาน หรือฉนวนบนฝ้าเพดานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และฝุ่นก็ไม่สามารถสะสมบนผิวฟอยล์ได้

การติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์ฟอยล์ที่ใต้โครงหลังคาหรือ ใต้ฉันทันให้ข้อดี คือสามารถใช้ฟอยล์ชนิด 2 หน้าได้ และทำให้เกิดช่องว่างระหว่างวัสดุผนังหลังคา กับผิวฟอยล์



รูปที่ 5.24 แสดงการติดตั้งวัสดุป้องกันรังสีความร้อน



รูปที่ 5.24(ต่อ)

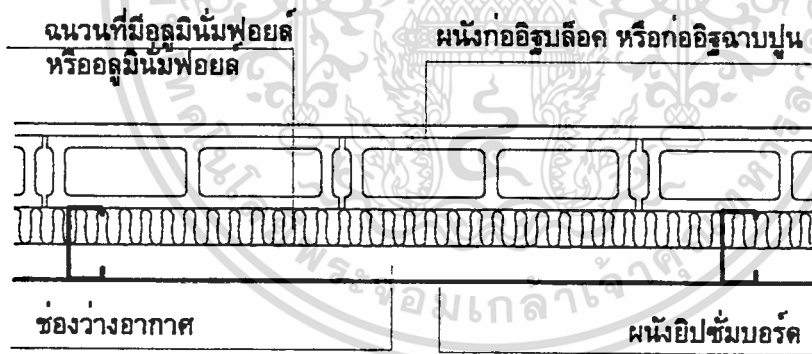
5.3.2 ผนัง (Wall)

ผนังของอาคารเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ ปริมาณความร้อนจากภายนอกไหลผ่านเข้าสู่ในอาคาร จึงจำเป็นต้องหาทางลดปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านผนังลง โดยการลดพื้นที่โดนแดดหรือกันแดด ให้แก่ผนังของอาคารให้มากที่สุด โดยที่ยังได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติอย่างเพียงพออาจ พิจารณาจากการกำหนดรูปร่างของอาคารและวงแหวนของอาคารให้หลีกเลี่ยงแดดให้มากที่สุด การออกแบบอุปกรณ์กันแดดให้แก่ผนังโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับช่องเปิดต่างๆ บนผนัง และการใช้ รมเงาจากต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

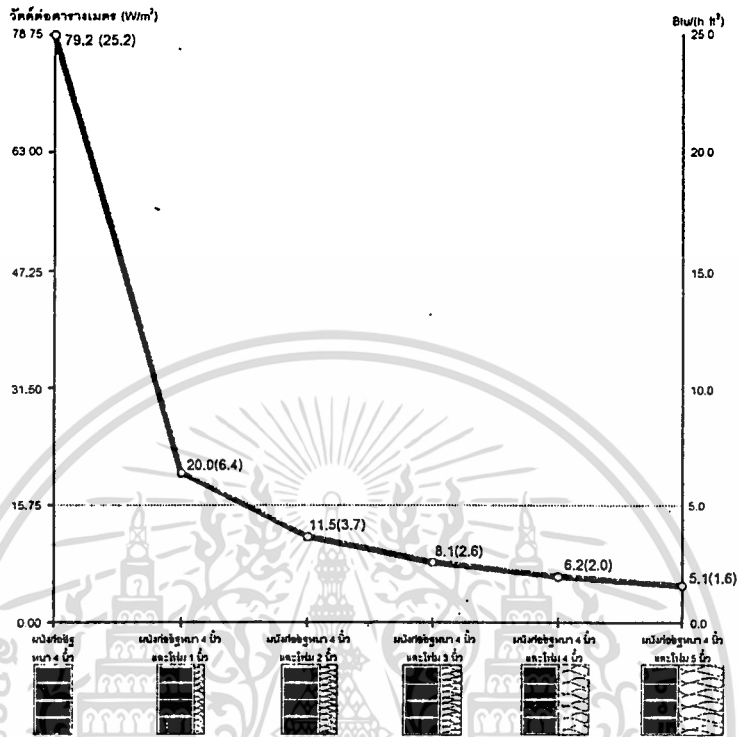
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากหาทางลดพื้นที่โดนแดดแล้วก็จำเป็นต้องเลือกวัสดุให้สามารถช่วยป้องกันความร้อนเข้าภายในอาคารด้วย จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการของมาโฮนี (Mahoney) ได้ข้อสรุปว่าผนังของอาคารในจังหวัดสงขลา ควรเป็นวัสดุเบาที่มีระยะเวลาหน่วงความร้อน (Time Lag) สั้น ทั้งนี้เนื่องจากในเขตร้อนชื้นนั้นความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางคืนและกลางวันมีไม่มากนัก วัสดุที่มีมวลมากที่มีระยะเวลาหน่วงความร้อนนาน เพื่อหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ในช่วงตอนกลางวัน แล้วให้คายความร้อนกลับออกไปภายนอกในตอนกลางคืน อาจได้รับผลตรงข้ามคือ ในตอนกลางคืน แทนที่จะคายความร้อนออกภายนอก กลับส่งผ่านต่อเข้าภายในอาคาร เพราะอุณหภูมิภายในและภายนอกใกล้เคียงกัน นอกเสียจากว่า ในห้องที่ใช้วัสดุที่มีค่าระยะเวลาหน่วงความร้อน มาก เป็นห้องที่ไม่ใช้งานในตอนกลางคืนและได้รับการพิจารณาถึง ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่ความร้อนถูกส่งผ่านเข้ามาภายในอาคาร และที่สำคัญไม่ควรใช้วัสดุมวลมากกับห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพราะจะต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับผนังด้วยพลังงานมหาศาลโดยเฉพาะเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ๆ อย่างไรก็ตาม วัสดุมวลมากก็อาจใช้เป็นผนังได้ดี หากมีการพิจารณาระบบป้องกันรังสีความร้อนในผนังนั้นๆ โดยมีหลักการสำคัญคือ มีฉนวนกันความร้อนหรือ แผ่นสะท้อนความร้อนและมีช่องว่างของอากาศ



รูปที่ 5.25 ผนังคอนกรีตบล็อกจากอิฐหรือผนังก่ออิฐที่มีระบบป้องกันรังสีความร้อน

จากการวิจัยของรศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ (2542:142) ทดลองใส่ฉนวนที่มีความหนาต่างๆ กันให้กับผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นหนา 4 นิ้วทั่วไป พบว่าการใช้โฟมหนา 1 นิ้ว เป็นฉนวนให้กับผนัง สามารถลดอัตราการความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ถึง 75 % คือ ลดลงจาก 79.2 วัตต์/ตารางเมตร สำหรับผนังก่ออิฐหนา 4 นิ้ว เหลือ แค่ 20.0 วัตต์ ต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้เป็นการช่วยแก้ปัญหาให้กับวัสดุผนังที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.26 แผนภูมิแสดงอัตราการความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารเปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐ 4 นิ้ว ทั่วไป และเมื่อมีการผสมผสานฉนวนที่มีความหนาต่างกันตั้งแต่ 1 – 5 นิ้ว

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, "บ้านประหยัดพลังงาน", (กรุงเทพฯ, พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต, 2542) หน้า 141.

5.3.2.1 คุณสมบัติของผนังทางด้านประหยัดพลังงาน

ผนังที่เหมาะสมสำหรับอาคารพักอาศัยในจังหวัดสงขลา ในแง่ของการประหยัดพลังงาน ควรเป็นวัสดุที่ป้องกันความร้อน ความชื้นได้ดี นั่นคือ มีค่าความต้านทานความร้อน (R – Value) สูง ไม่สะสมความร้อน มีความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี ไม่ดูดหรืออมความชื้น และสามารถกันน้ำได้ดี เพราะสภาพภูมิอากาศในจังหวัดสงขลา มีอุณหภูมิและความชื้นสูง อีกทั้งยังมีปริมาณน้ำฝนมาก

นอกจากนั้นคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ที่ควรได้รับการพิจารณาควบคู่กันไปด้วย เช่น ราคาประหยัด, ค่าบำรุงรักษาต่ำ, มีน้ำหนักเบา, หาง่าย, ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม, ความสามารถในการป้องกันเสียงและความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบรูปแบบต่างๆ ของผนัง แสดงค่าความต้านทานความร้อน และค่าการนำความร้อน

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก - ภายใน)	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม (R รวม)	ค่าการนำ ความร้อนรวม (Uรวม)	ข้อพิจารณาอื่น
1. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐมอญ 8 ซม. (ครึ่ง แผ่น) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.309	3.236	
2. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐมอญ 8 ซม. 2 ชั้น (เต็มแผ่น) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.408	2.45	น้ำหนักเพิ่มอีกประ มาณเท่าตัวโครง สร้างก็ต้องใหญ่ตาม ไปด้วย
3. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐมอญ 8 ซม. ช่องว่าง อากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	0.509	1.964	
4. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐมอญ 8 ซม. ช่องว่าง อากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. (แบบอลูมิเนียมฟอยล์)	0.955	1.047	
5. ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 8 ซม. ทาสีขาว 2 ด้าน (- อิฐ 15 มม. - ช่องว่างอากาศ 50 มม. - ตัวอิฐ 15 มม.)	0.356	2.809	น้ำหนักประมาณ 80-85 kg /m <sup>2</sup> ไม่ใช่ แบบโชว์ผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน)	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม (R <sub>รวม</sub> )	ค่าการนำ ความร้อนรวม (U <sub>รวม</sub> )	ข้อพิจารณาอื่น
--	--	--	----------------

6. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 5) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.402	2.488	
7. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. ทาสีขาว (แบบข้อ 5) ช่องว่าง อากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	0.579	1.727	อาจเกิดการแตกร้าว และรอยร้าวซึมได้
8. ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. ทาสีขาว (แบบข้อ 5) ช่องว่าง อากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว (แบบอลูมิ- เนียมพอยล์)	1.025	0.975	
9. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 5) ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทา สีขาว	0.602	1.661	
10. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 5) ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	1.048	0.954	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน)	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ( $R_{รวม}$ )	ค่าการนำ ความร้อนรวม ( $U_{รวม}$ )	ข้อพิจารณาอื่น
11. อิฐโปร่งชนิดหนา 8 ซม. (อีกแบบ)ทาสีขาว 2 ด้าน (-ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม.)	0.508	1.969	น้ำหนักประมาณ 75-80 kg/m <sup>2</sup>
12. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 8 ซม. (แบบข้อ 11) ฉาบปูนเรียบ 12 มม.ทาสีขาว	0.554	1.805	
13. ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 14.5 ซม. ทาสีขาว 2 ด้าน (-ตัวอิฐ 15 มม. -ช่องว่างอากาศ 50 มม. -ตัวอิฐ 15 มม. -ช่องว่างอากาศ 50 มม. -ตัวอิฐ 15 มม.)	0.530	1.886	น้ำหนักประมาณ 105 kg/m <sup>2</sup>
14. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 14.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว	0.576	1.736	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม ( $R_{รวม}$ )	ค่าการนำ ความร้อนรวม ( $U_{รวม}$ )	ข้อพิจารณาอื่น
15. อิฐโปร่งชนิดหนา 6.5 ซม. ทาสีขาว 2 ด้าน (-ตัวอิฐ 12 มม. -ช่องว่างอากาศ 15 มม. -ตัวอิฐ 12 มม. -ช่องว่างอากาศ 15 มม. -ตัวอิฐ 12 มม.)	0.473	2.11	น้ำหนักประมาณ 70-75 kg/m <sup>2</sup>
16. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 6.5 ซม. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	0.519	1.926	
17. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 6.5 ซม. ช่องว่างอากาศ 12 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม.. ทาสีขาว	0.719	1.391	
18. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 6.5 ซม. ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	1.165	0.858	
19. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปร่งชนิดหนา 6.5 ซม. ช่องว่างอากาศ 7 ซม. โพลีสไตรีนโฟม 2.5 ซม. (1 นิ้ว) แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	1.43	0.699	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง (เรียงจากวัสดุภายนอก -ภายใน	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม (R <sub>รวม</sub> )	ค่าการนำ ความร้อนรวม (U <sub>รวม</sub> )	ข้อพิจารณาอื่น
20. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรงชนิดหนา 6.5 ซม. โพลีสไตรีนโฟม 2.5 ซม (1นิ้ว) ช่องว่างอากาศ 7 ซม.	1.863	0.537	
22. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐมอญ 8 ซม. ช่องว่างอากาศ 20 มม. โพลีสไตรีนโฟม 25 มม. ช่องว่างอากาศ 20 มม. ก่อกอิฐมอญ 8 ซม. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	1.494	0.669	
23. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (-ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม. -ช่องว่างอากาศ 20 มม. -ตัวอิฐ 13 มม.) ช่องว่างอากาศ 50 มม. ก่อกอิฐโปรง 8 ซม. (แบบเดิม) ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสีขาว	1.129	0.886	
24. ฉาบปูนเรียบ 12 มม. ทาสี ขาว ก่ออิฐโปรง 8 ซม. (แบบข้อ 15) ช่องว่างอากาศ 20 มม. โพลีสไตรีนโฟม 25 มม. ช่องว่างอากาศ 20 มม.	1.984	0.504	โพลีสไตรีนโฟม คุณภาพต่ำ อาจมี พิษ ได้ในเวลาไฟ ไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของผนัง	ค่าความต้านทาน ความร้อนรวม	ค่าการนำ ความร้อนรวม	ข้อพิจารณาอื่น
-------------------	-------------------------------	-------------------------	----------------

### ผนังภายใน (กั้นระหว่างห้อง)

1. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัม 12 มม. ทาสีขาว	0.526	1.901	
2. แผ่นยิปซัมแบบมีรูปพูน เก็บเสียง 12 มม. ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัมแบบมีรูปพูนเก็บเสียง 12 มม.	0.526	1.901	หมายเหตุ : ในที่นี้จะ ถือว่ามียค่า K เท่ากับ แผ่นยิปซัมโดยทั่วไป
3. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว ช่องว่างอากาศ 10 ซม. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว	0.472	2.12	ยาง
4. ไม้อัดสักหนา 6 มม. ทาสี ธรรมชาติ ช่องว่างอากาศ 10 ซม. ไม้อัดหนา 6 มม. ทาสีขาว	0.472	2.12	
5. ไม้อัดสักหนา 5 มม. ทาสี ธรรมชาติ ช่องว่างอากาศ 10 ซม. แผ่นยิปซัมแบบมีรูปพูนเก็บเสียง หนา 12 มม.	0.499	2.00	
6. ฉาบปูนเรียบ ก่ออิฐมอญ 8 ซม. (ครึ่งแผ่น) ฉาบปูนเรียบ	0.385	2.597	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

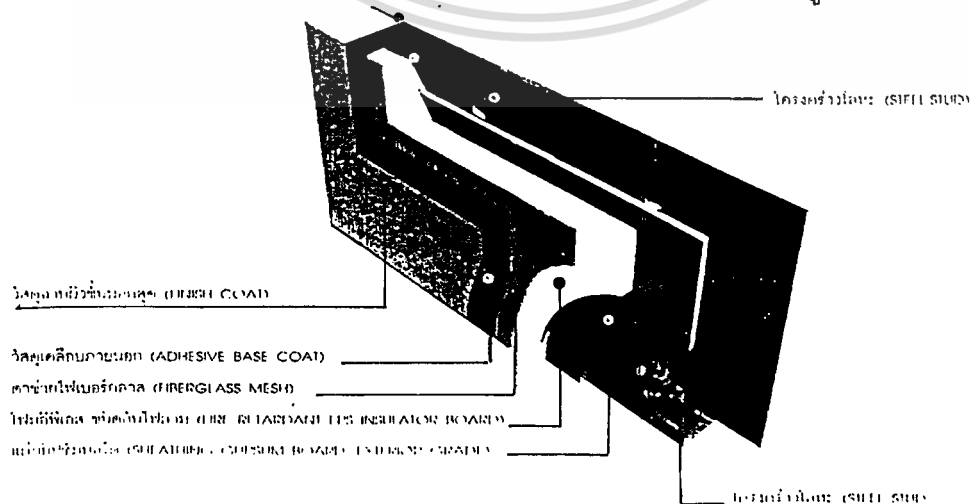
## ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation And Finish System)

ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (EIFS) เป็นผนังที่ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดที่ให้คุณสมบัติในการป้องกันความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี มีน้ำหนักไม่มากและแข็งแรงทนทาน ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับผนังอื่นๆ ได้ ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (EIFS) ใช้ฉนวนประเภทโฟมไฟเบอร์กลาส และระบบเคลือบกันความเสียหายจากความร้อนและความชื้นด้านนอกอาคารไว้โดยรอบ วัสดุที่ใช้เคลือบภายนอกเป็นสารผสมทรายที่กันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดี และมีสารบางตัวทำหน้าที่ป้องกันผนังจากรอยร้าวและความชื้น ทำให้ผนังมีความทนสวยงามได้มากกว่า 30 ปี

ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกจำเป็นต้องมีแผ่นยับยั้งซึมร่วมอยู่ในระบบด้วยเพื่อทำหน้าที่ป้องกันไฟ (Fire Protection) ให้กับโครงสร้างทั้ง 2 ด้าน โดยผนังยับยั้งซึมภายใน เป็นวัสดุที่สามารถตกแต่งเพื่อความสวยงามได้ง่ายระบบที่ใช้จึงเป็นโครงสร้างเหล็กที่ประกอบด้วยแผ่นยับยั้งซึมทั้ง 2 ด้าน ทำให้กลายเป็นระบบที่สามารถกันความร้อนกันชื้น กันเสียงและกันไฟได้

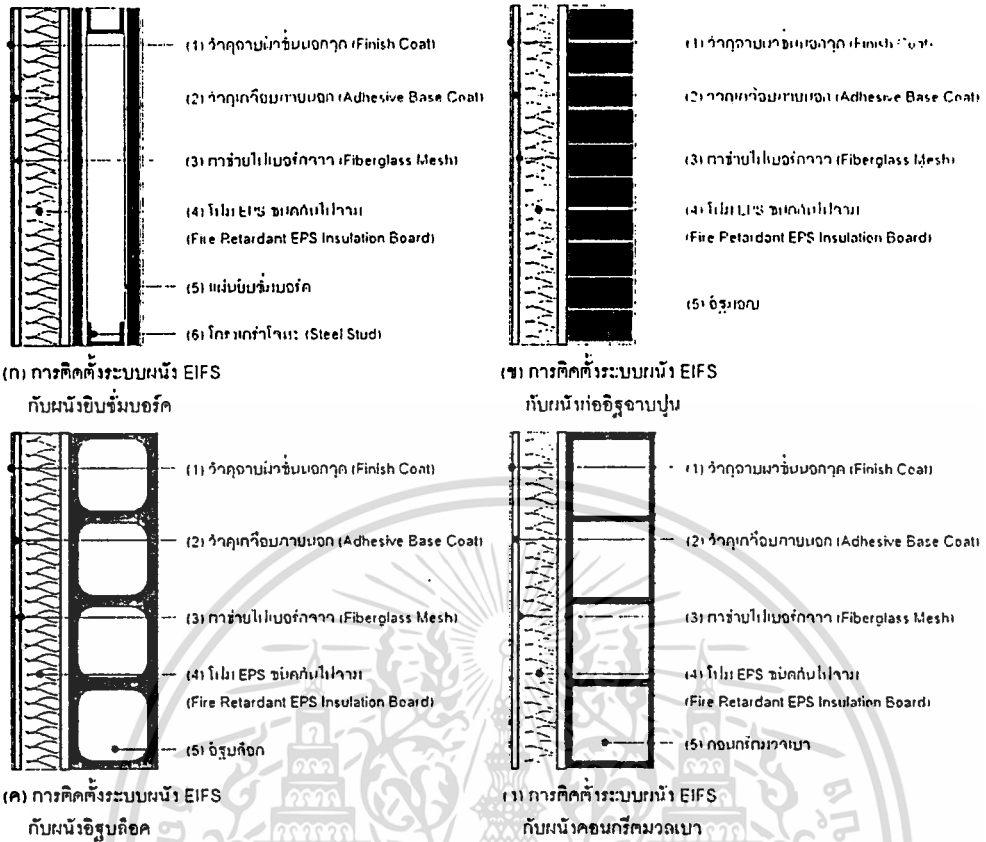
ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก เป็นผนังที่มีฉนวนกันความร้อนไว้ภายนอกอาคาร และมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยโดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (มีค่า R- Value สูง)
2. ไม่สะสมความร้อน หรือ มีความจุความร้อนต่ำ (Low Thermal Capacity)
3. กันความชื้น และการรั่วซึมของอากาศได้ดี เนื่องจากวัสดุภายนอกเป็นลักษณะเซลล์ปิด (Close Cell)
4. ผนังระบบนี้สามารถทำงานได้รวดเร็ว เพราะส่วนประกอบของผนังระบบนี้ส่วนใหญ่เป็นวัสดุสำเร็จรูป จึงช่วยลดการสูญเสียเวลาและพลังงานในการก่อสร้าง
5. แข็งแรงทนทาน ทนต่อการทะลุทะลวง
6. สีภายนอกทนทาน, สามารถฉาบผิวทับทาสีใหม่กริด หรือทึบออกได้โดยไม่ทำลายโครงสร้างเหล็กเนื่องจากโครงสร้างเหล็กรับน้ำหนักอยู่ภายใน

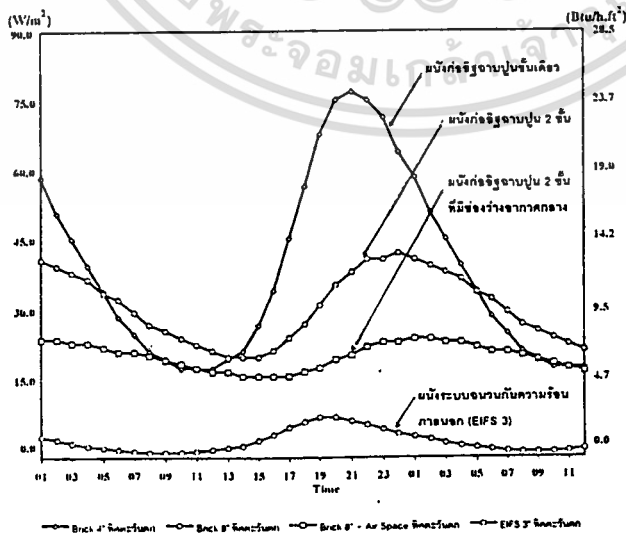


รูปที่ 5.27 บล็อกผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกกับผนังโครงสร้างยับยั้งซึม ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.28 การประยุกต์ใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอกในรูปแบบต่าง ๆ  
 ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, "บ้านประหยัดพลังงาน", (กรุงเทพฯ, พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต, 2542)  
 หน้า 134.



รูปที่ 5.29 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอัตราการความร้อนผ่านผนังที่  
 เปรียบกันเป็นเอกสารประกอบสำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, "บ้านประหยัดพลังงาน", (กรุงเทพฯ, พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต, 2542)  
 ไม่วางกรรมสิทธิ์สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

### 5.3.3 ช่องเปิด (Opening)

ผนังของอาคารโดยเฉพาะที่เป็นกรอบของอาคารพักอาศัยจำเป็นต้องมีช่องเปิดสำหรับการระบายอากาศและแสงธรรมชาติ จากทราวิเคราะห์ โดยอาศัยหลักของมาโฮนี(ดูตารางที่ 4.1)

ช่องเปิดอยู่ทางด้านทิศเหนือได้ ระดับช่วงตัว และต้องมีการกันฝนสาด กันแดดให้กับช่องเปิด

ความจำเป็นที่ต้องระบายเอาอากาศที่ใช้แล้วภายในอาคารออกไป เพื่อให้อากาศที่บริสุทธิ์กว่าเข้ามาแทนที่ ต้องอาศัยช่องเปิดที่เหมาะสมทั้งตำแหน่ง ขนาดและรูปร่าง และต้องสอดคล้องกับ ทิศทางของกระแสลม ความเร็วลมและความถี่ที่ลมพัด

### การเปลี่ยนอากาศใหม่

มนุษย์ต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการสันดาปในร่างกายในร่างกายโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 0.5 ถึง 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แต่ในสถานที่จำกัด เช่น ห้องต่างๆ ปริมาณออกซิเจนยิ่งลดลงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยทางชีวภาพแล้วคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 % ของประมาณ ก็ทำให้เกิดสภาพ "อากาศใช้แล้ว" ขึ้นมา นอกจากนี้ การระบายอากาศที่เกิดจากการสันดาปมากเกินไปในร่างกายก็เป็นปัญหามากเสียกว่าเรื่องกลิ่นร่างกาย ไอน้ำ การกำจัดเชื้อโรคติดต่อที่มีอยู่ในเนื้อที่ เพื่อสร้างความสดชื่น จึงจำเป็นต้องมีการระบายเปลี่ยนปริมาตรอากาศใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนคน กิจกรรม กลิ่น ปริมาณสารเป็นพิษ และขนาดของห้อง ในกรณีทั่วไปแล้วปริมาณอากาศที่ควรเปลี่ยน สำหรับบ้านพักอาศัยในเขตร้อนชื้นดังนี้

ตารางที่ 5.7 แสดงปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ควรเปลี่ยนในบ้านพักอาศัย

ชนิดของห้อง	ปริมาณการนำอากาศบริสุทธิ์เข้าใหม่
ห้องน้ำส้วม	20 ปริมาตรห้อง/ชั่วโมง
ห้องโถงและทางผ่าน	10 ปริมาตรห้อง/ชั่วโมง
ครัว(ปรุงอาหารไม่เกิน 6 คน )	20,000 ฟุต <sup>3</sup> /ชั่วโมง
ห้องรับแขก และ ห้องนอน	
300 ฟุต <sup>2</sup> /คน	7,200 ฟุต <sup>3</sup> /ชั่วโมง/คน
400 ฟุต <sup>2</sup> /คน	6,500 ฟุต <sup>3</sup> /ชั่วโมง/คน
500 ฟุต <sup>2</sup> /คน	4,200 ฟุต <sup>3</sup> /ชั่วโมง/คน
ห้องเตรียมอาหารและบันได	20 ปริมาตรห้อง/ชั่วโมง

สำหรับอาคารอื่นๆ ทั่วไปนั้น แนะนำให้ใช้ปริมาตรการเปลี่ยนอากาศ ตั้งแต่ 12 ถึง 28 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อคน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของห้องและกิจกรรมที่ทำ

จากตารางที่ 5.7 ความต้องการเปลี่ยนปริมาตรอากาศใหม่ที่เหมาะสมนั้น หากมีการพิจารณาออกแบบให้มีการระบายแบบพัดผ่านตลอด (Cross Ventilation) แล้วก็จะสามารถ

เปลี่ยนอากาศเป็นไปตามความต้องการนั้นได้ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบายอากาศโดยการพัดผ่านตลอด

การพัดผ่านของลม ช่วยการแก้ปัญหาหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชื้นเป็นการแก้ปัญหาขั้นมูลฐานของสภาพบรรยากาศภายในอาคาร

- การเคลื่อนของลมทำให้เกิดความสดชื่น เพราะเป็นการเพิ่มการระเหยกลายเป็นไอซึ่งทำให้อุณหภูมิของผิวหนังลดลง การเพิ่มขึ้นของความชื้นในอากาศสามารถช่วยให้ความเร็วลมที่สูงขึ้น แต่จะไม่ได้ผลเมื่อความชื้นสูงถึงระดับ 100% ซึ่งร่างกายไม่สามารถระเหยเหงื่อเป็นไอได้อีกต่อไป

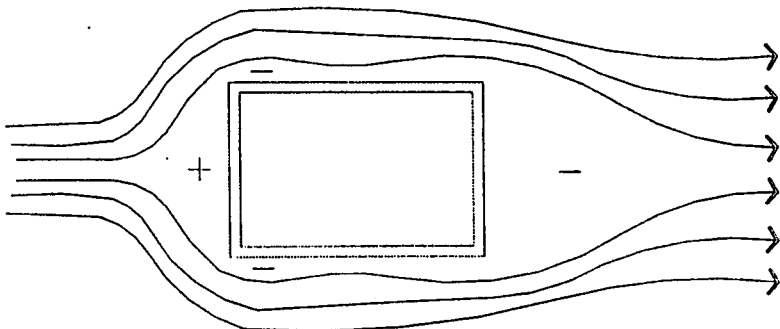
การลดอุณหภูมิโดยวิธีการผ่านของลมจะบังเกิดผล เมื่ออุณหภูมิของอากาศมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวร่างกาย (95 – 97 °F) เพราะถึงแม้ว่าลมจะเร่งให้เกิดการระเหยเป็นไอ ก็ไม่สามารถจะสมดุลกับความร้อน ที่ได้รับจากอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งเป็นธรรมชาติได้ว่า ทำไมบรรยากาศในอาคารจึงสามารถใช้ลมแก้ปัญหาได้เขตร้อนชื้น ซึ่งตรงข้ามแห่ง ที่จะต้องป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่านเข้าไปในอาคารในเวลากลางวัน

แรงที่ทำให้เกิดการพัดผ่านอาคารของกระแสลมมี 2 ชนิด

1. การเคลื่อนที่ของลม เนื่องจากความแตกต่างกันของความกดดันอากาศ
2. การเคลื่อนที่ของลม เนื่องจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิ

แรงทั้งสองนี้ แรงใดแรงหนึ่งก็สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ หรืออาจช่วยกันทำให้เกิดการพัดผ่าน หรืออาจจะขัดแย้งกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพบรรยากาศของท้องถิ่นและการออกแบบอาคาร

- อาคารที่กระแสลมพัดผ่าน จะทำให้ความเร็วลมลดลง และทำให้การปะทะคั่งตัวกันของกระแสลมทางด้านปะทะลม ทำให้เกิดบริเวณความกดสูง (ความดันอากาศสูง) และทำให้เกิดบริเวณกดต่ำ (ความดันอากาศต่ำ) ขึ้นทางด้านประชิดของด้านปะทะลม ในขณะที่เดียวกันทางด้านใต้ลมจะเกิดบริเวณความกดต่ำเนื่องจากลมไหลข้ามไป ซึ่งบริเวณความกดต่ำจะมีเนื้อที่ค่อยๆ น้อยลงตามระยะห่าง อันเกิดจากการที่อากาศค่อย ๆ เข้ามาแทนที่ตามลำดับ สิ่งที่น่าสนใจก็คือว่า ระยะห่างของช่วงความกดต่ำนี้ จนถึงบริเวณที่อากาศเริ่มเข้ามาแทนที่ จะให้ระยะประมาณ 2 เท่าของความสูงและลมจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วเท่ากับความเร็วก่อนผ่านอาคาร จะใช้ระยะประมาณ 7 เท่าของความสูง



รูปที่ 5.30 แสดงความกดอากาศที่เกิดจากแรงลมปะทะ

ความดันอากาศที่ต่างกันทางด้านปะทะลม กับด้านใต้ลมเป็นแรงทำให้เกิดการไหลของอากาศภายในอาคาร การวางตำแหน่งของทางเปิดเข้าของอากาศจะได้ผลดีที่สุดที่ตำแหน่งความกดสูงและทางออกที่ตำแหน่ง ความกดต่ำของอากาศ

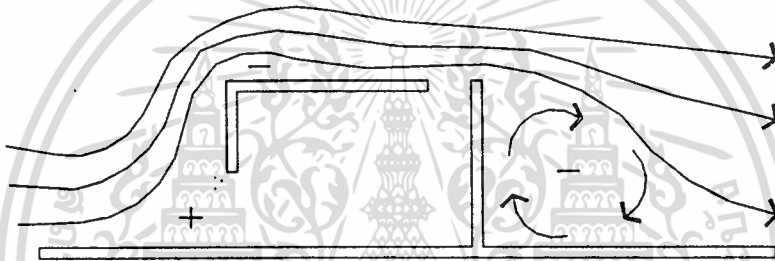
- อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันและประสิทธิภาพของการเปิดช่องให้อากาศเข้าออก

- อัตราการไหลเข้าแทนที่ของอากาศ เมื่อความเร็วสม่ำเสมอและทางเข้าและออกของอากาศเท่ากัน มีค่า  $Q = 3150 AV$

ซึ่ง  $Q =$  อัตราการไหลของอากาศ ฟุต<sup>3</sup>/ชม. (ft<sup>3</sup>/hr)

$A =$  ขนาดของทางเปิดเข้า ฟุต<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>)

$V =$  ความเร็วของลม ฟุต/ชม. (ft/hr)



รูปที่ 5.31 แสดงตัวอย่างการเปิดทางเข้าอากาศทางด้านความกดสูง และทางออกของอากาศทางด้านความกดต่ำ

ค่าของตัวเลข 3150 จะเปลี่ยนไปเมื่ออัตราส่วนระหว่างทางลมเข้าและทางออก มีขนาดต่างกันดังนี้

พื้นที่หน้าตัดทางออก : พื้นที่หน้าตัดทางเข้า	ค่าของ ตัวแทนค่า
1 : 1	3150
2 : 1	4000
3 : 1	4250
4 : 1	4350
5 : 1	4400
3 : 4	2700
1 : 2	2000
1 : 4	1100

จากการอ่านค่าทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าสำหรับอัตราการไหลของอาคารของอากาศ

ช่องเปิดทางอากาศไหลออก สำคัญกว่าช่องเปิดให้อากาศไหลเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คุณสมบัติในการไหลผ่านภายในอาคารของกระแสลม

เป็นที่น่าสนใจว่าสำหรับอาคารที่ไม่มีการเปิดทางออกจะไม่มีกระแสลมพัดผ่านเข้าไปเลย และในทางตรงกันข้าม ถ้าช่องเปิดเข้า และออกวางไว้ตรงกันข้ามกัน กว้าง และตรงตำแหน่ง ความกดสูง และ ความกดต่ำจะให้ปริมาณอากาศไหลผ่านมากที่สุด

อย่างไรก็ตามสำหรับในฤดูร้อนความเร็วของกระแสลมที่สูงพอมีความสำคัญกว่าปริมาณของลมที่ไหลผ่าน โดยการใช้ทางเข้าที่เล็กลง ทำให้เกิดผลของการคอดตัว ทำให้ได้กระแสลมที่มีความเร็วขึ้นตามความต้องการภายในอาคาร ในทางกลับกันถ้าช่องทางออกเล็กและช่องทางเข้าใหญ่ กระแสลมจะมีความเร็วสูงขึ้นภายนอกอาคาร

คุณสมบัติในการไหลของอากาศภายในอาคาร

#### 1. แรงเฉื่อยในการไหล (Inertia Effect)

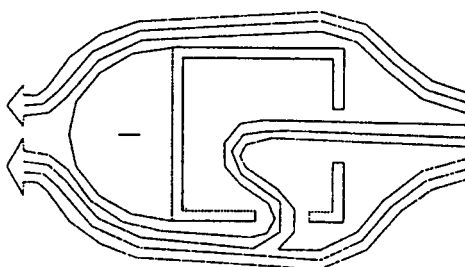
ในกรณีที่ทางเปิดเข้าและทางออกวางไว้ตรงกันจะเกิดผลต่อแนวการไหลของอากาศเนื่องจากความดันที่เท่ากันทั้งภายนอกและภายใน

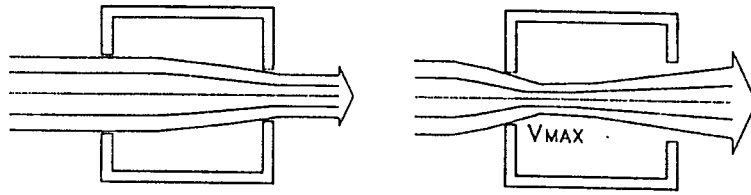
ในกรณีที่ช่องเปิดทางเข้าออกไม่ตรงกัน อากาศจะถูกบังคับให้ไหลเหทิศทาง แนวการไหลของอากาศภายในจะพยายามไหลตามทิศทางที่จะเป็นแนวการไหลเดิมโดยแรงเฉื่อย และเมื่อวกกลับแรงที่เกิดจากความแตกต่างของความดัน วิธีการไหลแบบนี้จะเกิดขึ้นได้อีก ในเมื่อมีสิ่งอื่นๆ มาประกอบทางเข้าหรือออกของอากาศ

กระแสลมปะทะอาคารทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูง

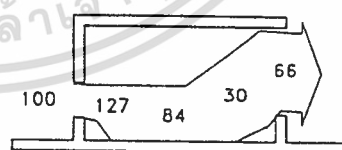
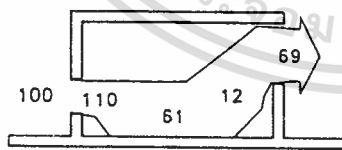


กระแสลมเมื่อปะทะอาคาร จะเบนออกข้าง และค่อย ๆ เบนกลับมาในแนวเดิม ทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำตลอดด้านข้างและทางด้านใต้ลมตลอดทั้งด้าน





ความเร็วลมเพิ่ม เมื่อช่องเปิดทางออกกว้างกว่าทางเข้า



ขนาดช่องทางออกของอากาศเปรียบเทียบกับ เป็นที่น่าสังเกตความเร็วลมภายนอกให้เท่ากับ 100 ค่าความเร็วลมภายในเป็นค่าเปอร์เซ็นต์

รูปที่ 5.33 แสดงอัตราความเร็วลมกับขนาดของช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

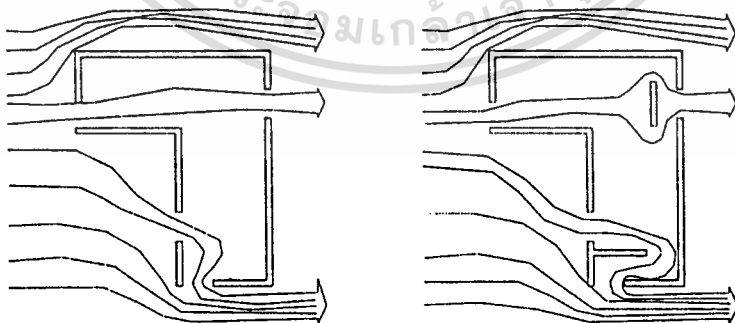
## 2. การแบ่งเนื้อที่ใช้สอยในอาคาร

การไหลเข้าออกได้โดยตรงเท่านั้นที่จะให้ผลดีที่สุดกับการไหลของอากาศ ซึ่งถ้ามีการออกแบบส่วนใดๆ ในอาคาร จะเปลี่ยนแนวการไหลและความเร็ว ดังนั้นการจัดวางผนังเพอร์นิเจอร์ใดๆ ภายในอาคารควรเกิดจากการพิจารณา แนวการไหลของอาคารด้วย

การจัดวางผนังหรือเพอร์นิเจอร์ถ้าวางไว้ในตำแหน่งที่อยู่นอกแนวการไหลของอากาศ จะไม่ทำให้แนวการไหลเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าวางไว้ในตำแหน่งของอากาศ จะเปลี่ยนอัตราการไหลและแนวการไหลของอากาศ ทำให้มีอากาศระบายน้อยลง ทั้งในห้องแรกที่อากาศไหลผ่านมาแล้วด้วย อาจทำให้เกิดการพัดผ่านระบายอากาศ (Cross Ventilation) ไม่เพียงพอ



ผนังวางขวางแนวการไหลของอากาศ ทำให้เกิดบริเวณอับลม ทำให้ร้อน

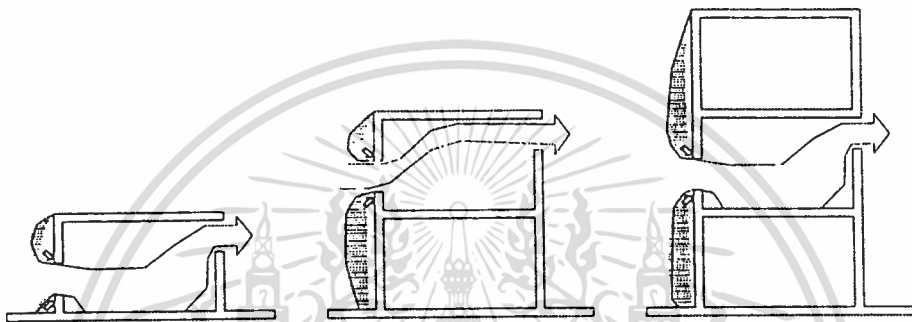


การเลือกใช้วิธีการวางผนังให้ถูกต้อง จะช่วยให้อากาศไหลผ่านส่วนที่ต้องการ

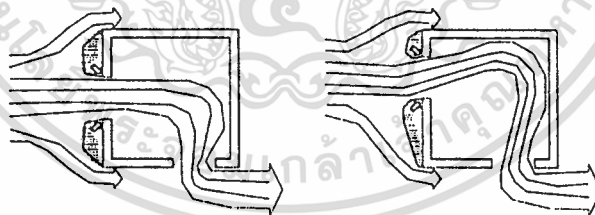
### รูปที่ 5.34 ลักษณะของผนังกับแนวการไหลของอากาศ

ในการสร้างเป็นเอกสารที่ส่งมอบให้หรือใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวางตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของอากาศ อัตราส่วนการเปิดกว้างของทางออกต่อทางเข้าสูง ทำให้เกิดความเร็วลมในการไหลสูง ทำให้อุณหภูมิกายในอาคารลดลงได้มาก การวางตำแหน่งช่องเปิดทางเข้าและออกของอากาศ มีผลโดยตรงต่อแนวการไหลของอากาศ ความเร็วลมจะลดลงไปบ้างด้วยการเปลี่ยนทิศทางของการไหล



แนวการไหลของอากาศสำหรับการเปิดช่องทางเข้าอากาศที่ระดับความสูงมนุษย์กับอาคารที่มีจำนวนชั้นต่างกัน



กระแสลมไม่ได้พัดผ่านเส้นทางที่ใกล้ที่สุดระหว่างทางเข้ากับทางออก

### รูปที่ 5.35 แสดงแนวกระแสลมกับตำแหน่งช่องเปิด

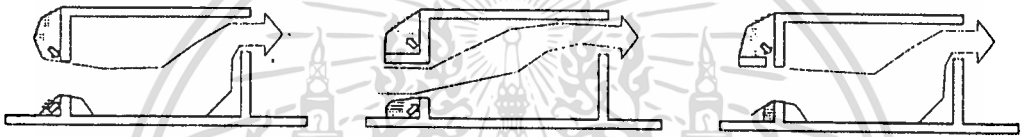
แนวการไหลของอากาศภายในอาคารจะต้องผ่านบริเวณที่ใช้อยู่อาศัยหรือกระทำกิจกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับกรอกแบบตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าออกของกระแสลม รวมทั้งรูปแบบและสิ่งประกอบ ของช่องเปิดทางเข้า-ออก เองอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

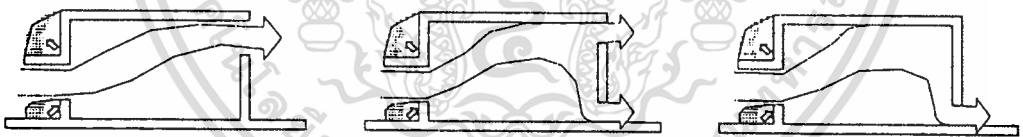
#### 4. แนวการไหลเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้า และ ช่องเปิดทางออกของอากาศ

สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าของอาคารนอกอาคารจะมีผลต่อแนวการไหลของอาคารภายในอาคารอย่างเห็นได้ชัด เช่น ชายคาที่ระดับฝ้าของอาคารจะปะทะกระแสลม และเปลี่ยนแนวการไหลของระดับขอบบนของช่องเปิดทางเข้า เพิ่มคุณสมบัติในการระบายอากาศ ในขณะที่ชายคาอันเดียวกันวางที่ระดับขอบบนของช่องเปิดทางเข้าของอาคาร ทำให้กระแสลมพุ่งขึ้นสูงสู่ฝ้าภายในอาคาร เนื่องจากการเปลี่ยนความกดภายนอกซึ่งเป็นแนวการไหลที่ไม่สมควรให้เกิดขึ้นภายในอาคาร และชายคาอันเดียวไหลของอากาศต่ำลงสู่ระดับที่เป็นประโยชน์ได้

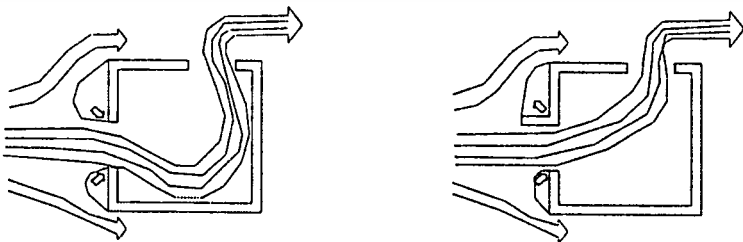
สิ่งประกอบรูปแบบชนิดอื่นๆ เช่น แผงกันแดด เกร็ดติดตาย หรือเกร็ดหมุนจะช่วยปรับให้แนวการไหลเป็นไปในแบบที่เกิดจากความต้องการภายในอาคารซึ่งต้องการวิเคราะห์โดยเฉพาะอย่างยิ่งพอ



อาคารที่มีส่วนประกอบ เช่น ชายคาวางในลักษณะต่างกัน แนวการไหลของอากาศต่างกัน

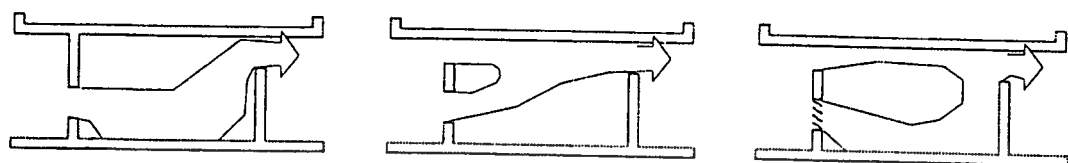


ช่องเปิดทางออกของอากาศ วางในตำแหน่งต่างกัน แนวการไหลของอากาศต่างกัน

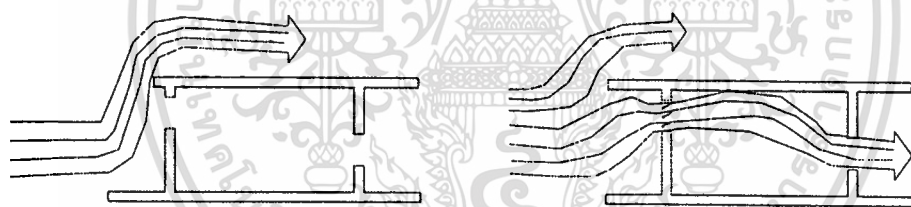


บริเวณความกดอากาศที่ไม่สมดุลกันทั้งสองข้างให้แนวการไหลของอากาศต่างกัน

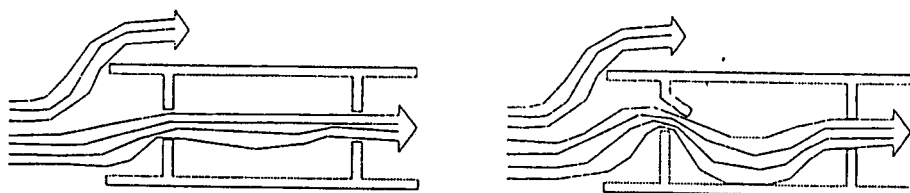
**รูปที่ 5.36** แสดงลักษณะและตำแหน่งของช่องเปิดกับทิศทางการไหลของอากาศ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การใช้ชายคา ระดับช่องเปิดของอาคารและการใช้อุปกรณ์ประกอบช่องเปิดทางเข้า ทำให้เกิด  
การระบายอากาศได้มากขึ้น



การใช้ชายคา และบานเกร็ด ทำให้เกิดแนวการไหลของอากาศต่างกัน

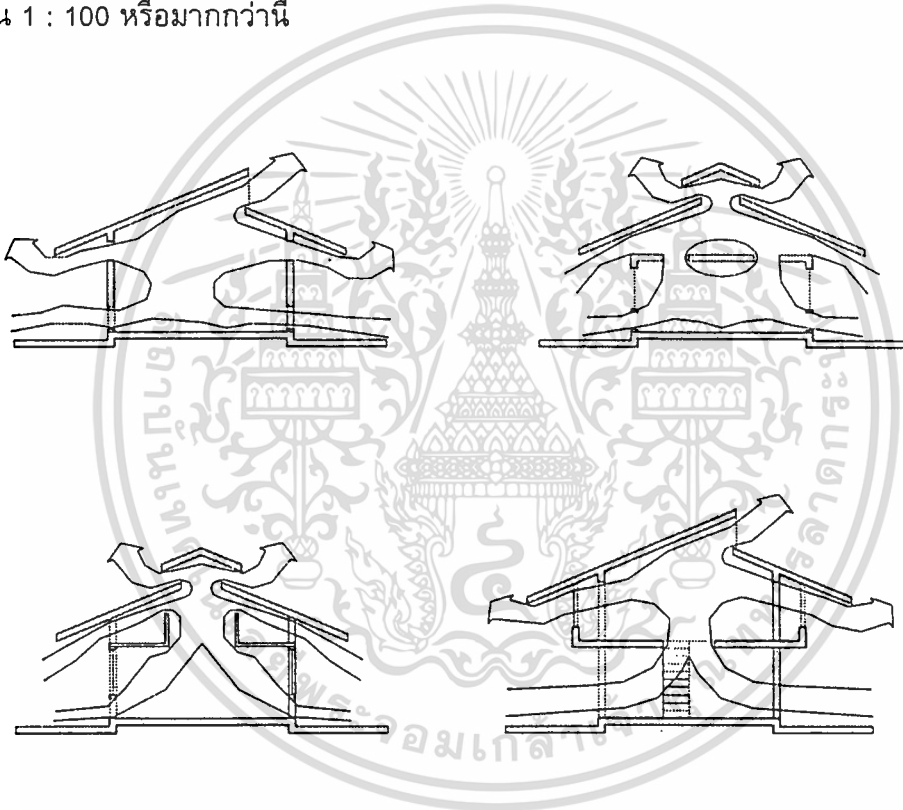


การใช้ชายคา และช่องเปิดลักษณะต่างกัน ทำให้เกิดแนวการไหลของอากาศต่างกัน

### 5. การไหลระบายของอากาศเนื่องจากความแตกต่างอุณหภูมิ

เนื่องจากความแตกต่างกันของน้ำหนัก เนื่องจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิของภายนอกและภายในอาคาร ทำให้อากาศภายในลอยตัวขึ้นและเกิดการแทนที่ ความแตกต่างกันยังมีมากเท่าใดก็ก่อให้เกิดแรงทำให้เกิดการไหลมากขึ้นเท่านั้น

- การไหลของอากาศเนื่องจากวิธีการนี้นำไปสู่การออกแบบที่อาคารมีฝ้าเพดานสูงๆ ในสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนสูง ห้องโถง หรือ ห้องบันได ควรมีการออกแบบในรูปแบบนี้ ที่ เอส - โรเจอร์ (T.S. Rogers) ได้กล่าวถึงการระบายอากาศในช่องหลังคาจั่ว (Gable Roof) หรือ หลังคาแบน บั้นหมา (Hip Roof) หรือ หลังคาแบน (Flat Roof) (สำหรับพื้นที่น้อยกว่า 5,000 ฟุต<sup>2</sup>) ว่าควรเป็น 1 : 150 สำหรับการลดความร้อนใต้หลังคาในฤดูร้อน ในเส้นรุ้งต่ำๆ เช่น กรุงเทพฯ ควรเป็น 1 : 100 หรือมากกว่านี้



รูปที่ 5.38 ลักษณะการไหลของอากาศเนื่องจากแรงลอยตัวเนื่องจากการระบายอากาศแบบปล่องในขณะที่ไม่มีการแสลมพัดผ่านอาคาร

จากผลรวมในการวิเคราะห์ ทำให้สามารถที่จะนำมาใช้ในหลักในการออกแบบอันเกี่ยวเนื่องกับลมได้ดังนี้ คือ

1. การออกแบบอาคารโดยการวิเคราะห์ลมประจำถิ่น ลมในขณะที่เกิดร้อนวิกฤติ
2. จากข้อมูลความเร็วและความถี่ของทิศทางกระแสลม
3. การใช้สิ่งประกอบการออกแบบในภูมิสถาปัตยกรรม เช่น การกีดขวางทางลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และตำแหน่งของอาคารในบางกรณี หรือนำลมเพิ่มเข้าสู่อาคาร (Wind Break ) และตำแหน่งของอาคารในบางกรณี หรือนำลมเพิ่มเข้าสู่อาคาร ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. การพัดผ่านระบายอากาศภายใน โดย

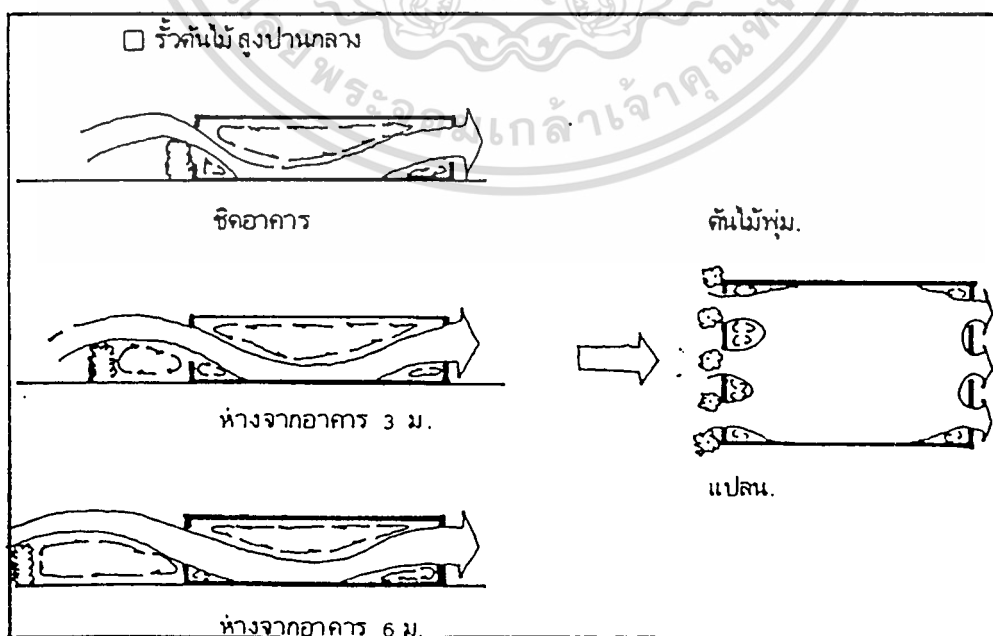
- ก. ทิศทางการวางแนวตัวอาคาร (ไม่จำเป็นต้องตั้งฉากกับทิศทางเสมอไป)
- ข. การใช้สิ่งที่อยู่รอบ ๆ อาคาร หรือส่วนประกอบการออกแบบของอาคาร เพื่อให้เกิดบริเวณความกดต่ำ และ ความกดสูงของอากาศ
- ค. วางตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าของอากาศไว้ในตำแหน่งความกดสูงและช่องเปิดทางออกของอากาศไว้ในตำแหน่งความกดต่ำ
- ง. ช่องเปิดทางออกของอากาศมีขนาดใหญ่กว่าช่องเปิดทางเข้า
- จ. ช่องเปิดทางเข้าของอาคารที่ทำให้มีแนวการไหลผ่านบริเวณที่ใช้สอย
- ฉ. ไม่มีการออกแบบที่มีสิ่งประกอบภายในอาคารที่ขัดต่อแนวการไหลทั้งแนวระดับ และแนวตั้ง

การออกแบบควรจะมีความเร็วลมภายในที่มีความเร็วสูงพอที่จะปรับสภาพบรรยากาศอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะความสบาย และไม่มีความเร็วสูงเกินไปจนการทำงานภายในถูกรบกวน เช่น กระจกปลิวว่อน

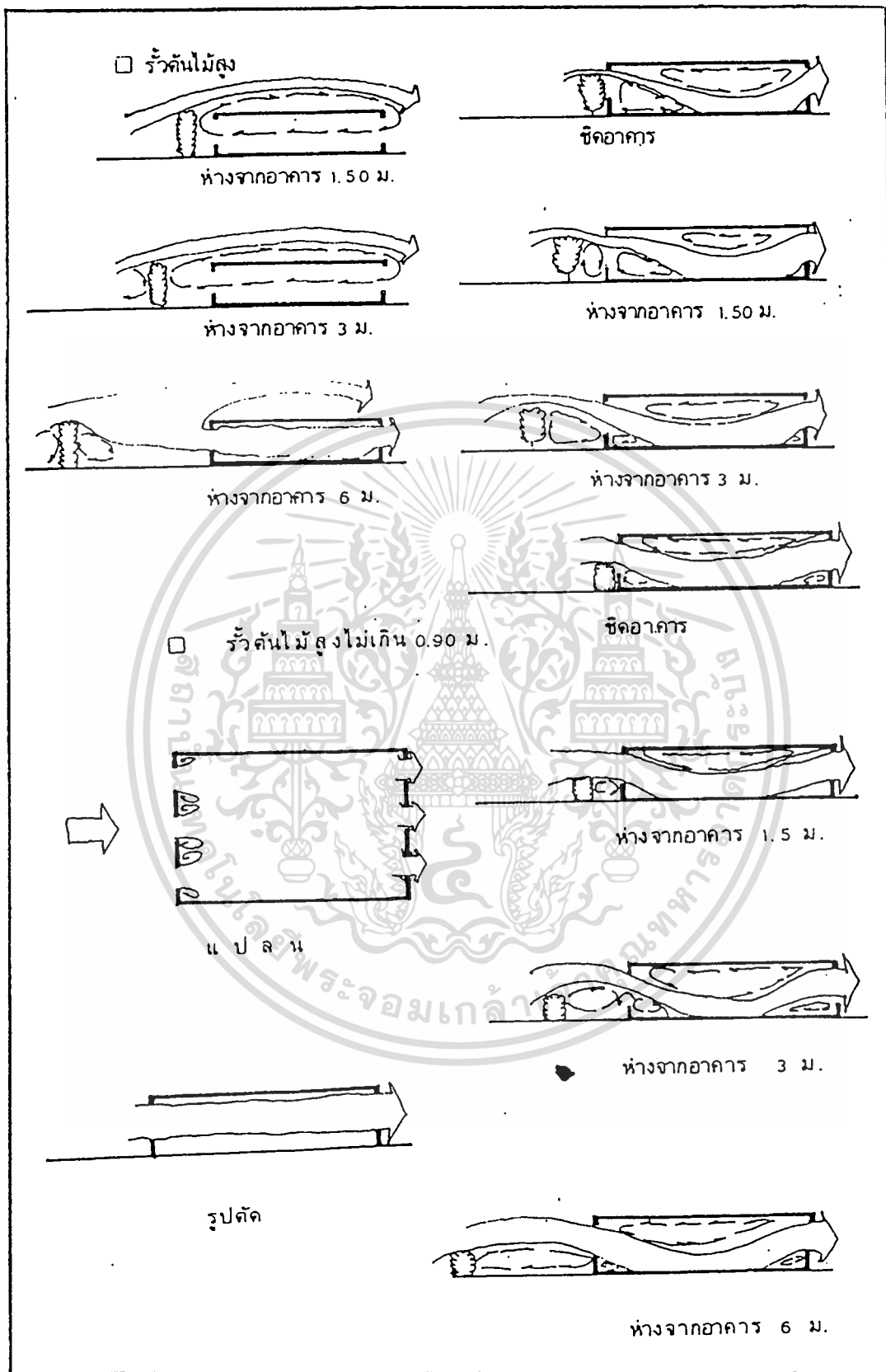
ค่าประมาณของความเร็วเฉลี่ยภายในอาคาร คือ  $V = CM/2$

เมื่อ

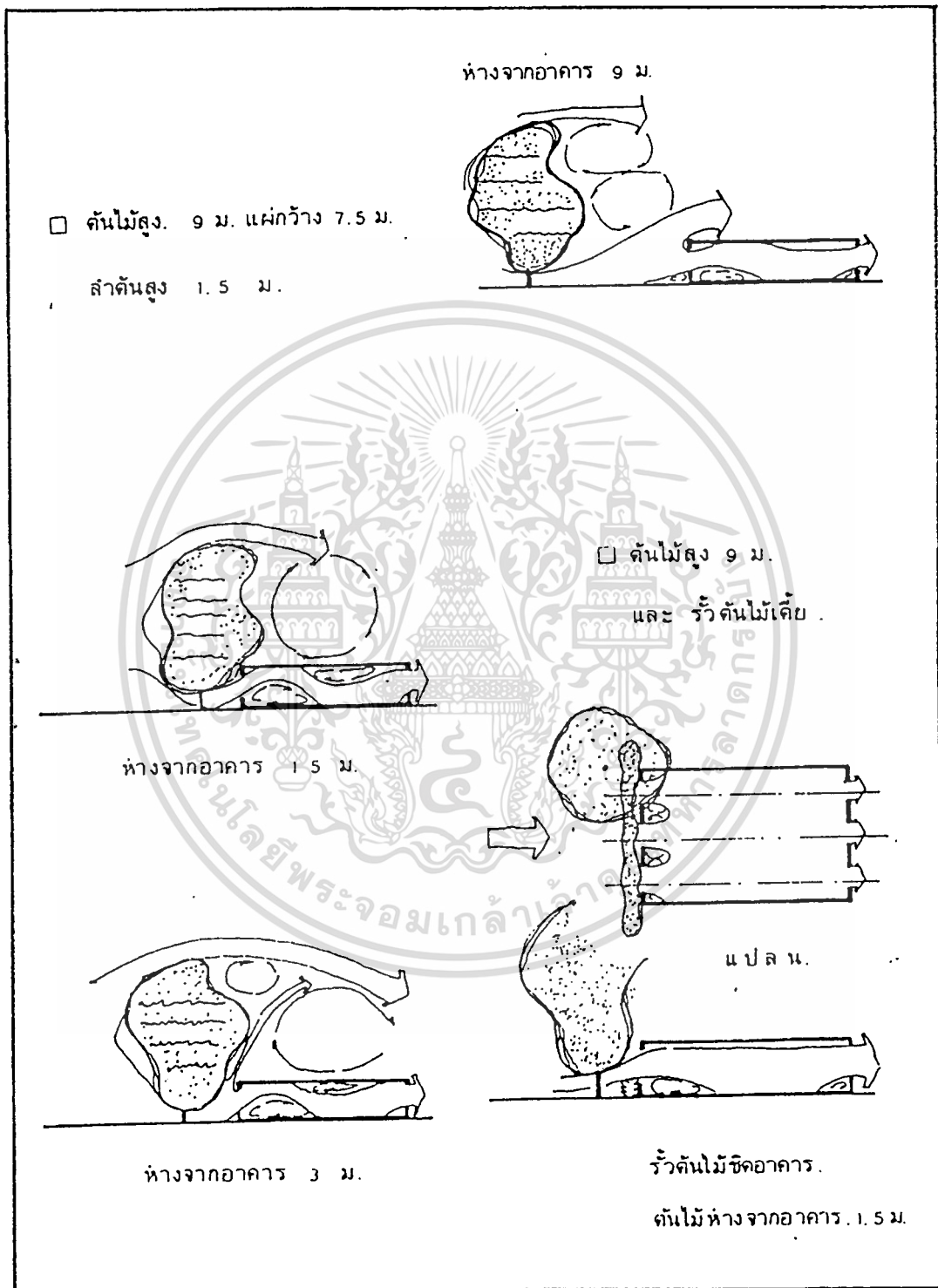
$V$  = ค่าเฉลี่ยความเร็วภายใน ฟุต/นาที (ft/min)  
 $C$  = อัตราการไหลของอากาศ ฟุต<sup>3</sup>/นาที (ft<sup>3</sup>/min)  
 $P$  = แนวการไหลของอากาศ ฟุต<sup>3</sup> (ft<sup>3</sup>)  
 $M$  = ระยะห่างของช่วงทางช่องเปิดอากาศเข้า และช่องเปิดอากาศไหลออก ฟุต (ft)



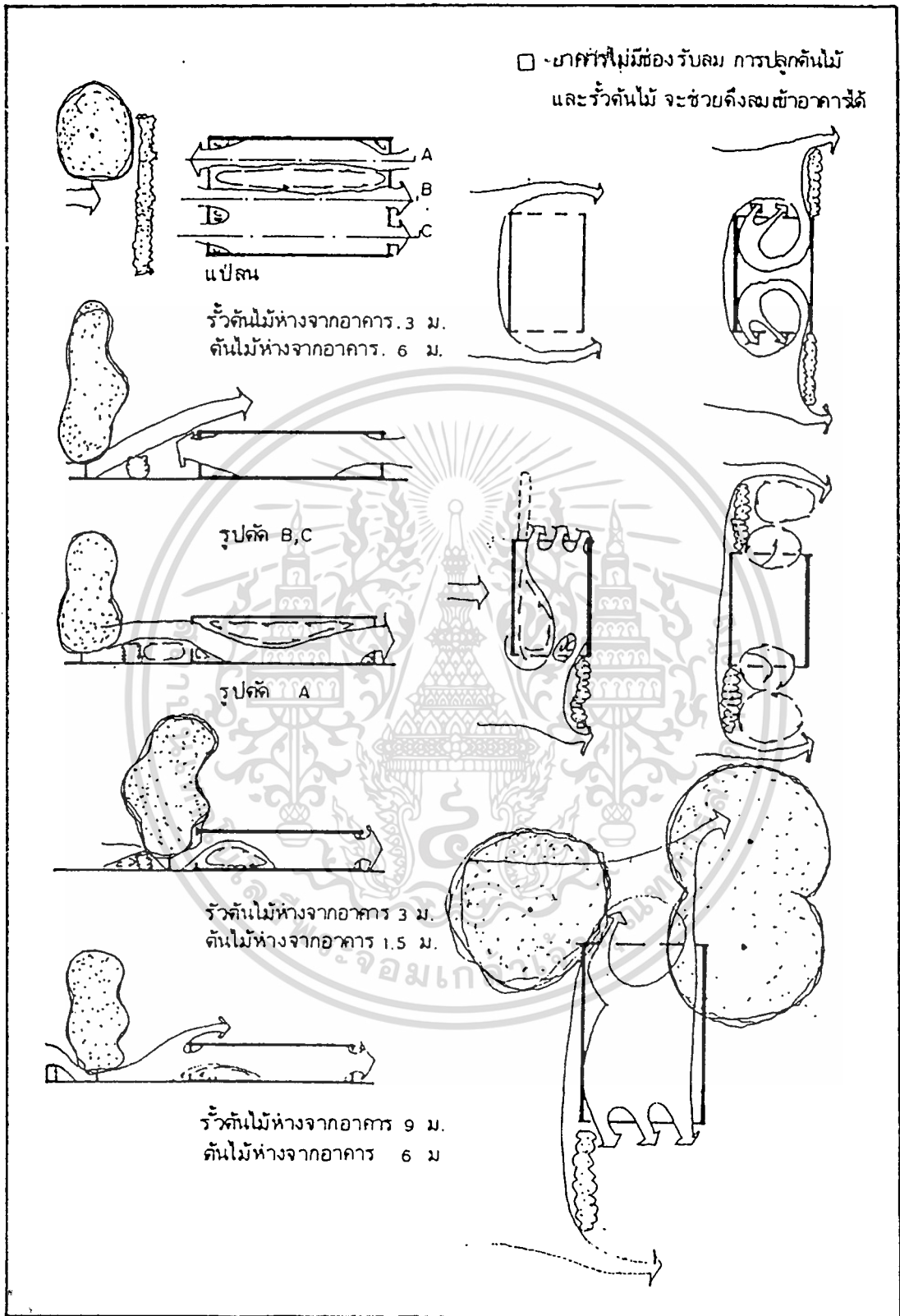
รูปที่ 5.39 แสดงตำแหน่งและความสูงของต้นไม้กับทิศทางการไหลของอากาศไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



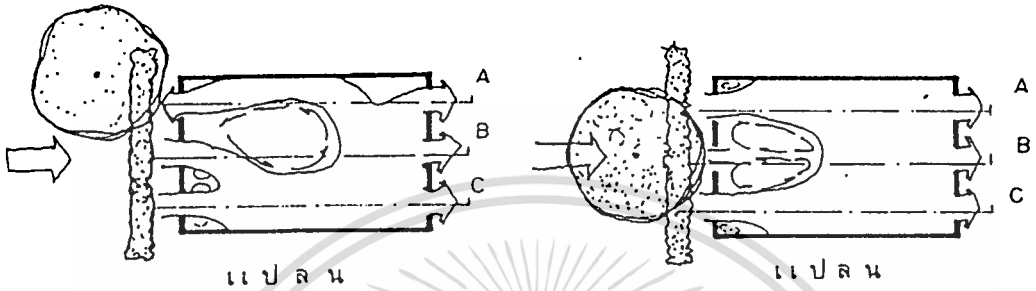
เอกรูปที่ 5.39(ต่อ) การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารรูปที่ 5.39(ต่อ) ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



□ รว้ต้นไม้ห่างจากอาคาร 1.5 ม. ต้นไม้ห่างจากอาคาร 3 ม.



รูปตัด A



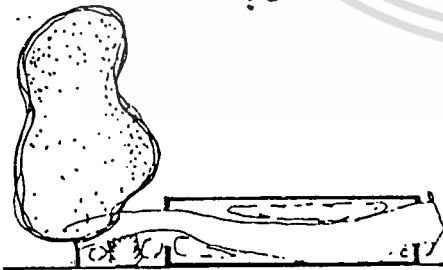
รูปตัด A, C



รูปตัด B



รูปตัด B



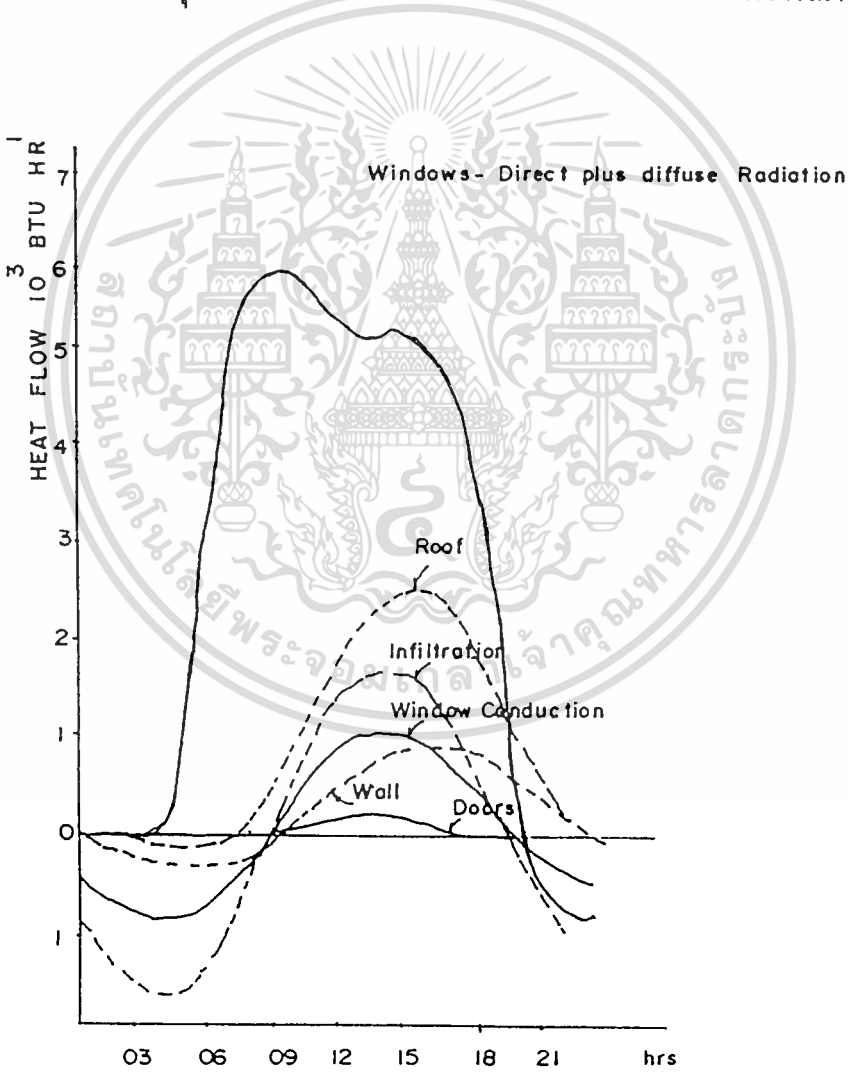
รูปตัด C

รูปที่ 5.39(ต่อ) สารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.3.4 อุปกรณ์บังแดด (Shading Devices)

ปัญหาประการสำคัญสำหรับสภาวะสบาย ของอาคาร ในสงขลา ก็คือ อุณหภูมิอากาศที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากมีแสงแดดจ้า หากไม่มีการป้องกันแดดให้แก่อาคารแล้วก็จะยิ่งเพิ่มปัญหาให้มากขึ้น เพราะนอกจากจะรับความร้อนจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์แล้ว การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ผ่านช่องเปิดจะเพิ่มอุณหภูมิในอาคารให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มปริมาณความร้อนผ่านช่องเปิด ซึ่งจากการทดลองที่นิวยอร์ก และ นิวเจอร์ซี เพื่อหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าในบ้านพักอาศัยชั้นเดียวซึ่งมีพื้นที่หน้าต่าง 139 ตารางฟุต พื้นที่หลังคา 768 ตารางฟุต พื้นที่ผนัง 866 ตารางฟุต และพื้นที่ประตู 38 ตารางฟุต แต่ส่วนของหน้าต่างกลับเป็นตัวรับปริมาณความร้อนมากที่สุดทั้งโดยรังสีตรง การสะท้อน การแผ่รังสี และการนำความร้อน การออกแบบให้มีอุปกรณ์บังแดด ให้หน้าต่าง หรือ ช่องเปิด จึงควรพิจารณาอย่างรอบคอบ



รูปที่ 5.41 แสดงอัตราปริมาณความร้อนที่ไหลผ่านเข้าในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มุมที่เกิดจากตำแหน่งโคจรของดวงอาทิตย์

มุมไต่ (Angle Of Declination) คือ มุมที่เกิดขึ้นเนื่องจากดวงอาทิตย์ ทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร หรือ ระนาบของเส้นศูนย์สูตร

มุมแนวตั้ง (Angle Of Incidence) คือ มุมระหว่างดวงอาทิตย์ กับ แนวตั้งฉากของผนัง (ไม่ได้ใช้ในการหาเงา) แต่ใช้ในการหาปริมาณความร้อนที่ผนัง หรืออาคารได้รับ

มุมกระทำ (Altitude Angle) คือ มุมที่ดวงอาทิตย์กระทำจริงทางแนวตั้งกับระนาบขอบฟ้า (อ่านค่าได้ด้วยมุมตัด (Profile Angle) กับมุมเบี่ยง (Azimuth หรือ Bearing Angle)

มุมเบี่ยง (Azimuth หรือ Bearing Angle) คือ มุมตามแนวระดับที่ดวงอาทิตย์กระทำกับทิศใต้ ซึ่งในตอนเช้าจะหมุนไปทางตะวันออก และตอนบ่ายจะหมุนไปทางทิศตะวันตกอะซิมุท Azimuth ในซีกโลกภาคเหนือ เช่น ประเทศไทย คือมุมที่ดวงอาทิตย์หมุนตามแนวระดับเบี่ยงกับทิศใต้ Azimuth ในซีกโลกใต้ คือ มุมที่ดวงอาทิตย์หมุนตามแนวระดับเบี่ยงกับทิศเหนือ

มุมตัด (Profile Angle) คือ มุมที่ระดับของดวงอาทิตย์กระทำให้ระนาบที่ตั้งฉากกับผนัง หรือ อาคาร ค่าของมุมตัด (Profile Angle) จะแตกต่างไปจากค่าของมุมกระทำ (Altitude Angle) และ ในการออกแบบ ค่ามุมตัด มีความสำคัญมากกว่า มุมกระทำ เพราะนำไปพล็อตหาค่าความลึกของ ที่บังแดดแนวอนันต์

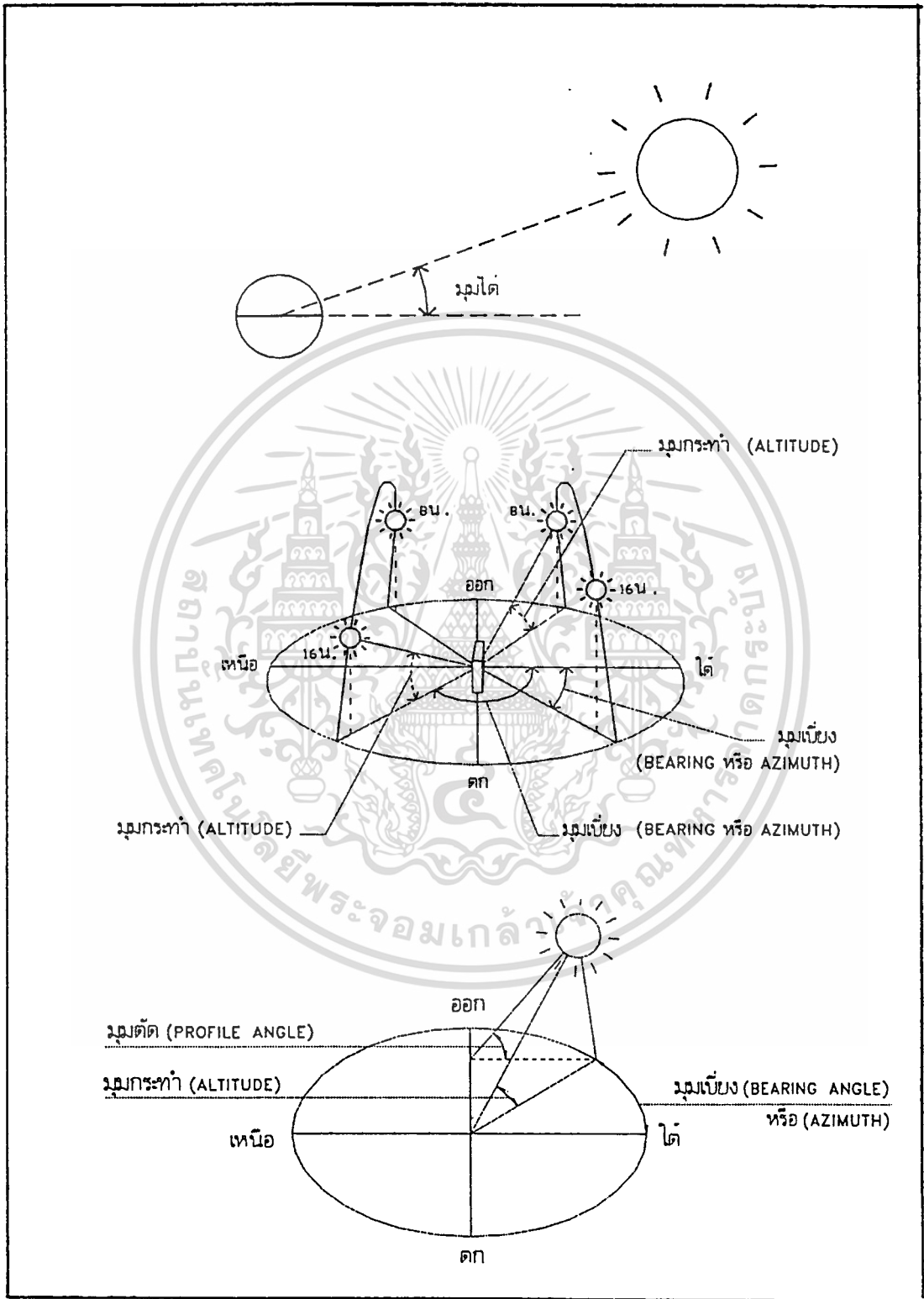
เวลาตามระบบสุริยะ (Solar Time) คือเวลาซึ่งเกิดจาก การแบ่งการโคจรของดวงอาทิตย์ เป็นเวลาที่เป็นจริงแต่ไม่ตรงกับเวลาของท้องถิ่น เนื่องจากเวลาของท้องถิ่นมักจะเป็นเวลาอนุโลมเพื่อให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ เวลาที่ใช้ในการออกแบบที่กันแดดเป็นเวลาตามระบบสุริยะ

ทิศเหนือภูมิศาสตร์ (True North) ใช้ทิศเหนือตามแนวแกนของโลก (ทิศเหนือภูมิศาสตร์) เป็นหลักในการพิจารณาหาค่า ทิศทางของการวางอาคาร และมุมเบี่ยง (Bearing Angle หรือ Azimuth) ที่ดวงอาทิตย์กระทำกับผนัง ( ทิศเหนือแม่เหล็ก หรือ ทิศเหนือเข็มทิศ มีค่าผิดแผกไปจาก ทิศเหนือภูมิศาสตร์)

## วิธีการออกแบบที่กันแดด

การออกแบบที่กันแดดแบ่งวิธีการออกแบบได้เป็น 3 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีแบ่งออกเป็นวิธีย่อยอีกหลายวิธีการด้วยกันคือ

1. การเก็บข้อมูล
2. การออกแบบโดยวิธีการใช้แผนภาพ (Graphic Method)
3. การออกแบบโดยวิธีการใช้หุ่นจำลองกับเครื่องมือประกอบ



รูปที่ 5.42 แสดงมุมต่างๆที่เกิดจากดวงอาทิตย์กับพื้นโลกนั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การออกแบบโดยวิธีการเก็บข้อมูล

การออกแบบโดยวิธีนี้ ใช้ข้อมูลที่จัดบันทึกไว้ถึง มุมตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในเวลาต่างๆ ค่ามุมที่ให้ เป็นมุมกระทำ (Altitude Angle) ซึ่งเพี้ยนไปจากค่าของมุมตัด (Profile Angle) แล้วจึงนำค่าที่ตรงกับ วัน เวลา ที่ต้องการ มาใช้พล็อตหาความลึกของที่กันแดด วิธีการนี้มีความไม่สะดวกหลายประการเพราะจำต้องเก็บข้อมูลละเอียดมาก กินเนื้อที่ และ ไม่สามารถ ผนวกข้อมูลสถานะน่าสบายลงไปได้ จึงไม่เป็นที่นิยม

## 2. การออกแบบโดยวิธีใช้แผนภาพ (Graphic Method)

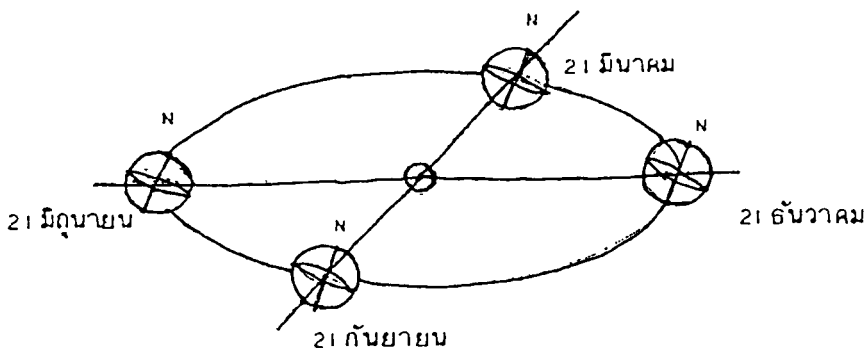
วิธีนี้มีอยู่หลายแบบอย่างด้วยกัน ได้แก่

2.1 วิธีการใช้แผนภาพ โดยวิธีการของ พี เบอร์รี่ (P.Burbeery) ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลาย ใช้หาตำแหน่งโคจรได้ ทุกๆ เส้นรุ้ง (Latitude) ทั้งซีกโลกด้านเหนือ และ ด้านใต้จาก 40 องศาเหนือ – 40 องศาใต้ ง่ายในการอ่านค่า ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ ไม่สามารถผนวกข้อมูลสถานะน่าสบาย (Comfort Zone) ลงในตารางได้ และค่าของมุมที่อ่านได้เป็นมุมกระทำ (Altitude Angle) ไม่ใช่มุมตัด (Profile Angle) ดังนั้นค่าที่ได้จึงเป็นค่าประมาณสามารถหาได้รวดเร็ว แต่ไม่สามารถจะอ่านค่ามุมของ วัน เวลา ที่ต้องการให้ดวงอาทิตย์ส่องแสงผ่านเข้ามาในอาคารได้อย่างแม่นยำ จึงมีความจำกัด ต้องใช้สำหรับอาคารบางชนิดเท่านั้น

แผนภาพแบ่งออกเป็น 2 แผน คือ แผนภาพมุมกระทำ (Altitude Diagram) และแผนภาพมุมเบี่ยง (Azimuth Diagram)

2.2 การใช้แผนภาพ แบบตารางโคจรของดวงอาทิตย์ โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ และ รอบตนเอง 1 รอบในเวลา 1 วัน โดยที่การหมุนรอบแกนเหนือ – ใต้ เอียงทำมุมกับเส้นตั้งฉาก  $23.5^{\circ}$  และจากการหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี เมื่อถึงวันที่ 21 ธันวาคม ขั้วโลกเหนือจะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด(ทำมุม  $23.5^{\circ}$ )อีก 1/4 ปีต่อมา ในวันที่ 21 มีนาคมมุมจะเป็น  $0^{\circ}$  ในวันที่ 21 มิถุนายนมุมจะเป็น  $+23.5^{\circ}$  และในวันที่ 24 กันยายนจะเป็น  $0^{\circ}$  อีกครั้งหนึ่ง

ทิศทางการส่องขึ้นของแนวแสงขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เปลี่ยนไปของโลกในวันที่ต่างกัน ที่มีความสำคัญ คือ ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ในวันที่ 21 ธันวาคม เรียกว่า Winter Solstice สำหรับวันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน เรียกว่า Equinox วันที่ 21 มิถุนายน เรียกว่า Summer Solstice

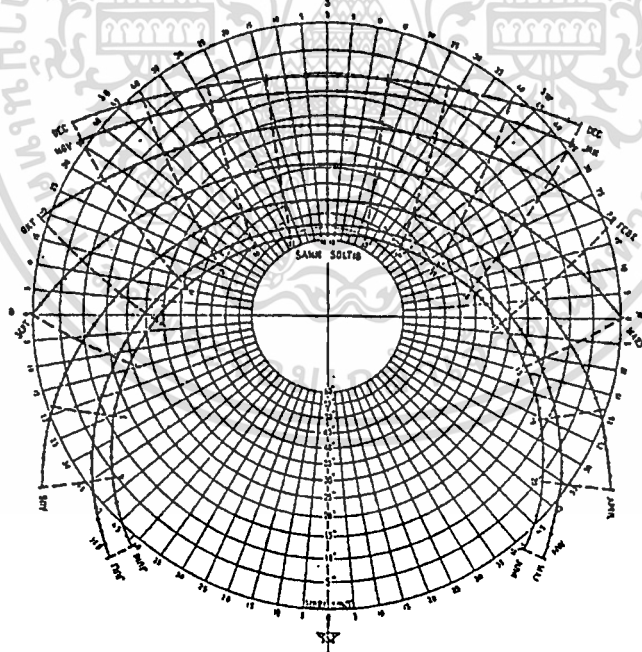


รูปที่ 5.43 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ Solstice และ Equinox ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะมองจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ จะพบว่าแสงอาทิตย์จะมีลักษณะของช่องกรวยแหลม เรียกว่า Solar Ray Cone ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามการโคจรของดวงอาทิตย์ โดยที่ในวันที่จุดโคจร ห่างสุด (Solstices) จะทำมุม  $23^{\circ}$  และรูปกรวย แหลมจะกลายเป็นรูปวงกลมแบบธรรมดาคือ หรือ ทำมุม  $0^{\circ}$  กับเส้นศูนย์สูตร ในวันที่ดวงอาทิตย์โคจรใกล้โลกมากที่สุด (Equinoxes) เนื่องจาก โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มาก จึงกล่าวได้ว่า แสงอาทิตย์ที่พุ่งมายังโลกเป็นรังสีขนาน

### การโคจรของดวงอาทิตย์

ตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปตามเวลา ทุกๆ นาทีซึ่งสามารถจะแสดงให้เห็นได้ง่ายคือ สมมติจุดสังเกตการณ์บนแผ่นระนาบซึ่งวางสัมผัสกับส่วนโค้งของโลก โดยมีรูป ครึ่งวงกลม คอยทับอยู่ ซึ่งรูปวงกลมเป็นลักษณะของ Skyrault ที่ดวงอาทิตย์จะโคจรผ่าน อัน เป็นปรากฏการณ์ที่คล้ายกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ เส้นโค้งของพื้นระนาบคือขอบฟ้า จุดที่อยู่เหนือ จุดสังเกตการณ์คือ Zenith และทางด้านตรงกันข้ามคือ Nadir บน Sky Vault ดวงอาทิตย์โคจร เป็นรูปวงกลมหลายๆ วง ซึ่งเป็นจุดตัดของปลายแหลม Solar Ray Cone กับ Sky Rault ซึ่ง เราเรียกว่า ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ( Sun Paths) ซึ่งจะโคจรเป็นรูปวงกลมขนานกันหลายวง ระหว่างจุดโคจรห่างสุดในฤดูร้อน กับ ฤดูหนาว (Summer And Winter Solstices)



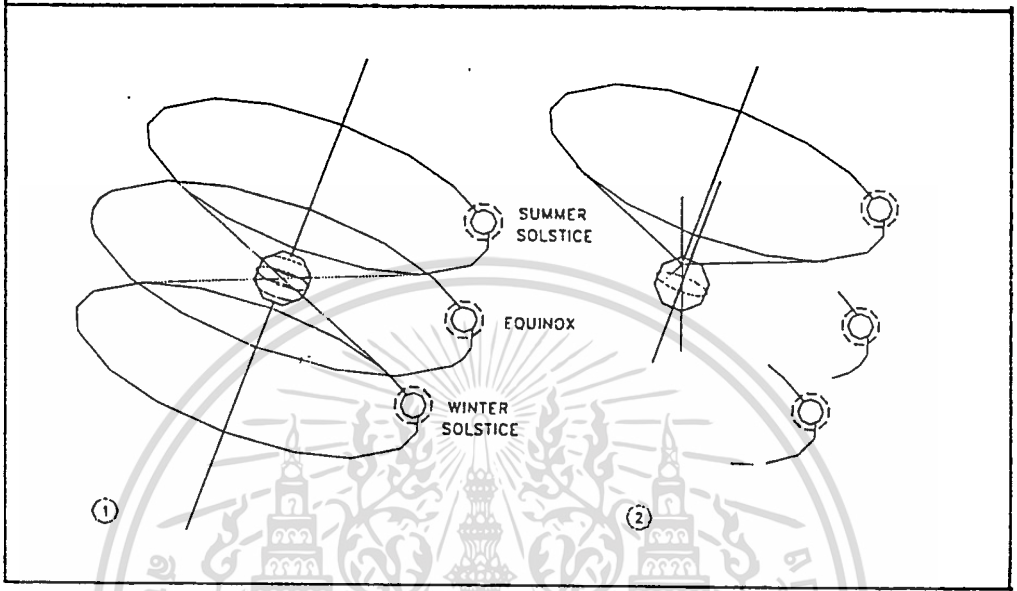
รูปที่ 5.44 ตารางโคจร Soldiagram

### ตารางทวงโคจรดวงอาทิตย์ชนิดต่าง ๆ

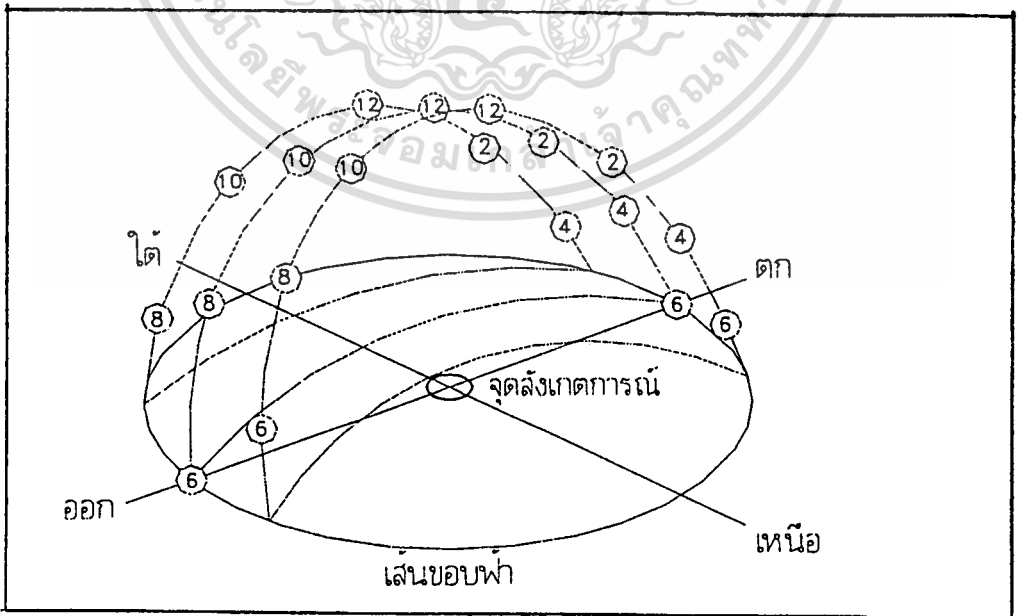
ได้มีการออกแบบตารางดวงอาทิตย์ขึ้น เพื่อใช้ในงานดาราศาสตร์มาแต่โบราณกาลแล้ว ซึ่งเป็นการลากเส้นโยงจากรูปครึ่งวงกลมทางเดินของดวงอาทิตย์บนแผ่นราบ ได้มีการค้น คิดวิธีการ Projection ในแบบ Orthographic Stereographic และ Equidistant Projection ขึ้น มาหลายอันซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันหลายประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

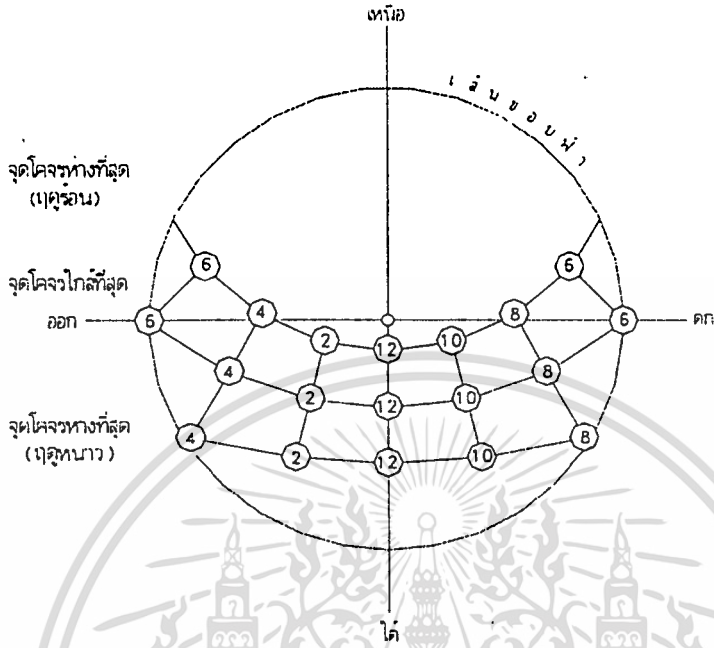
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.45 Solar Ray Cones ของจุดโคจรห่างสุดในฤดูร้อน และหนาวรวมทั้งที่จุดเส้นศูนย์สูตร

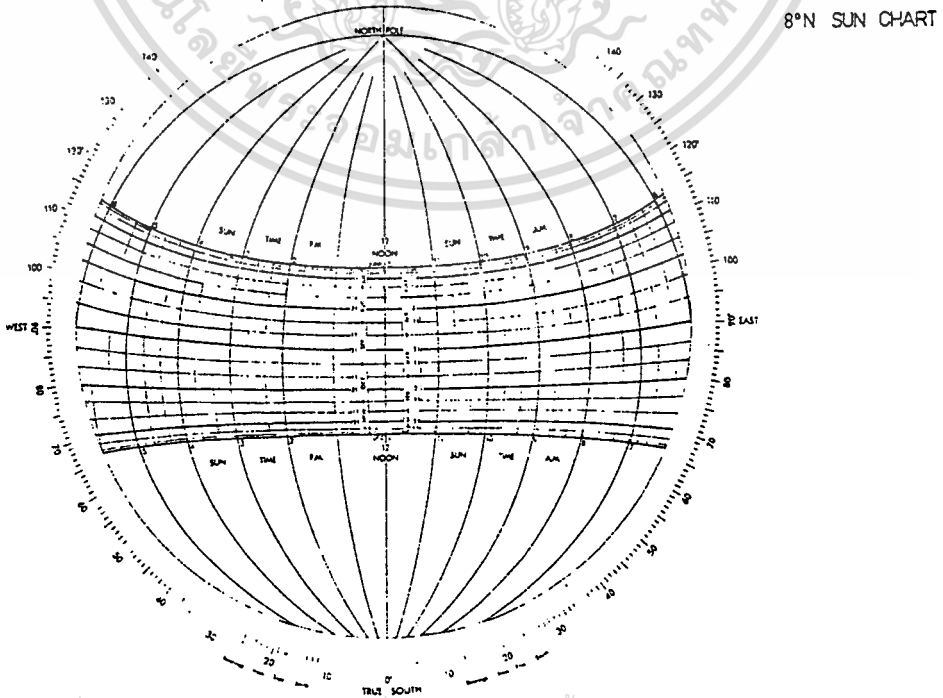


รูปที่ 5.46 ส่วนโครงสร้างวงกลมของ Sky Vault กับตำแหน่งทางโคจรของดวงอาทิตย์  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.47 ตารางโคจรที่พร้อมตกลงบนระนาบขอบฟ้า

ตารางโคจรดวงอาทิตย์ที่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก คือ แบบ Equidistat Projection ซึ่งพัฒนาขึ้น โดยบริษัท Libbey – Owens – Ford Glass Co. มีชื่อเรียกว่า Sun Angle Calculator



รูปที่ 5.48 ตารางโคจรที่พร้อมตกลงบนระนาบฟ้าละติจูดที่ 8° N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Sun Angle Calculator มีข้อดีคือ

1. ทำให้สามารถหามุมกระทำ (Altitude Angles) และมุมตัด (Profile Angles) ได้ง่ายและเที่ยงตรงทั้งมุมสูงและมุมต่ำ
2. มีความเที่ยงตรงในการใช้งานเท่ากันหมดสำหรับทุกๆ เส้นรุ้งของตำบลต่างๆ ในโลก ที่ต้องการหาค่าแห่งโคจรของดวงอาทิตย์
3. แจกถูกการใช้งานได้มาก คือ นอกจากสามารถอ่านค่าของ มุมกระทำ (Altitude Angle), มุมตัด (Profile Angle), และมุมระเบียบ (Azimuth Angle) แล้ว ยังสามารถอ่านค่ามุมแนวตั้ง (Angle Of Incidence) และค่าการแผ่รังสีในลักษณะต่างๆ กัน โดยที่อาคารจะมีการวางทิศทางอย่างไรก็ได้ไม่จำกัด

ซึ่งผลดีอันนี้สามารถที่จะนำมาใช้เป็นระบบสากลได้ทุกประเทศทั่วโลก และสามารถที่จะใช้ทำการวิจัยสืบเนื่องได้ในระบบเดียวกัน โดยมีวิธีการใช้ครอบคลุมอยู่หลายชนิดอยู่แล้ว

ข้อดีของการใช้ตารางทางโคจรของดวงอาทิตย์ ก็คือ สามารถผนวกข้อมูลสภาวะนำสบายลงในตาราง และอ่านค่าการป้องกันแสงแดดในขณะที่เกิดสภาวะร้อนจัด และเปิดให้แสงแดดส่องเข้ามาเมื่อบรรยากาศอยู่ในสภาวะหนาวเย็น ทั้งนี้โดยที่การออกแบบจะต้องให้สัมพันธ์กับการใช้ค่าการหน่วงความร้อนของวัสดุด้วย

ในช่วงเวลาของสภาวะร้อนจัด คือ ระยะเวลาที่แสงแดด และ ความร้อนทำความรบกวนทำให้สภาพ ภายในอาคารไม่อยู่ในสภาวะนำสบายเป็นระยะเวลาที่ต้องการร่มเงา เพื่อช่วยให้อุณหภูมิลดลง ช่วงเวลาของสภาพอุณหภูมิจะพลัดลงในตารางทางโคจรของดวงอาทิตย์ ซึ่งแบ่งออกละเอียด เป็น วัน เดือน และเวลา (เป็นชั่วโมง) ซึ่งจะทำให้เราอ่านค่าได้ทั้งช่วงเวลาของสภาวะร้อนจัด (Overheated Period) และช่วงสภาวะหนาวเย็น (Underheated Period) ซึ่งจะพิจารณาได้ว่า เมื่อไหร่ที่ไม่ต้องการแสงอาทิตย์และเมื่อไหร่ที่ต้องเปิดให้แสงอาทิตย์เข้าผ่านมาด้วย ทั้งนี้จะต้องให้สัมพันธ์กับการหน่วงความร้อนของวัสดุ ตารางดวงอาทิตย์ที่ผลิตช่วงเวลาสภาวะร้อนจัด จะแตกต่างกันไม่เพียงแต่เส้นรุ้งแม้แต่เมืองที่อยู่บนเส้นรุ้งเดียวกัน ข้อมูลบนแผนตารางก็ยังแตกต่างกัน

ข้อมูลบนตารางดวงอาทิตย์จะไม่บอกเพียงตำแหน่งของดวงอาทิตย์เท่านั้นแต่จะบอกด้วยว่า เมื่อไหร่ที่ตำบลนั้นจะต้องการร่มเงา และเมื่อไหร่จะต้องการแสงแดด ซึ่งเป็นพื้นฐานในการออกแบบที่กันแดด (Shading Devices)

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านค่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์

1. แผนที่ (Index Map) ซึ่งแสดงเส้นรุ้ง (Latitude) ของอาคารที่ทำการออกแบบ เพื่อเลือกแผ่น Sun Chart

2. แผ่นทางโคจร (Sun Chart) ตามปกติจะมีทุกๆ 4° และจะแสดงเลขของเส้นรุ้ง (Latitude) เอาไว้ทางมุมขวาบน เส้นโค้งที่มี วันที่และเดือน กำกับ แสดงทางเดินของดวงอาทิตย์ที่มองเห็นอยู่บนผิวโลก เส้นโค้งจากขั้วโลกเหนือ แสดงถึง เวลาเป็นชั่วโมงในระบบสุริยะ (Solar Time) เส้นโค้งบางๆ คือเส้นแบ่งทุกๆ 20 นาที

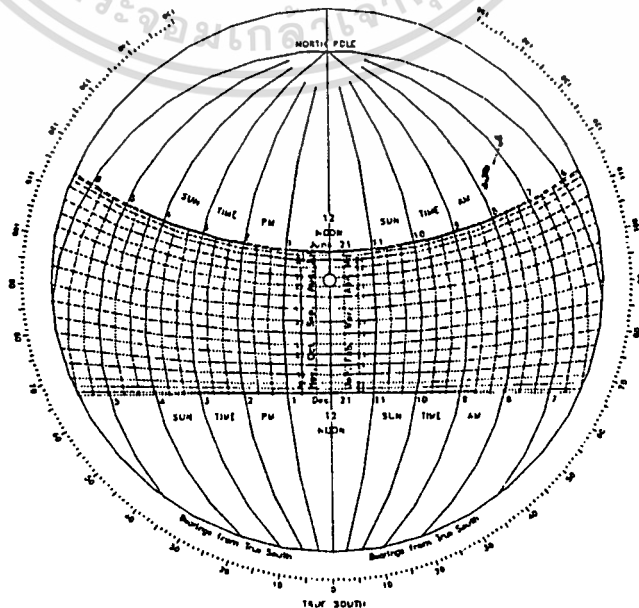
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจันทบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แผ่นใสทับบน (Transparent Overlay) ใช้วางทับลงบนแผ่นทางโคจร (Sun Chart) ได้ทุกแผ่น ใช้จุดหมุนที่จุดศูนย์กลาง

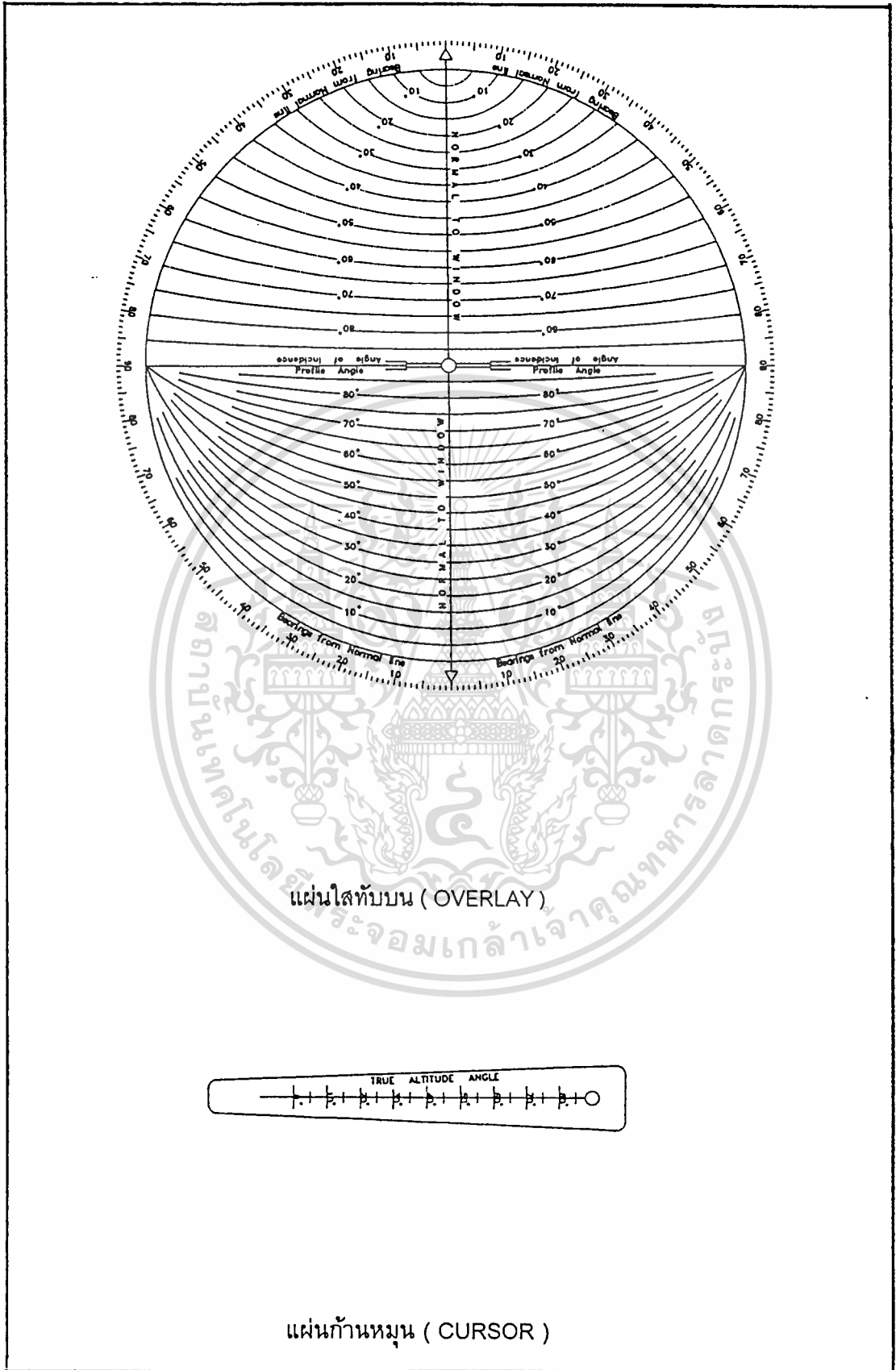
4. ก้านหมุน (Cursor) เป็นก้านหมุนสี่ แฉก Scale และมุมกระทำ (Altitude Angle) มีจุดหมุน เส้นกลางใช้ในการอ่านค่ามุมเบี่ยง (Bearing Angle) ของดวงอาทิตย์จากทิศใต้ หรือ จากระนาบของหน้าต่าง (Normal To Window)

### วิธีการหาค่าตำแหน่งของดวงอาทิตย์

1. อ่านค่าของเส้นรุ้ง (Latitude) ของที่ตั้งอาคารจากแผนที่
2. เลือกแผ่นทางโคจร (Sun Chart) ที่มีเส้นรุ้ง (Latitude) ใกล้เคียงที่สุด
3. วางแผ่นใสทับบน (Overlay) และ ก้านหมุน (Cursor) ลงบนแผ่นตารางโคจร (Sun Chart) ใส่นี้อัดขันติดกัน
4. หมุนแผ่นใสทับบน (Overlay) ให้เส้น Normal To Window ตรงกับมุมที่ผนังหรือด้านของอาคาร ทำกับทิศใต้ ซึ่งค่าของมุมนี้จะแสดงไว้ที่ขอบ
5. ดูเส้นบนแผ่นใสทับบน (Overlay) เพื่อหาเส้นแสดงมุมตัด (Profile Angle) ที่มีค่าจำนวนองศามากที่สุด (มุมยังมีค่ามาก ส่วนยี่นยี่น้อย)
6. บางครั้งการใช้มุมตัด (Profile Angle) อย่างเดียว จะได้ค่าจำนวนองศาน้อยมาก เช่น  $5^{\circ}$  หรือ  $10^{\circ}$  ก็ไม่ควรใช้เพราะไม่ประหยัด ควรใช้ค่าองศาของมุมตัดมากๆ แล้วใช้มุมเบี่ยง (Bearing Angle) ช่วยจะประหยัดได้มาก
7. ต้องพิจารณาดูให้ตัวอาคารที่ออกแบบ เริ่มใช้ และ เลิกใช้ในเวลาใด เพื่อที่จะหาเงา (Masks) ให้คลุมได้เฉพาะเวลาที่ต้องการ เป็นการประหยัด



รูปที่ 5.49 แผ่นตารางโคจรของดวงอาทิตย์ (Sun Chart)



รูปที่ 5.50 แผ่นใสทับบน (Overlay) และแผ่นก้านหมุน (Cursor) ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การออกแบบที่กันแดดโดยใช้หุ่นจำลองกับเครื่องมือ

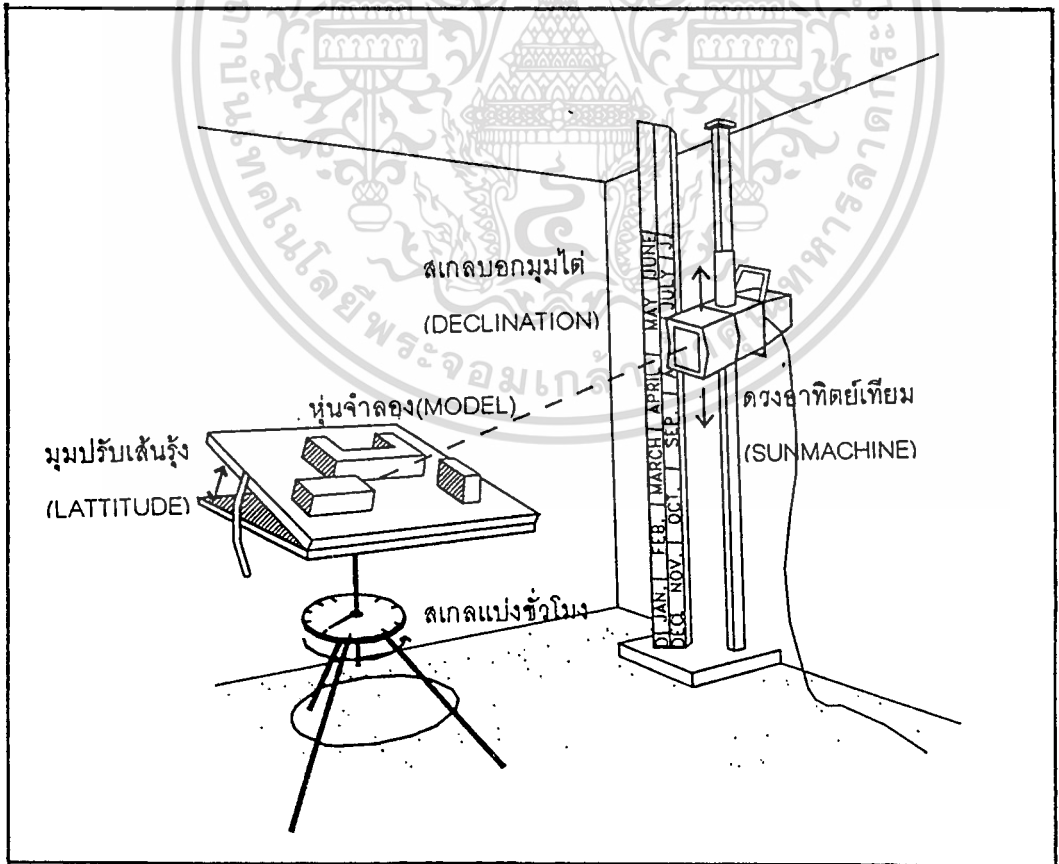
นอกจากการออกแบบโดยวิธีการเก็บข้อมูล และ การใช้ตารางโคจรของดวงอาทิตย์ (Sunpath Graphics) แล้ว ยังมีวิธีการออกแบบโดยจะต้องใช้หุ่นจำลอง (Model) ในการพิจารณาออกแบบ ซึ่งมีการใช้เครื่องมือประกอบแยกออกได้หลายประการ

การออกแบบที่กันแดดโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถที่จะเห็นข้อผิดพลาด และทำการแก้ไขได้ทันที โดยการแก้ที่หุ่นจำลอง อีกประการหนึ่งคือ ใช้เป็นการตรวจสอบการออกแบบโดยวิธีการใช้ตารางโคจรดวงอาทิตย์ที่กล่าวแล้วข้างต้น การออกแบบแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้คือ

#### 3.1 การออกแบบโดยใช้ดวงอาทิตย์เทียม (Sunmachine Types)

คือเครื่องมือซึ่งมีแหล่งกำเนิดแสงที่พุ่งขนาน (แสงจากดวงอาทิตย์มายังโลก มีลักษณะเป็นแสงขนาน) มายังหุ่นจำลอง ซึ่งวางอยู่บนฐาน และสามารถปรับให้หมุนเปลี่ยนได้เหมือนลักษณะที่เกิดขึ้นดังดวงอาทิตย์กระทำกับอาคารคือ

- ก. ปรับตำแหน่งเส้นรุ้งที่อาคารตั้งอยู่จริง
- ข. ปรับวันที่ที่ต้องการให้ดวงอาทิตย์เทียมทำงาน
- ค. ปรับตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 5.49 Sunmachine Types รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจพบว่า ดวงอาทิตย์เทียมแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงานของเครื่อง คือ

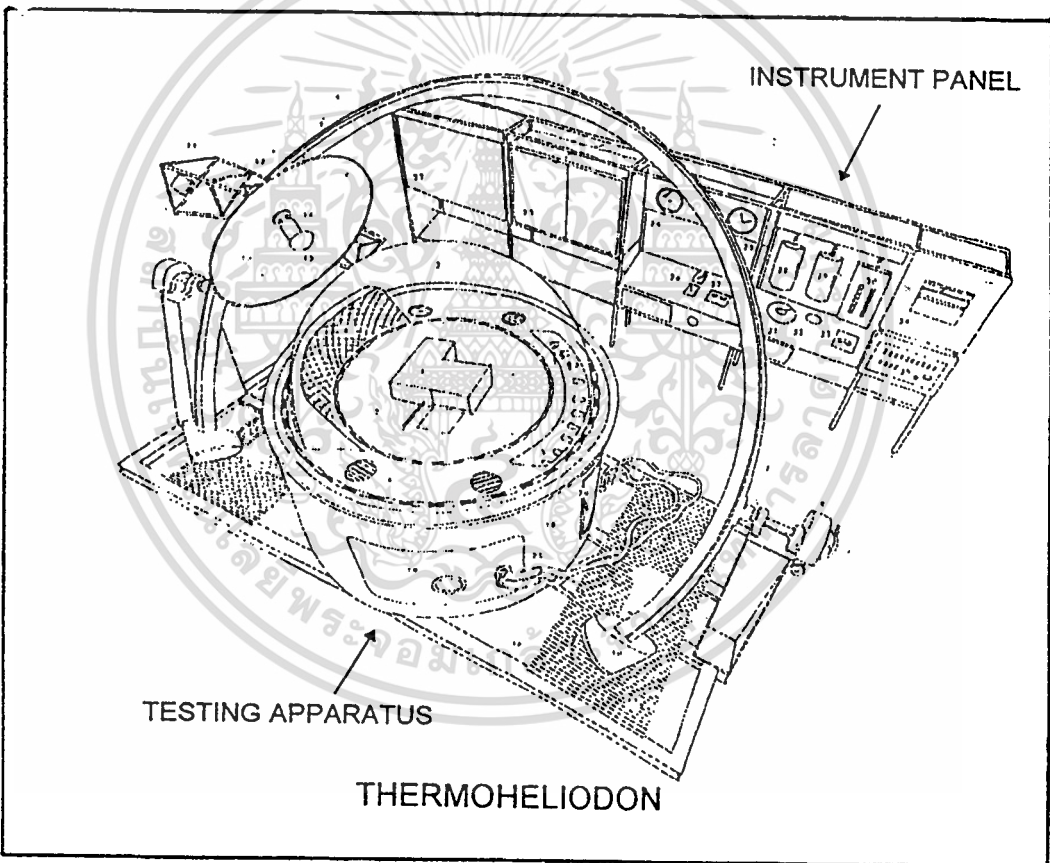
- ก. ชนิดแหล่งกำเนิดแสง คงที่ หุ่นจำลอง เคลื่อนที่
- ข. ชนิดหุ่นจำลอง คงที่ แหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนที่
- ค. ทั้งหุ่นจำลอง และ แหล่งกำเนิดแสง เคลื่อนที่

ดวงอาทิตย์เทียม มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น

Heliodon ของ The British Building Research Station

Solar Banger ของ Dr. L.W. Neubaure แห่ง University Of California

Solartron ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่ Cornell University



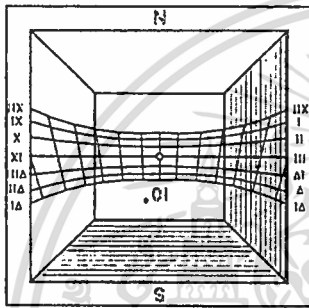
รูปที่ 5.52 Thermohelioen

ดวงอาทิตย์เทียม ที่ดีที่สุดได้แก่ Thermohelioen ของ Prof. Olgay แห่ง Princeton University ซึ่งมีเครื่องมือทดลอง การแผ่รังสีความร้อนเพิ่มขึ้นมากกว่าธรรมดาอีกด้วย

ข้อเสียของเครื่องมือชนิดนี้ก็คือ แสงไม่ค่อยจะขนานกัน ทำให้คลาดเคลื่อน หุ่นจำลองที่มีขนาดใหญ่มาจกๆ เป็นปัญหาสำหรับเครื่องมือชนิดนี้ เพราะแหล่งกำเนิดแสงจะต้องใหญ่ตามและทำได้ยาก นอกจากนี้ เครื่องมือมีขนาดใหญ่โตเกะกะ และมีราคาแพงมาก ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 เครื่องวัดแดด (Sun Dial Types)

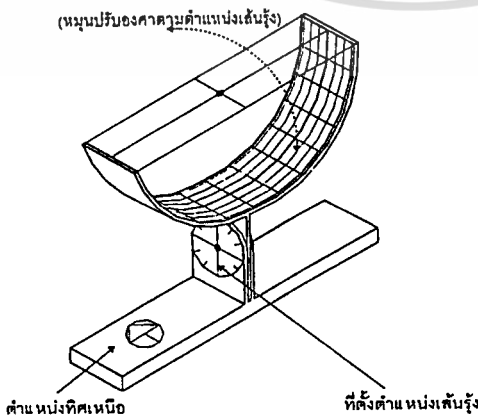
เครื่องมือชนิดนี้ใช้เงาจากดวงอาทิตย์เองบอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เช่น Mgnomonics ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เก่าแก่ที่สุด สถาปนิกชาวสวีเดน Gunnar Pleijel ได้สร้างเครื่องมือวัดแดดอันเล็กๆ ขึ้นมา เป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมมีด้านบนเปิด ตรงกลางมีเข็มหมุดปัก ด้านข้างทางตะวันตก และตะวันออกของกล่องมีเส้นบอก วัน เวลา และเดือน เป็นสเกลไว้ เงาจากเข็มหมุดจะชี้บอก วัน เวลา ของดวงอาทิตย์ ซึ่งนำไปเทียบกับหุ่นจำลอง จะอ่านค่าของเงาใน วัน เวลา ใดก็ได้ มีน้ำหนักเบา กระทบรัศมีได้ง่าย มีข้อเสียอยู่เพียงประการเดียว คือ ใช้ได้ในตำแหน่งเส้นรุ้งเดียวเท่านั้น



รูปที่ 5.53 เครื่องวัดแดด (Sun Dial)

### 3.3 เครื่องวัดเงา (Shade Dial Types)

เป็นเครื่องมือซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Prof. Olgay มีหลักการอาศัยเงาที่เกิดจากดวงอาทิตย์อ่านค่าตำแหน่ง วันที่ และเวลา อ่านย้อนกลับไปหาดวงอาทิตย์ พิจารณาเงาที่เกิดขึ้นกับหุ่นจำลอง (Model) ได้และสามารถที่จะตั้งตำแหน่งเส้นรุ้งได้ทุกแห่งบนพื้นโลก



รูปที่ 5.54 เครื่องวัดเงา (Shade Dial) --

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

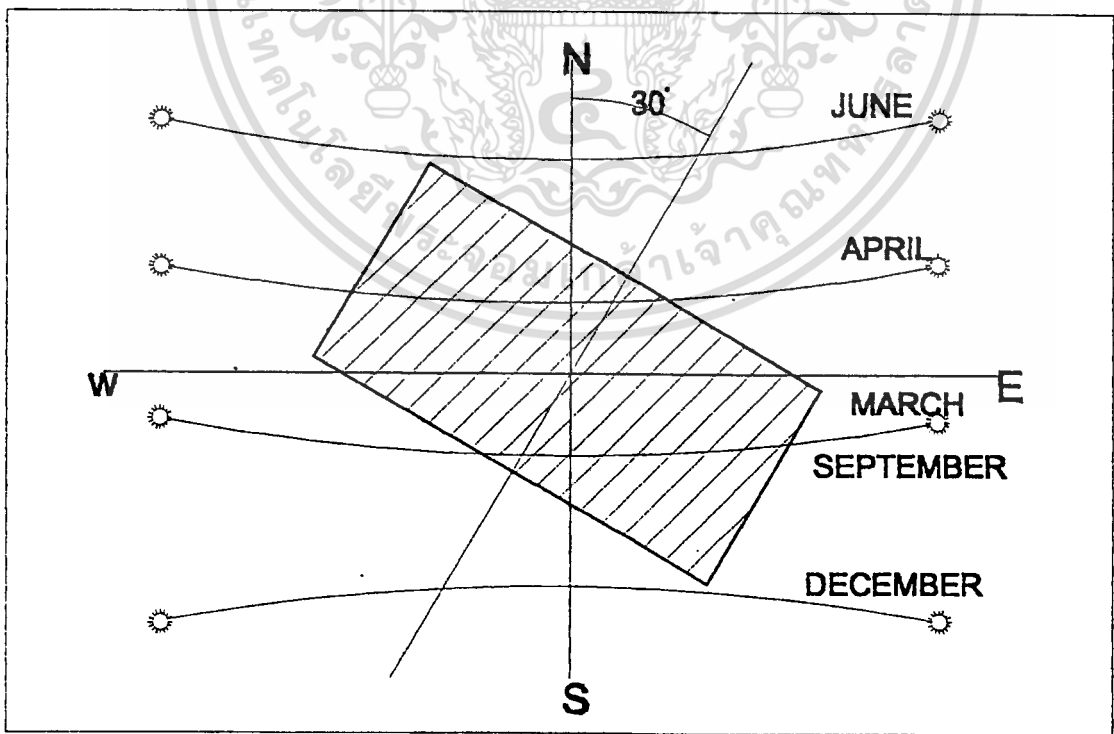
เครื่องมือประกอบด้วย เส้นโค้งครึ่งวงกลมแบ่งออกเป็น เส้นแสดงวันที่ เดือน เวลา ที่จะ ศูนย์กลางของเส้นโค้ง มีหมุดกลมลอยอยู่ ซึ่งเมื่อแสงอาทิตย์ หรือ แสงขนาน ส่องกระทบ จะ เกิดเงากลมของหมุดตกลงบนส่วนโค้ง ตำแหน่งเงากลางหัวหมุด จะบอก วัน เดือน เวลา บน เครื่องวัดเงา ที่โคนของส่วนโค้ง เป็นจุดหมุน ซึ่งปรับองศาได้ ทำให้สามารถปรับตำแหน่งของ เส้นรุ่งได้ทุกตำแหน่ง การแบ่งตาราง แสดงวัน เวลา บนเครื่องวัดเงา ตารางบนส่วนโค้ง แสดง เวลาทุกๆ ชั่วโมงได้จากการแบ่งส่วนโค้งออก ทุกๆ  $15^{\circ}$

สำหรับการวิจัยนี้เลือกใช้การออกแบบอุปกรณ์กันแดดโดยวิธีใช้แผนภาพตาราง โจรของดวงอาทิตย์ เพื่อหาค่ามุมต่างๆ ที่ดวงอาทิตย์กระทำกับอาคารแล้วใช้หุ่นจำลองตรวจสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแดดประกอบด้วย Sun Dial ของละติจูด  $8^{\circ}$  เหนือ

### การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด สิ่งที่ต้องพิจารณาลำดับแรกก็คือ ช่วงวันเวลาที่บังแดด ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะสบายในแต่ละเวลานั้นๆ ประกอบกับลักษณะอาคารว่าเป็นอาคารประเภทใด มีการใช้อาคารเวลาใด

ในส่วนของงานวิจัยนี้ เป็นอาคารพักอาศัยขนาด 2 ชั้น ที่พิจารณาช่วงเวลาที่บังแดดให้แก่ อาคาร แต่ละผนังๆ ไปตามช่วงเวลาที่ผนังแต่ละด้านต้องรับภาระความร้อนจากแสงแดด

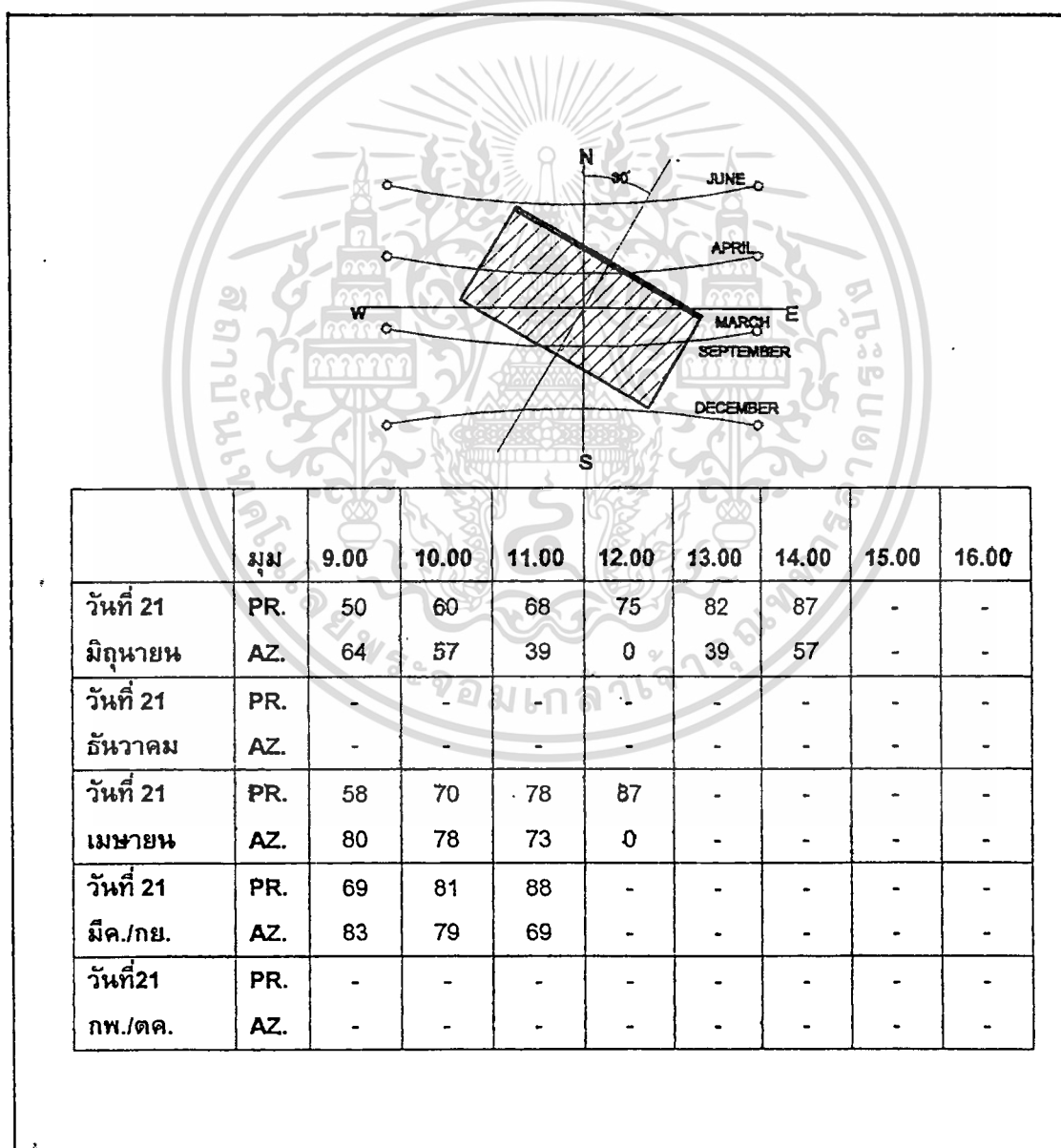


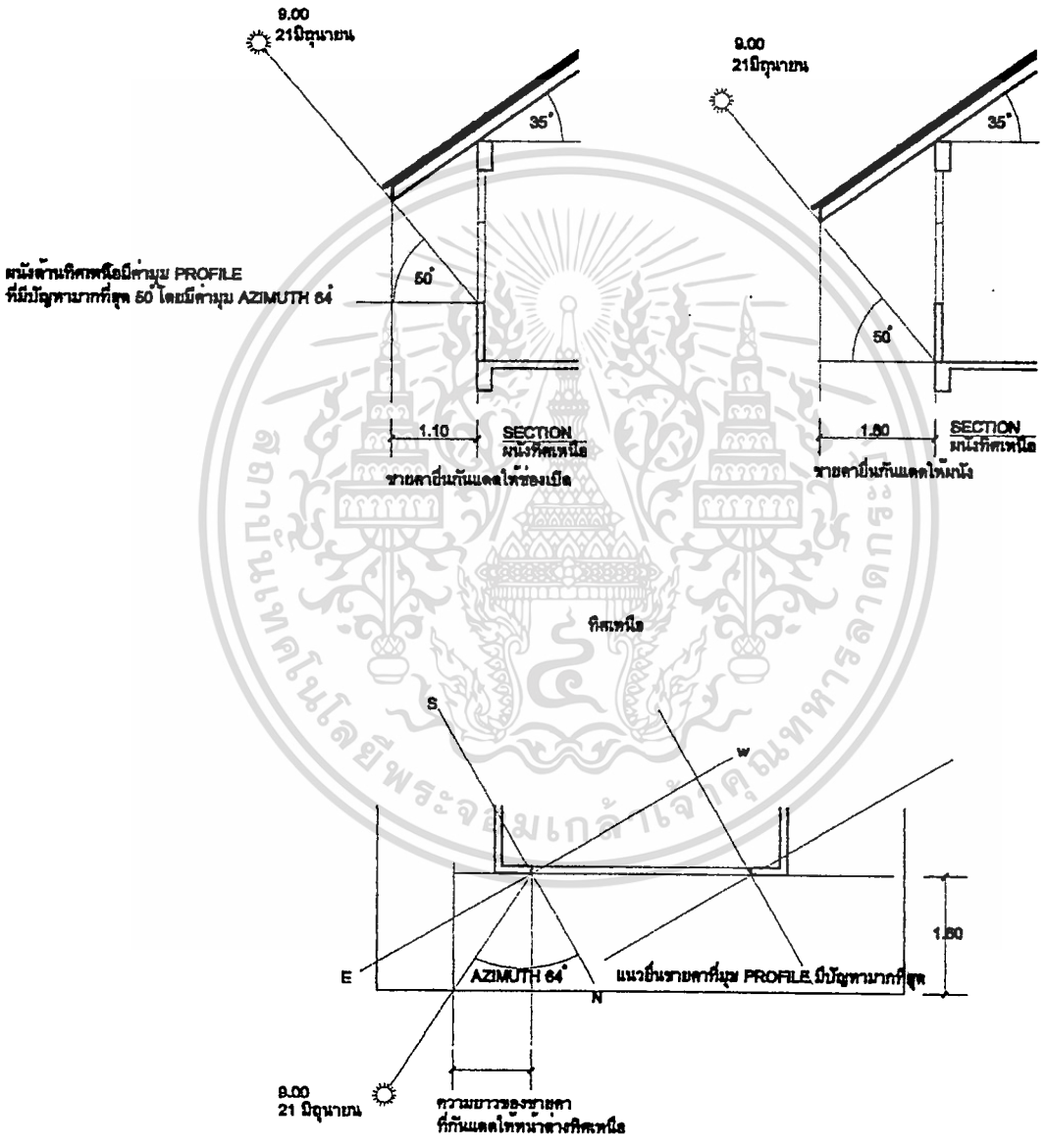
รูปที่ 5.55 แสดงการวางอาคารกับทิศทางมุมดวงอาทิตย์ เพื่อออกแบบอุปกรณ์กันแดด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผนังทางทิศเหนือ

รับแสงแดดในช่วงมีนาคมถึงเดือนกันยายน ต้องกันแดดตั้งแต่เวลา 8.00 – 18.00 น เนื่องจากสภาวะสบายอยู่ในช่วง Overheated Period เป็นส่วนใหญ่ โดยใช้ร่มเงาของต้นไม้ช่วยบังแดดให้กับอาคารในช่วงที่สภาวะสบายยังอยู่ใน Comfort Zone คือ ก่อน 9.00 น และออกแบบให้ชายคายื่นกันแดดในช่วงเวลา 9.00 – 17.00 น ซึ่งได้ค่ามุม Profile Angle ต่ำสุดที่ใช้สำหรับออกแบบแผงกันแดด คือ  $50^\circ$  ก็จะสามารถป้องกันแดดได้ตลอดวัน

ตารางที่ 5.8 แสดงค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ผนังทิศเหนือ



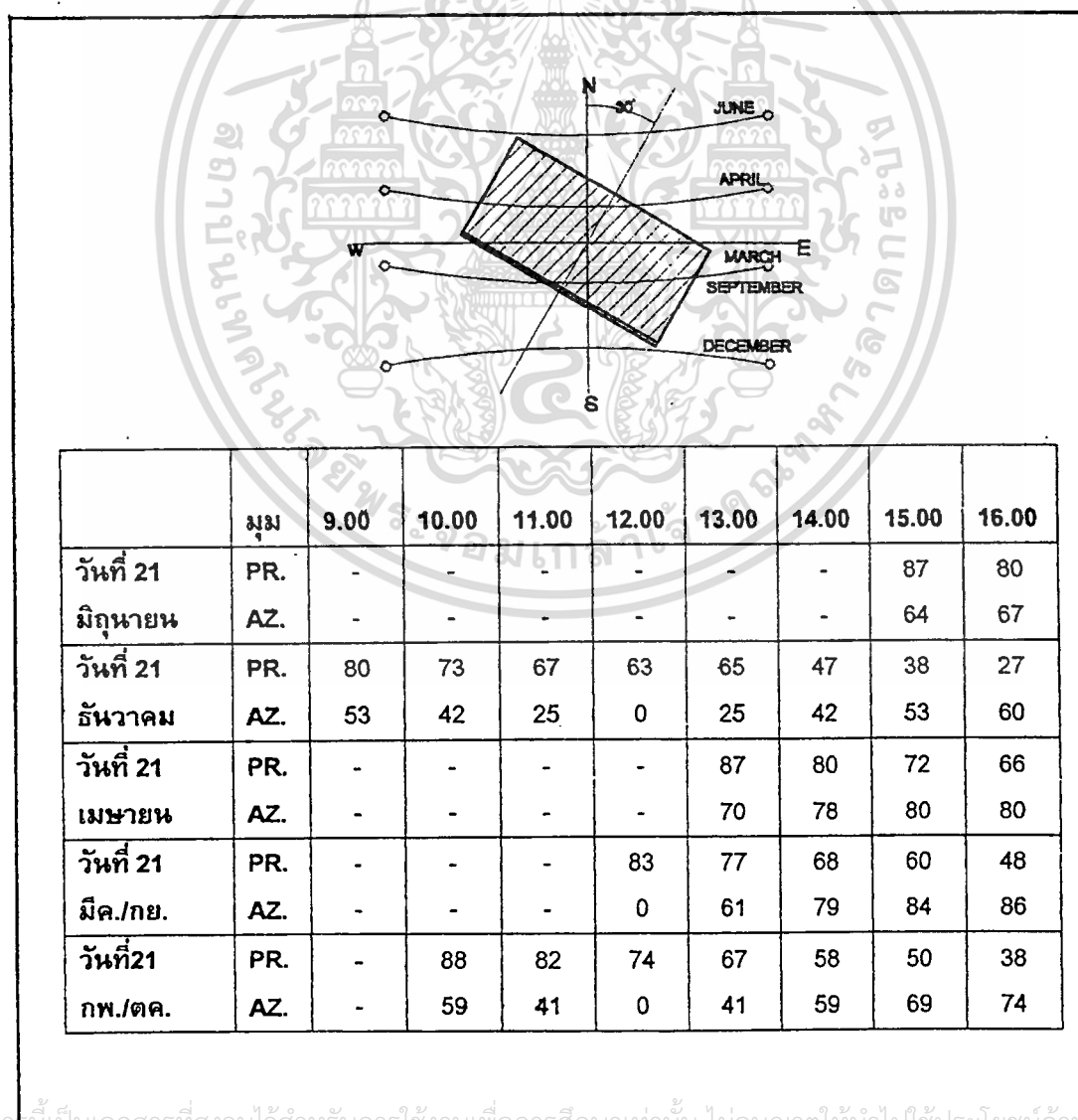


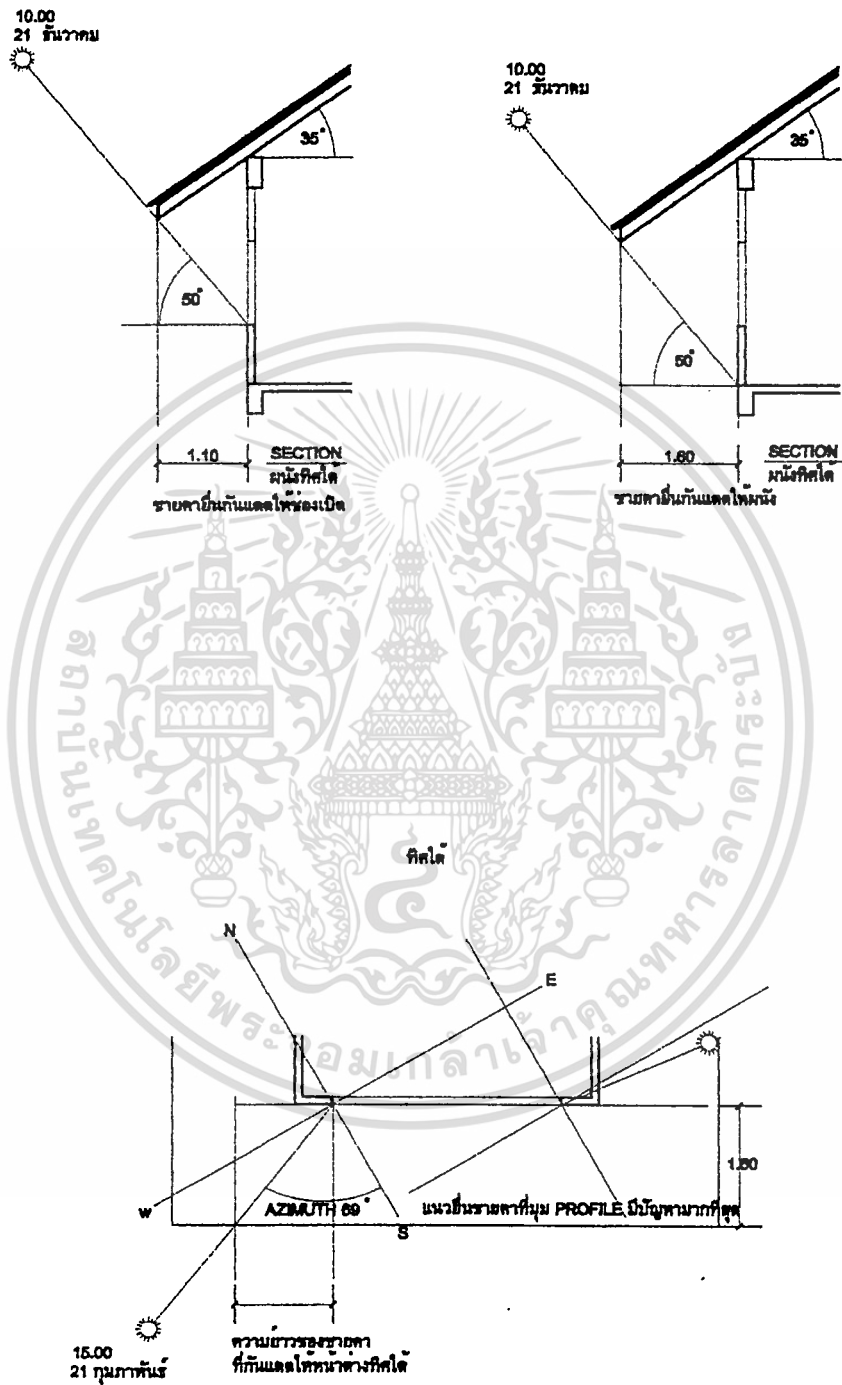
รูปที่ 5.56 การป้องกันแดดให้ผนังทิศเหนือ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผนังทางทิศใต้

รับแสงแดดทั้งวันในช่วงเดือนตุลาคม – กุมภาพันธ์ และทุกเดือนในช่วงเวลาบ่ายถึงเย็น เนื่องจากการว่าอาคารที่ทำมุม  $30^\circ$  กับผนังด้านทิศใต้ให้เอียงไปทางทิศตะวันตก แต่จากการวิเคราะห์สภาวะสบายในช่วงเดือนตุลาคม ถึง มกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนไม่อยู่ในช่วง Overheated Period รุนแรงนักคือจะเริ่มเข้าสู่ช่วง Overheated Period ประมาณเวลา 10.00 น. และ ประมาณเที่ยงในราวเดือน (ดูตารางที่ 3.7) : จากการวิเคราะห์บทที่ 5.1.3.2 ในเดือน ตุลาคมถึงมกราคม ถึงกำหนดช่วงเวลากันแดดให้กับอาคาร ในเวลา 10.00 – 14.00 น. ซึ่งได้ค่ามุม Profile Angle ต่ำสุดที่  $40^\circ$

ตารางที่ 5.9 แสดงค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ผนังทิศใต้

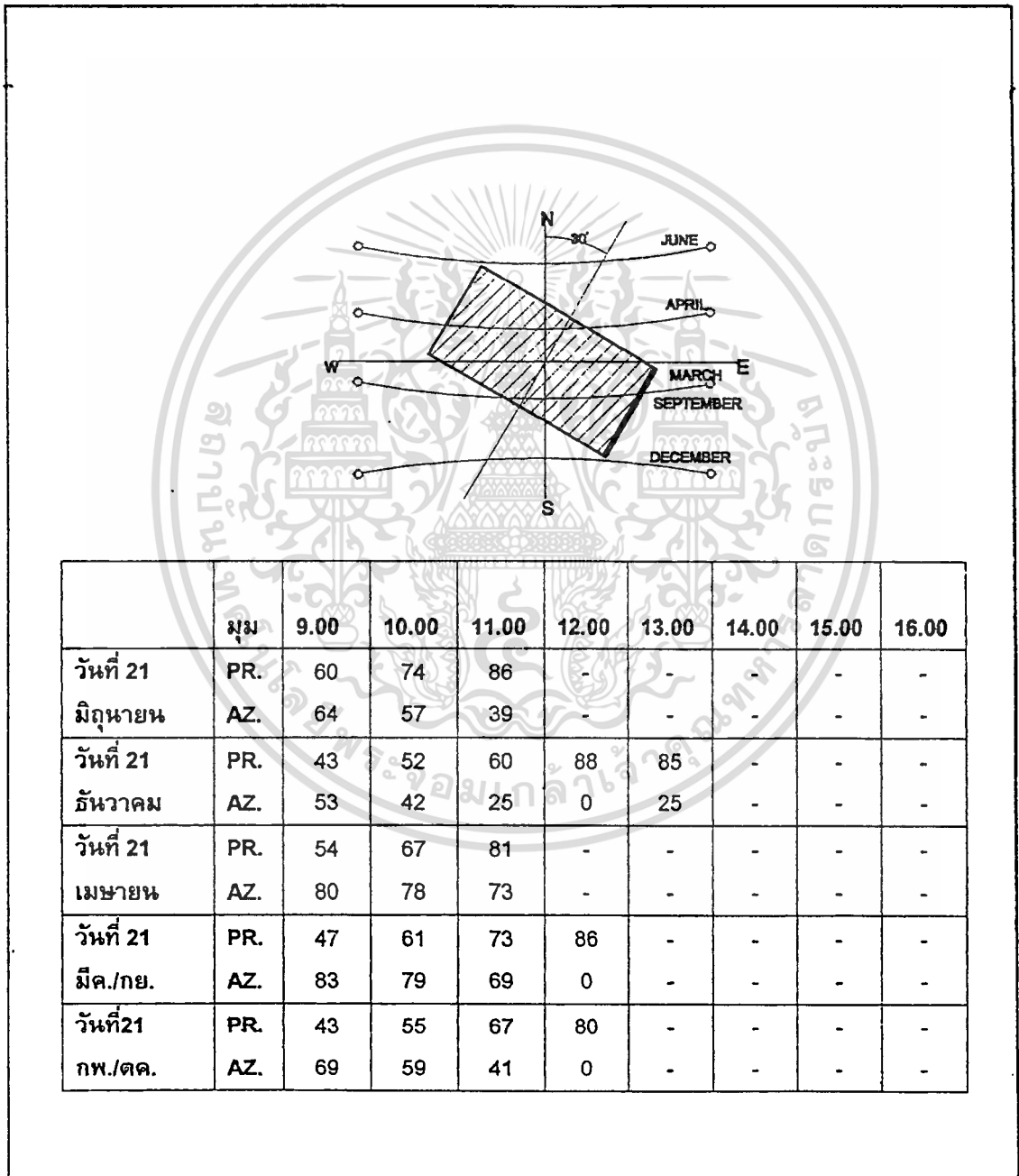


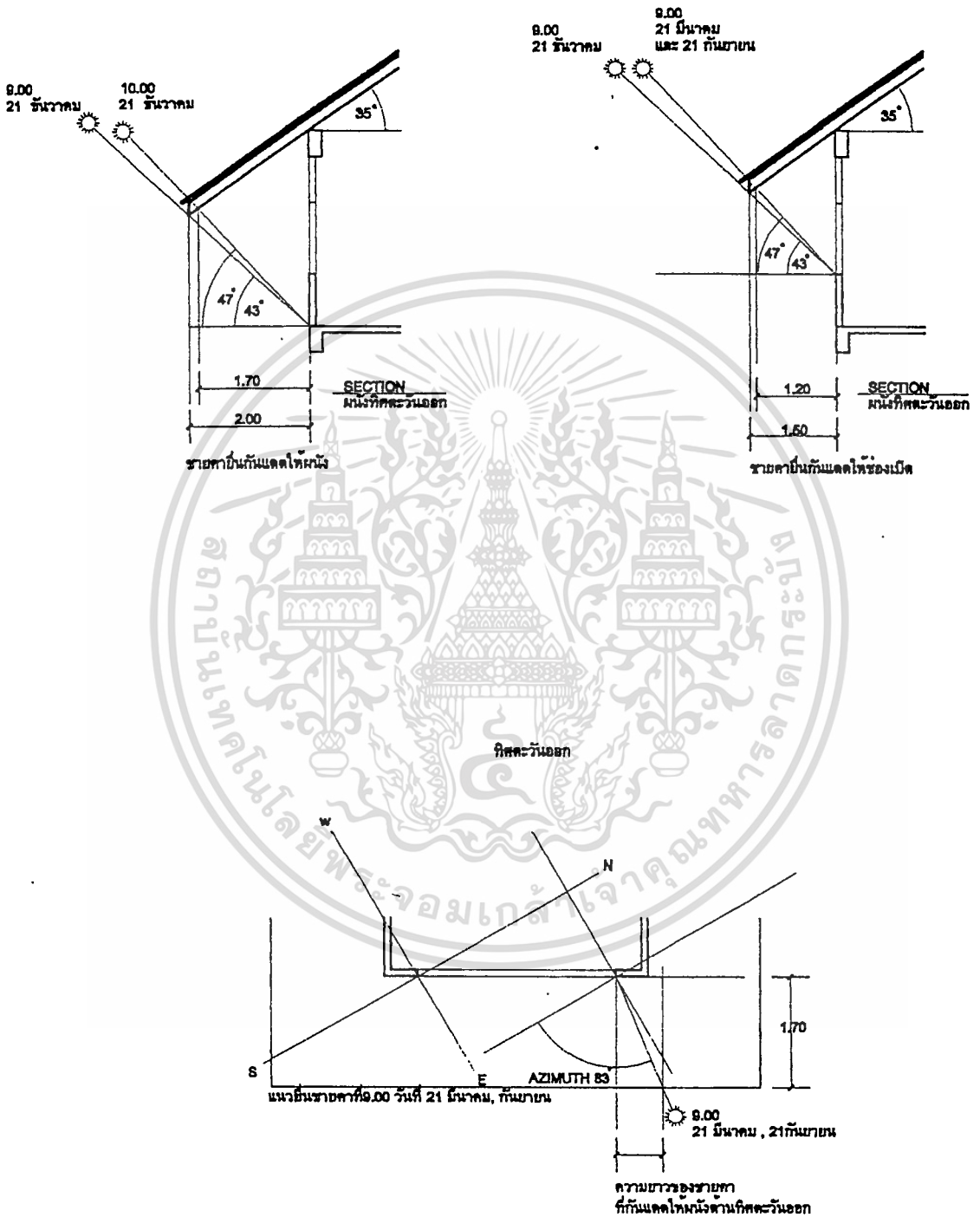


## ผนังทางทิศตะวันออก

รับแสงแดดในช่วงเช้าตลอดปี มีค่า Profile Angle ต่ำสุดในช่วงเวลาที่ออกแบบ  $47^{\circ}$  โดยออกแบบให้ชายคายื่นกันแดด ตั้งแต่เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

ตารางที่ 5.10 แสดงค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ผนังทิศตะวันออก





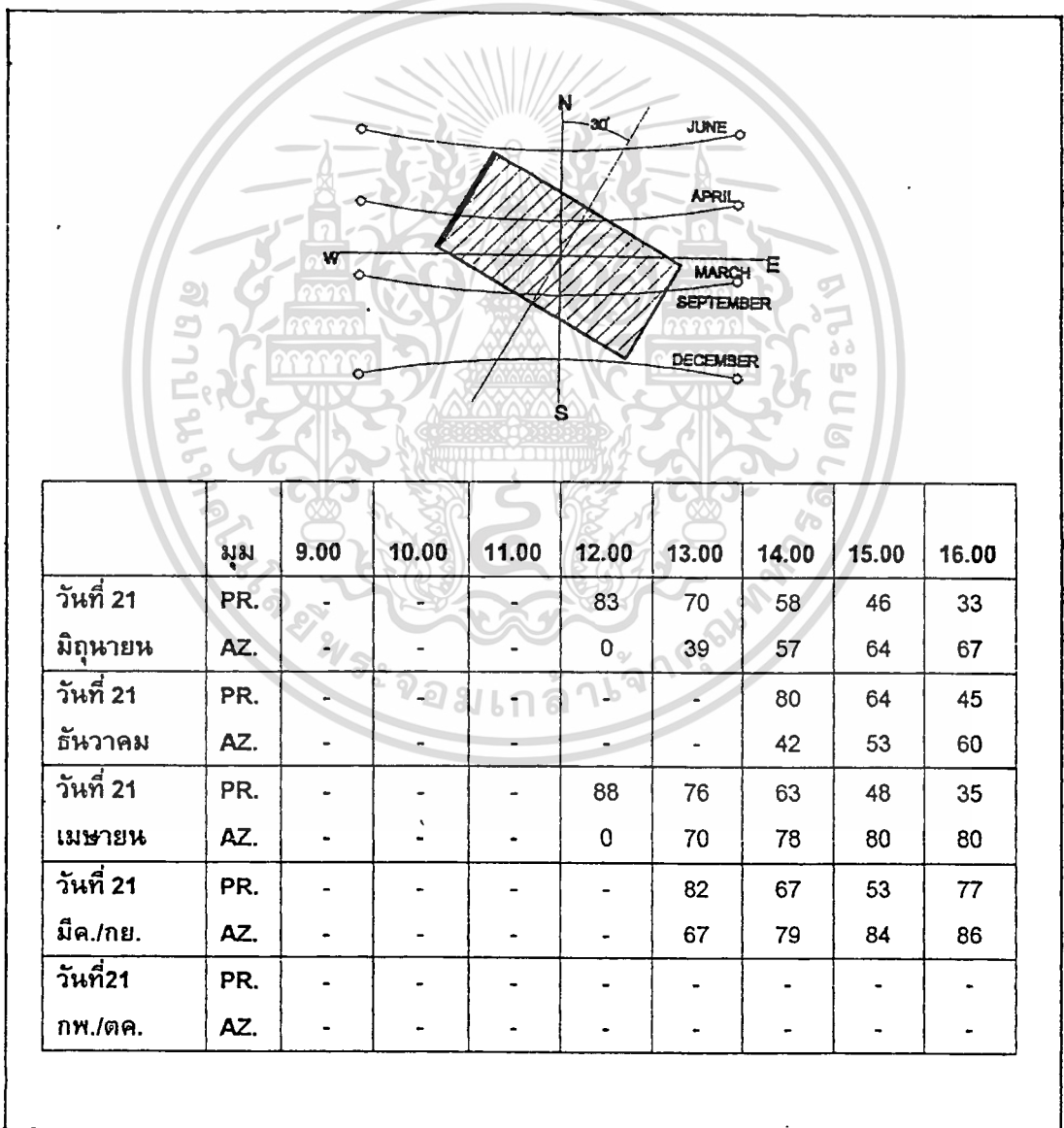
รูปที่ 5.58 การป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันออก

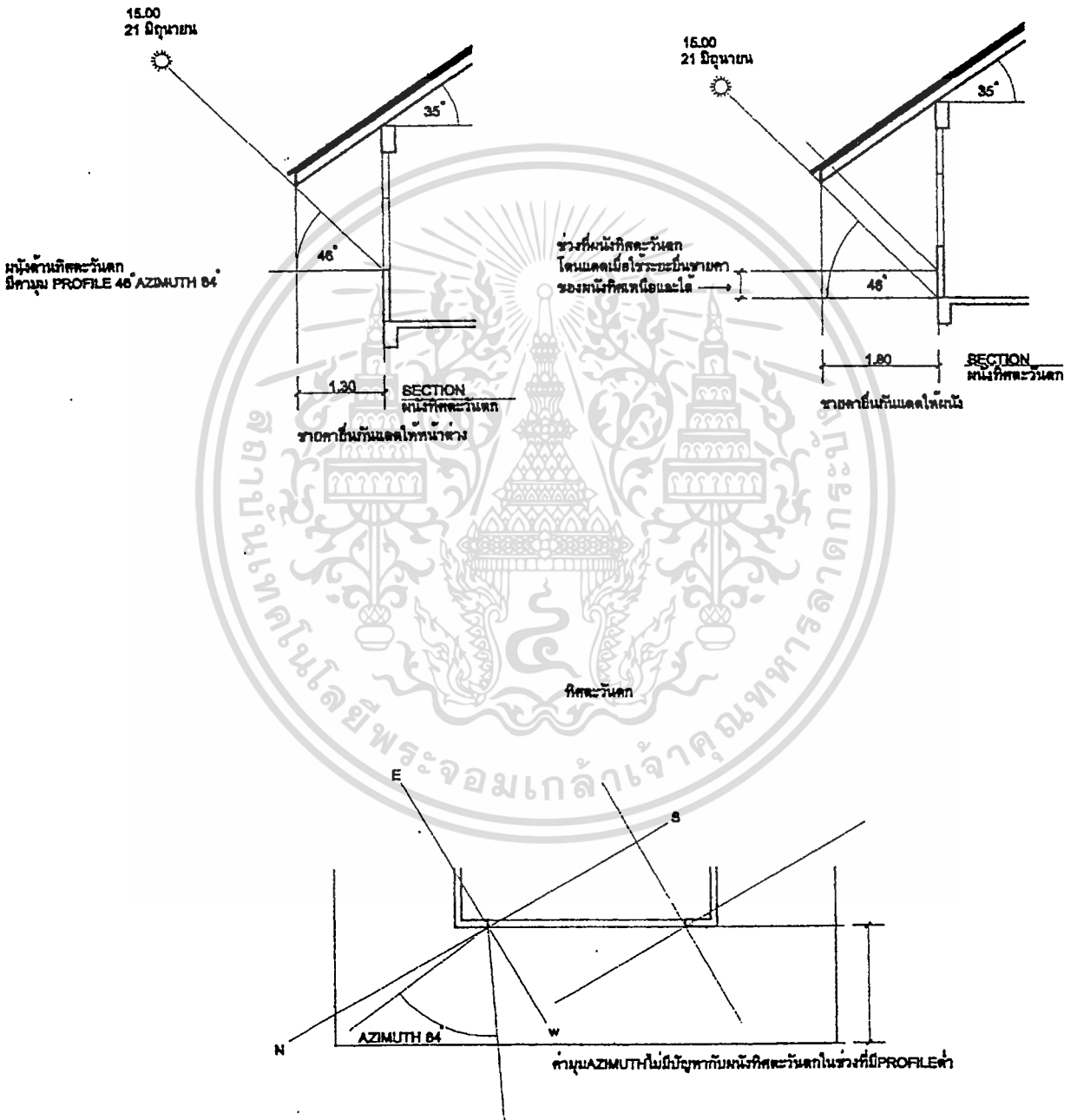
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรรมใดจกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผนังทางทิศตะวันตก

รับแสงแดดในช่วงเวลาบ่ายเป็นต้นไปตลอดทั้งปี ออกแบบให้สามารถป้องกันแดดได้ใน ช่วงเวลา 9.00 – 15.00 น. ซึ่งหลังจาก 15.00 น. ไปแล้วอาจมีปัญหอันเกิดจากแสงแดดบ้าง เนื่องจากมีค่ามุมอัลติจูด (Altitude) ต่ำมาก จึงใช้ร่มเงาจากต้นไม้ ช่วงบังแดดนี้ไม่เป็นห้องที่ใช้ อยู่อาศัย เช่น ห้องน้ำ-ส้วม, โรงรถ, ห้องเก็บของ หรือตู้เสื้อผ้าในห้องนอนหากจำเป็นต้องอยู่ใน ทิศตะวันตก อ่านค่ามุม Profile Angle  $46^\circ$

ตารางที่ 5.11 แสดงค่ามุม Profile Angle และ Azimuth Angle ผนังทิศตะวันตก





รูปที่ 5.59 การป้องกันแดดทำให้ผนังทิศตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสถาบันการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 การเลือกระบบช่วยในการปรับสภาวะสบาย

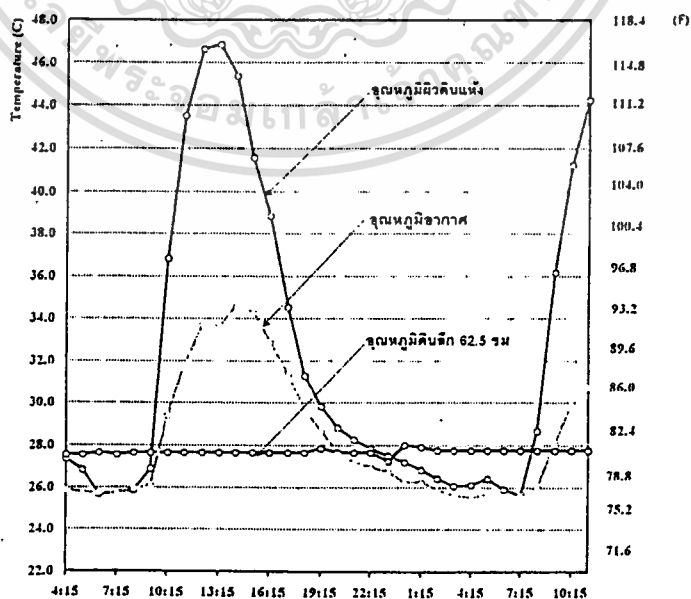
### 5.4.1 ระบบที่เหมาะสมในจังหวัดสงขลา

จากปัญหาเรื่องอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงมาก ทำให้การป้องกันแดดและการระบายอากาศ อาจไม่สามารถแก้ปัญหาสภาวะสบายได้เต็มที่ จึงพิจารณาระบบช่วยในการปรับสภาวะสบาย ซึ่งก็คือขั้นตอนที่สองของ Passive System นั้นเอง

จังหวัดสงขลามีความชื้นสูงเกือบตลอดปี ปัญหอันเกิดจากความชื้นสูง นอกจากสร้างปัญหาให้เกิดกับสภาวะสบายแล้วยังสร้างความเสียหายให้แก่อุปกรณ์อาคารด้วย การหาวิธีลดความชื้นออกจากอาคาร จึงน่าจะเป็นแนวความคิดที่แก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ส่วนปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิสูง หากสามารถลดอุณหภูมิลงก่อนที่จะพัดเข้าไปในอาคารก็น่าจะเป็นวิธีที่ดี ส่วนกรณีที่มีลมสงบและสภาพอากาศไม่อยู่ในช่วง Over Eated Period มากนักก็อาจหาวิธีช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศบ้าง เพื่อให้อากาศร้อนระบายออกจากอาคาร จากการศึกษาในบทที่ 4.1.2 ได้พิจารณาเลือกระบบช่วยในการปรับสภาวะสบาย 3 ภาพ คือ การใช้ท่อฝังใต้ดินส่งลมเย็น การใช้สารดูดความชื้นของอากาศ และการระบายอากาศทางปล่อง

### 5.4.2 การใช้ท่อใต้ดินส่งลมเย็น

เป็นการลดอุณหภูมิของลมก่อนที่จะพัดเข้าสู่ตัวอาคารโดยอาศัยประโยชน์จากคุณสมบัติของดินที่มีอุณหภูมิกว่าประมาณ 26 – 27 °C ในระดับความลึก 0.60 เมตร (สุนทร บุญญาธิการ .2537) ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในจังหวัดสงขลาตลอดปี แนวความคิดนี้หากพิจารณาอย่างรอบคอบจะทำให้อุณหภูมิจะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกรอบๆ อาคาร เปรียบเสมือนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (Air Condition) ให้กับอาคารโดยไม่ต้องสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายไปกว่าที่จำเป็นเลย

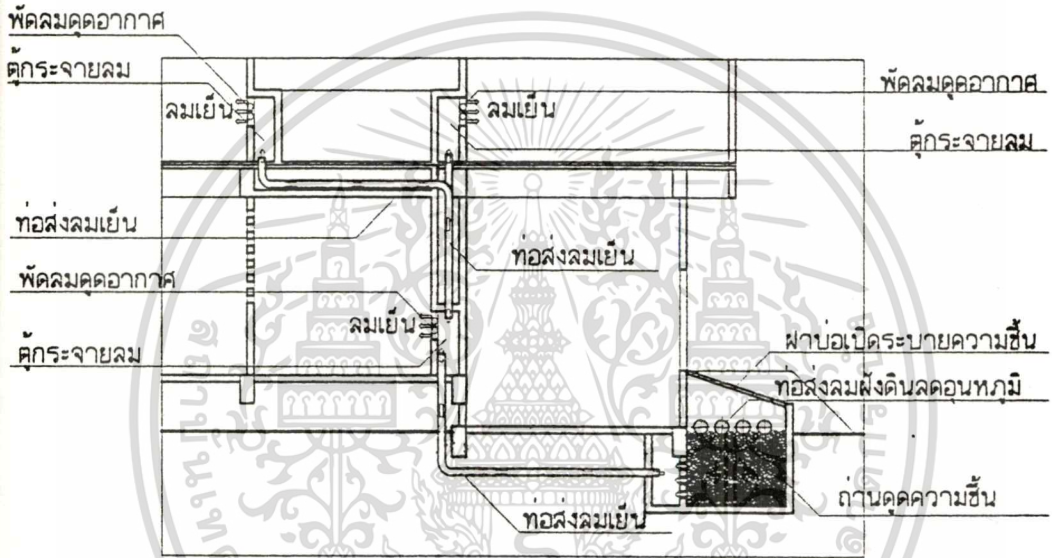


รูปที่ 5.60 แสดงอุณหภูมิดินและผิวดินแห้ง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, "เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน"

(กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542) หน้า 78

เพื่อให้มีลมพัดผ่านท่อเข้าไปในอาคารตามธรรมชาติ จึงทำการวิเคราะห์ทิศทางลมที่พัดผ่านอาคารแล้วกำหนดที่ตั้งของปลายท่อเพื่อเป็นทางให้ลมเข้า แล้วฝังท่อไว้ใต้ดิน ในระดับที่ลึกประมาณ 60-80 เซนติเมตร ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อซึ่งเป็นทางออกของลมเย็นอยู่บริเวณห้องรับแขกภายในบ้าน และส่งท่อลมเย็นขึ้นชั้นบนเพื่อส่งลมเย็นเข้าสู่ห้องนอนทั้งสองห้องด้วย อาจใช้พัดลมดูดอากาศเป็นตัวช่วยดูดลมเย็นจากภายในท่อเข้าภายในบ้าน ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ลมเย็นจากท่อได้ตลอดเวลาที่ต้องการ แม้ในช่วงเวลาที่ลมสงบก็ตาม และเพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากดินอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องปรับปรุงสภาพของดินทั้งในส่วนผิวดินและใต้ผิวดินให้เย็นที่สุด โดยการปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา และปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินให้บริเวณผิวดินที่ฝังท่อและบริเวณที่ลมพัดผ่าน



รูปที่ 5.61 แสดงตัวอย่างระบบทอส่งลมเย็น



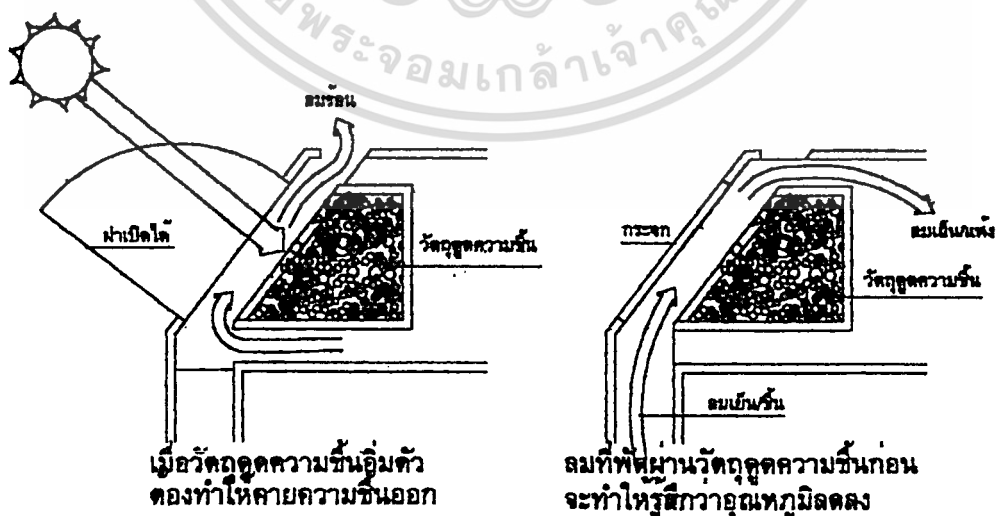
รูปที่ 5.62 แสดงตัวอย่างระบบทอส่งลมเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.4.3 การลดความชื้นของอากาศ

ในอากาศที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสูงด้วยหากทำให้ความชื้นลดลงก็จะทำให้รู้สึกสบายขึ้นในห้องที่มีความชื้นสูงร่างกายไม่สามารถถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยของเหงื่อได้ (รศ. สมสิทธิ์ นิตยะ เขียนไว้ในเอกสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับพิเศษครบรอบ 60 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .พฤษภาคม 2536) ว่า การทำความเย็นโดยวิธีการลดความชื้นเป็นวิธีการอันมีค่าที่ได้สืบทอดกันมานาน เกือบลดความชื้นเป็นการทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ สิ่งที่เป็นข้อเสียเปรียบก็คือ ต้องทิ้งเมื่อเกลืออิ่มตัว การปรับสภาพเย็นในตัวเองในเขตความชื้นสูงยังมีปัญหาสำหรับเทคโนโลยีในปัจจุบัน การทำความเย็นโดยการลดความชื้นเป็นจุดสนใจมากที่สุดของนักวิจัย และการทดลองออกแบบ วิธีการใหม่เป็นวิธีการลูกผสม Hybrid System โดยการใช้จานเกลือ 2 ชุด ชุดแรกอยู่ภายในอาคาร เพื่อลดความชื้นของอากาศภายในอาคาร ในขณะที่อีกชุดหนึ่งเป็นชุดเกลืออิ่มตัวตากแดดอยู่ภายนอกให้คายความชื้นเพื่อนำกลับมาใช้อีก อีกระบบหนึ่งเป็นระบบผสมของการทำความเย็นโดยวิธีการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ และนำอากาศเข้าผ่านถ่านเร่งการดูดความชื้น (Activated Charcoal Desiccant) และทำความเย็นให้กับภายในอาคารด้วยอากาศที่แห้ง ในขณะที่อากาศร้อนอยู่ตามแนวสูงของผนังด้านทิศใต้ก็จะผ่านไปบนแผ่น ดูดความชื้นที่อิ่มตัวแล้วไล่ความชื้นออกจากแผ่นไป

สำหรับการวิจัยนี้ได้นำแนวความคิดในการลดความชื้นนี้ผสมเข้ากับการลดอุณหภูมิของลมที่จะพัดเข้าภายในอาคาร คือ ให้อากาศที่ถ่ายเทความร้อนให้กับดินแล้วพัดผ่านบ่อที่บรรจุสารดูดความชื้นก่อนที่จะพัดเข้าภายในบ้าน ทำให้ลมเย็นที่พัดผ่านปลายท่อเข้าภายในบ้านมีความชื้นที่ต่ำลงด้วย สำหรับบ่อที่บรรจุสารดูดความชื้นออกแบบให้อยู่ภายนอกอาคารด้านทิศตะวันตกเพื่อให้สามารถเปิดฝาบ่อให้มีการคายความชื้นออกเมื่อสารดูดความชื้นอิ่มตัว ส่วนสารดูดความชื้นอาจใช้เกลือ หรือถ่านจากใยเปลือกมะพร้าวซึ่งได้ผลดี



รูปที่ 5.63 แสดงตัวอย่างระบบดูดความชื้น

ที่มา: ปรีชญา รังสิรักษ์, พลังลมแสงอาทิตย์กับอาคาร.(กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์  
ไม่ว่ากรรมใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4.4 การระบายอากาศทางปล่อง

ลมเกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศจากที่ๆ มีความกดอากาศสูงไปยังที่มีความกดอากาศต่ำ และจากที่ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าหากสามารถสร้างให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศหรืออุณหภูมิได้พอที่จะทำให้เกิดกระแสลมอ่อนขึ้นในอาคารได้ สำหรับการระบายอากาศทางปล่องเป็นการเหนี่ยวนำให้เกิดการระบายอากาศโดยความแตกต่างของอุณหภูมิอาศัยประโยชน์จากแสงแดดและวัสดุที่คุณสมบัติด้านดูดและเก็บความร้อนได้ดีเป็นตัวสร้างบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เหมือนหลังคา ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบริเวณพื้นบ้าน ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า เนื่องจากมีความเย็นจากพื้นที่วางบนดิน และการได้รับการป้องกันแสงแดด อากาศจึงเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นไปด้านบนผ่านช่องทางปล่องเหนือหลังคา

การทำปล่องเพื่อให้อากาศระบายออกทางหลังคายังอาศัยคุณสมบัติของอากาศเรื่องน้ำหนักคืออากาศร้อนกว่าจะเบากว่าอากาศที่เย็นกว่า จึงลอยตัวสูงขึ้นระบายออกทางปล่องทางหลังคาได้อีกทางหนึ่งด้วย ทำให้พื้นที่ภายในถึงเอาอากาศเย็นกว่าเข้ามาแทนที่



## บทที่ 6

### การนำเสนอรูปแบบอาคารตัวอย่าง

#### 6.1 ที่ตั้งโครงการ

##### 6.1.1 การเลือกที่ตั้งโครงการ

เนื่องจากเป็นโครงการตัวอย่าง การเลือกที่ตั้งโครงการจึงพิจารณาในหลายๆ เห็นว่ามีแนวโน้มการขยายตัวสูงในอนาคต เพื่อจะได้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งได้เลือกบริเวณภายในหมู่บ้านเปรมสุข ถนนกาญจนวนิชย์ (ทางหลวงหมายเลข 407) ต.บางदान อ.เมือง จ.สงขลา เป็นที่ตั้งโครงการตัวอย่าง เพราะ

1. มีแนวโน้มการขยายตัวสูง เนื่องจากอยู่บนเส้นทางสงขลา – หาดใหญ่ และสงขลา – เกาะยอ
2. สภาพที่ตั้ง เอื้ออำนวยต่อการปรับปรุงสภาพอากาศบริเวณรอบๆ อาคาร
3. เป็นย่านชุมชนหนาแน่นน้อยที่กำลังเจริญเติบโต เนื่องจากภายในเขตตัวเมืองไม่สามารถขยายตัวได้มากแล้ว
4. ราคาที่ดินยังไม่สูงมากนัก

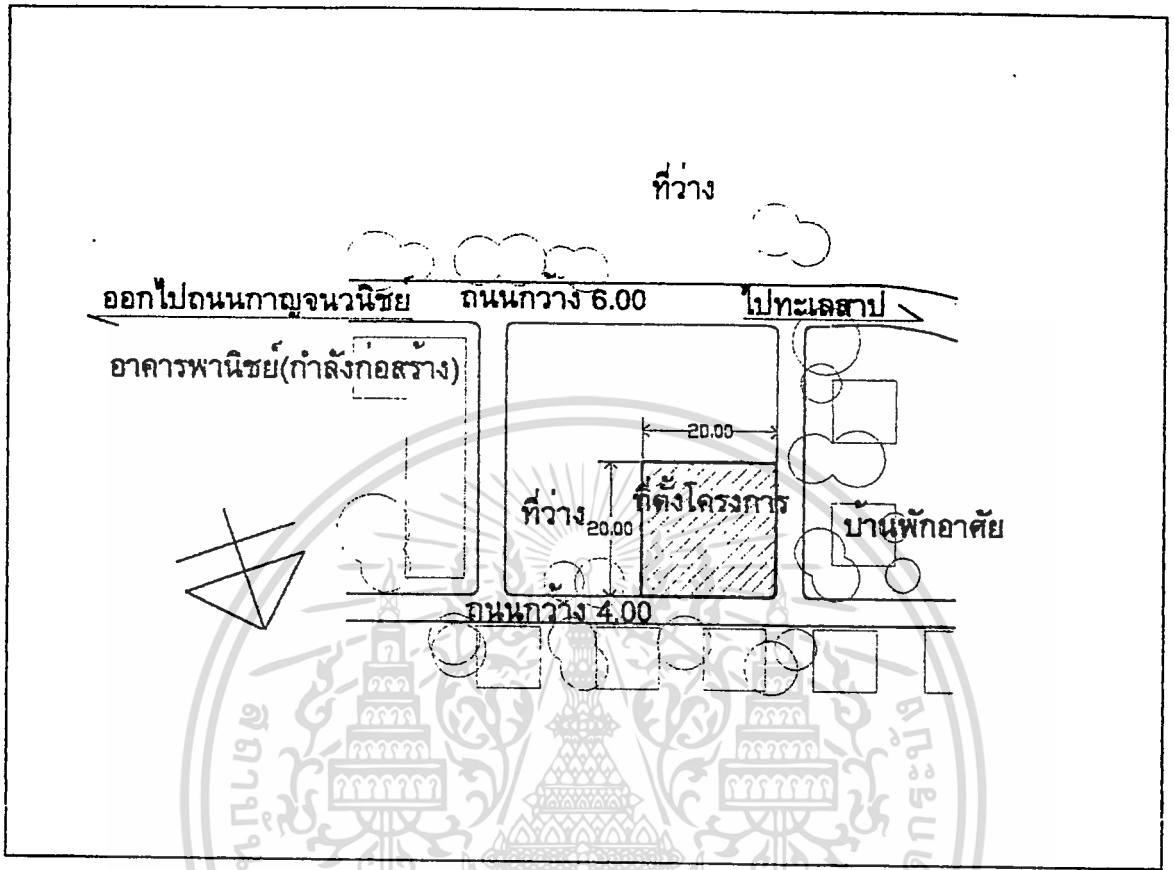
##### 6.1.2 สภาพที่ตั้งโครงการ

โดยทั่วไป เป็นย่านชุมชนหนาแน่นน้อย อยู่ในบริเวณส่วนที่ 2 (บทที่ 5.1.1) ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มริมทะเลสาบสงขลา สภาพพื้นที่ค่อนข้างโล่ง โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	จด	บ้านพักอาศัย
ทิศใต้	จด	ที่ว่าง
ทิศตะวันออก	จด	อาคารพาณิชย์ (กำลังก่อสร้าง)
ทิศตะวันตก	จด	บ้านพักอาศัย



เอกสารรูปที่ 6.1 แสดงที่ตั้งโครงการตัวอย่างงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

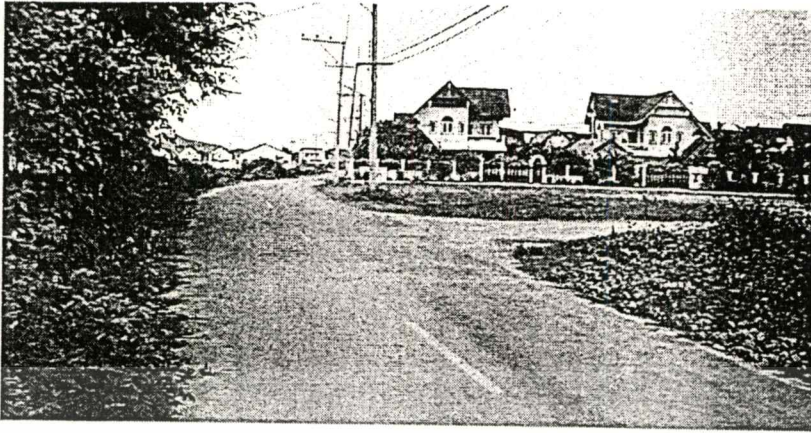


รูปที่ 6.2 แสดงสภาพที่ตั้งโครงการ



รูปที่ 6.3 ภาพถ่ายทางเข้าสู่โครงการ (ถนนทางหลวงชนบท)

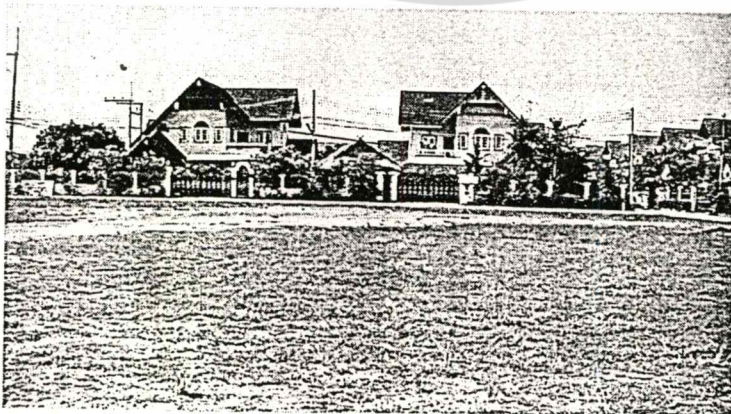
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของหน่วยงานราชการ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



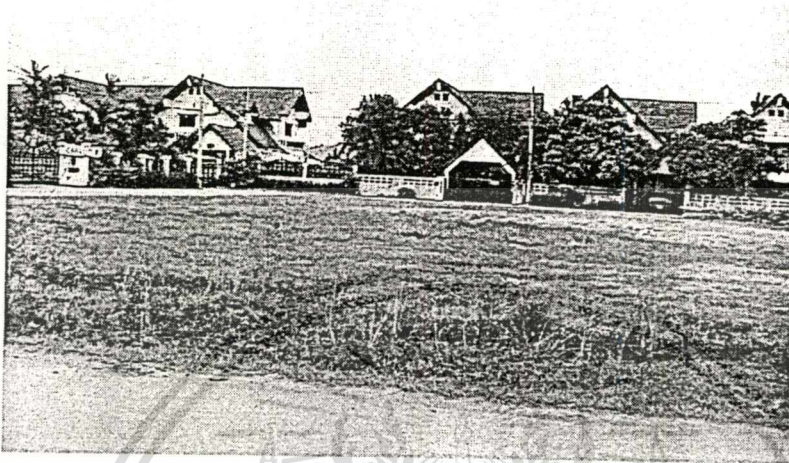
รูปที่ 6.4 ภาพถ่ายทางเข้าโครงการ



รูปที่ 6.5 ภาพถ่ายถนนหน้าโครงการ



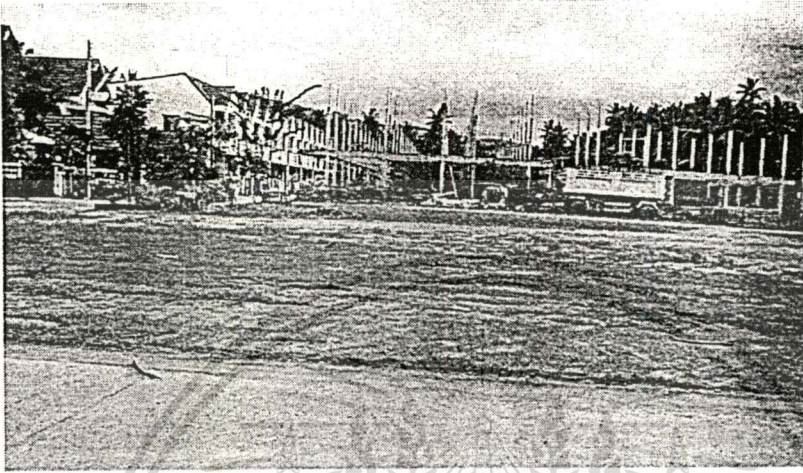
รูปที่ 6.6 ภาพถ่ายภายในโครงการ  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศเหนือ



รูปที่ 6.8 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศใต้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศตะวันออก

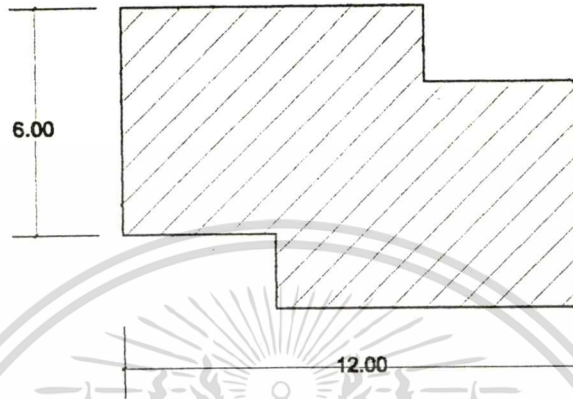


รูปที่ 6.10 ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมทิศตะวันตก  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 การกำหนดรูปร่างและการวางทิศทางอาคาร

### 6.2.1 รูปร่างอาคาร

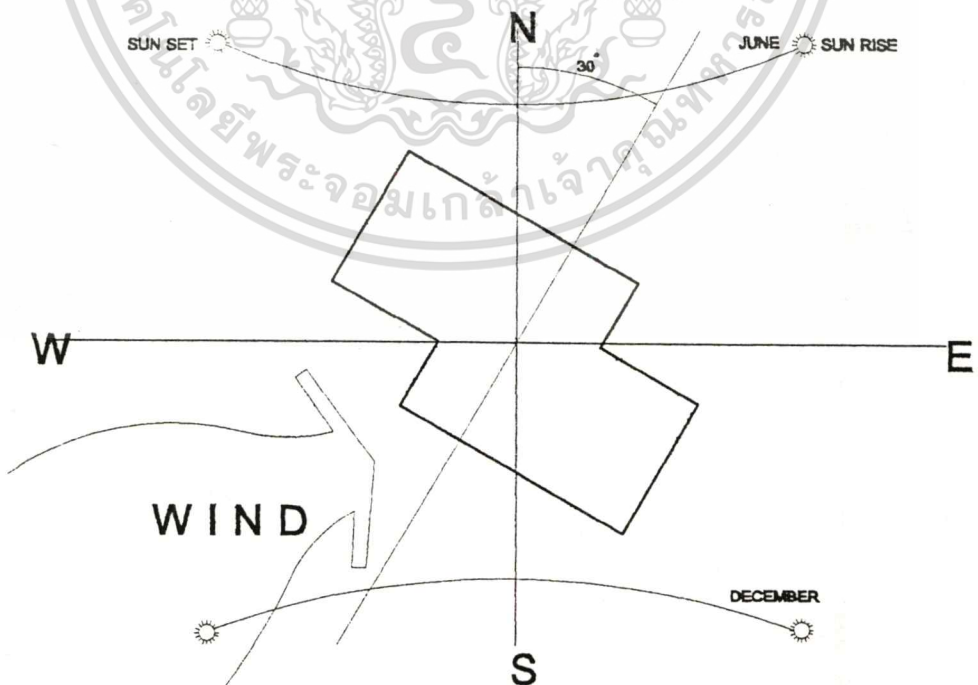
จากการวิเคราะห์ (บทที่ 5.2.2) ควรกำหนดให้รูปร่างอาคารเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีสัดส่วน 1:1.7 ถึง 1:3 ซึ่งได้เลือกใช้ ขนาดประมาณ 1:2



รูปที่ 6.11 แสดง FORM อาคาร

### 6.2.2 การวางทิศทางอาคาร

ผลจากการวิเคราะห์การวางทิศทางอาคารเพื่อให้ได้รับลมมากที่สุดและลดพื้นที่โดนแดดให้มากที่สุด (บทที่ 5.2.1) ให้วางอาคารหันหน้าไปทางทิศตะวันออกของทิศเหนือประมาณ  $30^{\circ}$



รูปที่ 6.12 แสดงการวางอาคาร (Orientation)

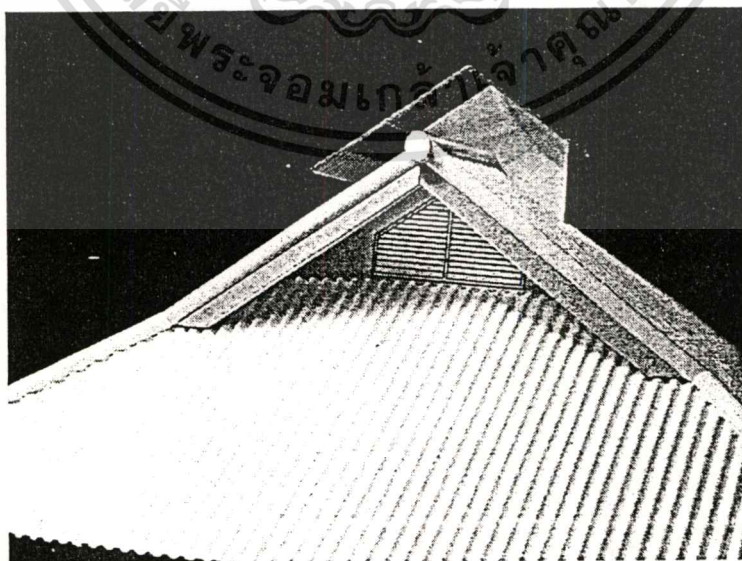
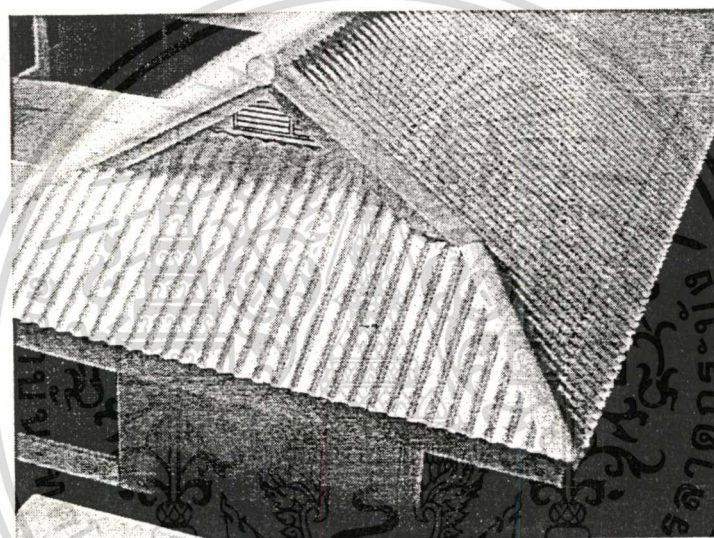
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3 การเลือกรอบอาคาร

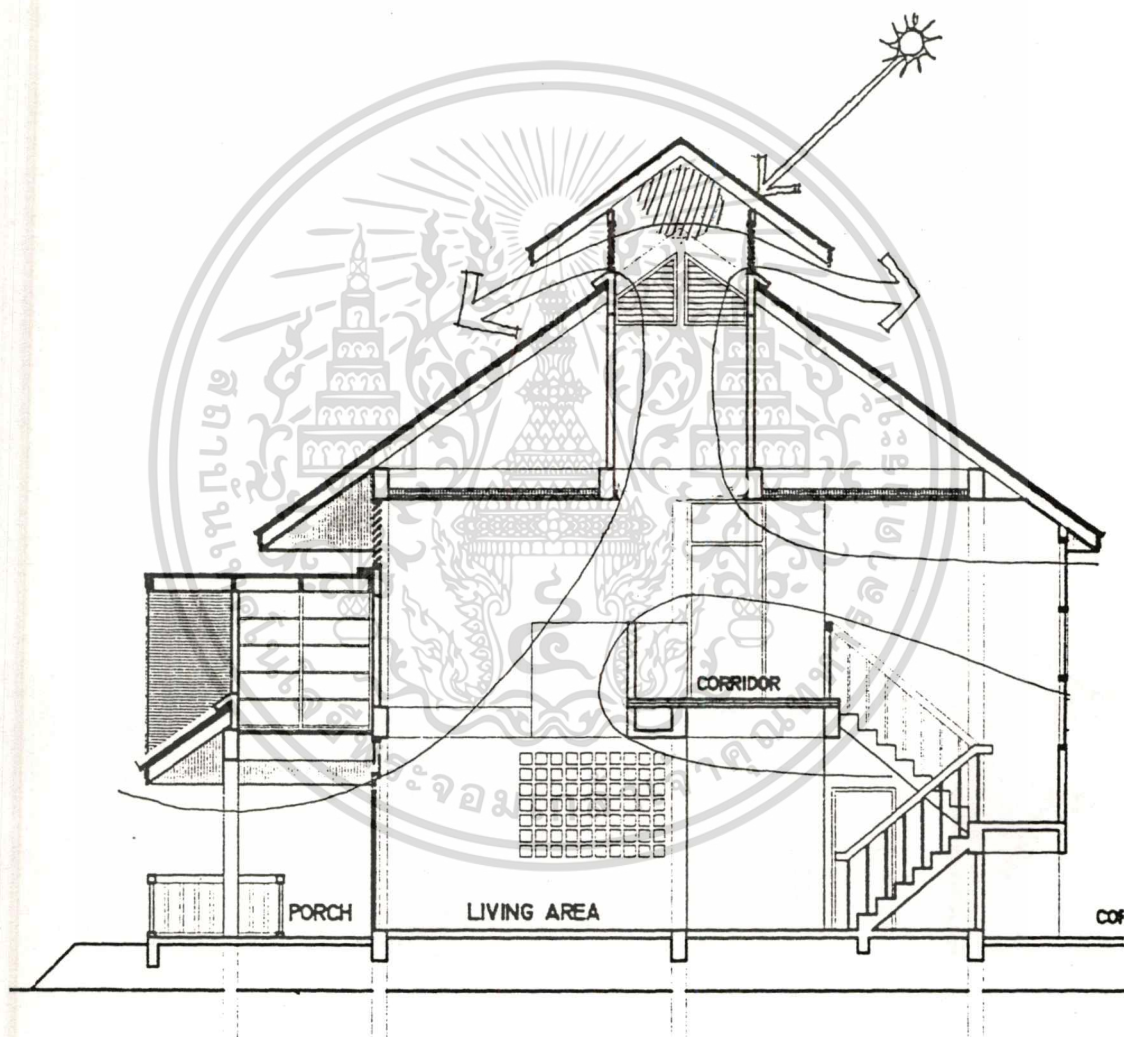
#### 6.3.1 หลังคา (Roof)

รูปแบบหลังเลือกใช้หลังคาแบบปั้นหยายกั่ว (Gable Hip) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ (บทที่ 5.3.1) หลังคาทรงปั้นหยายกั่วสามารถป้องกันแดดฝนได้ โดยรอบและยื่นได้ต่ำตามต้องการ โดยมีความลาดเอียง  $35^{\circ}$  ชายคายื่น 1.60 เมตร (บทที่ 5.3.4) มีปริมาตรใต้หลังคามากพอที่จะช่วยกันความร้อนรวมทั้งเอื้อต่อการระบายอากาศร้อนใต้หลังคาได้ดี อีกทั้งรูปแบบหลังคาทรงปั้นหยายกั่ว ยังเป็นรูปแบบหลังคาที่นิยมใช้ในเรือนห้องถิ่นในภาคใต้ โดยเฉพาะเรือนไทยมุสลิม นิยมใช้หลังคาทรงปั้นหยายกั่วที่เรียกว่า “ทรงบลานอ” จนเป็นเอกลักษณ์ของเรือนไทยมุสลิม อย่างหนึ่งอีกด้วย



**รูปที่ 6.13** แสดงลักษณะหลังคาที่เลือกใช้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของหลังคาเลือกใช้ระบบระบายอากาศทางปล่อง (Stack Effect) มาช่วยเสริม ช่วยให้กรณีที่สภาพอากาศนิ่งเคลื่อนที่ได้โดยใช้แผ่นโลหะทาสีดำด้านติดตั้งบนยอดหลังคาเพื่อให้แผ่นโลหะดูดเก็บความร้อนไว้ทำให้อุณหภูมิใต้แผ่นโลหะซึ่งเจาะเป็นปล่องไว้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายในบ้าน อากาศซึ่งปกติจะเคลื่อนที่จากที่ๆ มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปยังที่มีอุณหภูมิสูงกว่าก็จะสามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศจากภายในบ้านออกทางปล่องในช่องหลังคา

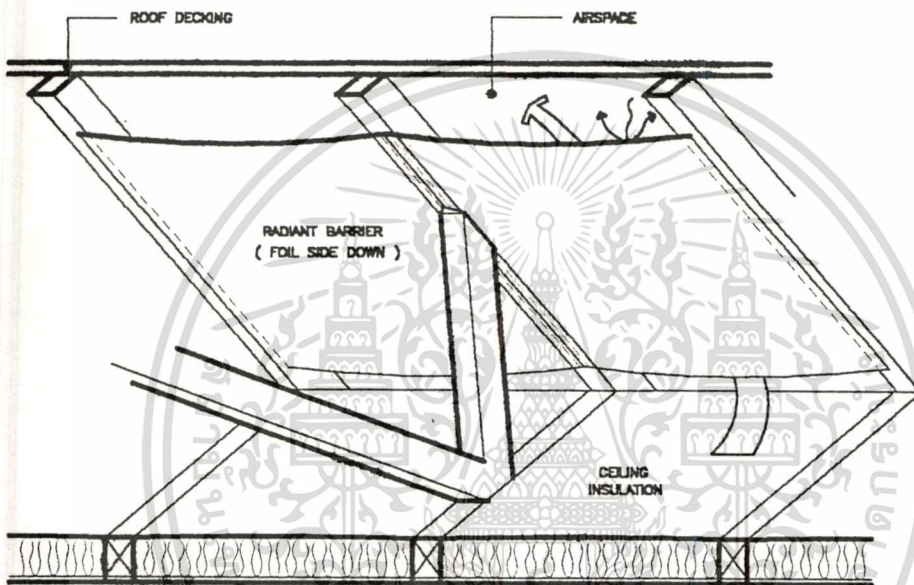


รูปที่ 6.14 แสดงการระบายอากาศทางปล่องหลังคา

นอกจากนี้ระบบนี้ยังช่วยให้การระบายอากาศ มีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากอากาศร้อนจะมีน้ำหนักเบากว่า จึงลอยตัวขึ้นด้านบน ก็จะสามารถระบายออกทางปล่องในหลังคานี้ได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลือกวัสดุผนัง ได้พิจารณากระเบื้องใยหินที่มีสีอ่อน เพื่อไม่ให้เกิดการดูดซับรังสีความร้อนมาก รวมทั้งติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์ใต้หลังคาและฉนวนกันความร้อน (ใยแก้ว) ใบบนฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ดและรอบๆ ปล่องใต้หลังคาเพื่อช่วยป้องกันรังสีความร้อน บริเวณหน้าจั่วทุกด้านติดตั้งช่องเกล็ดและฝ้าชายคาใช้ไม้ระแนงตีเว้นช่องห่างเล็กน้อย เพื่อระบายอากาศใต้หลังคา



รูปที่ 6.15 แสดงการป้องกันความร้อนจากหลังคา

สรุปรูปแบบของหลังคาอาคารตัวอย่าง

1. ใช้หลังคาปั้นหยายกจั่ว (Gable Hip)
2. วัสดุผนังกระเบื้องซีเมนต์สีอ่อน
3. ติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์ใต้กระเบื้อง
4. ติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดานยิปซัม
5. ฝ้าชายคาไม้ระแนงตีเว้นช่องระบายอากาศใต้หลังคา
6. เจาะช่องระบายอากาศที่หน้าจั่วทั้ง 2 ด้าน
7. เสริมการระบายอากาศด้วยระบบระบายอากาศทางปล่อง (Stack Effect)

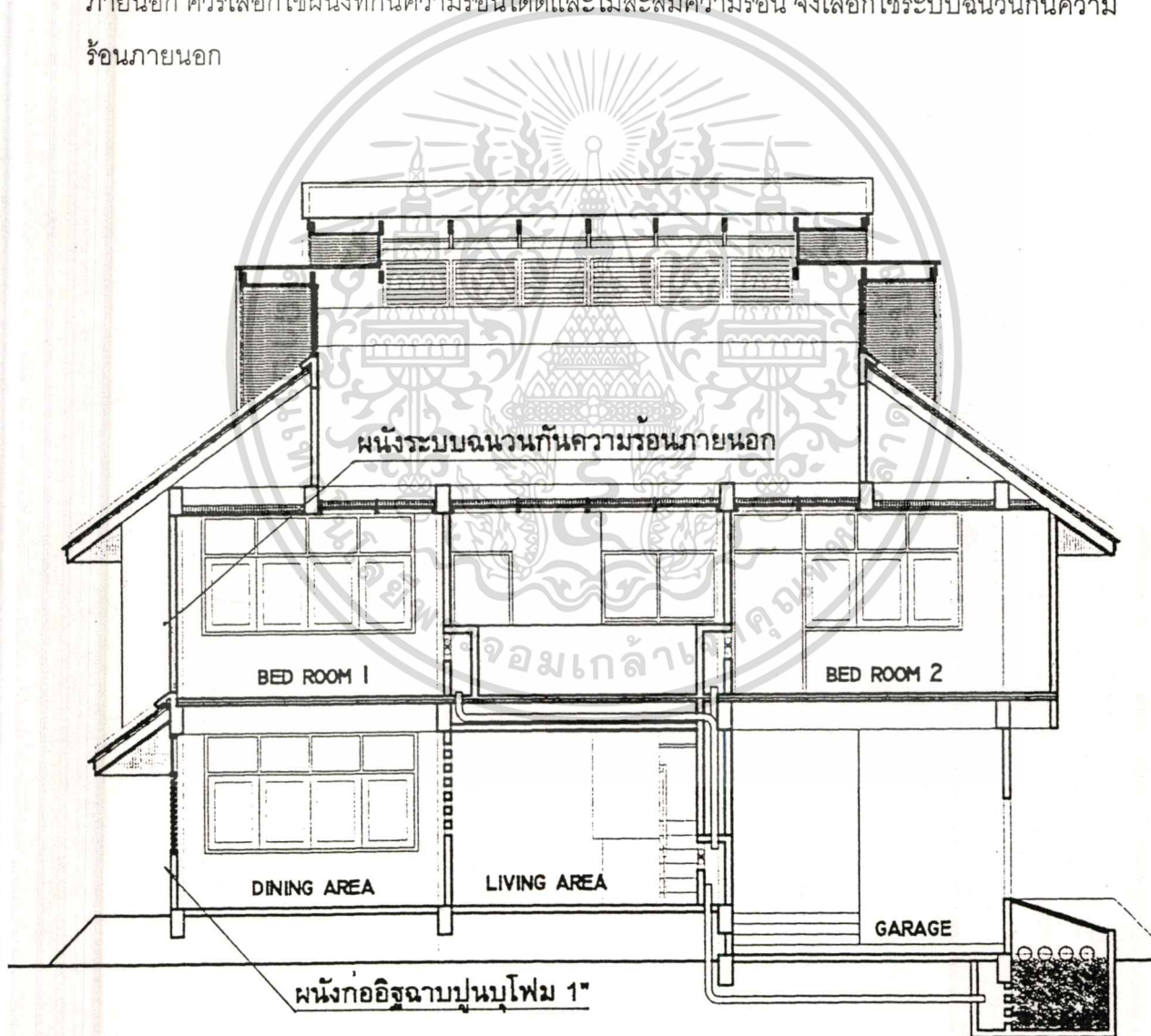
ความลาดเอียง  $35^{\circ}$  ชายคายื่น 1.60 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3.2 ผนัง ( Wall )

ชั้นล่างเป็นพื้นที่ที่ทำงานในช่วงกลางวันเป็นส่วนใหญ่ เลือกใช้ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ เป็นผนังที่นิยมและหาได้ง่ายในท้องถิ่น แต่ปรับปรุงให้สามารถต้านทานความร้อนได้ดี จากศึกษา ( บทที่ 5.3.2 ) ผนังอิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว หากบุโฟมหนา 1 นิ้ว เป็นฉนวนกันความร้อน สามารถลด อัตราความร้อนเข้าสู่อาคารได้ถึง 75 % และหากมีการพิจารณาออกแบบป้องกันแดดให้แก่อาคาร ด้วยแล้ว ก็จะทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้น้อยลง

ผนังชั้นบน ซึ่งเป็นห้องนอน มักจะประสบกับปัญหาความร้อนที่เก็บสะสมอยู่ช่วงตอน กลางวัน เริ่มถ่ายเทเข้ามาในห้องตอนกลางคืน ทำให้อุณหภูมิภายในห้องนอนมักจะสูงกว่าอากาศ ภายนอก ควรเลือกใช้ผนังที่กันความร้อนได้ดีและไม่สะสมความร้อน จึงเลือกใช้ระบบฉนวนกันความร้อน ภายนอก

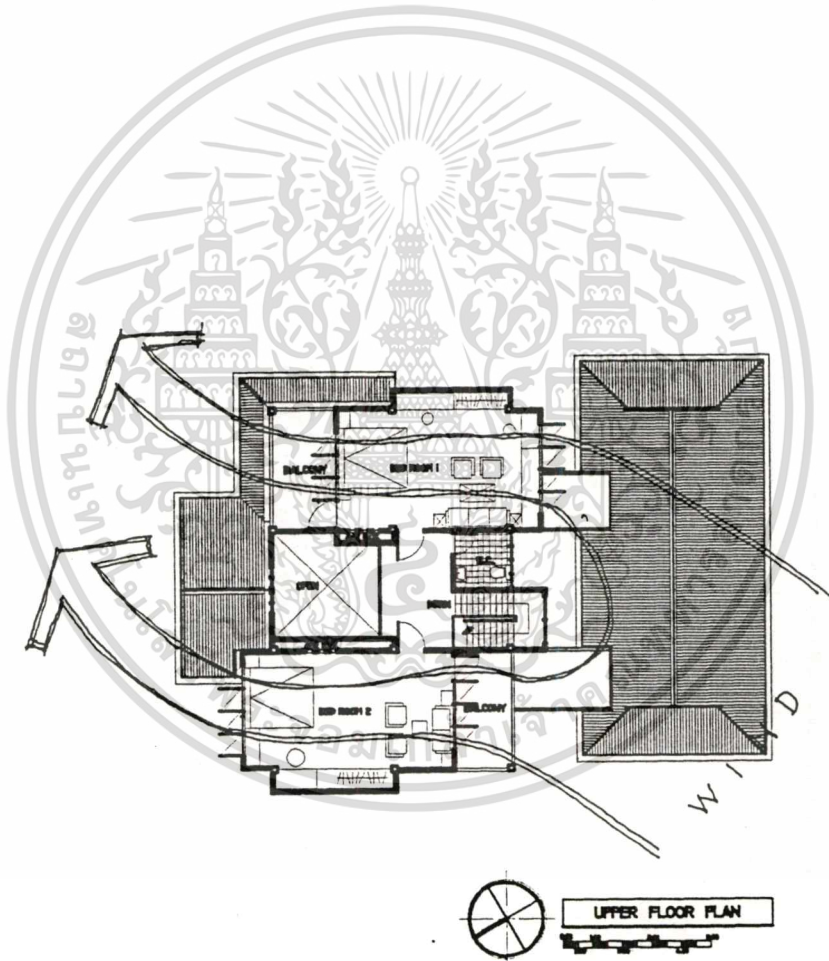


รูปที่ 6.16 แสดงรูปตัดอาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

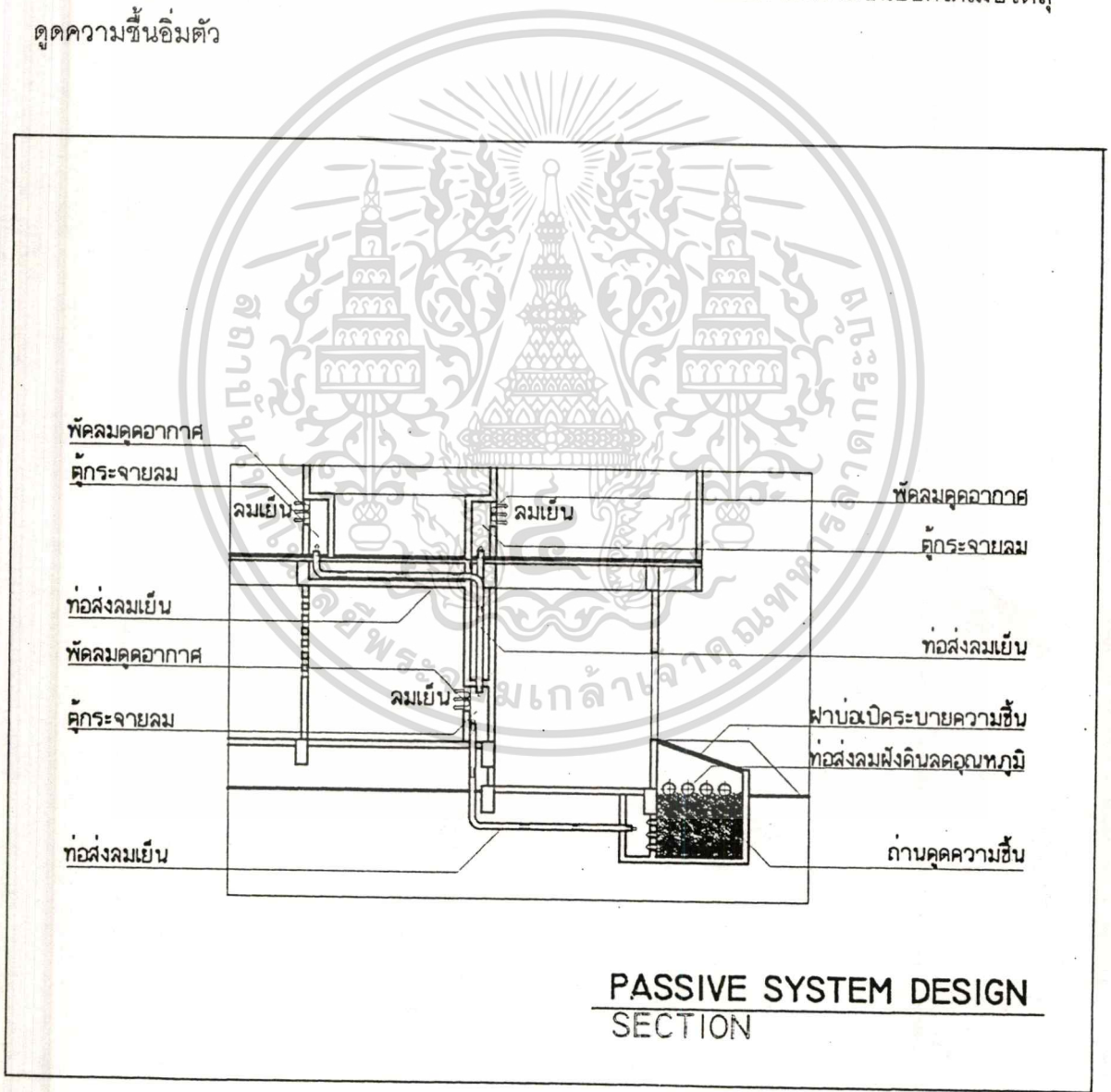
### 6.3.3 ช่องเปิดและการป้องกันแดด

เมื่อพิจารณาทิศทางลมประกอบกับทิศทางการวางอาคาร (บทที่ 5.2.1) แล้ว ควรพิจารณาเปิดผนังทางด้านทิศใต้และเหนือให้มาก ไม่ควรเปิดผนังทางทิศตะวันตก ลมที่พัดมาจากทางทิศตะวันตกถึงตะวันตกเฉียงใต้ราวเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม จะพัดเข้าอาคารทางช่องเปิดหรือหน้าต่างทางด้านทิศใต้ และออกทางช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ เพราะลักษณะทิศทางลมกับทิศทางการวางอาคาร ทำให้เกิดความกดอากาศสูง บริเวณผนัง ทิศใต้ และบริเวณความกดอากาศต่ำทางด้านทิศเหนือ ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบพัดผ่านตลอด (Cross Ventilation) แม้ในช่วงราวเดือนตุลาคมถึงเมษายน ซึ่งส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทิศตะวันออก ก็จะเปลี่ยนบริเวณความกดอากาศสูงมาเป็นผนังทิศเหนือ และความกดอากาศต่ำบริเวณผนังทิศใต้

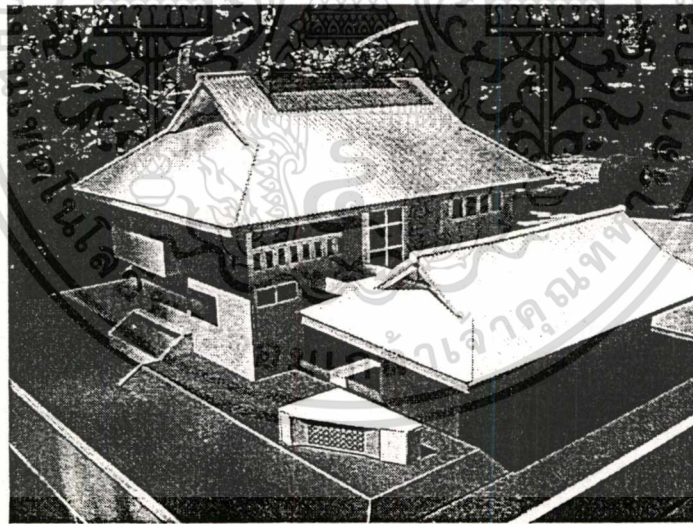
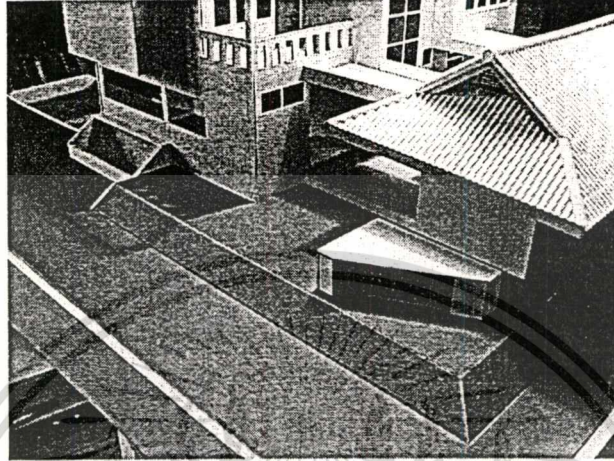


รูปที่ 6.17 แสดงแนวทิศทางลมที่พัดผ่านอาคารแบบ Cross Ventilation  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเปิดช่องเพื่อรับลมและการระบายอากาศนี้ ได้ใช้ระบบท่อส่งลมเย็นฝังใต้ดินมาช่วยเสริมให้กระแสลมที่พัดเข้าในอาคารมีคุณภาพด้านสร้างสภาวะสบายมากขึ้น โดยให้ช่องทางเข้าของลมหันไปรับลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นแนวที่กระแสลมพัดมาในเวลาที่สภาวะสบายอยู่ในช่วงที่เกิดขีดสภาวะสบาย(Overheat Period) มากที่สุด แล้วใช้พัดลมดูดอากาศช่วยเพิ่มอัตราแรงลมที่ปลายท่อลมเข้าภายในบ้าน และสามารถใช้ประโยชน์จากท่อส่งลมเย็นนี้ตลอดเวลาที่ต้องการ แม้เวลาที่อยู่ในสภาวะลมสงบหรือช่วงเวลาที่ลมพัดมาจากทางทิศอื่น นอกจากนั้นแล้วได้เลือกใช้บ่อดูดความชื้นออกจากท่อส่งลมเย็น ก่อนที่จะผ่านเข้าไปภายในอาคาร โดยกำหนดที่ตั้งของบ่อใส่วัสดุดูดความชื้นนี้ไว้ทางทิศตะวันตกและให้สามารถเปิดฝาเพื่อคายความชื้นออกได้เมื่อวัสดุดูดความชื้นอิ่มตัว

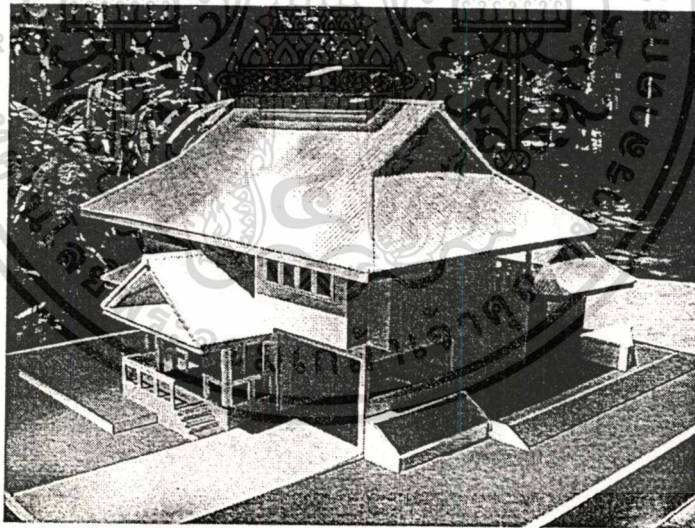
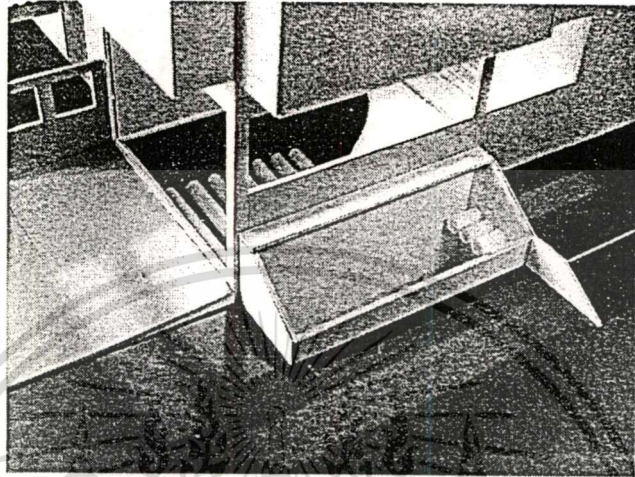


รูปที่ 6.18 แสดงระบบท่อส่งลมเย็นและบ่อดูดความชื้นเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



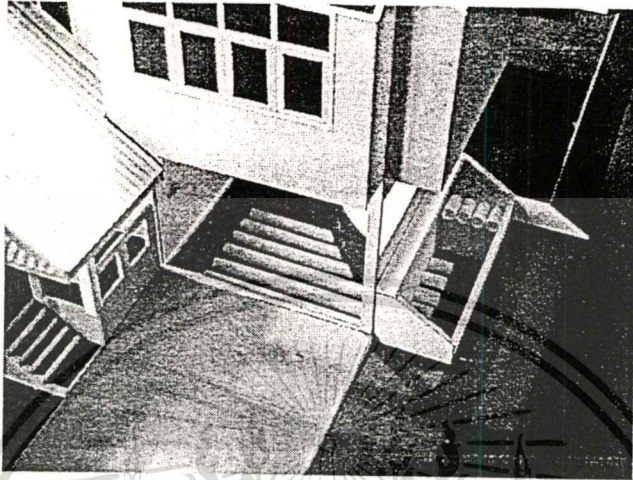
รูปที่ 6.19 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงทางลมเข้าที่อสงสมเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

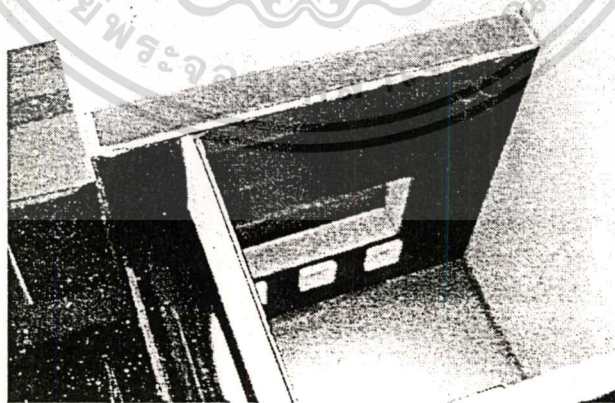


รูปที่ 6.20 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงบ่อดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

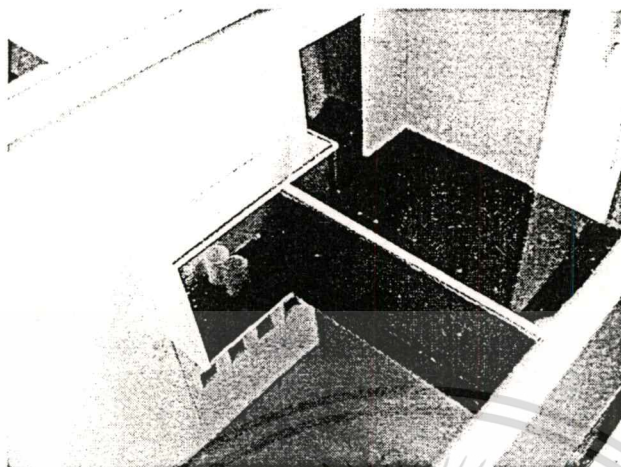


รูปที่ 6.21 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงท่อส่งลมฝั่งใต้พื้นโรงรถหลังจากผ่านการดูความชื้นแล้ว

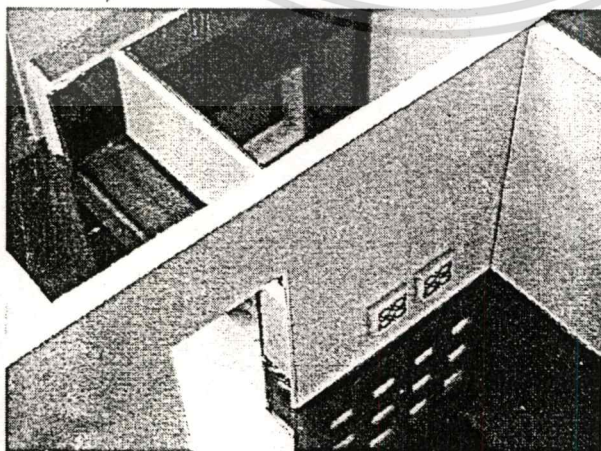


รูปที่ 6.22 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศที่ปลายท่อส่งลมเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรรมใดจกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



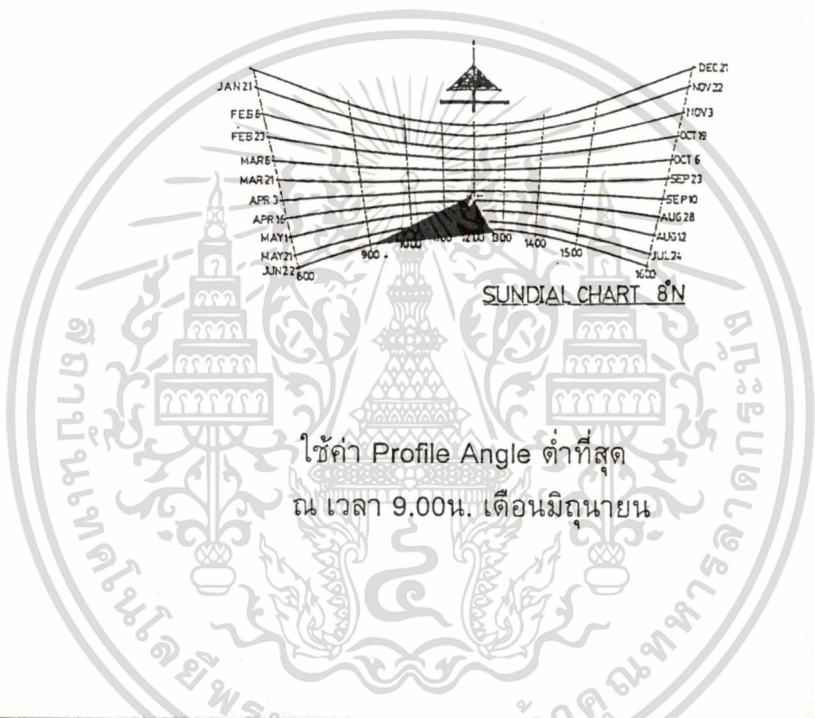
รูปที่ 6.23 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงห้องส่งลมเย็นชั้นบน



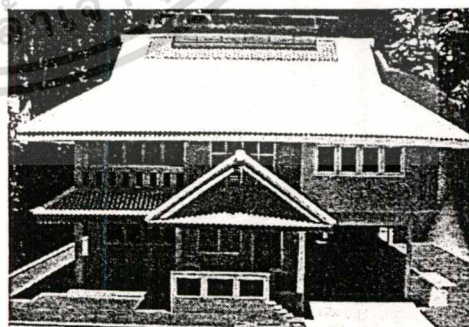
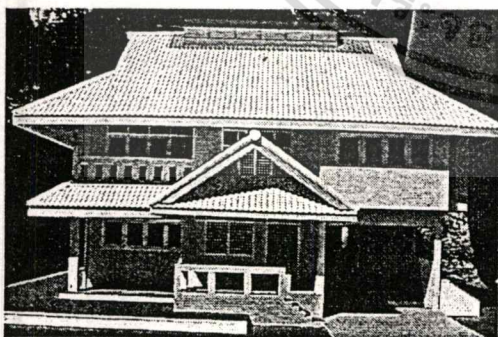
เอกสารรูปที่ 6.24 รูปถ่ายหุ่นจำลองแสดงตำแหน่งพัดลมดูดอากาศที่ปล่อยท่อส่งลมเย็นในห้องนอนบ้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การป้องกันแดดให้อาคาร

ออกแบบการป้องกันแดดให้แก่อาคารโดยใช้วิธีใช้แผนภาพตารางโคจรของดวงอาทิตย์จากผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาการกันแดดจากบทที่ 5.3.4 และค่ามุมโปรไฟล์และมุมอะซิมุทจากตารางที่ 5.8- 5.11 ซึ่งพิจารณาค่ามุมดวงอาทิตย์ช่วงอ้อมเหนือในเดือนมิถุนายน, อ้อมใต้ในเดือนธันวาคม และตุลาคม, Equinox ในเดือนมีนาคมและกันยายน และ ช่วงที่มีปัญหาสภาวะสบายมากที่สุด ในเดือนเมษายน จากนั้นสร้างหุ่นจำลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการกันแดด



ใช้ค่า Profile Angle ต่ำที่สุด ณ เวลา 9.00น. เดือนมิถุนายน

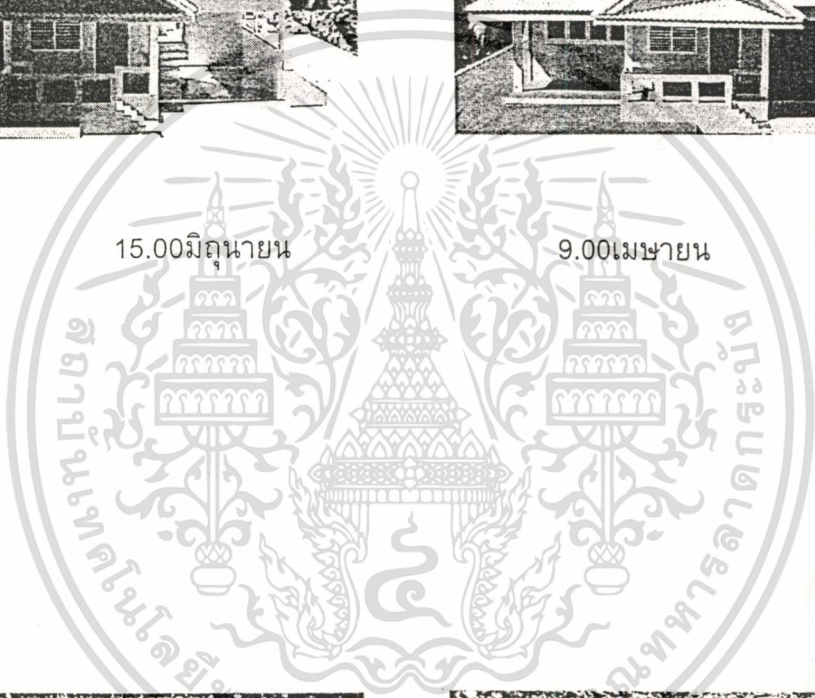
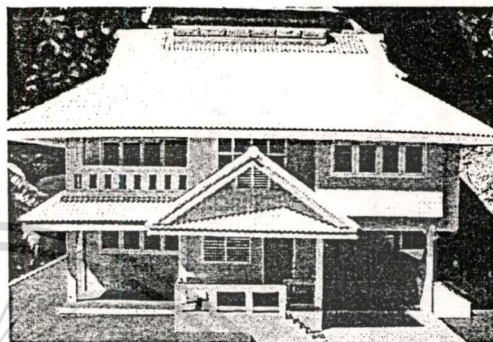
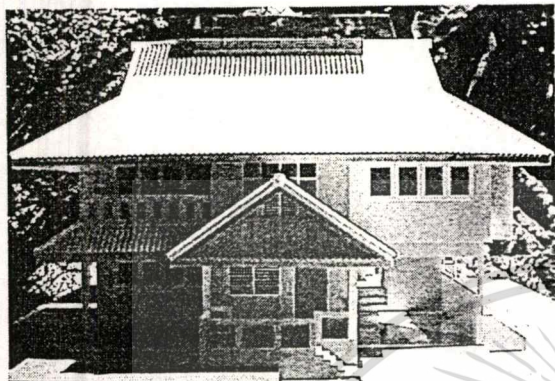


9.00น. มิถุนายน

12.00น มิถุนายน

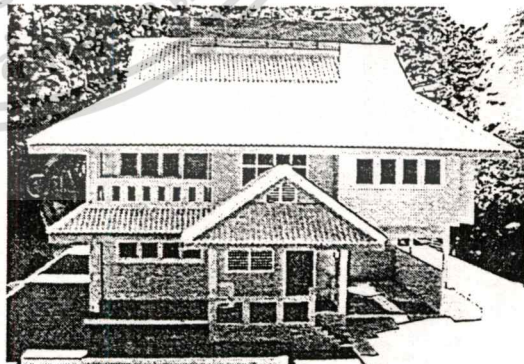
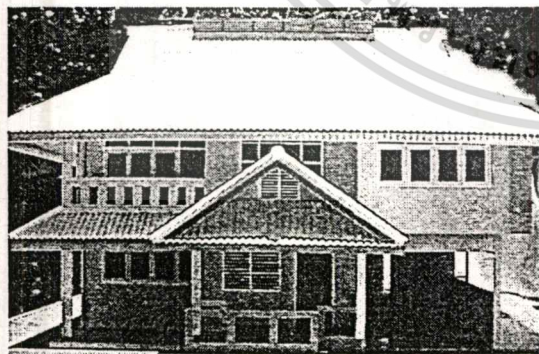
รูปที่ 6.25 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



15.00 มิถุนายน

9.00 เมษายน

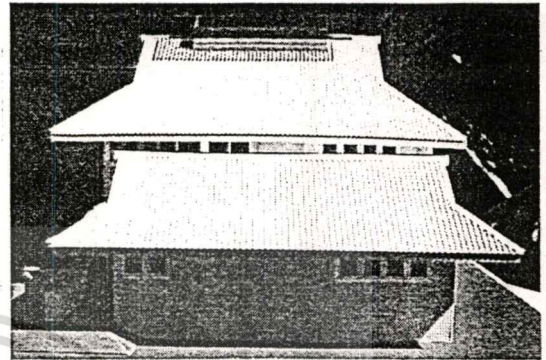
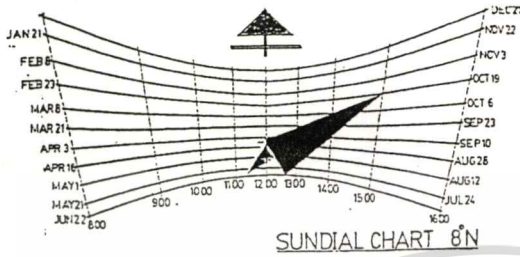


12.00 เมษายน

15.00 เมษายน

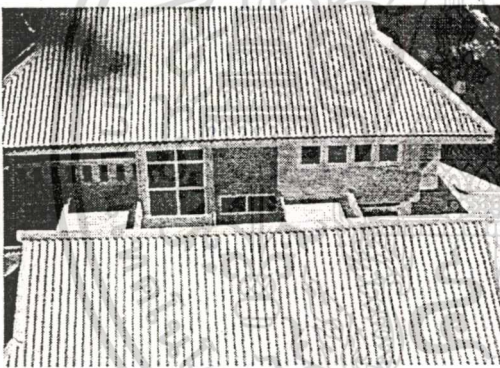
รูปที่ 6.25(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรรมใดจกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

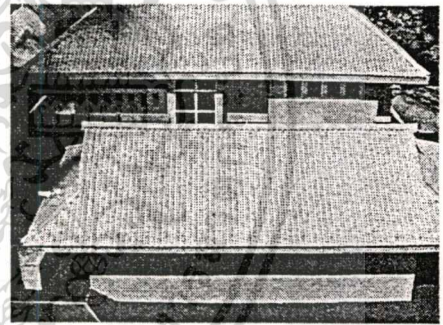


ใช้ค่า Profile Angle ต่ำที่สุด  
ณ เวลา 15.00น. เดือนกุมภาพันธ์

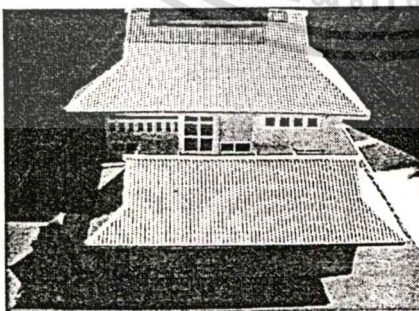
10.00 ธันวาคม



12.00 ธันวาคม



14.00 ธันวาคม



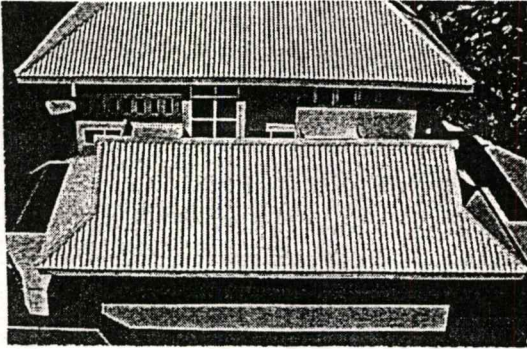
9.00 กุมภาพันธ์



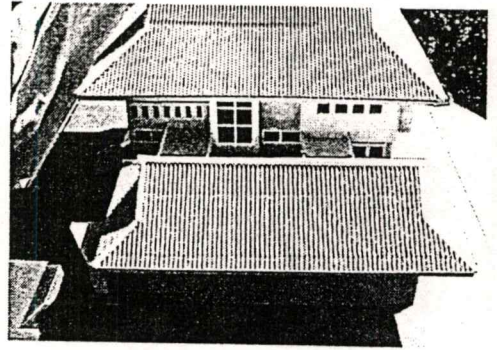
12.00 กุมภาพันธ์

รูปที่ 6.26 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศใต้

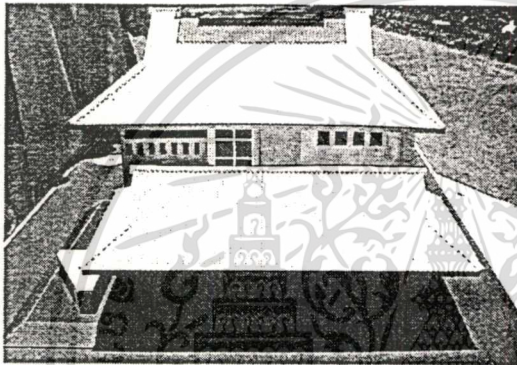
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



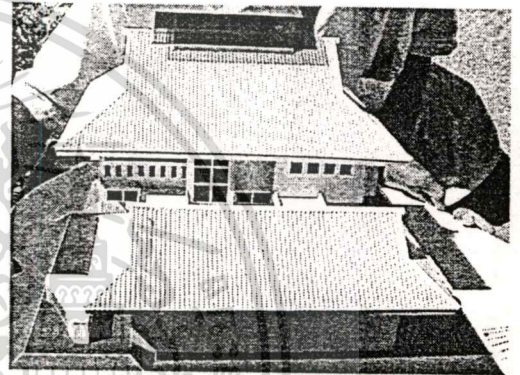
15.00 กุมภาพันธ์



9.00 เมษายน

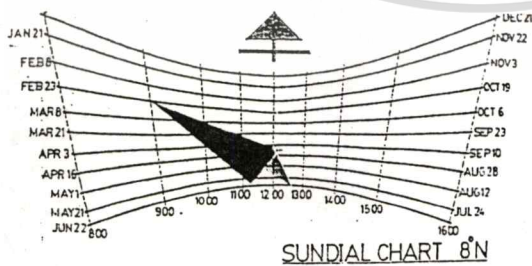


12.00 เมษายน

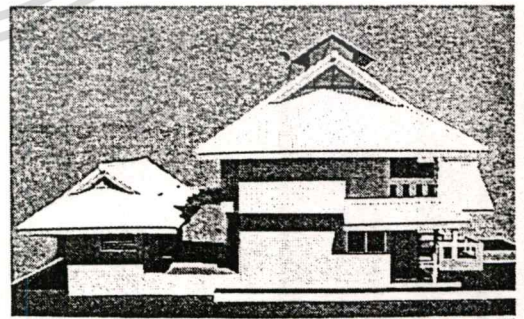


15.00 เมษายน

รูปที่ 6.26(ต่อ) แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศใต้

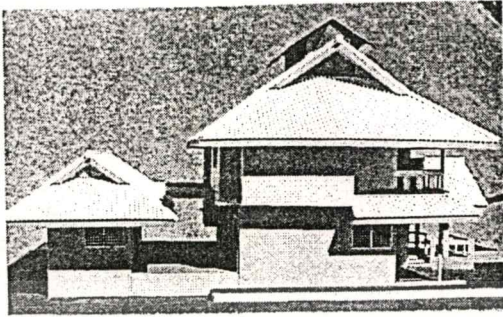


ใช้ค่า Profile Angle ต่ำที่สุด ณ เวลา 9.00น. เดือนกุมภาพันธ์

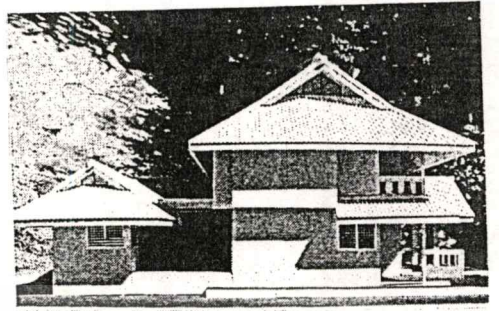


9.00 มีนาคม

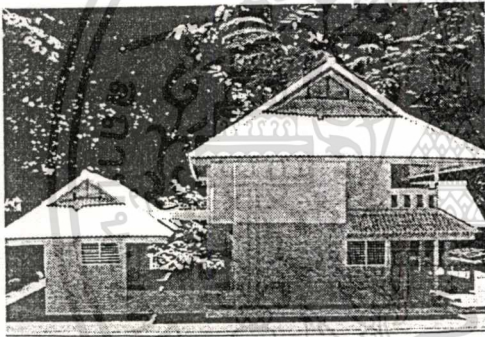
เอกสารนี้เป็น รูปที่ 6.27 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



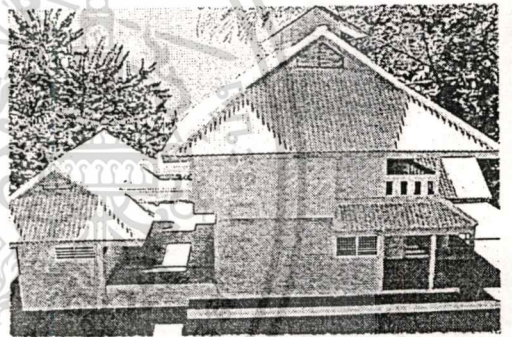
9.00 เมษายน



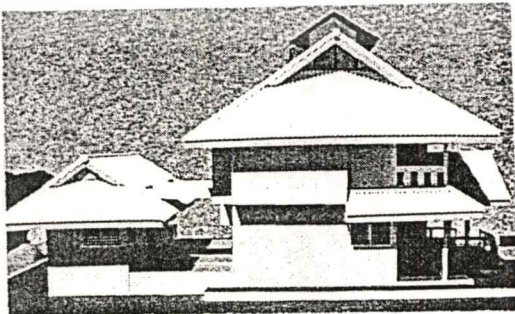
9.00 มิถุนายน



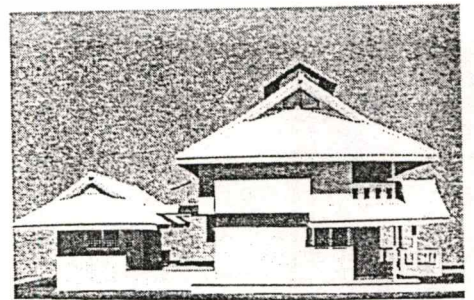
12.00 มิถุนายน



15.00 มิถุนายน

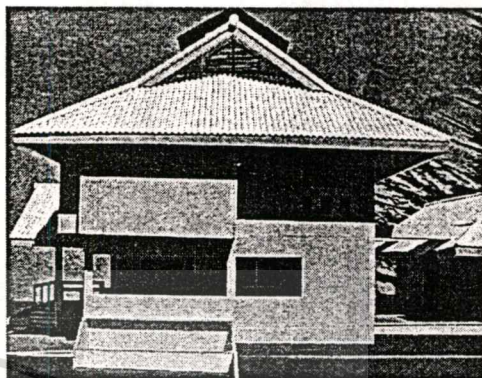
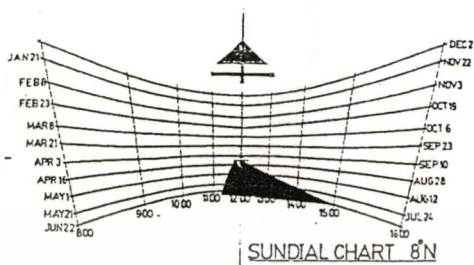


10.00 ธันวาคม



9.00 กุมภาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 6.27(ต่อ)  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

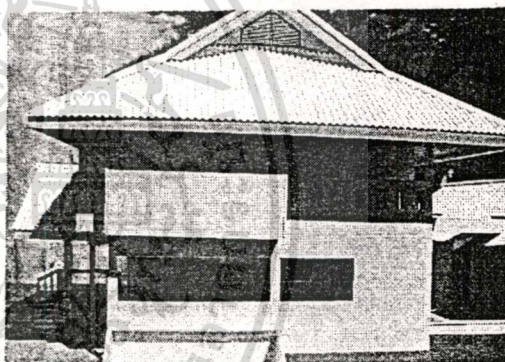


ใช้ค่า Profile Angle ต่ำที่สุด  
ณ เวลา 15.00น. เดือนมิถุนายน

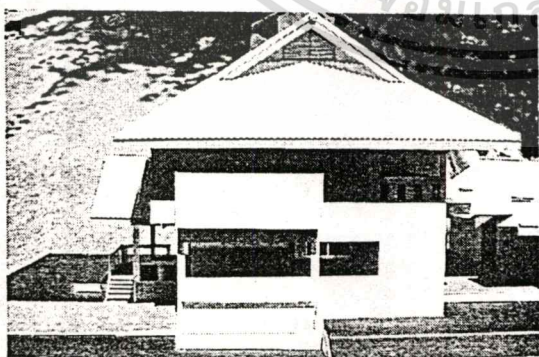
15.00กุมภาพันธ์



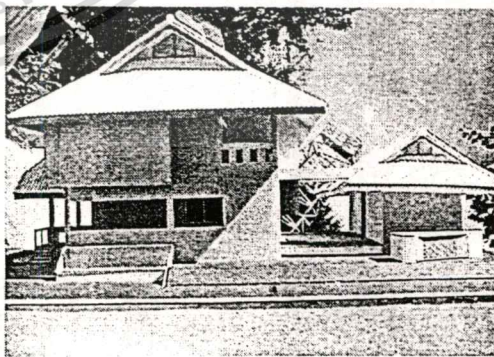
15.00มีนาคม



15.00เมษายน



15.00มิถุนายน



14.00ธันวาคม

**รูปที่ 6.28 แสดงผลการทดสอบการป้องกันแดดให้ผนังทิศตะวันตก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.4 การตรวจสอบสภาวะสบายทางอุณหภูมิ

สิ่งที่เป็นปัญหาต่อสภาวะสบายจนทำให้ไม่อยู่ในเขตสบายในจังหวัดสงขลาก็คืออุณหภูมิและความชื้นสูง หลังจากได้วางแผนทางการแก้ปัญหาไว้ สามารถทำให้อุณหภูมิลดลง $2-4^{\circ}\text{C}$  จากการปรับสภาพแวดล้อมรอบๆบริเวณ แล้วแต่ว่าสภาพแวดล้อมในแต่ละที่จะเอื้ออำนวยต่อการปรับสภาวะสบายเพียงใด ในส่วนของตัวอาคารได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาไม่ให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในตัวอาคารโดยการออกแบบชายคาให้สามารถกันแดดให้ช่องเปิดได้เกือบ 100% การวิเคราะห์หาตำแหน่งต้นไม้ให้ร่มเงาที่สามารถช่วยกันแดดให้กับอาคารในช่วงเวลาที่ค่ามุม Profile ต่ำมาก การใช้ฉนวนกันความร้อนให้กับวัสดุที่เป็นกรอบของอาคารโดยรอบ การเลือกหลังคาที่สามารถปกป้องไม่ให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้และการพิจารณาช่องเปิดที่เหมาะสมช่วยการระบายอากาศเอาความร้อนที่มีอยู่ภายในอาคารออกไป น่าจะทำให้อาคารรักษาสภาวะสบายภายในไม่ให้เห็นแตกต่างจากภายนอก อีกทั้งแนวความคิดในการใช้ระบบท่อส่งลมเย็นและบอดักความชื้นของกระแสลมที่พัดเข้าภายใน ก็ทำให้อุณหภูมิและความชื้นลดลงได้อีกส่วนหนึ่ง

อัตราแรงลมที่มีตามธรรมชาติของจังหวัดสงขลามีค่าเฉลี่ยสูงสุด $10.2$  นี้อด หรือประมาณ  $158\text{ M/M}$  ในเดือนมกราคม และค่าเฉลี่ยต่ำสุด  $4.5$  นี้อด หรือประมาณ  $70\text{ M/M}$  (ตารางที่ 3.4) อีกทั้งยังเป็นกระแสลมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับสภาวะสบายให้รู้สึกอยู่ในช่วงสบาย ที่เกิดจากการพัดผ่านของกระแสลมได้ เกือบตลอดปี

ในสภาวะลมสงบ แนวความคิดระบบ Stack Effect ช่วยให้เกิดการระบายอากาศ และใช้พัดลมไฟฟ้าช่วยสร้างอัตราแรงลมบ้าง ก็สามารถสร้างสภาวะสบายให้อยู่ในช่วงสบายได้โดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 6.1 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมงของแต่ละเดือน คำนวณจาก อุณหภูมิลดลง  $2^{\circ}\text{C}$

0.00	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2.00	21.8	22.2	22.3	23.0	23.0	22.1	23.0	22.2	22.2	22.2	22.1	22.1
4.00	21.5	22.0	22.0	22.7	22.7	21.6	22.8	21.8	21.8	21.9	21.8	21.9
6.00	21.4	21.5	26.8	22.2	22.2	21.1	22.5	21.7	21.5	21.7	21.7	21.8
8.00	21.6	21.7	22.0	22.9	22.9	22.0	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
10.00	23.2	24.0	24.5	25.2	25.2	25.0	25.0	24.8	24.8	24.3	23.9	23.9
12.00	24.3	25.1	25.9	26.8	26.8	26.8	26.3	26.2	26.2	25.8	25.0	25.0
14.00	25.0	25.9	26.5	27.5	27.5	27.2	27.0	27.0	27.0	26.4	25.6	25.5
16.00	24.7	25.4	26.1	27.1	27.1	27.1	26.8	26.6	26.6	26.0	25.2	25.2
18.00	23.8	24.3	25.0	26.0	26.0	25.8	25.7	25.2	25.2	24.9	24.3	24.2
20.00	22.8	23.2	23.8	24.5	24.5	24.0	24.3	23.9	23.9	23.8	23.2	23.2
22.00	22.2	22.8	23.2	24.0	24.0	23.2	23.8	23.1	23.2	23.0	22.8	22.8
24.00	22.0	22.3	22.7	23.5	23.5	23.7	23.3	22.7	22.2	23.5	22.4	22.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นาเบไซบระเยชนดานการคา

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าCETราย 2 ชั่วโมงของแต่ละเดือน คำนวณจากอุณหภูมิลดลง 2°c  
อัตราแรงลม 30 m/m

0.00	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2.00	20.8	21.2	21.1	22.2	22.0	21.7	21.2	21.2	21.2	21.2	21.0	21.1
4.00	20.5	21.0	21.0	21.8	21.8	21.2	20.9	21.0	21.0	21.1	21.7	20.9
6.00	20.5	20.6	20.7	21.2	21.2	21.0	20.5	20.7	20.5	20.7	20.4	20.8
8.00	20.7	21.1	21.1	21.8	21.8	21.4	21.0	21.1	21.0	21.1	20.9	21.0
10.00	22.5	23.3	23.7	24.6	24.6	24.2	24.0	24.0	24.0	23.6	22.0	22.6
12.00	23.7	24.6	25.0	26.2	26.2	25.8	25.5	25.6	25.5	25.0	24.2	23.6
14.00	24.2	25.2	25.8	27.0	27.0	26.7	26.5	26.5	26.4	25.8	24.9	24.2
16.00	23.9	24.9	25.2	26.5	26.5	26.1	26.0	26.0	25.9	25.1	24.5	23.9
18.00	23.0	23.9	25.1	25.2	25.2	24.9	24.5	24.7	24.5	24.1	23.5	23.0
20.00	21.9	22.7	22.8	23.9	23.9	23.4	23.0	23.1	23.0	22.9	22.2	22.1
22.00	21.4	22.0	22.1	23.0	23.0	22.8	22.2	22.3	22.1	22.1	21.8	21.8
24.00	21.0	21.7	21.8	22.5	22.5	22.0	21.8	21.8	21.8	21.8	21.2	21.2

COMFORT ZONE

ตารางที่ 6.3 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมงของแต่ละเดือน คำนวณจาก อุณหภูมิลดลง 2°c  
ความเร็วลม60m/m

0.00	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2.00	19.9	20.0	20.2	21.0	21.0	20.8	20.1	20.5	20.0	20.2	20.0	20.0
4.00	19.5	19.6	20.0	20.6	20.6	20.2	19.8	20.0	19.6	19.8	19.8	19.8
6.00	19.3	19.3	19.6	20.2	20.2	20.0	19.4	19.6	19.2	19.3	19.4	19.7
8.00	19.7	19.9	20.0	20.9	20.9	20.5	20.0	20.2	20.0	20.0	20.0	20.0
10.00	21.8	22.2	22.8	24.0	24.0	23.5	23.1	23.2	23.0	23.0	22.0	21.8
12.00	23.0	23.8	24.2	24.6	24.6	25.1	25.0	25.0	25.0	24.5	22.2	22.9
14.00	23.5	24.5	25.2	26.5	26.5	26.2	26.0	26.0	26.0	25.2	24.0	23.5
16.00	23.2	24.0	24.8	26.0	26.0	25.5	25.5	25.5	25.2	24.9	23.6	23.1
18.00	22.1	22.9	23.4	24.5	24.5	24.2	24.0	24.0	23.9	23.5	22.5	22.1
20.00	21.0	19.5	22.0	23.0	23.0	22.5	22.0	22.2	22.0	22.0	21.2	23.1
22.00	21.5	20.9	21.2	22.1	22.1	21.8	21.2	19.5	21.2	21.2	20.9	20.8
24.00	20.2	20.2	20.8	21.5	21.5	21.2	20.5	21.0	20.5	20.8	23.2	20.2

COMFORT ZONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมงของแต่ละเดือน คำนวณจาก อุณหภูมิลดลง  $2^{\circ}\text{C}$

อัตราแรงลม 90 m/m

0.00	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2.00	19.0	19.0	19.2	20.0	20.0	19.8	19.2	19.2	19.2	19.1	19.0	19.0
4.00	18.5	18.6	19.0	19.5	19.5	19.2	18.8	18.9	18.6	18.6	18.6	18.8
6.00	18.2	18.2	18.5	19.2	19.2	19.0	18.2	18.5	18.2	18.2	18.3	18.5
8.00	18.9	19.9	19.1	19.9	19.9	19.5	19.0	19.1	19.0	19.0	18.9	18.9
10.00	21.0	21.3	22.0	23.1	23.1	22.9	22.2	22.4	22.2	21.0	21.1	20.9
12.00	22.1	23.0	23.8	25.0	25.0	24.8	22.3	24.4	24.3	23.9	22.0	22.0
14.00	23.0	23.9	24.8	26.0	26.0	25.8	25.5	25.5	25.3	24.8	23.5	22.8
16.00	22.5	23.2	24.2	25.2	25.2	25.0	24.9	24.9	24.9	24.2	23.0	22.2
18.00	21.2	22.0	22.8	23.9	23.9	23.5	23.1	23.1	23.1	22.5	21.8	21.2
20.00	20.1	20.5	21.1	22.2	22.0	21.8	21.2	23.4	21.2	21.0	20.5	20.2
22.00	19.8	20.0	20.2	21.2	21.2	21.0	20.4	20.5	20.2	20.2	19.9	19.8
24.00	19.2	19.5	19.8	20.5	20.5	20.2	19.8	19.9	19.8	19.5	19.2	19.2

COMFORT ZONE

ตารางที่ 6.5 แสดงค่า CET ราย 2 ชั่วโมง คำนวณจากอุณหภูมิลดลง  $2^{\circ}\text{C}$  อัตราแรงลม 120 m/m

0.00	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2.00	18.1	18.2	19.5	19.2	19.2	19.0	18.3	18.5	18.2	18.2	18.2	18.1
4.00	17.8	17.9	18.0	18.8	18.8	18.5	17.9	18.0	17.8	17.8	17.8	17.9
6.00	17.4	17.5	17.8	18.2	18.2	18.1	17.3	17.7	17.4	17.4	17.5	17.7
8.00	18.0	18.0	18.2	19.0	19.0	18.9	18.1	18.2	18.0	18.0	18.0	18.0
10.00	20.2	20.9	21.1	22.4	22.4	22.1	21.8	21.9	21.5	21.0	20.5	20.4
12.00	21.6	22.5	23.0	24.5	24.5	24.1	13.9	24.0	23.8	23.0	22.0	21.8
14.00	22.5	23.3	24.0	25.5	25.5	25.1	25.0	25.1	24.8	24.0	23.0	22.5
16.00	22.0	23.0	23.4	25.0	25.0	24.5	24.2	24.5	24.1	23.3	22.2	22.0
18.00	20.9	21.5	21.9	23.2	23.2	23.0	22.5	22.6	22.2	21.8	21.0	20.9
20.00	19.8	20.0	20.2	21.3	21.3	21.0	20.5	20.8	20.4	20.1	19.8	19.8
22.00	19.0	19.2	19.5	20.5	20.5	20.2	19.6	19.8	19.5	19.4	19.1	19.0
24.00	18.5	19.8	19.0	19.9	19.9	19.5	19.0	19.1	18.9	18.8	18.6	18.6

COMFORT ZONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

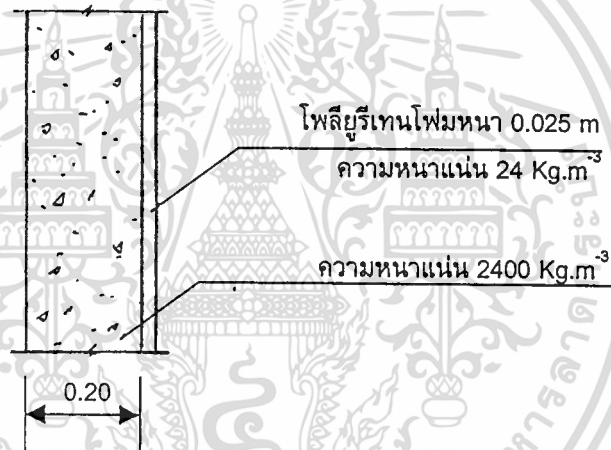
### 6.4.1 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านความร้อน (U) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า ( $TD_{eq}$ )

เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณตรวจสอบภาระปรับความเย็น (Cooling Load) ที่เกิดขึ้นในอาคารตัวอย่าง โดยกำหนดให้

- U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม ( $W/m^2 \cdot C^\circ$ )
- R คือ ค่าความต้านทานความร้อน ( $W/m^2 K$ )<sup>-1</sup>
- $\Delta X$  คือ ความหนาของวัสดุ (m)
- K คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ( $W/mK$ )
- $TD_{eq}$  คือ ค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า ( $^\circ C$ )

การคำนวณหาค่า U และ  $TD_{eq}$  อ้างอิงข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณจากตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV (ภาคผนวก ข )

1.) เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

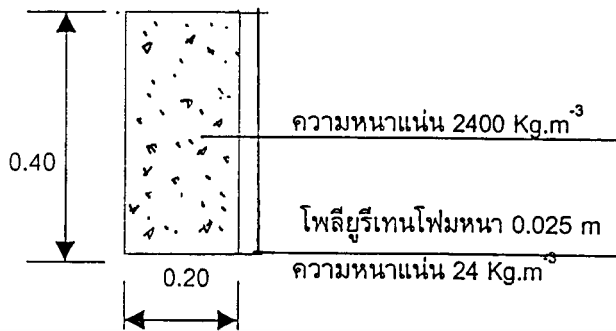


รูปที่ 6.29 แสดงโครงสร้างเสาคอนกรีต

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	$(W/m^2 K)^{-1}$
คอนกรีต	R	= $\Delta X/K = 0.20/1.442$
		= 0.139
โพลียูรีเทนโฟม	R	= $\Delta X/K = (0.025/0.024)$
		= 1.042
		$(W/m^2 K)^{-1}$
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R		= 0.120
		$(W/m^2 K)^{-1}$
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)		= 1.345
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)		= $1/Rt = 1/1.345$
		= 0.743
		$(W/m^2 \cdot C^\circ)$
มวลโครงสร้างเสา	= $(2400 \times 0.20) + (0.025 \times 24)$	= 480.6 $Kg / m^2$
กำหนดให้ผนังภายนอกหยาบร้อน $TD_{eq}$		= $10^\circ C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

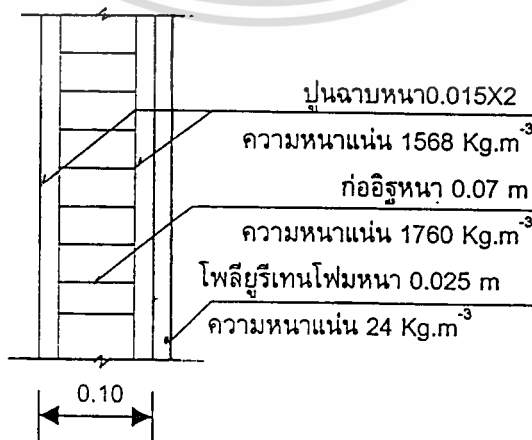
## 2. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 6.30 แสดงโครงสร้างคานคอนกรีต

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
คอนกรีต R	= $\Delta X/K = 0.20/1.442$	
	= 0.139	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
โพลียูรีเทนโฟม R	= $\Delta X/K = (0.025/0.024)$	
	= 1.042	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 1.345	
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	= $1/Rt = 1/1.345$	
	= 0.743	(W/m <sup>2</sup> -C°)
มวลโครงสร้างคาน	= $(2400 \times 0.20) + (0.025 \times 24) = 480.60$	Kg /m <sup>2</sup>
กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน	$T_{Deq} = 10^{\circ}\text{C}$	

## 3. ผนังก่ออิฐ

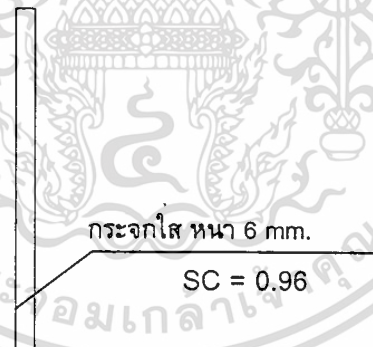


รูปที่ 6.31 แสดงโครงสร้างผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน ภายในบุโพลียูรีเทนโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ปูนฉาบ R	= $\Delta X/K = (0.15/0.533) \times 2$	= 0.056 (W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ผนังอิฐ R	= $\Delta X/K = (0.07/0.807)$	= 0.087 (W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
โพลียูรีเทนโฟม R	= $\Delta X/K = (0.025/0.024)$	= 1.042 (W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 1.349	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	= 1/Rt = 1/1.349	= 0.741 (W/m <sup>2</sup> -C <sup>o</sup> )
มวลโครงสร้างผนังอิฐ	= (1568x0.015x2) + (1760x0.07) + (0.025x24)	= 170.84 Kg /m <sup>2</sup>
กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน TD <sub>eq</sub>	= 12°C	

#### 4. ผนังกระจก (ช่องแสงและหน้าต่าง)

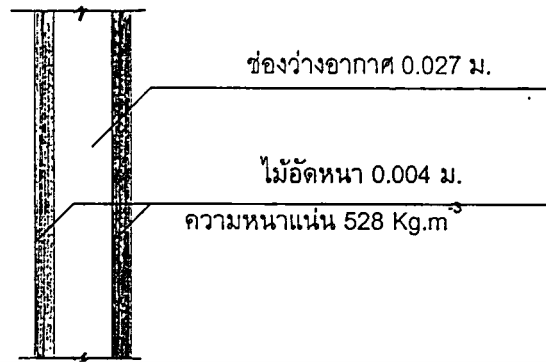


รูปที่ 6.32 แสดงลักษณะกระจกใส

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
กระจกใส R	= $\Delta X/K = 0.006/1.053$	= 0.006 (W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	(W/m <sup>2</sup> K) <sup>-1</sup>
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 0.170	
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	= 1/Rt = 1/0.170	= 5.880 (W/m <sup>2</sup> -C <sup>o</sup> )

ค่าผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในของกระจก  $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$

## 5. ผนังไม้อัด (ประตู)



รูปที่ 6.33 แสดงโครงสร้างผนังไม้อัด (ประตู)

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.044	$(W/m^2K)^{-1}$
ไม้อัด R	$= \Delta X/K = 0.035/0.138$	
	$= 0.254 \times 2 = 0.508$	$(W/m^2K)^{-1}$
ช่องว่างอากาศ R	= 0.548	$(W/m^2K)^{-1}$
ฟิล์มอากาศด้านในมีค่า R	= 0.120	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 1.220	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw)	$= 1/Rt = 1/1.220$	
	= 0.820	$(W/m^2-C^\circ)$
มวลโครงสร้างไม้อัด	$= 528 \times 0.035 \times 2 = 36.96$	$Kg/m^2$
กำหนดให้ผนังภายนอกทาสีอ่อน $TD_{eq}$	= 15°C	

## 6. หลังคากระเบื้อง

กระเบื้องใยหินหนา 4 มม.

ความหนาแน่น 1890 Kg.m<sup>-3</sup>

อลูมิเนียมพอยล์

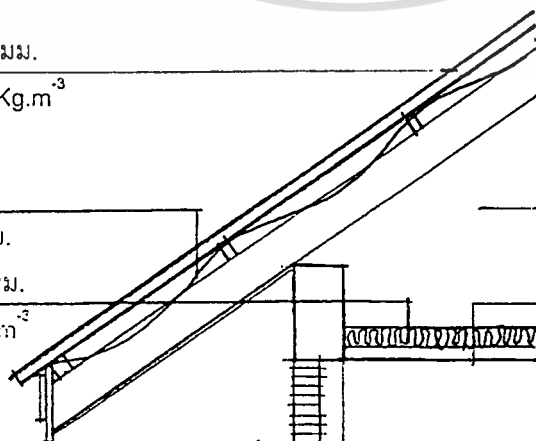
ช่องว่างอากาศ 250 มม.

ฉนวนใยแก้วหนา 25 มม.

ความหนาแน่น 32 Kg.m<sup>-3</sup>

ช่องว่างอากาศ ในเพดาน

ยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม.

ความหนาแน่น 880 Kg.m<sup>-3</sup>

รูปที่ 6.34 แสดงโครงสร้างหลังคากระเบื้องใยหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิล์มอากาศด้านนอกมีค่า R	= 0.055	$(W/m^2K)^{-1}$
กระเบื้อง R	= $\Delta X/K = 0.004/0.836$	
	= 0.005	$(W/m^2K)^{-1}$
ช่องว่างอากาศ (250 มม) R	= 1.423	$(W/m^2K)^{-1}$
ฉนวนใยแก้ว R	= 0.025/0.035	
	= 0.714	$(W/m^2K)^{-1}$
ยิปซัมบอร์ด R	= 0.012/0.191	
	= 0.063	$(W/m^2K)^{-1}$
ช่องว่างอากาศในฝ้าเพดาน R	= 1.356	$(W/m^2K)^{-1}$
ฟิล์มอากาศด้านใน(ลาดเอียง 35°)มีค่า R	= 0.133	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Rt)	= 3.749	$(W/m^2K)^{-1}$
ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม(Uw) = 1/Rt = 1/3.749		
	= 0.267	$(W/m^2-C^\circ)$
มวลโครงสร้างหลังคา	= $(1890 \times 0.004) + (32 \times 0.025) + (880 \times 0.012)$	
	= 18.92	$Kg/m^2$
กำหนดให้หลังคาภายนอกทำให้อุ่น $TD_{eq}$	= 24°C	

#### 6.4.2 การตรวจสอบภาระรับความร้อน

กำหนดให้ U	= ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน(ที่คำนวณไว้ บทที่ 3.5.1) $(W/m^2K)$
A	= พื้นที่ของผนัง $(m^2)$
$TD_{eq}$	= ความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (บทที่ 3.5.1) °C
$\Delta T$	= ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในห้องปรับอากาศและห้องที่ไม่ปรับอากาศ กำหนดให้มีค่า 5°C
SC	= Shading Coefficient สำหรับกระจก
SHGF	= ตัวประกอบความร้อนเพิ่มจากดวงอาทิตย์ (ตารางที่1 ภาคผนวก ค) $(W/m^2)$
CLF	= ตัวประกอบภาระความเย็นของกระจก (ตารางที่2 ภาคผนวก ค)
Q	= ค่าภาระความเย็นรวม (W)

ข้อกำหนดที่ใช้ในการคำนวณ

1. ที่ตั้งโครงการอยู่ที่จังหวัดสงขลา
2. ใช้ช่วงเดือนเมษายน ในการคำนวณ เพราะมีอากาศร้อนที่สุด
3. อุณหภูมิภายในห้องกำหนดที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55%
4. อุณหภูมิแตกต่างระหว่างห้องที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ 5°C
5. อุณหภูมิภายนอกขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้ห้องนั้นๆ โดยเลือกใช้เวลามีอุณหภูมิ

สูงสุดในช่วงเวลาที่ใช้ห้อง สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จำนวนคนที่ใช้ห้อง กำหนดในแต่ละห้องคือ ห้องนอน 2 คน ห้องรับแขก 6 คน ห้องอาหาร 5 คน
7. การระบายอากาศ กำหนดให้ ห้องนอน 3.5 ลิตร/วินาที/คน ห้องรับแขกและห้องอาหาร 5 ลิตร/วินาที/คน
8. อุปกรณ์แสงสว่าง หลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัตต์ บัลลัสต์ 10 วัตต์
9. อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า กำหนดให้มี โทรทัศน์สี 20" 200 วัตต์  
ตู้เย็น 6 คิว 120 วัตต์  
พัดลมดูดอากาศ 8" 45 วัตต์

ตารางที่ 6.6 แสดงค่าการคำนวณภาระความเย็น ในห้องนอน 1

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A+B	Q	
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD <sub>eq</sub>	T	AxSCxSHGfXCLF		วัตต์	
ผนังอาคาร	N คอนกรีต	0.743	4.4	10				32.692	
	N ก่ออิฐ	0.741	3.2	12				28.454	
	N ไม้อัด	0.820	4.2	15				51.66	
	S คอนกรีต	0.743	4.4	10				32.692	
	S ก่ออิฐ	0.741	4.6	12				40.902	
	E คอนกรีต	0.743	11.6	10				86.188	
	E ก่ออิฐ	0.741	9.4	12				83.585	
	หน้าต่างกระจก	N กระจก	5.880	3.6		5	64.541	170.381	170.381
		S กระจก	5.880	4.8		5	49.398	190.518	190.518
		E กระจก	5.880	2.4		5	83.923	154.483	154.483
ภายใน									
ผนังกันห้อง ฝ้าเพดาน	ก่ออิฐ	0.741	18		5			66.69	
	ยิปซัมบอร์ด	1.75	29.6		5			259.00	
ความร้อนสัมผัส ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 2 คน x 60						120	
	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด x 32 วัตต์ + 20 วัตต์						84	
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	-						-	
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศ 8" x 3 ตัว						135	
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43.12	
ความร้อนแฝง ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 2 คน x 40						80	
	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.504	
ภาระความเย็นรวม								1785.869	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 แสดงค่าการคำนวณภาระความเย็น ในห้องนอน 2

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A+B	Q
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD <sub>๓</sub>	T	AxSCxSHGFxCLF		วัตต์
ผนังอาคาร	S คอนกรีต	0.743	4.4	10				32.692
	S ก่ออิฐ	0.741	3.2	12				28.454
	S ไม้ฉัด	0.820	4.2	15				51.66
	N คอนกรีต	0.743	4.4	10				32.692
	N ก่ออิฐ	0.741	4.6	12				40.902
	W คอนกรีต	0.743	11.6	10				86.188
	W ก่ออิฐ	0.741	9.4	12				83.585
หน้าต่างกระจก	S กระจก	5.880	3.6		5	36.662	142.502	142.502
	N กระจก	5.880	4.8		5	85.709	226.829	226.829
	W กระจก	5.880	2.4		5	83.923	154.483	154.483
ภายใน								
ผนังกันห้อง ฝ้าเพดาน	ก่อกอิฐ	0.741	18		5			66.69
	ยิปซัมบอร์ด	1.75	29.6		5			259.00
ความร้อนสัมผัส ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 2 คน x 60						120
	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด x 32 วัตต์ + 20 วัตต์						84
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	-						-
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	พัดลมดูดอากาศ 8" x 3 ตัว						135
	การถ่ายเทอากาศ	1.232 x 7 x 5						43.12
ความร้อนแฝง ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 2 คน x 40						80
	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 7						126.504
ภาระความเย็นรวม								1794.301

ในการคำนวณภาระความเย็นในห้องนอน ใช้เวลา 21.00น. ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียุณหภูมิสูงสุดในการทำงานในห้องนี้ได้ค่าภาระความเย็นเท่ากับ 1785.869 วัตต์ และ 1794.301 วัตต์ ซึ่งหากมีการปรับอากาศ ห้องนี้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเพียง 1.8 กิโลวัตต์ หรือ 6145.2 บีทียู/ชั่วโมงซึ่งการระบายอากาศตามวิธีธรรมชาติน่าจะเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวความคิดเกี่ยวกับการลดอุณหภูมิและความชื้นอากาศลงก่อนที่จะพัดเข้าภายในบ้าน น่าจะรับภาระปรับความเย็นนี้ได้

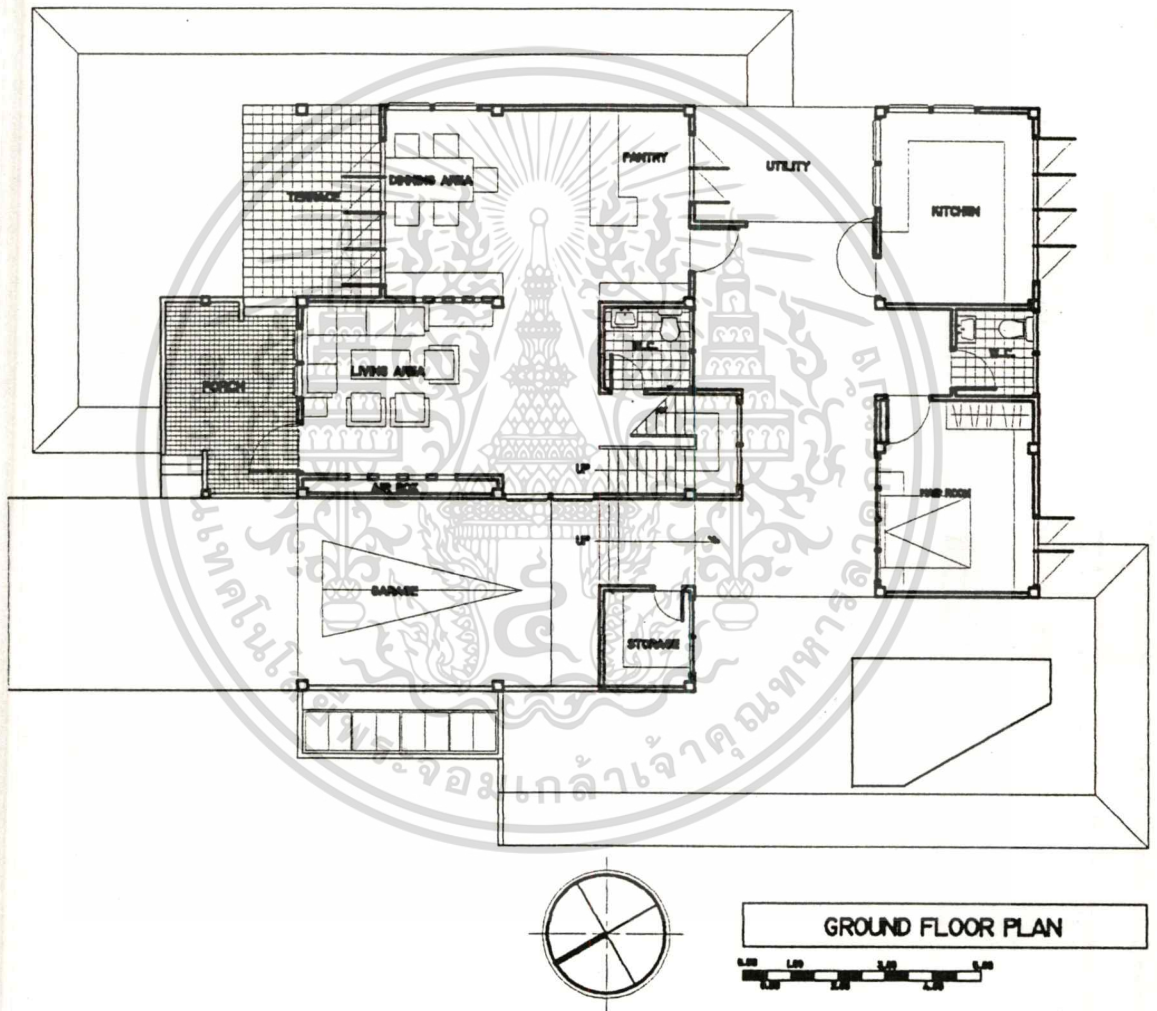
ตารางที่ 6.8 แสดงค่าการคำนวณภาระความเย็น ในห้องรับแขก,อาหาร,เตรียมอาหาร

รายการ		สัมประสิทธิ์ A				สัมประสิทธิ์ B	A+B	Q วัตต์
ภายนอก	ชนิด	U	A	TD <sub>eq</sub>	T	AxSCxSHGFxCLF		
ผนังอาคาร	N คอนกรีต	0.743	5.2	10			38.626	
	N ก่ออิฐ	0.741	9	12			80.028	
	N ไม้อัด	0.820	2	15			24.6	
	S คอนกรีต	0.743	2.6	10			19.318	
	S ก่ออิฐ	0.741	4.4	12			39.125	
	S ไม้อัด	0.820	2	15			24.6	
	E คอนกรีต	0.743	3.4	10			25.262	
	E ก่ออิฐ	0.741	12.2	12			108.482	
หน้าต่างกระจก	N กระจก	5.880	7.8		5	764.450	993.77	993.77
	S กระจก	5.880	3		5	262.426	350.626	350.626
	E กระจก	5.880	2.4		5	369.262	439.822	439.822
ภายใน								
ผนังกันห้อง ฝ้าเพดาน	ก่อกอิฐ	0.741	30		5			111.15
	ยิปซัมบอร์ด	1.75	48		5			420
ความร้อนสัมผัส ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 6 คน x 75						450
	ภาระจากแสงไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 4 หลอด x 32 วัตต์ + 40 วัตต์						168
	ภาระจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	โทรทัศน์สี 20"						200
	ภาระจากมอเตอร์ไฟฟ้า	ตู้เย็น 6 คิว						120
		พัดลมดูดอากาศ 8" x 3 ตัว						135
	การถ่ายเทอากาศ	1,232 x 30 x 5						184.8
ความร้อนแฝง ภายในห้อง	ภาระจากบุคคล	จำนวน 6 คน x 75						450
	การถ่ายเทอากาศ	3012 x 0.006 x 30						542.16
ภาระความเย็นรวม								4925.36

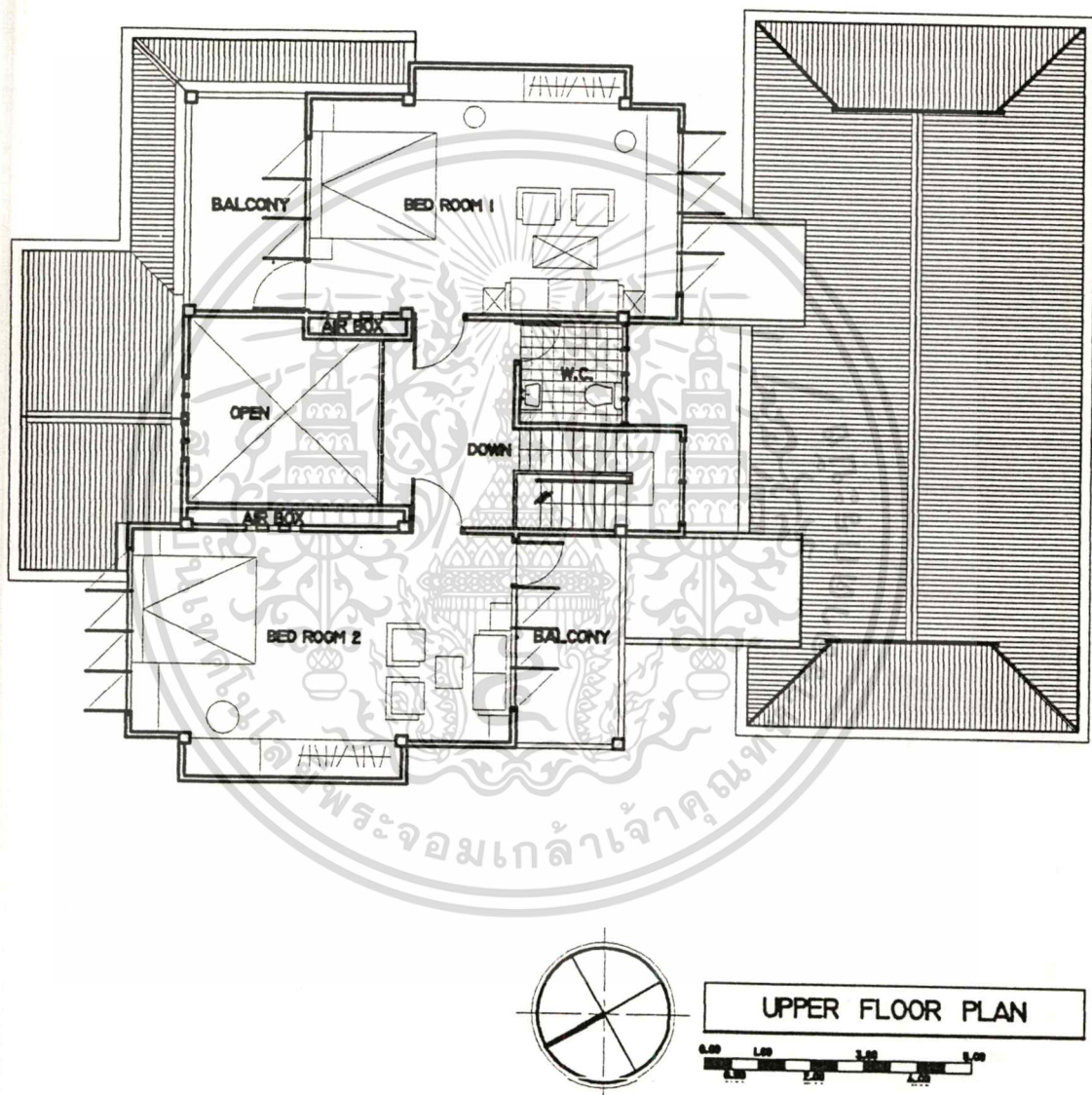
สำหรับการคำนวณภาระความเย็นในห้องรับแขก ห้องทานอาหาร ซึ่งใช้พื้นที่ในช่วงกลางวัน เลือกใช้เวลา 15.00น. ในเดือนเมษายน ได้ค่าภาระความเย็นเท่ากับ 4925.36 วัตต์ ซึ่งภาระการปรับอากาศ ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 4.93 กิโลวัตต์ หรือ 16831 บีทียู/ชั่วโมงซึ่งในพื้นที่ชั้นล่าง ในส่วนที่คำนวณ 48 ตารางเมตร ได้ภาระความเย็นเพียง ตารางเมตรละ 350 บีทียู/ชั่วโมง ซึ่งการระบายอากาศตามวิธีธรรมชาติน่าจะเพียงพอ แนวความคิดเกี่ยวกับ การลดอุณหภูมิและความชื้นอากาศลงก่อนที่จะพัดเข้าภายในบ้าน น่าจะรับภาระปรับความเย็นนี้ได้

### 6.5 การนำเสนอรูปแบบทางสถาปัตยกรรม

#### 6.5.1 แพลนพื้น

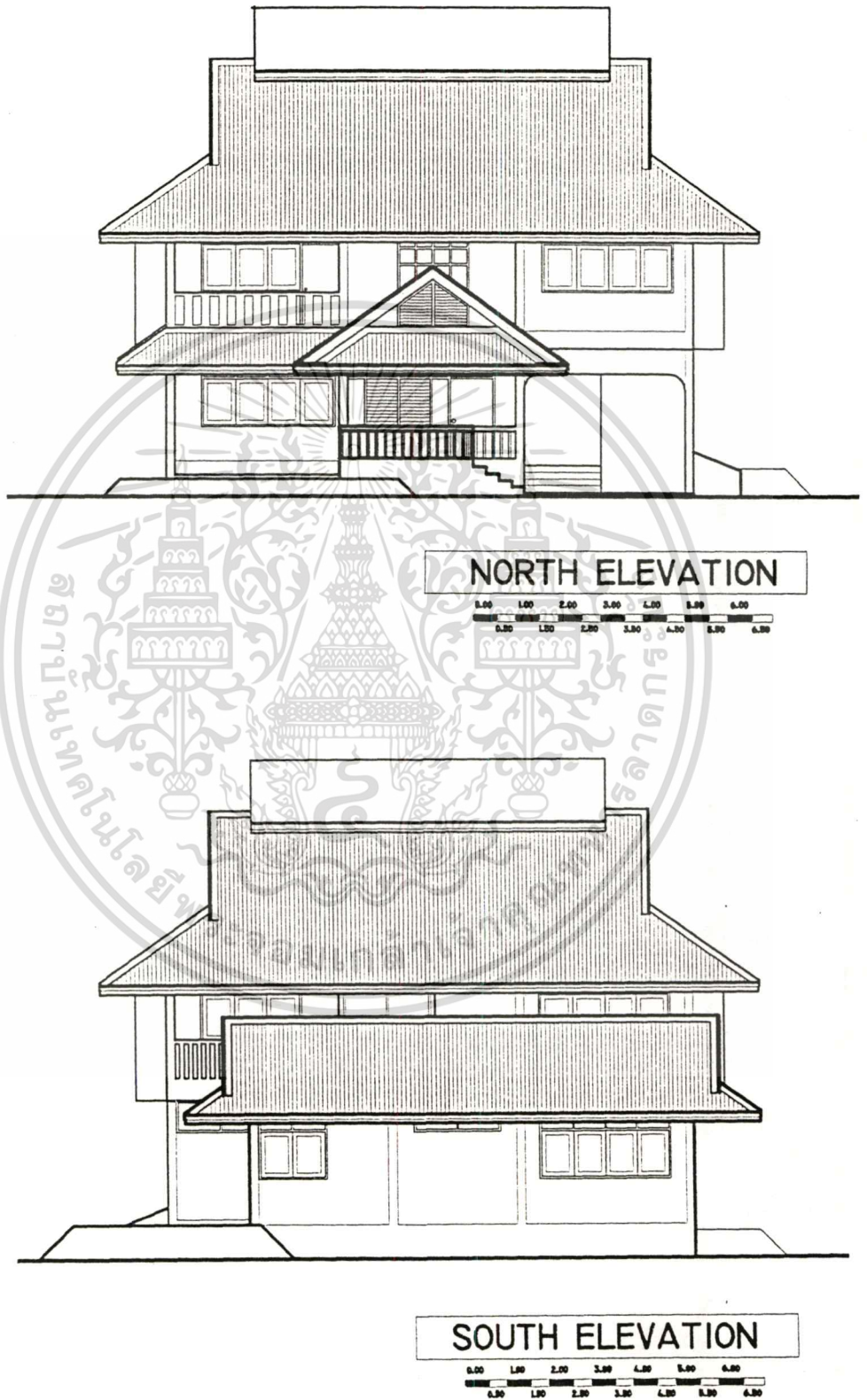


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 6.35 แสดงแปลนพื้นชั้นล่าง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

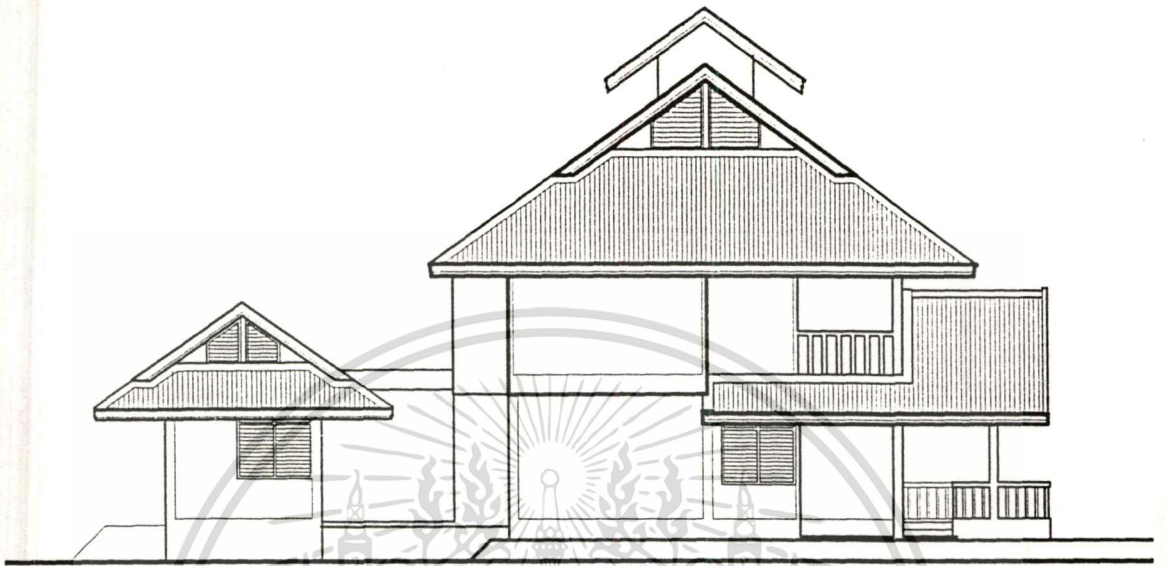


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 6.36 แสดงแปลนพื้นที่ชั้นบน  
 ไม่ว่ากรรมใดจกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

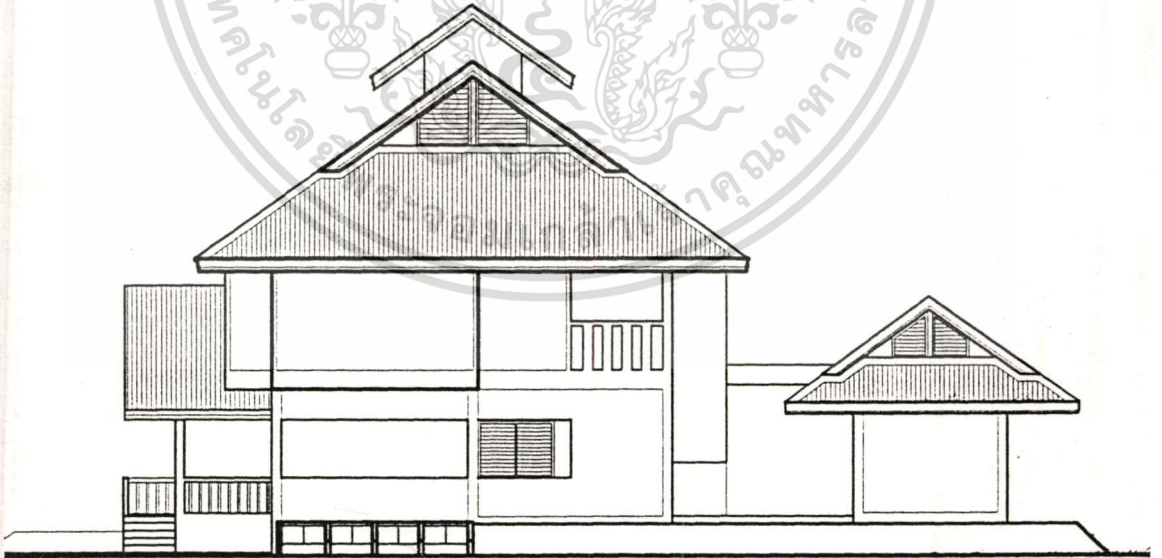
6.5.2 รูปด้าน



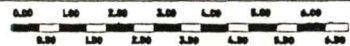
เอกสารรูปที่ 6.37 แสดงรูปด้านหน้า และด้านหลัง การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EAST ELEVATION



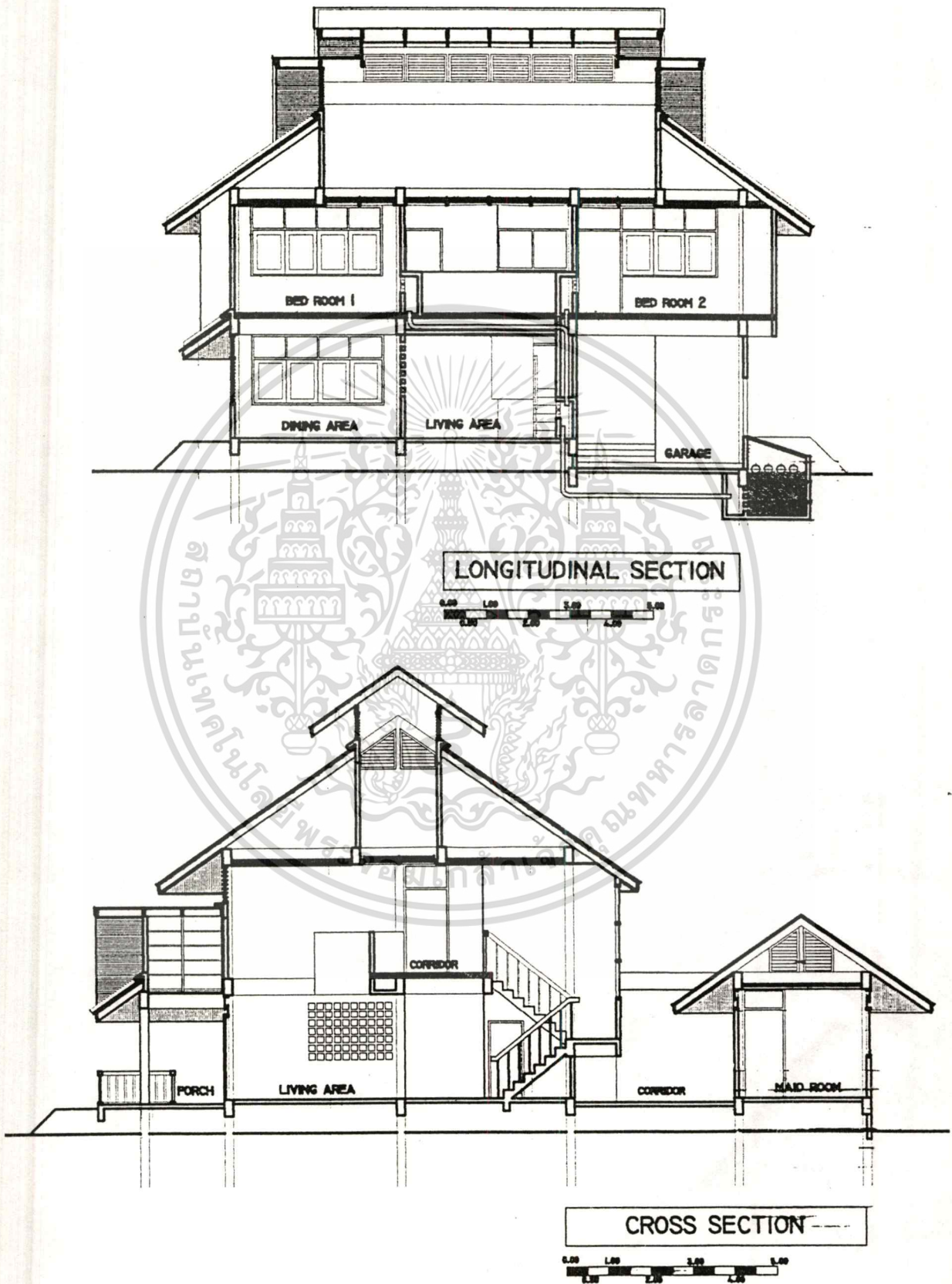
WEST ELEVATION



### รูปที่ 6.38 แสดงรูปด้านข้าง

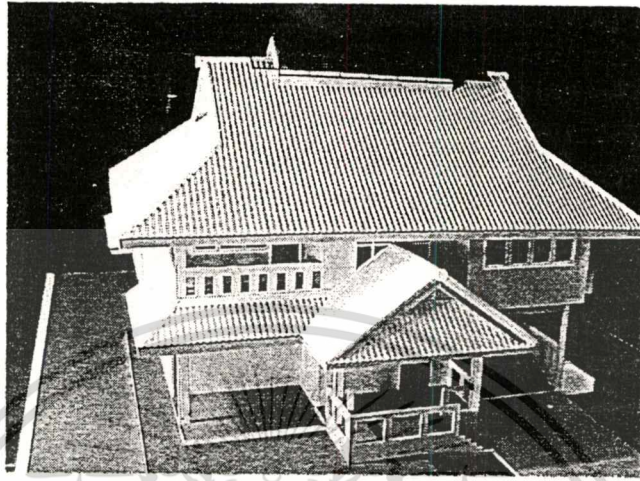
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.3 รูปตัด



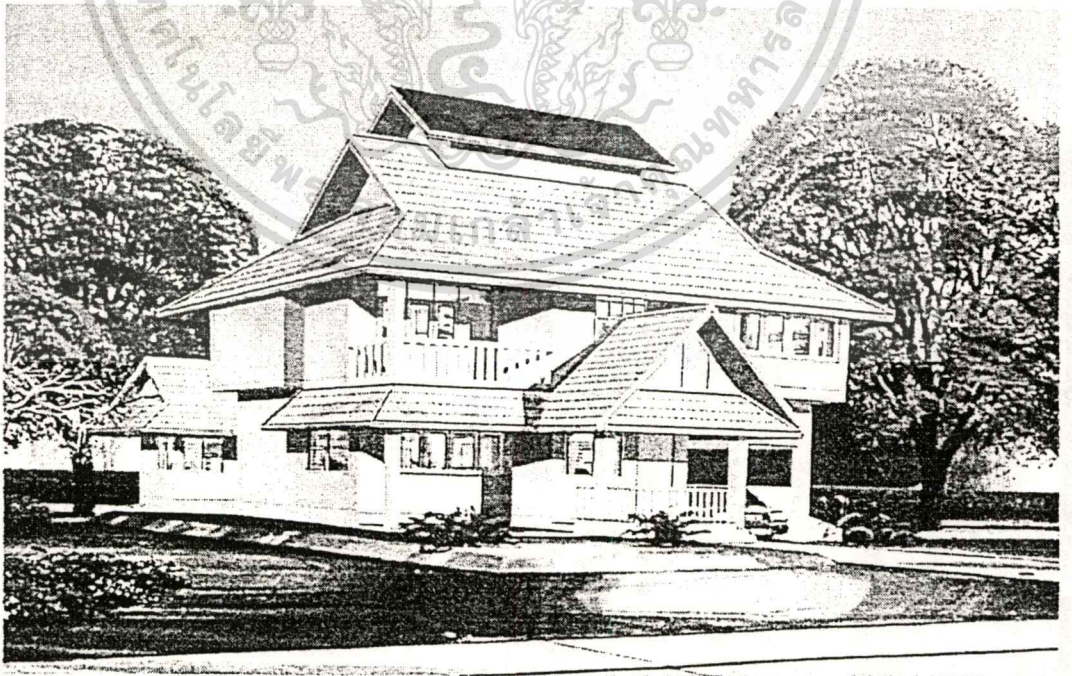
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่จากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.5.4 ภาพถ่ายหุ่นจำลอง



รูปที่ 6.40 แสดงภาพหุ่นจำลอง

### 6.5.5 ทัศนียภาพ



รูปที่ 6.41 แสดงภาพถ่ายทัศนียภาพ  
เอกสกรีนเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับที่ปรึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

### 7.1 สรุปแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ

การออกแบบอาคารโดยทั่วไปย่อมต้องพิจารณาทุกวิถีทางเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ดีที่สุดที่พึงปรารถนา ไม่ว่าจะเป็นสนองประโยชน์ใช้สอย , แข็งแรงมั่นคง , มีความสวยงามและประหยัด ความต้องการใช้อาคารอย่างสะดวกสบาย มีความสุขหรือให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีภายในอาคาร ก็คือ ความรู้สึกสบายทางด้านอุณหภูมิ การมีแสงสว่างที่เหมาะสม มีคุณภาพของอากาศภายในที่ดี มีความปลอดภัยทั้งจากภายในอาคารเองและจากภายนอกอาคาร ได้รับความสุขใจสุขภาพจากสภาพแวดล้อมทั้งในอาคารและรอบๆ อาคาร รวมทั้งตัวอาคารเองและสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ก็คือ มีความประหยัดในงบประมาณที่ก่อสร้างอาคาร และ ในการบำรุงดูแลรักษาอาคารรวมทั้งไม่สร้างภาระค่าใช้จ่ายผูกพันไปกับตัวอาคารเพื่อให้ได้มาซึ่งการสนองประโยชน์ใช้สอย

งานวิจัยนี้ได้พยายามหาแนวทางเพื่อให้สนองปรัชญาการออกแบบที่ต้องสนองประโยชน์ใช้สอย แข็งแรงมั่นคง สวยงาม และประหยัด ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังต่อไปนี้

1. สภาวะสบายในจังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่อยู่เกินเขตสภาวะสบาย(Overheated Period) โดยมียุคสูงสุดในเดือนเมษายนและพฤษภาคม  $28.8^{\circ}\text{CET}$  เดือนที่อยู่ใกล้เขตสภาวะสบายที่สุดคือ เดือนมกราคม  $26.6^{\circ}\text{CET}$  โดยช่วงเขตสบายของจังหวัดสงขลาอยู่ที่  $23.0^{\circ}-25.5^{\circ}\text{CET}$  อย่างไรก็ตามแม้ตลอดทั้งปี ในแต่ละเดือนจะมีสภาวะสบายนอกเขตสบายแต่เมื่อพิจารณาลงไปในช่วงเวลาในแต่ละเดือนในช่วงเวลาตั้งแต่ 22.00น.จนถึง 7.00น. ทุกเดือนอยู่ในช่วงสบาย และตั้งแต่เวลาประมาณ 10.00-20.00 น.ในทุกเดือนอยู่ในช่วงเกินเขตสภาวะสบาย

2. ในการปรับส่วนของสภาวะของอากาศอยู่เกินขีดสบาย( Overheated Period )นั้นได้วางแนวทางการแก้ไขปัญหาไว้ 2 ขั้นตอน คือ การแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีธรรมชาติ(Passive System Design )และการแก้ปัญหาโดยวิธีกล( Active System Design)โดยในขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีธรรมชาตินั้นได้ผลสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบดังนี้

2.1 ได้แบ่งสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ (Topography) ออกเป็นส่วนๆ 9 ส่วน ในแต่ละส่วนมีสภาพที่ตั้งที่แตกต่างกัน ขั้นตอนนี้ทำให้การออกแบบอาคารในแต่ละส่วนกระทำได้ง่ายขึ้น

2.2 วิเคราะห์ตำแหน่งของต้นไม้เพื่อให้เกิดร่มเงาให้แก่อาคารเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่างๆ ได้ตำแหน่งต้นไม้ให้ร่มเงาที่ดีที่สุดคือ ให้นำแดดได้ตั้งแต่ มุมอะซิมุต  $60^{\circ}$  เหนือ เป็นต้นไปจนถึง มุมอะซิมุต  $80^{\circ}$  ได้ ซึ่งจะทำให้ร่มเงาของต้นไม้ช่วยกันแดดให้ผนังทางทิศตะวันออกและตะวันตก ที่มีค่ามุมโปรไฟล์ต่ำ ไม่สามารถยื่นชายคาให้ยาว

ออกไปกันแดดให้กับอาคารได้เต็มที่ จากการวิเคราะห์ได้ผลสรุปว่าหากหลังคามีความลาดเอียง  $35^{\circ}$  ควรยื่นชายคา 1.60 เมตร เพื่อให้สามารถกันแดดได้ทั้งปี

2.3 จากการวิเคราะห์ทิศทางลม ไม่ควรให้มีสิ่งกีดขวางทางลมในแนวทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ และวางอาคารให้หันหน้าไปทางทิศตะวันออกของทิศเหนือ  $30^{\circ}$  เพื่อให้รับลมได้เต็มที่ ในขณะที่อาคารมีผลกระทบจากแสงแดดน้อยที่สุดด้วย เนื่องจากทิศทางลมที่พัดผ่านในช่วงเวลาที่มีสภาวะสบายนอกเขตสบายมากๆ นั้นพัดมาจากทางทิศตะวันตก ถึง ทิศตะวันตกเฉียงใต้ อีกทั้งการหันผนังทางทิศตะวันตกซึ่งมีปัญหามากที่สุดสำหรับอาคารพักอาศัยไปรับแสงแดด ในช่วงที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งอ้อมเหนือ แทนผนังด้านทิศเหนือซึ่งไม่ควรปะทะแสงแดดมากนัก แล้วออกแบบแก้ปัญหาเฉพาะผนังทางทิศตะวันตกเพียงผนังเดียว จะกระทำได้ง่ายกว่า

2.4 รูปร่างของอาคารที่เหมาะสมที่สุดคือ สัดส่วน 1:1.7 ถึง 1:3 โดยต้องวางอาคารให้สอดคล้องกับทิศด้วย หลังคาที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นหลังคาที่มีปริมาตรใต้หลังคาพอสมควรในการช่วยกันความร้อนสามารถสนับสนุนการถ่ายเทรังสีความร้อน ออกจากอาคารได้ดีซึ่งผลการวิเคราะห์ หลังคาปั้นหยากจั่ว (Gable Hip) เป็นหลังคาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอาคารในจังหวัดสงขลา อีกทั้งยังกลมกลืนกับสถาปัตยกรรมท้องถิ่นอีกด้วย

ส่วนที่เป็นผนังด้านทิศเหนือและใต้เป็นผนังที่เหมาะสมที่สุด สำหรับเป็นด้านหน้าของอาคารและสามารถเจาะช่องเปิดต่างๆ ได้ง่าย ผนังด้านทิศตะวันออกมีปัญหาก็คือ ความร้อนน้อยกว่า ทิศตะวันตกเนื่องจากพฤติกรรมการใช้อาคารของบ้านพักอาศัย แต่ก็จะมีปัญหาหากหากเลือกวัสดุที่ไม่เหมาะสม ส่วนผนังทางตะวันตกรับภาระความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุดไม่ควรเปิดช่องใดๆ ควรจัดวางห้องที่ไม่อยู่อาศัยไว้ทางผนังทิศนี้เช่น ห้องน้ำ บันได ห้องเก็บของ โรงรถ ครุฑ ชักล้าง

วัสดุที่ใช้ทำหลังคา และผนังต้อง มีฉนวนกันความร้อน ซึ่งพิจารณาเลือกอลูมิเนียมพอยล์ และฉนวนใยแก้วสำหรับหลังคาอาจใช้คู่กับวัสดุฉนวนที่มีในท้องถิ่นได้เลย ผนังเลือกโพนินา 1 นิ้ว ช่วยเป็นฉนวนให้กับผนัง อิฐที่นิยมในสงขลา

2.5 การป้องกันแดดใช้ค่ามุมโปรไฟล์  $50^{\circ}$  ในการออกแบบป้องกันแดดให้แก่ช่องเปิดของ ผนัง อาคารโดยรอบตลอดปี ซึ่งเป็นค่ามุมโปรไฟล์ต่ำสุด จากการหาค่ามุมโปรไฟล์ ในเดือนมิถุนายน ที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุด เดือนธันวาคมที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด เดือนเมษายนที่มีสภาวะสบายเกินขีดสบาย (Overheated Period) มากที่สุด เดือนมีนาคม และกันยายนที่ดวงอาทิตย์อยู่ใน Equinox และเดือนตุลาคม ซึ่งมีสภาวะสบายเกินช่วงสบายที่สุดในช่วงฤดูฝนในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม มีปัญหาน้อย

2.6 ในการแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิอากาศสงขลาความชื้นสูงได้เสนอแนวความคิดระบบช่วยแก้ปัญหา คือ อาศัยการส่งท่อลมเย็นใต้ดินให้อากาศในท่อถ่ายเทความร้อนไปสู่ดินก่อนแล้วพัดผ่านต่อไปยังท่อดูดความชื้น แล้วจึงไหลผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร โดยใช้พัดลมดูดอากาศช่วยใน

การดูดลมเย็นและแห้งนี้เข้าภายในอาคาร รวมทั้งแนวความคิดการระบายอากาศทางปล่องเหนือหลังคา โดยออกแบบให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสลมภายในอาคาร

3. แนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยที่เสนอสามารถทำให้ค่า CET (Corrected Effective Temperature) ลดจากช่วงที่มีสภาวะสบายเกินขีดสบายเข้าในช่วงสภาวะสบายได้โดยการปรับปรุง Micro Climate ซึ่งหากสามารถทำได้เต็มที่จะทำให้อุณหภูมิลดลง 2-3°C การป้องกันแดดและการระบายอากาศไม่ทำให้เกิดการสะสมความร้อนการลดอุณหภูมิและความชื้นของลมก่อนเข้าอาคาร และการใช้แรงลมช่วยค่า CET ที่ได้ในช่วงสภาวะสบายได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเลย นอกจากอาจต้องใช้พัดลมดูดอากาศหรือ พัดลมช่วยสร้างกระแสลมบ้างในกรณีที่มีภาวะลมสงบ หรือใช้ช่วงที่ต้องการอัตราแรงลมช่วยในการระเหยของเหงื่อเพื่อให้รู้สึกสบาย ซึ่งทำให้เกิดการใช้พลังงานที่ต่ำมาก

## 7.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยนี้ครอบคลุมอาคารพักอาศัยทั้งหลายซึ่งมีความละเอียดอ่อนซับซ้อน และปัจจัยประกอบการออกแบบค่อนข้างมากและไม่มีรูปแบบที่ตายตัวแน่นอน การวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลสรุปที่ชัดเจนให้ได้รายละเอียดอย่างสมบูรณ์จึงไม่สามารถกระทำได้อย่างเพียงพอ ด้วยข้อจำกัดหลายประการ หากมีการวิเคราะห์ให้มีรายละเอียดในแต่ละหัวข้ออย่างจริงจังก็น่าจะมีแนวทางสำหรับการออกแบบอาคารพักอาศัยที่มีคุณภาพชีวิตภายในอาคารที่ดี และ ไม่ใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นต้นว่า การวิเคราะห์หาสารดูดความชื้นที่มีประสิทธิภาพมีข้อมูลตัวเลข และผลการใช้งานชัดเจน การวิเคราะห์หารายละเอียดของระบบส่งลมเย็นใต้ดิน หรือ ระบบช่วยอื่นๆ การวิเคราะห์หลังคา ผัง หน้าต่าง อย่างละเอียดเพียงหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง เพื่อนำมาพิจารณารวมกัน เป็นแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำแต่มีความสบายได้อย่างสมบูรณ์

## บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2536. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2536. "สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย". วารสารข่าวสารประหยัดพลังงาน.11(3) : 6-7.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. 2521. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. 2529. "การจัดการพลังงานในอาคาร". เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่องการประหยัดพลังงานในอาคาร และเมือง. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามฯ.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. 2530. "การออกแบบสถาปัตยกรรมที่ประหยัดพลังงาน". เอกสารประกอบการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2530 เรื่องการบริหารพลังงาน: วิศวกรรมสถานฯ.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ และคณะ. 2524. "การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน". โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ และ มนัส อารยพัฒน์.ม.ป.ป. "การออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน". โครงการวิจัย. กรุงเทพฯ.ม.ป.ท.
- ธนิต จินดาวนิก. "ระบบป้องกันรังสีความร้อนในเปลือกอาคาร". วารสารอาสา, ฉบับที่ 23, 2536. สมาคมสถาปนิกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ธนิต จินดาวนิก. 2532. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชญา รังสิรักษ์. ม.ป.ป. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปรีชญา รังสิรักษ์. ม.ป.ป. พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประทีป มาลากุล และคณะ. 2527. "การประหยัดพลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม". รายงานการวิจัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เลอสม สถาปิตานนท์.2534. บ้าน...การออกแบบสถาปัตยกรรมพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : อาร์ต แอนด์ อาร์คิเทคเจอร์พับลิเคชันส์.
- วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2531. ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เอกสารนี้เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. มีการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. แสงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้อง  
กับอาคาร, กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, สมาคม. "การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง"  
เอกสารรวบรวมการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29, กรุงเทพฯ: สมาคมสถาปนิกสยาม  
ในพระบรมราชูปถัมภ์. ม.ป.ป.

สมลธิธิ นิตยะ. 2529. "การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน". เอกสารประกอบการ  
ประชุมวิชาการเรื่องการประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง: สมาคมสถาปนิกสยามฯ

สมลธิธิ นิตยะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์. "การใช้ฉนวนความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ".

เอกสารอบรมทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

สมลธิธิ นิตยะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์. 2525. "การป้องกันแสงแดด". เอกสารประกอบการสัมมนา  
เรื่องการออกแบบสถาปัตยกรรมตามสภาพแวดล้อมในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชา  
สถาปัตยกรรม, คณะวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สมลธิธิ นิตยะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์. 2536. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร บุญญาธิการ, รองศาสตราจารย์ ดร.. "การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในสภาพ  
ภูมิอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย". เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมเรื่อง  
มาตรฐานการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2537.

สุนทร บุญญาธิการ, รองศาสตราจารย์ ดร.. 2542. บ้านประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ:  
พร็อพเพอร์ตี้มาร์เก็ต,

เอี่ยมพร วิสมหมาย. 2527. หลักการจัดสวนเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา.

อรศิริ ปาณินท์. "การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ". รายงานการวิจัยกรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ฤชากร จิรกาลวสาน. 2530. "การประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศในอาคารพักอาศัย".

เอกสารประกอบการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2530 เรื่องการบริหารพลังงาน,  
วิศวกรรมสถานฯ.

Cp. Kukreja & Associates. 1983. Tropical Architecture. New Delhi : Tata Mcgraw-Hill  
Publishing, Company Limited.

Dieter Holm. 1983. Energy Conservation In Hot Climate. London: The Architectural  
Press Limited.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Donald W. Abrams, D.E. 1986. **Low – Energy Cooling**. New York: Van Nostand Reinhold Company Inc.
- Fuller Moore. 1993. **Environmental Control System**. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- M David Egan. 1975. **Concedts In Thermal Comfort**. New York: Prentice – Hall Inc.
- O.H.Koenigsberger. 1978. **Manual of Tropiccac Housing and Building**. London, New York: Longman Group Limited.
- Richard L. Crowther. 1983. **Sun/Earth Alterative Energy Design For Architecture**. NewYork: Van Nostand Reinhold Company Inc.
- Victor Olgyay. 1992. **Design With Climate**. New York: Van Nostrand Reinhold.



## ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การวิเคราะห์ตามวิธีการของ Carl Mahoney

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศและการวิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศเฉพาะท้องถิ่น จะทำให้สถาปนิกสามารถตัดสินใจในการออกแบบและพิจารณาเค้าโครงในการออกแบบได้สะดวก เช่น การพิจารณาถึงลักษณะ การจัดวางอาคาร รูปทรงอาคาร ระยะห่างระหว่างอาคาร หรือแม้กระทั่งสัดส่วนของห้อง วัสดุที่ควรตัดสินใจเลือกใช้สำหรับผนังและหลังคา ซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ตรงมากที่สุด ซึ่งหมายความถึงว่าเป็นส่วนที่ได้รับผลจากพลังแสงอาทิตย์ซึ่ง เกี่ยวเนื่องกับสภาวะสบาย (Comfort Zone) ในอาคารมากที่สุดนั่นเอง

สิ่งที่อำนวยความสะดวกต่อสถาปนิกในการออกแบบเป็นเบื้องต้น คือ การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของท้องถิ่นที่จะทำการออกแบบ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยานี้ หมายถึง ตารางสถิติข้อมูลต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางของลมประจำ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ซึ่งสถิติของข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาประกอบกัน ช่วยในการวิเคราะห์ของสถาปนิกในการเลือกข้อจำกัดในการออกแบบอาคารให้อยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone)

การพิจารณาสภาพภูมิอากาศและสถิติทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาเป็นข้อจำกัดในการออกแบบนั้น สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณาสภาพปกติซึ่งคาดว่าจะเป็นตัวกลางของสภาวะอากาศต่าง ๆ ไม่พิจารณาเฉพาะสภาพเลวสุดหรือดีสุดเพราะสภาพดังกล่าว ไม่ใช่สภาวะโดยเฉลี่ย ซึ่งแตกต่างกับการออกแบบทางวิศวกรรมซึ่งส่วนใหญ่จะออกแบบเพื่อรับสภาพที่มีปัญหามากที่สุดไว้ก่อน แต่ในทางสถาปัตยกรรมมิได้เป็นเช่นนั้น การเตรียมข้อจำกัดในการออกแบบสำหรับสภาวะที่ร้อนที่สุดหรือหนาวที่สุดมิได้ก่อให้เกิดผลดีในการออกแบบ เพราะสภาพดังกล่าวเกิดขึ้นน้อย ไม่สม่ำเสมอ ข้อมูลซึ่งเกี่ยวเนื่องกับอุณหภูมิและความชื้นจะสามารถชี้ได้ถึงความต้องการของการออกแบบ ส่วนข้อมูลซึ่งเกี่ยวเนื่องกับพิสัยของอุณหภูมิตลอดปี การวัดปริมาณน้ำฝน ทิศทางและความเร็วลม จะเป็นส่วนเสริมให้มีข้อจำกัดปลีกย่อยในการออกแบบมากขึ้น ทำให้ได้งานออกแบบที่สมบูรณ์ขึ้น

ในการพิจารณาข้อจำกัดในการปรับสภาวะสบายในอาคาร สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณาและจัดกลุ่มข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำของแต่ละเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มสูง และต่ำสุดในกลุ่มต่ำ ตลอดจนปริมาณของน้ำฝนในแต่ละเดือน และตลอดปีด้วย ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวชี้้นำถึงกฎเกณฑ์และข้อกำหนดในการออกแบบ

การพิจารณาความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด หรือพิสัยของอุณหภูมิ ระหว่างกลางวันและกลางคืน "Diurnal Range" (DR) จะเป็นข้อจำกัดเบื้องต้นที่ทำให้สถาปนิกมีมุมมองเกี่ยวกับการออกแบบได้ ทั้งนี้เพราะหากพื้นที่ใดมีพิสัยระหว่างอุณหภูมิกลางวันและอุณหภูมิกกลางคืนมาก คือ DR สูง แสดงว่าที่นั้นมีอากาศแห้ง แต่หากค่าของ DR ออกมาต่ำ แสดงว่าภูมิอากาศเป็นอากาศร้อนชื้น ท้องฟ้ามีเมฆมากและหากพิจารณาไปลึกซึ้งกว่านั้น การมีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนมาก (DR สูง) แสดงว่าที่ ๆ นั้น ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงกลางวันอย่างมาก และความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วในเวลากลางคืน ซึ่งแสดงว่าสถาปนิกจำเป็นต้องเตรียมการป้องกันแสงอาทิตย์ คือ ต้องพยายามให้ร่มเงาแก่อาคารในช่วงระยะเวลากลางวันและรักษาความร้อนส่วนหนึ่งไว้ไม่ให้ถูกดูดซึมรวดเร็วไปในช่วงระยะเวลากลางคืน สำหรับที่ที่มีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนน้อย (DR ต่ำ) คือ บริเวณที่มีอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูงคงที่ มีปริมาณความชื้น มด แผลง ทั้งยังเป็นเสมือนสัญญาณบอกเหตุให้สถาปนิกจัดการเตรียมพืชคลุมดิน เพื่อช่วยในการดูดซึม น้ำฝน และกันแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อพื้นถนนอีกด้วย

การพิจารณาพิสัยเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Range – AMR) สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงความต้องการของประเภทโครงสร้างในแต่ละสภาพภูมิอากาศ เช่น หากที่ใดมีพิสัยเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดปี (AMR) สูง แสดงว่าอาคารนั้นต้องการผนังอาคาร ผนังระหว่างห้องและฝ้าเพดานที่มีความหนามาก เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกและพยายามลดอุณหภูมิภายใน หากที่ใดมีพิสัยต่ำ (AMR) ต่ำ แสดงว่าต้องการโครงสร้างที่บางและเบาไม่ต้องการการเก็บกักความร้อนมากเท่ากรณีแรก

ความเร็วและทิศทางของลมประจำ เป็นตัวกลางที่มีความทันสมัยเกี่ยวเนื่องกับระดับอุณหภูมิของอากาศ ทั้งยังเป็นตัวกำหนดทิศทางของการจัดวางอาคารในผังบริเวณ ตลอดจนมีอิทธิพลต่อรูปทรงและสัดส่วนของอาคารด้วย

ในการพิจารณาข้อสรุปของการกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ ของการออกแบบเพื่อเป็นต้นความคิดในการออกแบบให้อาคารอยู่ในสภาวะสบาย สถาปนิกสามารถใช้รายละเอียดของตารางแสดงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นสถิติซึ่งใช้ในทางอุตุนิยมวิทยามนวกกับการพิจารณาดูตามแนวความคิดของ Carl Mahoney เพื่อวิเคราะห์ให้ได้ข้อกำหนดของการกำหนดผังบริเวณ การวางทิศทางอาคาร รูปทรงและลักษณะโครงสร้าง โดยการบันทึกสถิติของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ จากตารางทางอุตุนิยมวิทยา (Climatological Data) ไปที่ละชั้นตอน การบันทึกตามวิธีของ Mahoney ดังกล่าว จะทำให้ได้ข้อสรุปของแนวทางในการออกแบบเพื่อให้อาคารอยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone) มากที่สุด

วิธีการหาข้อกำหนดของการออกแบบอาคารพักอาศัยที่สามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยพบกับสภาวะสบาย โดยอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามนวกกับการดำเนินการตามวิธีการของ Carl Mahoney ตามลำดับชั้นตอน

### ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ต้องการ

- อุณหภูมิเฉลี่ยสูง (Monthly Mean Maxima) ของแต่ละเดือน
- อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (Monthly Mean Minima) ของแต่ละเดือน
- ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเฉลี่ยสูงและปริมาณเฉลี่ยต่ำ
- ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน
- ทิศทางของลมประจำในแต่ละเดือน

ข้อมูลทั้งสิ้นที่ใช้ในการทดสอบหาข้อกำหนดดังกล่าว ได้จากตารางการสำรวจของอุตุนิยมวิทยา ของสถานีตรวจอากาศสงขลา ระหว่างปี 2504 - 2533

### การดำเนินการทดสอบโดยการอาศัยตารางของ Mahoney

#### ตาราง 1 อุณหภูมิของอากาศ (°C)

1. บันทึกตัวเลขที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูง (Monthly Mean Maxima) และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (Monthly Mean Minima) ของแต่ละเดือนลงในตาราง
2. บันทึกตัวเลขที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำลงในตารางถัดไปทางขวามือ
3. หาอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Temperature) AMT โดยการรวมอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำเข้าด้วยกันและหารด้วย 2 ใส่ผลลัพธ์ในช่อง AMT ขวามือ
4. หาพิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำของแต่ละเดือน (Monthly Mean Range) โดยการหาผลต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำของแต่ละเดือนใส่ในตารางแถวล่างสุดของตาราง
5. หาพิสัยเฉลี่ยตลอดปี (Annual Mean Range) AMR ของอุณหภูมิโดยการหาผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำใส่ในช่อง AMR ขวาสุดของตาราง

#### ตาราง 2 ความชื้น ปริมาณน้ำฝนและลม

1. บันทึกตัวเลขของปริมาณเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์สูง (Monthly Mean Maxima Relative Humidity) และปริมาณเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (Monthly Mean Minima Relative Humidity) ของแต่ละเดือนในตาราง
2. หาปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของแต่ละเดือน (Average Relative Humidity) ของแต่ละเดือนบันทึกลงในตาราง
3. บันทึก กลุ่มของระดับความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Group) HG ของแต่ละเดือน โดยถือตามรหัสดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย                      กลุ่มของระดับความชื้นสัมพัทธ์(HG)

ต่ำกว่าร้อยละ 30	1
ร้อยละ 30 – 50	2
ร้อยละ 50 – 70	3
ร้อยละ 70 ขึ้นไป	4

4. บันทึกตัวเลขแสดงปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนเป็นมิลลิเมตรและรวมเป็นปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี ใส่ในตารางवासुतของช่องปริมาณน้ำฝน

5. บันทึกทิศทางการมประจําในตารางช่องล่างสุด

หมายเหตุ ทิศทางการมประจํา (Secondary) ไม่สามารถบันทึกลงได้เพราะข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ไม่ได้ตรวจสอบไว้เนื่องจากมีผลต่อสภาพดินฟ้าอากาศด้วย

ตาราง 3 การวินิจฉัยสภาพภูมิอากาศ

1. บันทึกกลุ่มของระดับความชื้นของแต่ละเดือน (HG) ตามตาราง 2 ลงในตาราง 3
2. พิจารณาอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี (AMT)
3. ตรวจสอบขีดจำกัดของสภาวะสบาย (Comfort Limits) โดยพิจารณาจากตารางของ Comfort Limits โดยพิจารณาพิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีสัมพันธ์กับกลุ่มของความชื้นสัมพัทธ์(HG) ในแต่ละเดือนและบันทึกในตารางโดยแบ่งลักษณะการพิจารณาพิสัยของ AMT เป็น 3 ระยะ คือสูงกว่า 20 °C ระหว่าง 15 °C - 20 °C และต่ำกว่า 15 °C

Average RH (percentage)	HG	AMT OVER 20 °C		AMT 15 °C - 20 °C		AMT UNDER 20 °C		HG
		DAY	NIGHT	DAY	NIGHT	DAY	NIGHT	
0 – 30	1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12-21	1
30 – 50	2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12-20	2
50 – 70	3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19	3
70 – 100	4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18	4

4. บันทึกอุณหภูมิเฉลี่ยสูง และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำของแต่ละเดือนในตาราง

5. พิจารณา AMT จากตาราง 1 และ กลุ่มความชื้นสัมพัทธ์ HG เพื่อให้ใช้อุณหภูมิของขีดจำกัดของความสบายลงในตาราง ทั้งกลางวัน(Day Comforts) และกลางคืน (Night Comforts)

6. เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยสูง(Monthly Mean Maxima) และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ (Monthly Mean Minima) ของแต่ละเดือนกับ Comfort Limits

เพื่อวินิจฉัยสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในกรณีที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น H
  - ในกรณีที่อุณหภูมิอยู่ในพิสัยของ Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น -
  - ในกรณีที่อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า Comfort Limits ให้วินิจฉัยสภาพภูมิอากาศเป็น C
- ตาราง 4 การตรวจสอบ

การพิจารณาข้อมูลกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถหาข้อสรุปในการออกแบบซึ่ง ข้อสรุปนี้สามารถตรวจสอบได้โดยแยกเป็นสภาวะอากาศ 2 ลักษณะ คือ สภาวะที่เกี่ยวข้องกับความชื้น (Humid) และสภาวะอากาศร้อนหนาว(Arid) การตรวจสอบเพียงกลุ่มหนึ่งไม่สามารถให้ข้อสรุปในการออกแบบที่แท้จริงได้ ข้อสรุปของรูปลักษณะซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบจะกระทำได้ภายหลังที่รวมการตรวจสอบต่าง ๆ ตลอดปีและนำมาประสานกัน ตามตารางที่ 4

การตรวจสอบสำหรับสภาวะอากาศซึ่งมีความสัมพันธ์กับสภาพความชื้น (Humid)

H1 แสดงให้เห็นว่ากระแสลมที่เคลื่อนผ่านเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากมีสภาวะอุณหภูมิของอากาศสูง (อุณหภูมิช่วงกลางวัน = H ) และมีความชื้นในอากาศสูง ด้วย (HG =4 )หรือในกรณีอากาศมีอุณหภูมิสูง (อุณหภูมิช่วงกลางวัน = H) และมีความชื้นในอากาศปานกลาง (HG = 2, หรือ 3) และมีพิสัยระหว่างอุณหภูมิ ของกลางวันและกลางคืนต่ำ (DR น้อยกว่า 10 °C)

H2 แสดงให้เห็นว่ากระแสลมเป็นสิ่งที่ต้องการ เนื่องจากอุณหภูมิอยู่ในพิสัยซึ่งสบาย (อุณหภูมิกลางวัน = -) และมีความชื้นในอากาศมาก

H3 แสดงถึงความต้องการในการกันฝน และควรกระทำอย่างยิ่งเมื่อปริมาณน้ำฝนที่ตกเริ่ม ตั้งแต่ 200 ม.ม. ต่อเดือนเป็นต้นไป

การตรวจสอบสำหรับสภาวะอากาศซึ่งมีความสัมพันธ์กับสภาพความร้อน หนาว (Arid)

A1 แสดงถึงความต้องการที่เก็บกักความร้อน ซึ่งต้องการเมื่อสภาพภูมิอากาศมีพิสัยของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน สูง (10 °C หรือมากกว่า) ในขณะที่มีปริมาณความชื้นในอากาศปานกลางหรือต่ำ (HG = 1,2 หรือ 3)

A2 แสดงถึงความต้องการสถานที่พักนอน นอนหลับภายนอกอาคาร ซึ่งต้องการเมื่อมีสภาวะอุณหภูมิของอากาศตอนกลางคืนสูง (อุณหภูมิอากาศกลางคืน) ขณะที่ความชื้นในอากาศมีน้อย (HG =1 หรือ 2)

A3 บ่งชี้ว่าสภาพอากาศมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศหนาว เย็น ซึ่งเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศกลางวันต่ำกว่าขีดจำกัดความสบาย (Comfort Limits) Day Termal Stress = C

การตรวจสอบเพื่อพิจารณาลักษณะภูมิอากาศเพื่อใส่เครื่องหมายตรวจสอบลงในตารางที่ 4 นั้น พิจารณาข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นและใส่เครื่องหมายซึ่งตรงกับสภาวะลงในตารางของทุก ๆ 1 เดือน และรวมปริมาณของเครื่องหมายไว้ในช่องรวม (Total)

เอกสารนี้เป็น ตาราง 5 สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด. ตรวจสอบและพิจารณาปริมาณรวมของแต่ละชั้นต่อนจากตาราง 4 เช็ดลงในตาราง 5

2. การพิจารณาให้ทำที่ละหัวข้อ เช่น ผังบริเวณ (LAY OUT) ว่าง (SPACING) การเคลื่อนไหวของอากาศ(Air Movement) ฯลฯ
3. พิจารณาข้อเสนอแนะซึ่งตรงกับปริมาณรวม (Total) ของตาราง 4 ในตาราง 5 จะได้ข้อเสนอแนะสรุปของข้อกำหนดในการออกแบบเบื้องต้นเกี่ยวกับ

- การวางผังบริเวณ (Lay Out)
- ระยะห่างระหว่างอาคาร (Spacing)
- ความเคลื่อนไหวของอากาศ (Air Movement)
- ช่องเปิดในอาคาร (Openings)
- ผนัง (Wall)
- หลังคา (Roof)

ความต้องการการพักผ่อนนอกอาคาร(Out Dorr Sleeping)

#### ตารางที่ 6

ลักษณะการตรวจสอบเช่นเดียวกับตารางที่ 5 คือ ใช้ผลสรุปจากตารางที่ 4 เพื่อทำการตรวจสอบ แต่เป็นการตรวจสอบในรายละเอียดขององค์ประกอบในการออกแบบซึ่งจะชี้ข้อจำกัดต่าง ๆ คือ

- ขนาดของช่องเปิด (Size Of Opening)
- ระดับหรือตำแหน่งของช่องเปิด (Position Of Opening)
- การป้องกันช่องเปิด (Protection Of Opening)
- ผนังและพื้น (Walls And Floor)
- หลังคา (Roofs)
- การพิจารณาส่วนประกอบภายนอกอาคาร (External Surface Treatment)

TABLE 5. Sketch Design Recommendations

Indicator totals from table 4						Recommendations
Humid			Arid			
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
						Layout
			○			1. Buildings orientated on east-west axis to reduce exposure to sun
			11or12		5-12	2. Compact courtyard planning
					0-4	
						Spacing
○						3. Open spacing for breeze penetration
2-10						4. As 3, but protect from cold/hot wind
0 or 1						5. Compact planning
						Air movement
○						6. Rooms single banked. Permanent provision for air movement
1 or 2			○			7. Double-banked rooms with temporary provision for air movement
0	2-12		6-12			8. No air movement requirement
	0 or 1					
						Openings
			○			9. Large openings, 40-80% of N and
			11or12		0 or 1	10. Very small openings, 10-20%
			Any other conditions			11. Medium openings, 20-40%
						Walls
			○			12. Light walls; short time lag
			3-12			13. Heavy external and internal wall
						Roofs
			○			14. Light insulated roofs
			6-12			15. Heavy roofs; over 8 hours' time
						Outdoor sleeping
				2-12		16. Space for outdoor sleeping
						Rain protection
			○			17. Protection from heavy rain need

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 6. Element Design Recommendations

Indicator totals from table 4						Recommendations
Humid			Arid			
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
						Size of openings
			○		○	1. Large, 40-80% of N and S walls
					1-12	2. Medium, 25-40% of wall area
			2-5			
			6-10			3. Composite, 20-35% of wall area
					0-3	4. Small, 15-25% of wall area
			11 or 12		4-12	5. Medium, 25-40% of wall area
						Position of openings
○						6. Openings in N&S walls at body height
1-2			○			on the windward side
			6-12			7. As above, but including openings in internal walls
						Protection for openings
					0-2	8. Exclude direct sunlight
		○				9. Provide protection from rain
						Walls and floors
			○			10. Light; low heat capacity
			3-12			11. Heavy: over 8 hours' time lag
						Roofs
○			○			12. Light : reflective surface & cavity
			3-12			13. Light and well insulated
			○			
			6-12			14. Heavy : over 8 hours' time lag
						External surface treatments
				1-12		15. Space for outdoor sleeping
		○				16. Adequate drainage for rainwater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1. AIR TEMPERATURE (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Monthly mean max.	29.6	30.4	31.4	32.6	32.9	32.8	32.6	32.7	32.2	31.1	29.6	29.1
Monthly mean min.	24.0	24.1	24.2	24.6	24.6	24.3	23.9	24.0	23.8	25.8	23.9	24.0
Monthly mean range.	5.6	6.3	7.2	8.0	8.3	8.5	8.7	8.7	8.4	7.3	5.7	5.1

HIGHEST	32.9	AMT	28.4
LOWEST	23.8	AMR	9.1

TABLE 2. HUMIDITY, RAIN AND WIND

RU (percentage)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Monthly mean max. a.m.	87	87	89	91	92	91	91	91	92	94	93	90
Monthly mean min. p.m.	67	66	65	64	63	61	61	60	63	68	73	72
Average	76	75	75	76	77	76	76	75	77	81	83	80
Humidity group	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Rainfall (mm)	81.9	25.3	36.7	70.2	120.4	101.0	94.9	99.8	129.6	283.5	587.9	403.7
Wind : Prevailing	E	E	E	E	W	SW	SW	SW	SW	W	E	E
Secondary												

TOTAL	
-------	--

TABLE 3. DIACNOSIS

	J	F	M	A	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidity group	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Temperature (°C)														
Monthly mean max.	29.6	30.4	31.4	32.6	32.9	32.6	32.8	32.6	32.7	32.2	31.1	29.6	29.1	
Day comfort Max.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Min.	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Monthly mean min.	24.0	24.1	24.2	24.6	24.6	24.3	23.9	24.0	23.8	23.8	23.9	23.9	24.0	
Night comfort Max.	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Min.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Thermal stress														
Day	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
Night	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

TABLE 4. INDICATORS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Humid													
H1 Air movement (essential)													12
H2 Air movement (desirable)													12
H3 Rain protection													3
Arid													0
A1 Thermal storage													0
A2 Outdoor sleeping													0
A3 Cold-season problems													0

## ภาคผนวก ข.

### ตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV

#### ตารางข้อมูลการคำนวณค่าภาระความเย็น (Cooling Load)



## ตารางข้อมูลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร OTTV และ RTTV

ตารางที่ 1 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ( $T_{D_{eq}}$ ) สำหรับผนัง

มวลของผนัง Kg/m <sup>2</sup>	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์				
	0.1 < 0-0.2>	0.3 < 0.2-0.4>	0.5 < 0.4-0.6>	0.7 < 0.6-0.8>	0.9 < 0.8-1.0>
0-125	14	15	16	17	18
126-195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ 2 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าเท่า ( $T_{D_{eq}}$ ) สำหรับหลังคา

มวลของหลังคา Kg/m <sup>2</sup>	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า °C			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ( $\alpha$ )			
	0.1 < 0-0.2>	0.3 < 0.2-0.4>	0.5 < 0.4-0.6>	0.6 และมากกว่า < 0.6-1.0>
0 - 50	20	24	28	32
51 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m <sup>3</sup>	ค่า k W/m- °C
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุผนังหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	บิตูเมน (Bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	( a ) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	1760	0.807
	( b ) ความชื้น 6%	1872	1.211
	( c ) ผึ่ง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง	960	0.303
		1120	
		1280	
8	แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)		
	( a ) แบบม้วน (Blanket)	10-24	0.038
	( b ) แบบแผ่น (Rigid board)	32-48	0.033
	( c ) แบบท่อสำเร็จ (Rigid pipe sections)	56-80	0.038
11	แผ่นกระจก	2512	1.053
12	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
13	แผ่นยิปซัม	880	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ตบอร์ด		
	( a ) มาตรฐาน	1024	0.216
	( b ) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	( a ) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2672	211
	( b ) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385
	( c ) เหล็กกล้า	7840	47.6
16	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น kg/m <sup>3</sup>	ค่า k W/m <sup>2</sup> ·°C
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
	( a ) ยิปซั่ม	880	0.191
	( b ) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา น้ำหนักขนาดกลาง	300	0.063
	( c ) เพอร์ไลต์	1104	0.274
	( d ) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	( e ) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
18	โพลีสไตรีน แฉงขยายตัว	16	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
21	ดินอัดหลวม (ร่วมขุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้อง หลังคา	1890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065
26	ไม้อัดซีพบอร์ด	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.086
28	หินล้าง	2245	0.115
29	กรวดล้าง	224	0.115

ตารางที่ 4 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ )
<b>ก. กรณีของผนังอาคาร</b>	
ก.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน ( $R_{i1}$ )	
ก.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก ( $R_{o1}$ ) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
<b>ข. กรณีของหลังคา</b>	
ข.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา ( $R_{i2}$ )	
ข.1.1 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1 หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวนระดับ	0.148
ข.1.1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวนระดับ	0.133
ข.1.2 กรณีที่ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
ข.1.2.1 หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวนระดับ	0.595
ข.1.2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวนระดับ	0.391
ข.2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา ( $R_{o2}$ ) (ผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียงทำมุมใด ๆ )	0.055

**หมายเหตุ**

- (1) ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำใช้กับกรณีที่ผิวผนังหรือหลังคาเป็นผิวสะท้อนแสง เช่น ผนังหรือหลังคาที่มีการติดแผ่นอะลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับกรณีทั่วไปให้ถือเป็นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง
- (2) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 0° ถึง 22.5° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วง(interpolation) ระหว่างค่าที่ 0° และ 22.5°
- (3) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงระหว่าง 22.5° ถึง 45° ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงระหว่างค่าที่ 22.5° และ 45°
- (4) กรณีที่หลังคาทำมุมเอียงมากกว่า 45° ให้ใช้ค่าที่ 45° ได้โดยตรง

ตารางที่ 5 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ( $m^2 \cdot C/W$ )		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ก. กรณีช่องว่างอากาศในผนัง			
ก.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ก.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606
ข. กรณีช่องว่างอากาศในหลังคา			
ข.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
ข.1.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.110	0.148	0.174
ข.1.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
ข.1.3 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
ข.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1 ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ข.2.2 ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
ค. กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง		0.458	
ค.2 ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ		1.356	

ตารางที่ 6 แสดงรายการวัสดุและสีทำผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง [ $\alpha < 0.2$ ]	ผิววัสดุที่ฉาบด้วยติบูก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอะลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวสีอ่อน [ $0.2 < \alpha < 0.4$ ]	อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แลคเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง [ $0.4 < \alpha < 0.6$ ]	วัสดุที่ทำสีอะลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้าง	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม [ $0.6 < \alpha < 0.8$ ]	คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม [ $0.8 < \alpha < 1.0$ ]	วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะคอบ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุบุหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐแอสฟัลต์สีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ สีเทาแก่ แลคเกอร์สีดำ สีดำธรรมดา สีดำเรียบมาก

$\alpha$  หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกชนิดต่าง ๆ

ชนิดกระจก	ความหนา (mm)	มวลของกระจก (kg/m <sup>2</sup> )	สัมประสิทธิ์การบัง แดด(SC)
กระจกโพลทใส (Clear Float Glass)	2	90	1.02
	3	180	1.00
	4	260	0.99
	5	360	0.97
	6	440	0.96
	8	800	0.92
	10	1000	0.90
	12	1200	0.87
	15	1700	0.84
กระจกสีเทา (Cool Gray)	19	2600	0.79
	5	360	0.69
	6	440	0.64
	8	800	0.57
	10	1000	0.52
กระจกสีชาดำ (Dark Cool Gray)	12	1200	0.47
	5	360	0.66
กระจกสีบรอนซ์ (Cool Bronze)	6	440	0.63
	8	800	0.75
	10	1000	0.71
	12	1200	0.63
	5	360	0.57
กระจกสีฟ้า (Sky Cool)	12	1200	0.52
	5	360	0.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางข้อมูลการคำนวณค่าภาระความเย็น (Cooling Load)

ตารางที่ 1 ตัวประกอบความร้อนเพิ่มสูงสุดจากดวงอาทิตย์ สำหรับกระจก  
หน่วยเป็น  $W/m^2$  (SHGF)

14 Deg N						
MONTH	N	NE/NW	E/W	SE/SW	S	HOR
Jan	96.5	186.5	674.0	785.5	601.0	804.5
Feb	105.5	317.0	735.0	724.0	453.0	885.0
Mar	112.0	454.0	715.0	610.5	261.5	927.5
Apr	124.5	552.5	728.5	460.5	134.0	913.5
May	176.5	604.0	697.0	348.5	127.5	886.5
Jun	222.5	618.5	661.0	298.0	127.5	869.0
Jul	186.5	596.5	658.0	336.0	131.0	871.0
Aug	131.0	539.5	689.5	438.5	296.5	890.0
Sep	115.5	435.5	719.0	588.5	261.5	897.5
Oct	105.5	312.5	710.0	700.5	441.5	867.5
Nov	98.0	186.5	662.5	773.0	591.5	798.0
Dec	93.0	138.5	639.0	796.5	645.5	763.5

ตารางที่ 2 เฟดเตอร์การความเย็น (CLF) สำหรับกระจกที่ไม่มีเครื่องบังแสงด้านใน

ทิศ	เวลาคงอาทิตย์, hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
NE	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.00
E	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
SE	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
S	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
SW	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
W	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
NW	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
HOR	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.26	0.24	0.19	0.16

M = โครงสร้างขนาดกลาง : ผืนผนังคอนกรีตด้านนอกหนา 4 นิ้ว, แลบบพื้นคอนกรีตหนา 4 นิ้ว, วัสดุหนักประมาณ 341 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ตารางที่ 3 แฟกเตอร์การความเย็น (CLF) สำหรับกระจกที่มีเครื่องบังแสงด้านใน

ระจูดเหนือหัน เข้าทิศ	เวลาดวงอาทิตย์ , hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
NE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
E	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
SE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
S	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.90	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
SW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
W	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
HOR	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.95	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

ตารางที่ 4 ปริมาณความร้อนที่คายออกจากร่างกายคนที่อาศัยอยู่ภายในห้องปรับอากาศ

ประเภทกิจกรรม	ตัวอย่างสถานที่	ความร้อนสัมผัส		ความร้อนแฝง	
		Watts	Btu/h	Watts	Btu/h
นั่งนิ่ง	โรงหนัง	60	210	40	140
นั่ง, ทำงานเบามาก	สำนักงาน, โรงแรม,	65	230	55	190
เขียนหนังสือ	อาหารที่เม้นท์				
นั่ง, กินอาหาร	ภัตตาคาร	75	255	95	325
นั่ง, ทำงานเบา,	สำนักงาน, โรงแรม,	75	225	75	255
พิมพ์ดีด	อาหารที่เม้นท์				
ยืน, ทำงานเบาหรือ	ร้านขายปลีก, ธนาคาร	90	315	95	325
เดินช้าๆ					
งานโต๊ะช่างขนาดเบา	โรงงาน	100	345	130	435
เดิน 3 mph,	โรงงาน	100	345	205	695
งานช่างขนาดเบา					
โบว์ลิ่ง	เล่นโบว์ลิ่ง	100	345	180	615
เดินร่าปานกลาง	ห้องเดินร่า	120	405	255	875
งานหนัก, งานช่าง	โรงงาน	165	565	300	1035
ขนาดหนัก, ยกของ					
งานหนัก, กีฬา	ห้องพละ, ยิมเนเซียม	185	635	340	1165

## ภาคผนวก ค

### แบบสอบถาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นอยู่

#### 1. ความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อม (สอบถามระดับความพอใจ 5 ระดับ)

		ระดับความพอใจ							
			5	4	3	2	1		ไม่ตอบ
1	แสงสว่างตอนกลางวัน	สว่าง	29	34	98	16	20	มืด	3
2	ลมพัดเข้าบ้าน	มาก	20	26	103	24	22	น้อย	5
3	อุณหภูมิในบ้านชั้นล่าง	เย็นสบาย	20	30	103	23	23	ร้อนอบอ้าว	1
4	อุณหภูมิในบ้านชั้นบน	เย็นสบาย	11	19	30	27	111	ร้อนอบอ้าว	2
5	การรบกวนจากแมลง ยุง	ไม่รบกวน	16	17	29	36	98	รบกวน	4
6	การรบกวนจากฝุ่น	ไม่รบกวน	13	15	32	32	106	รบกวน	2

#### ความรู้สึกต่อสภาพแวดล้อม (เปอร์เซ็นต์)

		ระดับความพอใจ					
		5	4	3	2	1	ไม่ตอบ
1	แสงสว่างตอนกลางวัน	14.5	17	49	8	10	1.5
2	ลมพัดเข้าบ้าน	10	13	51.5	12	11	2.5
3	อุณหภูมิในบ้านชั้นล่าง	10	15	51.5	11.5	11.5	0.5
4	อุณหภูมิในบ้านชั้นบน	5.5	9.5	15	13.5	55.5	1
5	การรบกวนจากแมลง ยุง	8	8.5	14.5	18	49	2
6	การรบกวนจากฝุ่น	6.5	7.5	16	16	53	1

#### 2. ความต้องการหรือต้องการเพิ่มเติมสิ่งที่จะช่วยปรับสภาวะสบาย

		ระดับความต้องการ					
		มาก			น้อย		ไม่ ตอบ
		5	4	3	2	1	
1	เครื่องปรับอากาศ	116	58	10	10	4	2
2	พัดลมไฟฟ้า	72	35	42	18	12	21
3	ติดตั้งกันสาดเพื่อกันแดดเข้าบ้าน	32	38	36	24	54	16
4	ติดตั้งกันความร้อนจากหลังคา	124	21	14	5	19	17
5	ติดตั้งหลอดกันยุงและแมลงรบกวน	94	27	32	16	19	12
6	ติดม่านเพื่อกันแดดเข้าบ้าน	42	25	45	30	38	20
7	เจาะหน้าต่างเพื่อให้ลมเข้าบ้าน	67	33	29	23	32	16
8	พื้นที่สำหรับปลุกต้นไม้ให้ร่มเงา	108	36	12	15	17	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการหรือต้องการเพิ่มเติมสิ่งซึ่งช่วยปรับสภาวะสบาย (เปอร์เซ็นต์)

		ระดับความต้องการ					
		มาก			น้อย		ไม่ ตอบ
		5	4	3	2	1	
1	เครื่องปรับอากาศ	58	29	5	5	2	1
2	พัดลมไฟฟ้า	36	17.5	21	9	6	10.5
3	ติดตั้งกันสาดเพื่อกันแดดเข้าบ้าน	16	19	18	12	27	8
4	ติดตั้งฉนวนกันความร้อนจากหลังคา	62	10.5	7	2.5	9.5	8.5
5	ติดตั้งหลอดกันยูงและแมลงรบกวน	47	13.5	16	8	9.5	6
6	ติดม่านเพื่อกันแดดเข้าบ้าน	21	12.5	22.5	15	19	10
7	เจาะหน้าต่างเพื่อให้ลมเข้าบ้าน	33.5	16.5	14.5	11.5	16	8
8	พื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา	54	18	6	7.5	8.5	6

3. กรณีที่มีเครื่องปรับอากาศ ในแต่ละปีไม่เปิดใช้งานประมาณ 1-3 เดือน

4. อุปกรณ์แสงสว่าง

- หลอดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 20-25 วัตต์ จำนวน 74 หลอด เฉลี่ยหลังละ 0.37 หลอด
- หลอดอินแคนเดสเซนต์ ขนาด 40-60 วัตต์ จำนวน 103 หลอด เฉลี่ยหลังละ 0.52 หลอด
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18-20 วัตต์ จำนวน 611 หลอด เฉลี่ยหลังละ 3.06 หลอด
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36-40 วัตต์ จำนวน 623 หลอด เฉลี่ยหลังละ 3.12 หลอด

ส่วนที่ 4 เกี่ยวกับรายละเอียดของบ้าน

1. ขนาดที่ดิน (ผู้ทำการวิจัยเลือกสำรวจเฉพาะบ้านเดี่ยวสองชั้นที่มีบริเวณเท่านั้น)

- ขนาดต่ำกว่า 100 ตารางเมตร จำนวน 4 หลัง คิดเป็นร้อยละ 2
- ขนาด 100-200 ตารางเมตร จำนวน 19 หลัง คิดเป็นร้อยละ 9.5
- ขนาด 200-300 ตารางเมตร จำนวน 48 หลัง คิดเป็นร้อยละ 24
- ขนาด 300-400 ตารางเมตร จำนวน 62 หลัง คิดเป็นร้อยละ 31
- ขนาด 400-500 ตารางเมตร จำนวน 67 หลัง คิดเป็นร้อยละ 33.5

2. สีหลังคา / สีบ้านภายนอก / สีบ้านภายใน

	ขาว	แดง	น้ำเงิน	น้ำตาล	เหลือง	เขียว	อื่นๆ
สีหลังคา	117	35	11	27	5	2	3
สีบ้านภายนอก	135	-	-	3	25	18	19
สีบ้านภายใน	142	-	-	1	20	22	15

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีหลังคา / สีบ้านภายนอก / สีบ้านภายใน (เปอร์เซ็นต์)

	ขาว	แดง	น้ำเงิน	น้ำตาล	เหลือง	เขียว	อื่นๆ
สีหลังคา	58.5	17.5	5.5	13.5	2.5	1	1.5
สีบ้านภายนอก	67.5	0	0	1.5	12.5	9	9.5
สีบ้านภายใน	71	0	0	0.5	10	11	7.5

- มีบ้านที่ติดตั้งฉนวนกันความร้อน จำนวน 48 หลัง คิดเป็นร้อยละ 24  
ไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน จำนวน 146 หลัง คิดเป็นร้อยละ 73  
ไม่ทราบ จำนวน 6 หลัง คิดเป็นร้อยละ 3
- ฉนวนกันความร้อนใช้ยิปซัมบอร์ด จำนวน 36 หลัง/ โยแก้ว 7หลัง /อื่นๆ(ไม่ทราบ) 5 หลัง
- หลังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน ติดตั้งใต้หลังคา 6 หลัง/ บนฝ้าเพดาน 37  
อื่นๆ (ไม่ทราบ) 5 หลัง
- วัสดุก่อสร้างที่ใช้

	คอนกรีตผิวขัด	คอนกรีตมวลเบา											ไม้	ไม้คอกบ		
		ไม่	หินขัด	หินอ่อน	กระเบื้องดิน	กระเบื้องยาง	กระเบื้อง	ก่ออิฐ	คอนกรีตบล็อก	กระเบื้อง	ไม้อัด	ยิปซัมบอร์ด			กระเบื้องลอน	กระเบื้องซี
1	พื้นชั้นบน	26	96	23	1	-	14	12	-	-	-	-	-	-	-	28
2	พื้นชั้นล่าง	66	23	77	5	4	8	17	-	-	-	-	-	-	-	-
3	ผนังชั้นบน	6	18	-	1	-	-	4	150	5	4	-	-	-	-	12
4	ผนังชั้นล่าง	6	5	-	1	-	-	9	174	5	-	-	-	-	-	-
5	หลังคา	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	110	85	-
6	ฝ้าเพดาน	-	9	-	-	-	-	-	-	-	98	28	36	-	-	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถาม**  
**ประกอบการทำวิทยานิพนธ์**  
**"แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยเพื่อใช้พลังงานต่ำ**  
**ในจังหวัดสงขลา"**



โดย  
**นายสุรพงษ์ กลาวโรจน์**  
**ศาสตราจารย์พิเศษ**

**ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์**  
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง**

บ้านเลขที่.....
ถนน..... ซอย/ตรอก.....
หมู่บ้าน.....
วันที่สำรวจ...../...../2537
เวลา.....
ผู้สำรวจ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องส่งคืนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามประกอบการทำวิทยานิพนธ์**  
**แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัย**  
**เพื่อใช้พลังงานต่ำในจังหวัดสงขลา**

\*\*\*\*\*

ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับผู้ให้ข้อมูล

1. เพศ
  - ชาย
  - หญิง
2. อายุ.....ปี
3. การศึกษา
  - ปริญญา
  - อาชีวศึกษา (ปวช., ปวท., ปวส.)
  - มัธยม
  - ประถม
  - อื่น ๆ (ระบุ).....
4. อาชีพ.....
5. ความสัมพันธ์กับครอบครัว.....
6. จำนวนสมาชิกในครอบครัว.....คน
7. ระยะเวลาที่ท่านอาศัยอยู่ในบ้านหลังนี้ประมาณ.....ปี.....เดือน

## ส่วนที่ 2 เกือบกับการใช้พลังงานในบ้าน

### 1. อุปกรณ์, เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ในบ้าน

ประเภท	จำนวน	เวลาที่ใช้งาน(ต่อเครื่อง)					จำนวนวันต่อเดือน
		จำนวนชั่วโมงต่อวัน					
		ต่ำกว่า 1 ช.ม	1-5	6-10	11-15	16-20	
โทรทัศน์							
วิทยุ/เทปเครื่องเสียง							
เตารีด							
หม้อหุงข้าว							
วีดีโกล							
เตาอบ/ไมโครเวฟ							
กาต้มน้ำไฟฟ้า							
กระถางไฟฟ้า							
ตู้เย็น							
พัดลม							
เครื่องปรับอากาศ							
เครื่องทำน้ำร้อน							
เครื่องปั่นน้ำ							

### 2. กรณีที่มีเครื่องปรับอากาศ

เวลาที่มักเปิดใช้

△ เช้า

(เฉลี่ยได้มากกว่า 1 ชั่วโมง)

△ เที่ยง, บ่าย

△ เย็น

△ กลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นอยู่

1. ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อบ้านและสภาพแวดล้อมในวิทยาลัยต่อไปนี้

		ระดับความพอใจ					
		5	4	3	2	1	
1.	แสงสว่างในตอนกลางวัน	สว่าง					มืด
2.	ลมพัดเข้าบ้าน	มาก					น้อย
3.	อุณหภูมิภายในบ้านชั้นล่าง	เย็นสบาย					ร้อนอบอ้าว
4.	อุณหภูมิภายในบ้านชั้นบน	เย็นสบาย					ร้อนอบอ้าว
5.	การระบายจากช่อง แผลง	ไม่ระบาย					ระบาย
6.	การระบายจากฝั่ยเข้าบ้าน	ไม่ระบาย					ระบาย

2. ท่านมีความต้องการหรือต้องการเพิ่มเติมสิ่งต่อไปนี้เพียงใด

		ระดับความต้องการ				
		มาก			น้อย	
		5	4	3	2	1
1.	เครื่องปรับอากาศ					
2.	พัดลม					
3.	ติดตั้งกันสาดเพื่อกันแดดเข้าบ้าน					
4.	ติดตั้งฉนวนกันความร้อนจากหลังคา					
5.	ติดตั้งฉนวนเพื่อกันหนาวและแมลงรบกวน					
6.	ติดตั้งม่านเพื่อกันแดดเข้าบ้าน					
7.	เจาะหน้าต่างเพื่อให้อากาศเข้าบ้าน					
8.	พื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้ให้ร่มเงา					

## 3. กรณีที่มีเครื่องปรับอากาศ

จำนวนเดือนที่ไม่มีเปิดใช้เลขในแต่ละปี.....เดือน

## 4. จำนวน/ประเภทหลอดไฟฟ้าและเวลาที่ใช้

ประเภท	จำนวน	เวลาที่ใช้งาน(ต่อเครื่อง)					จำนวนวันต่อเดือน
		จำนวนชั่วโมงต่อวัน					
		ต่ำกว่า 1 ชม.	1-5	6-10	11-15	16-20 มากกว่า 20 ชม.	
หลอดอินแคนเดสเซ็นต์ (ไฟดวง)	20-25พ						
	40-60พ						
	100พขึ้นไป						
ฟลูออเรสเซนต์ (หลอดนีออน)	18-20พ						
	36-40พ						
หลอดคอมแพค							
อื่น ๆ (ระบุ)							

5. ค่าไฟฟ้าที่ท่านจ่ายแต่ละเดือนประมาณ.....บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 เกี่ยวกับรายละเอียดของบ้าน

สำหรับผู้สำรวจกรอก

1. ขนาดที่ดิน ประมาณ.....ตารางเมตร
2. สีของหลังคา.....
3. สีทลงน้ำย ภายนอก.....  
ภายใน.....
4. ฉนวนกันความร้อน
  - △ ไม่มี
  - △ มี
5. ถ้ามีฉนวนกันความร้อน วัสดุที่ใช้คือ
  - △ โยกแก้ว / โยกหิน ( โยโครไฟเบอร์ )
  - △ อลูมิเนียมฟอยล์
  - △ อีบีซีมบอร์ด
  - △ โฟม
  - △ โพลีสไตรีน (เทอร์โมคอนด)
  - △ อื่น ๆ (ระบุ).....
6. ลักษณะอาคารข้างเคียง

	ถนน	ที่ว่าง	อาคาร สูงกว่า	อาคาร เตี้ยกว่า	อาคาร สูงพลๆกัน	อาคารมีทั้ง ต่ำและสูงกว่า	อื่น ๆ (ระบุ)
ด้านหน้า							
ด้านหลัง							
ด้านข้างซ้าย							
ด้านข้างขวา							

7. วัสดุก่อสร้างที่ใช้

1.	ฐาน	บน ล่าง	คอนกรีต/อิฐลิกนิน	ไม้	หินซึก	หินอ่อน/แกรนิต	กระเบื้องกันน้ำ	กระเบื้องยาง	กระเบื้องเคลือบ	กอิฐ	คอนกรีตบล็อก	กระเบื้องกระจก	ไม้สัก	ไม้สนบอร์น	กระเบื้องลอน	กระเบื้องซีเมนต์	
2.	ผนัง	บน ล่าง															
3.	หลังคา																
4.	เพดาน																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นายสุรพงษ์ ภาวโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2499 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษา สาขาสถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2528 และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (สถาปัตยกรรม) จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติราชมงคลในปัจจุบัน) วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา ปีการศึกษา 2521 เข้ารับราชการในสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติราชมงคล สังกัดแผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาเขตภาคใต้ในตำแหน่ง อาจารย์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2522 จนถึงปัจจุบัน

