นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคาร จากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม

นายเทียนชัย อ่อนอ้วน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

AN INNOVATIVE USE OF COOLING SENSATION IN BUILDING FROM SKY RADIATION, EARTH CONTACT AND SURROUNDING

MR. THIANCHAI ONOUAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคาร จากท้องฟ้า ดิน และสภาพแวดล้อม
โดย	นายเทียนชัย อ่อนอ้วน
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วาริชา วงศ์พยัต)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ)

เทียนชัย อ่อนอ้วน : นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคาร จากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม. (AN INNOVATIVE USE OF COOLING SENSATION IN BUILDING FROM SKY RADIATION, EARTH CONTACT AND SURROUNDING) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, 102 หน้า.

ปัจจุบันโลกได้มีการพัฒนามาสู่ยุคอุตสาหกรรม โดยมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย วิทยาศาสตร์ที่ก้าวไกล ทำให้เราได้นำเทคโนโลยีมาช่วยในการตอบสนองต่อความสะดวกสบายอย่างสมบูรณ์แบบ โดยการได้มาซึ่งความสะดวกสบายที่แลกมาด้วยการทำลายธรรมชาติ จนก่อให้เกิดปัญหา “สภาวะโลกร้อน” จากปัญหาดังกล่าว ก่อให้เกิดสภาพอากาศที่ร้อนสูงขึ้นทุกๆปี ซึ่งส่งผลกระทบต่อการอยู่อาศัยอย่างมาก

จากอุณหภูมิอากาศ 37°C-35°C ท้องฟ้า -20°- -3°C และจากดิน 27°C-25°C โดยศึกษาจากอาคารขนาดเล็ก พื้นที่ 80 ตรม. มีผู้ใช้งาน 3 คน พร้อมด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าและสิ่งอำนวยความสะดวกเบื้องต้น โดยใช้หลังคาดักความเย็นบนพื้นที่ 20 ตรม. จะพบว่าหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้า ช่วงเวลา 09.00 น.เป็นช่วงเวลาเริ่มเปลี่ยนของอุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก อุณหภูมิ 25°C จนสูงสุดที่ 37°C ในช่วงเวลา 15.00 น.และเริ่มลดลงที่ 25°C ในช่วงเวลา 19.00 น. รวมเวลา 10 ชั่วโมง โดยทำให้การรั่วซึมของอากาศร้อนผ่านรอยต่อและเปลือกอาคาร เข้าสู่อาคาร ประมาณ 3 BTU/SF.Hr ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลาที่จะต้องปิดช่องเปิดต่างๆ เพื่อเป็นการป้องกันความร้อน และหลังพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าจะพบว่าอุณหภูมิภายในอาคารได้แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอุณหภูมิที่สูงเกิน 25°Cและต่ำกว่า 25°C โดยช่วงแรก เวลา 12.00-22.00 น. อุณหภูมิอยู่ที่ 27°C-25°C โดยอุณหภูมิสูงสุดของวันอยู่ที่ 27°C เวลา 18.00 น. และอุณหภูมิต่ำสุดของวันอยู่ที่ 22°C ช่วงเวลา 05.00 น. โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปิดรับความเย็นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนจากท้องฟ้าของหลังคา คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 19.00 น.-08.00 น.รวมเวลา 14 ชม. โดยการเปิดช่อง ขนาด 0.80x1.80 ม. เพื่อให้ความเย็นที่ดักไว้บนหลังคาทะลักลงสู่อาคาร ซึ่งได้ความเย็นเทียบเท่า 1,500 BTU/SF.Hr รวมถึงการได้ความเย็นจากดิน 25°C การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมโดยการปลูกต้นไม้สูงด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้เพื่อไม่ให้แสงแดดโดนเปลือกอาคารและการเปิดช่องแสงและทางเข้าหลักทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ถือว่าเป็นการเอื้อประโยชน์ต่อการสร้างความรู้สึกเย็นให้แก่อาคาร โดยมีภาระความเย็นของอาคารรวม 9,000 BTU/SF.Hr ซึ่งผู้อาศัยสามารถอยู่ได้ได้สบายโดยไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งนับได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน และแก้วิกฤตพลังงานของประเทศชาติในอนาคตด้วยระบบทุนธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2555

5374185325 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : INNOVATIVE / SOIL / ENVIRONMENT / COOLING / SENSATION

THIANCHAI ONOUAN : AN INNOVATIVE USE OF COOLING SENSATION IN BUILDING FROM SKY RADIATION, EARTH CONTACT AND SURROUNDING. ADVISOR :PROF. Dr. SOONTORN BOONYATIKARN, 102 pp.

The world is now in an industry age utilizing modern technology and highly advanced science. However, we use technology to help meet our needs for convenience and comfort often at the expense of nature, resulting in global warming. The climate is becoming increasingly warmer every year, which has a significant impact on our lives.

The study was conducted from 29-30 March, 2012, for a total of 36 hours, with a cooling roof of 20 square meters in area. It was found that after sunrise, the temperature would begin to rise at 9.00 hrs. from 25°C and peak at 37°C at 15.00hrs. Then it would decrease back down to 25°C starting at about 19.00 hrs. over ten hours. The hot air would enter the house through seams in building shell at about 3 BTU/SF/HR. This is the period during which various openings should be closed to prevent heat from entering. After sunset, the temperature inside the building could be separated into two periods: one during which the temperature was over 25°C and the other, under 25°C. The former period was between 12.00-22.00 hrs. with temperatures between 27°C-25°C, the day's highest being 27°C at 18.00 hrs. and the lowest 22°C at 05.00 hrs.

The period suitable for opening up the building to receive the coolness from heat exchange outside of the roof was from 19.00 hrs. to 08.00 hrs., a total of 14 hrs. This was done through an opening of 0.80x1.80 meters in size to let the coolness trapped on the roof enter into the building, which received a total of 21,000 BTU of coolness as well as coolness of 25°C from the ground. Also contributing to the cooling of the building were an adjustment of the surroundings by growing tall trees to the southwest so the sunlight would not reach the building shell and opening the skylight and having the main entrance in the north and northeast. This can be considered a sustainable way to help alleviate the current problem of global warming as well as the country's energy dependency in the future through a system of natural capital.

Department : Architecture Student's Signature .....

Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year : 2012

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จะสำเร็จไม่ได้หากไม่ได้รับความความอนุเคราะห์รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินการต่างๆ จากบุคคลที่เกี่ยวข้องมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ ที่กรุณาได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ทางวิชาการมากมาย รวมทั้งให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในทุกๆเรื่องไม่ว่าจะในเรื่องของการศึกษาแม้กระทั้งการทำงาน ส่วนวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ก็ได้ความกรุณาในฐานะที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณ รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร อาจารย์ ดร.วาริชา วงศ์พยัต และ ดร.สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ พร้อมทั้งให้คำชี้แนะต่างๆเพื่อเป็นการปรับปรุงแก้ไขในการสอบและทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาในการทำการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรต่างๆ ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างสูงในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ดี เอ็น เอ รีสอร์ท แอนด์ สปา ในการให้สถานที่ พื้นที่ วัสดุ อุปกรณ์ ในการทำงาน ขอบขอบคุณคุณลุงใจหาญ ล่องกุหลาบและช่างก่อสร้าง รวมทั้งพนักงานทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาตลอด 2 ปีที่ผ่านมา และขอขอบคุณ น้องๆร่วมชั้นเรียนศูนย์เชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกคนผู้ร่วมในชะตากรรมเดียวกัน ซึ่งให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจและช่วยเหลือกันเสมอตลอดระยะเวลาที่อยู่ด้วยกัน

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณสิริรักษ์ เจริญทรัพย์ และญาติพี่ น้อง ผู้มีพระคุณอีกหลายท่าน ที่ให้อิสระทางความคิด และที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกายและกำลังใจ แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายในชีวิต สุดท้ายและท้ายสุดขอขอบคุณ แก้วตา ดวงใจ ของผู้วิจัย น้องแก้ม ด.ญ.ฐิติรัตน์ เจริญทรัพย์ ที่เป็นทุกๆอย่าง จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ในครั้งนี้ ขอขอบคุณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 แนวคิดและทฤษฎี 8

2.1.1 ทฤษฎีความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ 8

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน 9

2.2 อิทธิพลของภูมิอากาศร้อนชื้นที่มีผลต่อการออกแบบ 13

2.2.1 เขตสบายของมนุษย์ 13

2.2.2 อิทธิพลของความชื้น 16

2.2.3 อิทธิพลของความร้อน 18

2.2.4 การใช้รูปทรงที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำ 18

2.2.5 การใช้รูปทรงที่มีการรั่วซึมของอากาศ 19

2.3 อิทธิพลความเย็นจากสภาพแวดล้อม 21

2.3.1 การเลือกใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดิน 21

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน 23

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากดิน 25

หน้า

2.4 อิทธิพลความเย็นจากสภาพแวดล้อม 27
2.5 การเลือกวัสดุ 27
2.5.1 การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน 27
2.6 อิทธิพลการใช้วัสดุผนัง 29
2.6.1 อิฐมอญ 29
2.6.2 ฉนวนโฟม 30
2.6.3 ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก 31
2.6.4 การเลือกกระจก 33
2.7 ระบบโครงสร้างและการก่อสร้าง 34
2.7.1 ระบบโครงสร้างอาคาร 34
2.7.2 ระบบโครงสร้างอื่น 35
2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
2.8.1 การพัฒนารูปแบบและระบบการไหลเวียนอากาศของหลังคา 38
2.8.2 การปรุงแต่งสภาวะน่าสบาย โดยอาศัยอิทธิพลจากผิวสัมผัสดิน 38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
3.1 ตัวแปรศึกษา 40
3.1.1 ตัวแปรความสบายด้านความรู้สึกร้อน-หนาว 40
3.2 เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัติของสภาพแวดล้อม 40
3.2.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ผิววัสดุ 40
3.2.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 41
3.3 ขั้นตอนการศึกษา 43
3.3.1 ศึกษาตัวแปรของท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม โดยการวัดและตรวจ สอบข้อมูลสภาพแวดล้อม ของดิน สภาพอากาศ 43
3.3.2 ศึกษาแนวทางการนำความเย็นท้องฟ้า จากดินและสภาพแวดล้อมรวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง โดยใช้กรณีศึกษาจากการสร้างจริงขนาดเล็ก 44
3.3.3 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง ในเขตบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง 50

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 52
4.1 ผลของการศึกษาตัวแปรและอิทธิพลของตัวแปร ที่สร้างความเย็นที่มีผลต่อการออกแบบอาคารและก่อสร้าง 52
4.2 ผลการออกแบบและก่อสร้าง 58
4.3 ขบวนการวัดและตรวจสอบอุณหภูมิ 71
4.3.1 ดิน 71
4.3.2 สภาพแวดล้อมของท้องฟ้า 72
4.3.3 สภาพแวดล้อม 73
4.4 ผลการออกแบบและก่อสร้าง 74
4.5 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง 79

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
5.1 สรุปผลการวิจัย 82
5.1.1 ตัวแปรและอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำความเย็นและป้องกันความร้อนในอาคาร 82
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 83
5.3 ข้อเสนอแนะ 85
รายการอ้างอิง 87
ภาคผนวก 88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 102

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 แสดงพื้นที่ใช้สอยอาคาร 45

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1-1	แสดงภาพเรือนทรงไทยและสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน	1
ภาพที่ 1-2	แสดงภาพเรือนทรงไทยและสภาพแวดล้อม	3
ภาพที่ 2-1	แสดงองค์ประกอบของปรัชญาในการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบันในทรรศนะของ ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ	12
ภาพที่ 2-2	เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า	14
ภาพที่ 2-3	แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้รับจากการออกแบบทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงาน ทำให้สภาวะภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบายมากที่สุด จึงทำให้ประหยัดพลังงานในการปรับสภาวะอากาศภายในให้อยู่ในระดับที่ต้องการ	15
ภาพที่ 2-4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อแสดงขอบเขตสภาวะสบายที่คนเรารู้สึกสบายจากตัวแปรสภาพอากาศ เป็นสภาวะที่คนเรารู้สึกสบายโดยที่ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาว ไม่ชื้นหรือแห้งจนเกินไป จากภาพคนเราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์	16
ภาพที่ 2-5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบเพื่อให้อาคารมีค่าอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร โดยมีความมุ่งหมายเพื่อให้สัดส่วนนี้มีค่าน้อยที่สุด	19
ภาพที่ 2-6	แสดงรูปทรงอาคารประเภทต่างๆ รูปทรงที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศมากจะส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของอากาศมาก รูปทรงที่เกิดจากส่วนโค้งของทรงกลมจะทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศน้อยที่สุด	21
ภาพที่ 2-7	แสดงตัวอย่างการใช้ต้นไม้ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นคือ การยอมให้ลมพัดผ่านพุ่มใบทั้งระดับบนและระดับล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่อยู่ติดผิวดิน เพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำเป็นผลให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปกติ ส่วนต้นไม้ใหญ่จะเป็นการลดความร้อนที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) โดยใบระดับบนทำหน้าที่สกัดกั้นแสงแดด โดยพุ่มใบมีลักษณะโปร่งโล่งเพื่อมิให้เกิดการกักเก็บความชื้น	

หน้า

	ให้กับสภาพแวดล้อมด้านล่าง การปรับสภาพแวดล้อมที่ดีสามารถช่วยทำให้อุณหภูมิลดต่ำได้ประมาณ 3 องศาเซลเซียส	23
ภาพที่ 2-8	แสดงผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (EIFS	31
ภาพที่ 2-9	แสดงองค์ประกอบของรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด ได้แก่ ช่วงรังสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้จากรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด (พื้นที่สีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ต้องการสำหรับกระจกในเขตร้อน ส่วนรังสีอัลตราไวโอเล็ต (พื้นที่สีฟ้า) และรังสีอินฟราเรด (พื้นที่สีแดง) เป็นช่วงคลื่นที่ไม่จำเป็นต่อการมองเห็น การนำเอารังสีในช่วงคลื่นทั้งสองมาใช้จะเป็นการสร้างความร้อนให้กับอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร	33
ภาพที่ 2-10	แสดงลักษณะของโครงสร้างพิเศษแบบต่างๆ	36
ภาพที่ 2-11	แสดง DIAGRAM ของแรงในคาน พื้น และผิวโครงสร้าง	37
ภาพที่ 2-12	แสดงการใช้วัสดุก่อสร้างในโครงสร้างพร้อมฉนวน โดยใช้วัสดุที่รับแรงอัด COMPRESSIVE ด้านบน และวัสดุที่รับแรงดึง TENSILE พร้อมกับการใช้ฉนวนที่มีการยึดผิวทั้งแรงดึงและแรงอัด เพื่อให้ผิวโครงสร้างคงอยู่ได้ตาม DIAGRAM	38
ภาพที่ 3-1	แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิผิววัสดุด้วยรังสีอินฟราเรด รุ่น testo 860-T2	41
ภาพที่ 3-2	แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB	42
ภาพที่ 3-3	แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: 303C	43
ภาพที่ 3-4	แสดงผังบริเวณ	44
ภาพที่ 3-5	แสดงแนวทางการเลือกลักษณะรูปทรงอาคารที่เหมาะสมกับโครงการศึกษา	45
ภาพที่ 3-6	การเลือกรูปทรงที่มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคารน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ใช้สอย	46
ภาพที่ 3-7	การเลือกรูปทรงที่เหมาะสมในการรั่วซึมของอากาศได้ดี	46
ภาพที่ 3-8	เปรียบเทียบผิวสัมผัสแสงแดดด้วยมุมแสงเดียวกันด้วยรูปทรงที่ต่างกัน	46
ภาพที่ 3-9	แสดงแนวทางในการใช้ประโยชน์จากดินและสภาพแวดล้อม	47
ภาพที่ 3-10	แสดงแนวทางในการใช้ประโยชน์จากท้องฟ้าในเวลากลางคืน	48

หน้า

ภาพที่ 3-11	แสดงแนวทางการใช้ประโยชน์จากหลังคาดาดฟ้าเพื่อดักความเย็นจากท้องฟ้า	48
ภาพที่ 3-12	แสดงการหาจุดควบแน่นโดยใช้ PSYCHROMETRIC	49
ภาพที่ 3-13	แสดงบริเวณที่แสดงการควบแน่นของหยดน้ำ	49
ภาพที่ 3-14	แสดงบริเวณที่แสดงการควบแน่นของหยดน้ำ	50
ภาพที่ 4-1	แสดงขบวนการและแนวคิดในการออกแบบเพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ดิน	52
ภาพที่ 4-2	แสดงการวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร	53
ภาพที่ 4-3	แสดงแนวคิดการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยภายในโดยการใช้ประโยชน์จากชานพักบันไดและหลังคา	53
ภาพที่ 4-4	แสดงการทำหุ่นจำลองเบื้องต้นเพื่อการศึกษาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่เหมาะสม	54
ภาพที่ 4-5	ผังพื้น	55
ภาพที่ 4-6	ผังพื้นชั้นดาดฟ้า	55
ภาพที่ 4-7	รูปตัดตามยาว	56
ภาพที่ 4-8	รูปด้านทิศตะวันออก	56
ภาพที่ 4-9	รูปด้านทิศเหนือ	57
ภาพที่ 4-10	หุ่นจำลองเพื่อใช้ในการประกอบการศึกษาและก่อสร้างอาคารจริง	57
ภาพที่ 4-11	ปรับสภาพพื้นที่ก่อสร้าง	58
ภาพที่ 4-12	กำหนดผังพื้นอาคาร	59
ภาพที่ 4-13	อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบผังและแนวทางการนำความเย็นขึ้นสู่อาคาร	59
ภาพที่ 4-14	เลือกเศษวัสดุเหลือใช้เป็นวัสดุ ผนังและโครงสร้างอาคาร	60
ภาพที่ 4-15	การสร้างโครงสร้างอาคาร	60
ภาพที่ 4-16	แบบก่อสร้างและหุ่นจำลองประกอบเพื่อการก่อสร้าง	61
ภาพที่ 4-17	การเริ่มต้นประกอบฐานและติดตั้งผนังอาคาร	61
ภาพที่ 4-18	จุดอ้างอิงสำหรับสร้างผนังโค้ง	62
ภาพที่ 4-19	การติดตั้งสำหรับโครงสร้างผนังโค้ง	62
ภาพที่ 4-20	โครงสร้างผนังรับน้ำหนักอาคาร	63

หน้า

ภาพที่ 4-21 วางพื้นหลังคาบนโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก 63
ภาพที่ 4-22 โครงสร้างหลังคาและผนังในชิ้นเดียวกัน 64
ภาพที่ 4-23 โครงสร้างอาคารประมาณ 50% 64
ภาพที่ 4-24 การเก็บรายละเอียดจุดเสี่ยงการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร 65
ภาพที่ 4-25 การเก็บรายละเอียดจุดเสี่ยงภายนอกเพื่อป้องกันการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร 65
ภาพที่ 4-26 โครงสร้างอาคารแล้วเสร็จ 100% 66
ภาพที่ 4-27 เก็บรายละเอียดการนำความร้อนสู่ภายใน 66
ภาพที่ 4-28 เก็บรายละเอียดภายในอาคาร 67
ภาพที่ 4-29 วงกบช่องเปิดไม้เนื้อแข็ง ลูกฟักกระจก ฮีตสตอบ 67
ภาพที่ 4-30 แสดงโถงภายในอาคาร 68
ภาพที่ 4-31 แสดงมุมรับแขกภายในอาคาร 68
ภาพที่ 4-32 แสดงมุมภายในห้องนอน 69
ภาพที่ 4-33 แสดงมุมห้องน้ำ-ส้วม ในอาคาร 69
ภาพที่ 4-34 ทัศนียภาพภายนอก ด้านทิศเหนือ 70
ภาพที่ 4-35 ทัศนียภาพภายนอก ด้านทิศใต้ 70
ภาพที่ 4-36 แสดงการแนวคิดในการดักเก็บความเย็นหลังดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า 75
ภาพที่ 4-37 แสดงการเปิดรับความเย็นหลังพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าเข้าสู่ตัวอาคาร 75
ภาพที่ 4-38 แสดงอุณหภูมิที่เปลือกอาคารและสภาพแวดล้อมหลังพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า 76
ภาพที่ 4-39 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างกันรอบอาคารในเวลากลางคืน 76
ภาพที่ 4-40 แสดงเทคนิคป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารและป้องกันความเย็นออกจากอาคารหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้า วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555.. 77
ภาพที่ 4-41 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิความร้อนสูงสุดของวัน ระหว่างภายนอกและภายในอาคารหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอาคาร 77
ภาพที่ 4-42 แสดงเทคนิคป้องกันความร้อนและนำความเย็นหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าเข้าสู่ตัว 78
ภาพที่ 4-43 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างกันรอบอาคารในเวลากลางวัน 78
ภาพที่ 4-44 แสดงอาคารที่ก่อสร้างจริง เพื่อการวัดและประเมินผลการวิจัย 79

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 2-1 แสดงอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่ม (ใต้ต้นไม้) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2540 เวลา 04.15 น. ถึงวันที่ 3 มีนาคม เวลา 10.30 น. จากการทดลองเพื่อศึกษาอุณหภูมิของดินใต้ต้นไม้ พบว่ามีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเกือบตลอดวัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 24 องศาเซลเซียส แสดงว่าการปรับสภาพโดยใช้ต้นไม้และพืชคลุมดินสามารถช่วยลดอุณหภูมิโดยรอบบริเวณอาคารได้ ---- 24

แผนภูมิที่ 2-2 แสดงอุณหภูมิดินและผิวดินแห้ง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิกระเปาะเปียก เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2540 เวลา 04.15 น. ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2540 เวลา 10.30 น. จากการทดลองวัดอุณหภูมิของดินที่ระดับต่างๆ พบว่าอุณหภูมิดินที่ความลึก 0.62 เมตร มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิผิวดินจะมีอุณหภูมิสูงมากในช่วงกลางวัน เนื่องจากไม่มีพืชคลุมดินช่วยลดความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ ---- 26

แผนภูมิที่ 2-3 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวคอนกรีตเสริมเหล็กและอุณหภูมิอากาศพบว่าอุณหภูมิผิวถนนที่โดนแดดมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศตลอดทั้งวัน โดยผิวถนนมีอุณหภูมิประมาณ 42 องศาเซลเซียส ซึ่งหากมีลมพัดผ่านอุณหภูมิที่ผิวถนนขณะนั้น อาจทำให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มจาก 35 องศาเซลเซียส เป็น 38 องศาเซลเซียส ---- 28

แผนภูมิที่ 2-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่ม และอุณหภูมิอากาศพบว่าอุณหภูมิหญ้าเปียกในร่มมีลมพัดผ่าน มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน โดยผิวหญ้าเปียกในร่ม มีอุณหภูมิสูงประมาณ 27 องสาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 24 องสาเซลเซียส หากมีลมพัดผ่านจากอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เป็นผลจากการพัดผ่านที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้อุณหภูมิลดลงได้ ---- 29

หน้า

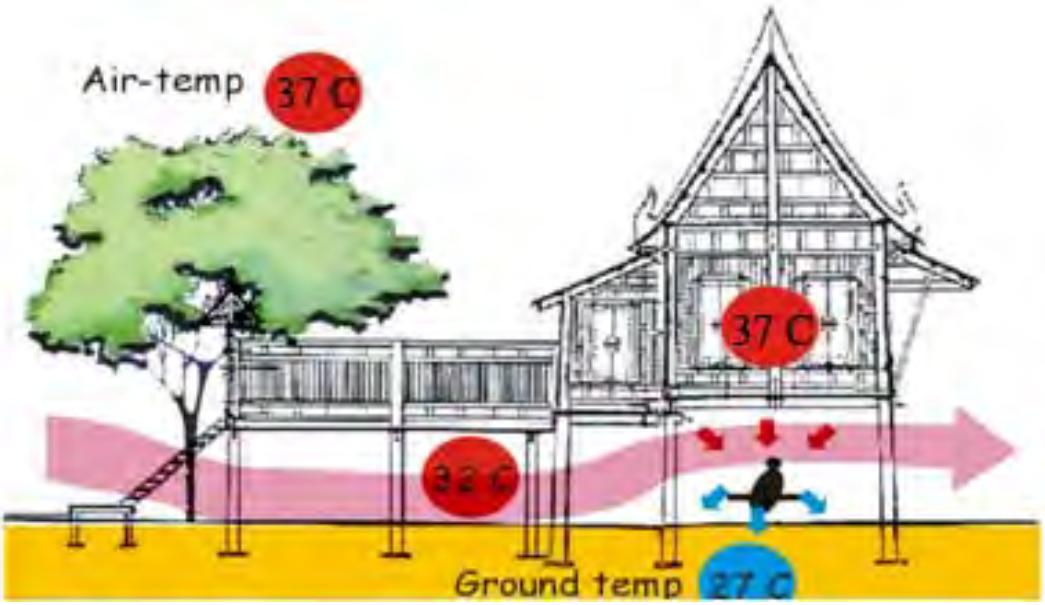
แผนภูมิที่ 2-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่างๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว 32
แผนภูมิที่ 4-1 แสดงอุณหภูมิความเย็นจากดิน วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น 71
แผนภูมิที่ 4-2 แสดงอุณหภูมิอากาศบนหลังคาดาดฟ้าที่มีมวลสารน้อยได้รับอิทธิพลความเย็นจากท้องฟ้า วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น 72
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น 73
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดิน อุณหภูมิท้องฟ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น 74
แผนภูมิที่ 4-5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร อุณหภูมิท้องฟ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น 80
แผนภูมิที่ 4-6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร อุณหภูมิโดยรวมภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น. 80
แผนภูมิที่ 5-1 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความร้อนที่มีผลต่ออาคารในเวลากลางวัน วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555 84
แผนภูมิที่ 5-2 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความเย็นที่มีผลต่ออาคารในเวลากลางคืน วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555 84
แผนภูมิที่ 5-3 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความเย็นที่มีผลต่ออาคารในเขตสบาย วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555 85

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกได้มีการพัฒนามาสู่ยุคอุตสาหกรรม โดยมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย วิทยาศาสตร์ที่ก้าวไกล ทำให้เราได้นำเทคโนโลยีมาช่วยในการตอบสนองต่อความสะดวกสบายอย่างสมบูรณ์แบบ โดยการได้มาซึ่งความสะดวกสบายที่แลกมาด้วยการทำลายธรรมชาติ จนก่อให้เกิดปัญหา “สภาวะโลกร้อน” จากปัญหาดังกล่าว ก่อให้เกิดสภาพอากาศที่ร้อนสูงขึ้นทุกๆปี ซึ่งมีผลกระทบต่อการอยู่อาศัยเป็นอย่างมาก

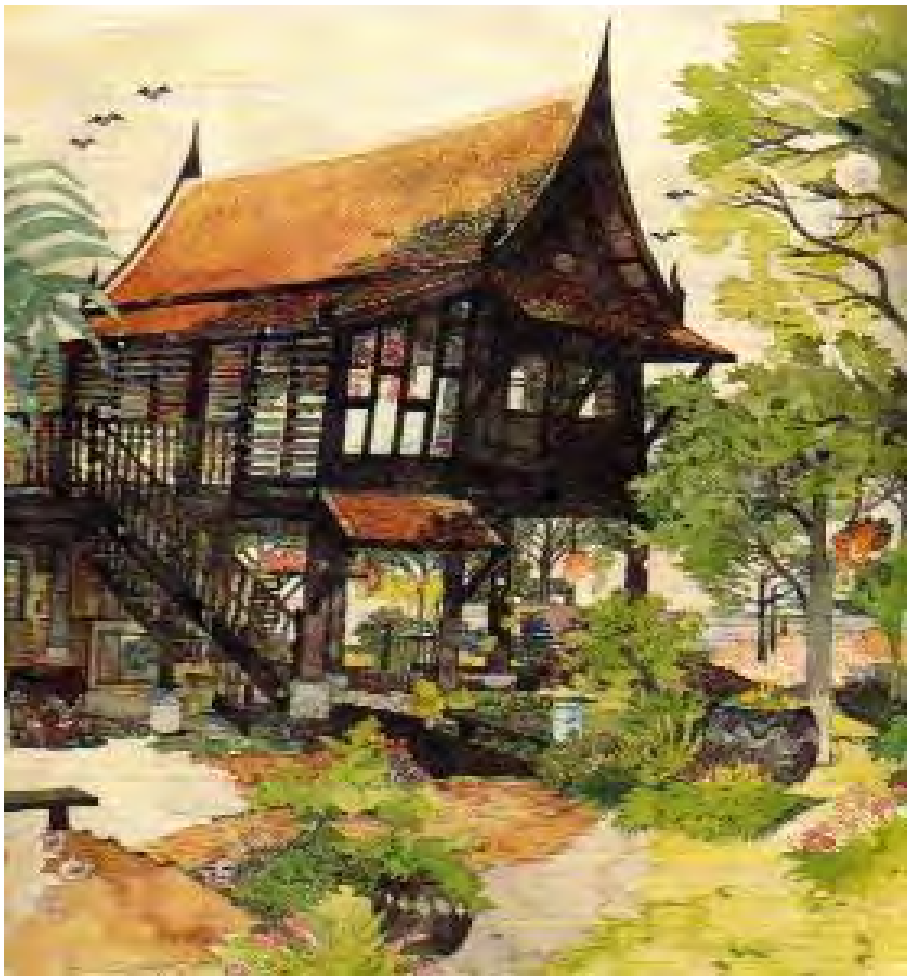


ภาพที่ 1-1 แสดงภาพเรือนทรงไทยและสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

จากภาพที่ 1.1 ในสภาวะปัจจุบันสภาพแวดล้อมมิได้เอื้อต่อการอยู่อาศัยเหมือนเช่นก่อนในอดีต ด้วยอุณหภูมิของสภาพแวล้อมสูงถึง 37°C จึงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงตามไปด้วย ฉะนั้นอุณหภูมิภายในก็สูงถึง 37°C เช่นเดียวกัน ด้วยการแผ่รังษีของเปลือกอาคารจึงส่งผลให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น ประมาณ 1°C-2°C ซึ่งในสภาพแวดล้อมในปัจจุบันจึงไม่สามารถอยู่ได้สบาย ดังเช่นสมัยก่อน ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ ทำอาชีพการเกษตร โดยพื้นแผ่นดินไทยในยุคนั้น จะเต็มไปด้วย ท้องทุ่งนา หนองน้ำ ป่าไม้ ภูเขา ไร้มลภาวะที่เป็นพิษ ไม่มีควันจากการเผาป่า ไม่มีควันจากท่อไอเสียจากรถยนต์อย่างเช่นปัจจุบัน ซึ่งสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้เอื้อประโยชน์ต่อ

การอยู่อาศัยในยุคนั้นเป็นอย่างดี เป็นการอยู่ร่วมกับธรรมชาติที่สมบูรณ์ และได้มีการปรุงแต่งธรรมชาติเพิ่มเพื่อการอยู่อาศัยทำให้สภาพแวดล้อมของการอยู่อาศัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เรือนไทยในอดีต จึงถือได้ว่าเป็นสถาปัตยกรรมของการอยู่อาศัยที่พึ่งพาระบบธรรมชาติอย่างแท้จริง ซึ่งเรือนไทยในอดีตนั้น การปลูกอาคารซึ่งมีลักษณะเป็น กลุ่มอาคารหลายๆหลัง เน้นให้ลมพัดผ่านสภาพแวดล้อมเย็นามสู่อาคารได้สะดวก และพัดนำความร้อนออกจากอาคาร ทำให้เกิดความรู้สึกสบายแก่ผู้อาศัยในอาคาร การมีชายคาที่ยื่นยาวเพื่อป้องกันแสงแดดโดนเปลือกอาคารเป็นการลดอิทธิพลความร้อนจากแสงแดดอีกทางหนึ่ง การยกใต้ถุนสูงเพื่อป้องกันน้ำท่วม และในช่วงฤดูร้อนใต้ใช้ใต้อาคารเป็นที่ต้อนรับหรือพักผ่อนในช่วงเวลากลางวัน เมื่อลมเย็นพัดผ่านสภาพแวดล้อมที่เย็นสู่อาคาร ทำให้ผู้ที่ใช้งานใต้อาคารมีความรู้สึกเย็นกว่าสภาพแวดล้อมรอบอาคาร เมื่อได้รับอิทธิพลจากกระแสลมพัดผ่าน และยังได้รับอิทธิพลความเย็นจากดินในการส่องผ่านความเย็นปกคลุมไปทั่วบริเวณอีกด้วย

นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคารจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม เป็นการออกแบบเพื่อตอบสนองความสะดวกสบายโดยไม่ทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาตัวแปร รวมทั้งนำเทคนิคการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารและกักเก็บความเย็นไว้ในอาคาร โดยการประเมิลผลจากการสร้างอาคารจริงขนาดเล็ก เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 1-2 แสดงภาพเรือนทรงไทยและสภาพแวดล้อม (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

จากภาพที่1-2 แสดงให้เห็นถึงอัจฉริยะภาพของบรรพบุรุษของคนไทยในอดีต ที่สามารถบรรจงสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมเรือนไทยให้อยู่ได้อย่างสบายภายใต้อากาศและสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์ในยุคสมัยนั้น ซึ่งจากการศึกษาจะพบว่าสภาวะอากาศ ภายนอกและสถาวะอากาศภายในส่วนใหญ่จะไม่แตกต่างกัน เนื่องจากตัวอาคารทำด้วยวัสดุที่มีมวลสารน้อย ซึ่งส่วนใหญ่ตัวอาคารจะประกอบด้วยไม้เป็นหลัก ทำให้มีการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกันได้อย่างรวดเร็ว แต่ส่วนที่แตกต่างกันในการอยู่อาศัยนั้นก็คือ การเลือกสถานที่ในการตั้งอาคารที่เหมาะสม โดยมีตัวแปรที่สำคัญ คือ สภาพแวดล้อม การเลือกสภาพแวดล้อมที่ต่างกันก็ทำให้การอยู่อาศัยสบายต่างกัน ไปด้วย

ในยุคปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาประเทศมาสู่ยุคอุตสาหกรรม โดยมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย วิทยาศาสตร์ที่ก้าวไกล เพื่อให้ทัดเทียมกับนานาประเทศ ทำให้เราได้นำเทคโนโลยีมาช่วยในการตอบสนองต่อความสะดวกสบายอย่างสมบูรณ์แบบ โดยการได้มาซึ่ง

ความสะดวกสบายนั้นแลกมาด้วยการทำลายธรรมชาติอย่างมากมาย จนก่อให้เกิดปัญหา “สภาวะโลกร้อน” อันเกิดจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จำนวนมหาศาลสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นผลให้แสงแดดที่ส่องผ่านมายังผิวโลก ไม่สามารถผ่านกลับออกไปได้ เป็นผลให้เกิดผลกระทบโดยตรงกับมุษย์ และยังได้เกิดผลกระทบต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ตามมาด้วย ยกตัวอย่างผลกระทบที่เกิดจากสภาวะโลกร้อน เช่น การละลายของน้ำแข็งทางขั้วโลกเหนือ การเกิดซึนามิที่ประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น และที่มีผลกระทบต่อคนไทยมากที่สุดก็คือ มหาวิกฤตน้ำท่วมใหญ่ในประเทศไทย ปี 2554 ที่ผ่านมา รูปแบบการอยู่อาศัยในปัจจุบันได้มีการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมอย่างไร้ขีดจำกัด เพื่อตอบสนองด้านความสบายของมนุษย์ และเมื่อเทียบกับพลังงานแล้ว เราต้องสูญเสียธรรมชาติและสภาพแวดล้อมจำนวนมาก เพื่อตอบสนองความสบายต่างๆ โดยเฉพาะอาคารอยู่อาศัยที่ยังขาดผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมที่ดีในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ ในการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมเป็นยุคแห่งสถาปัตยกรรมสีเขียว (GREEN ARCHITECTURE) การออกแบบอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานให้น้อยลง หรือที่เรียกว่า “การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน” ซึ่งถือว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในยุคปัจจุบัน เป็นการออกแบบสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมเพื่อลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของพลังงานโดยตรงและเห็นผลมากที่สุด หากทำอย่างถูกหลักวิธี

การศึกษาวิจัย นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคารจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม เป็นการออกแบบและสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมการอยู่อาศัยอย่างไร้ขีดจำกัดที่คำนึงถึงธรรมชาติและสภาพแวดล้อมเป็นหลัก ที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้ในเรื่องของอุณหภูมิในเขตสบาย (25°C-27°C) ในแนวทางของการนำธรรมชาติและสภาพแวดล้อมมาใช้เป็นแนวทางหลักในการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมในครั้งนี้ จึงนับได้ว่าเป็นการนำทุนธรรมชาติมาใช้ในการแสวงหาคำตอบจากธรรมชาติของท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม ที่ส่งผลในการเอื้อประโยชน์ต่อการอยู่อาศัยอย่างแท้จริง ในการสร้างความเย็นให้กับอาคาร เพื่อการอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

1.2 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.2.1 เพื่อศึกษาตัวแปรที่ก่อให้เกิดความเย็นจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม ที่ก่อให้เกิดความเย็นในอาคาร

1.2.2 ศึกษาแนวทางในการนำความเย็นจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อมมาใช้ในอาคาร รวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ภายในอาคาร มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง โดยใช้กรณีศึกษาจากการสร้างอาคารขนาดเล็ก

1.2.3 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 รวบรวมตัวแปรของดินและสภาพแวดล้อม เช่น ท้องฟ้า ดิน และสภาพแวดล้อมในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเท่านั้น

1.3.2 ค้นหาแนวทางการนำความเย็นจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม รวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารจริง เพื่อสร้างความสบายทางความรู้สึกร้อน-หนาวเป็นหลัก โดยศึกษาจากการสร้างจริง ในเขตบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเท่านั้น

1.3.3 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง โดยมีผู้อาศัย 3 คน พร้อมอุกรณ์ไฟฟ้าและสิ่งอำนวยความสะดวกเบื้องต้นในอาคาร ในเขตบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเท่านั้น โดยเน้นคุณภาพของอาคารเป็นหลัก

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

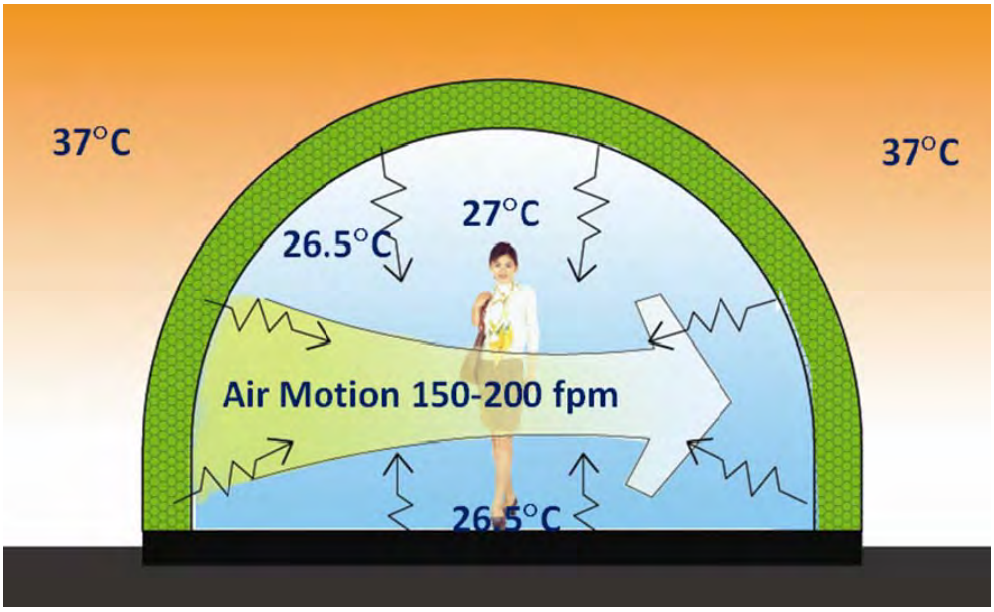
1.4.1 เขตสบาย (comfort zone) หมายถึง เขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อน-หนาวของมนุษย์ โดยทั่วไปหมายถึง โซน (zone) ที่มนุษย์ตัดสินไม่ได้ว่ารู้สึกร้อนหรือหนาว ในสภาวะดังกล่าว โดยการที่มนุษย์ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์

1.4.2 เปลือกอาคาร (building envelope) หมายถึง ทุกๆ ส่วนวัสดุต่างๆที่อยู่ภายนอกที่ประกอบเป็นอาคาร ที่สัมผัสกับอากาศภายนอกหรือสภาพแวดล้อม ภายนอกอาคาร เช่น พื้น ผนัง หลังคา ประตู-หน้าต่าง

1.4.3 ปัจจัยธรรมชาติ หมายถึง ปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติซึ่งส่งผลต่อการอยู่อาศัย เช่น ท้องฟ้า ดิน สภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่สามารถคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้ แล้วนำความน่าจะเป็นนั้นมาใช้ในการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมรวมถึงการปรับปรุงแก้ไข เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้อาคารอย่างสูงสุด

1.4.4 อาคารกรณีศึกษา หมายถึง การก่อสร้างจริงที่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถอยู่ได้จริงและใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์โครงการวิจัย

1.4.5 ความรู้สึกเย็น (sensation) หมายถึง ความรู้สึกเย็นสบายด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง ณ เวลานั้น เช่น ณ ใต้ถุนเรือนไทย อุณหภูมิอากาศโดยรอบที่ 30°C หากมีลมพัดผ่านสภาพแวดล้อมเพียง 150-300 fpm ก็ทำให้มีความรู้สึกเย็นขึ้นได้ถึง 3°C ทำให้รู้สึกเสมือนอุณหภูมิในเวลานั้นอยู่ที่ 27°C



ภาพที่ 1-3 แสดงภาพความรู้สึกเย็นสบายด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้มาซึ่งตัวแปรที่มีผลในการก่อให้เกิดความเย็นในอาคารจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม อย่างแท้จริง

1.5.2 รู้ เข้าใจ แนวทางในการนำความเย็นจากดินและสภาพแวดล้อมมาใช้ในอาคาร รวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อม การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านเปลือกอาคาร มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยศึกษาจากการสร้างจริงขนาดเล็ก

1.5.3 ได้อาคารตัวอย่างที่สมบูรณ์แบบ ที่สร้างแล้วอยู่ได้จริง

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 รวบรวมข้อมูล ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ก่อให้เกิดความเย็นจากดินและสภาพแวดล้อม ที่เอื้อประโยชน์และศักยภาพด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

1.6.2 วิเคราะห์เสนอแนะแนวทางการนำความเย็นจากดินและสภาพแวดล้อมมาใช้ รวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อม จากการออกแบบและทำหุ่นจำลอง ก่อนนำไปเป็นต้นแบบในการก่อสร้างจริง รวมถึงเทคนิคการออกแบบ วัสดุก่อสร้างและวิธีการก่อสร้าง อันนำมาสู่บทสรุปที่เป็นรูปธรรมและแนวคิดในการออกแบบก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก

1.6.3 สรุป ประเมินผล และเสนอแนะแนวทางในการใช้อาคาร ก่อนนำไปใช้เป็นอาคารต้นแบบต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

2.1.1 ทฤษฎีความต้องการพื้นฐานของมนุษย์

เมื่อสภาพแวดล้อมรอบตัวเราเปลี่ยนแปลงสู่เลวร้ายลงเรื่อย ๆ ในขณะที่คนยุคปัจจุบันมีความต้องการคุณภาพชีวิตที่ดีเพิ่มขึ้น ประกอบกับสภาพของสังคมและเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า และกระแสของความตระหนักต่อการใช้พลังงานโดยรวม ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดในการออกแบบอาคาร เกิดเป็นปรัชญาของการอยู่อาศัยของคนยุคใหม่ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้บ้านเป็นคำตอบสำหรับความต้องการที่ครบถ้วนของการใช้ชีวิต 8 ประการ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545) ได้แก่

2.1.1.1 ความรู้สึกร้อน – หนาวที่พอเหมาะ (thermal comfort) หมายถึง สภาพแวดล้อมทั่งภายในและภายนอกอาคารที่อยู่ในพื้นที่เขตสบาย (comfort zone) ตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยเน้นการใช้ธรรมชาติเป็นหลัก และปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่อยู่นอกพื้นที่เขตสบายให้เข้ามาอยู่ในพื้นที่เขตสบาย เช่น ร้อนเกินไปก็ปรุงแต่งด้วยระบบธรรมชาติหรือระบบเครื่องกล (เครื่องปรับอากาศให้น้อยที่สุด)

2.1.1.2 การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง (lighting comfort) หมายถึง การให้แสงสว่างที่เน้นรูปแบบระดับความแตกต่างของแสง (contrast) ที่ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อดวงตาของผู้ใช้งาน และเนื่องจากแสงธรรมชาติมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพที่ดีกว่าแสงประดิษฐ์ จึงต้องมีการเลือกใช้อย่างเหมาะสม โดยในช่วงเวลากลางวันให้ใช้แสงธรรมชาติในการสร้างความแตกต่างของแสงเป็นหลัก ซึ่งในกรณีที่เป็นอาคารที่มีการใช้งานให้คำนึงถึงลักษณะการใช้งานของแสงสว่างที่เหมาะสมและเพียงพอเป็นประเด็นสำคัญ ส่วนในเวลากลางคืนให้ใช้ระบบแสงประดิษฐ์ชนิดที่เป็นระบบประหยัดพลังงาน ที่สามารถตอบสนองคุณภาพชีวิตที่ดีได้อย่างเหมาะสม

2.1.1.3 การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม (acoustical comfort) หมายถึง การควบคุมคุณภาพของเสียงภายนอกและภายในอาคาร โดยเน้นการป้องกันเสียงจากนอกอาคารเป็นหลัก และในขณะเดียวกันก็ต้องสามารถควบคุมระดับเสียงและคุณภาพของเสียงภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยไม่ให้มีค่าการดูดซับเสียงมากจนเกินไปเพราะจะเป็นเหตุให้ผู้ใช้งานใน

อาคารเกิดความรู้สึก เหงา เศร้า ซึม และหากมีค่าการดูดซับเสียงน้อยเกินไป ก็จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเสียงดัง ไปทั่วบริเวณ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วควรมีการออกแบบที่มีค่าการดูดซับเสียง เฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 0.2 – 0.4

2.1.1.4 ความต้องการทัศวิสัยที่สบายตา (visual comfort) หมายถึง ความต้องการในเรื่องทัศน์วิสัยที่เน้นความรู้สึกสบายตาและสดชื่นแจ่มใส โดยการควบคุมระดับความจ้าและการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมไว้ในระดับที่ความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุดและจุดที่สว่างที่สุด อยู่ในอัตราส่วนระหว่างไม่มากเกินกว่า 1:10 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ไม่มากเกินไปสำหรับสายตามนุษย์ ทำให้รู้สึกสบายตา มองแล้วไม่ระคายเคือง

2.1.1.5 ความงามและบรรยากาศ (aesthetics and atmosphere) หมายถึง ความงามทางสถาปัตยกรรมและการจัดวางที่ว่าง ตลอดจนการมีบรรยากาศที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละกิจกรรม ความงามและบรรยากาศนี้เป็นสิ่งที่แปรเปลี่ยนได้ตามกาลเวลา

2.1.1.6 การมีคุณภาพอากาศภายในที่ดี (indoor air quality) หมายถึง การสร้างคุณภาพอากาศภายในอาคารที่สะอาดปราศจากมลพิษ หรือมีสภาพอากาศที่ดีกว่าอากาศภายนอกอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่สภาวะอากาศภายนอกมีมลภาวะสูง

2.1.1.7 การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (security and safety) หมายถึง กระบวนการออกแบบที่สร้างสรรค์ให้เกิดความปลอดภัย ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ปราศจากมุมที่อับสายตาและหลีกเลี่ยงจุดอ่อนที่เป็นสาเหตุให้เกิดการโจรกรรม โดยใช้ทั้งระบบควบคุมความปลอดภัยและการออกแบบที่ไม่มีจุดอ่อน หรือไม่สร้างสิ่งล่อใจให้เกิดการโจรกรรม

2.1.1.8 เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology) หมายถึง ความสามารถในการติดต่อสื่อสารและรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากโลกภายนอกแบบครบวงจรโดยอาศัยระบบการสื่อสารทั้งแบบมีสายและไร้สาย

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบัน

ปรัชญาของการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบันนี้ไม่ใช่เพียงแค่สามารถตอบสนองตอบความต้องการของคนเราทั้ง 8 ประการดังกล่าวมาข้างต้นให้ได้เท่านั้น แต่ยังมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอีก 6 ข้อได้แก่

2.1.2.1 เสถียรภาพทางด้านการเงินและเศรษฐกิจ (economic force) มีความเหมาะกับการลงทุน โดยที่มีราคาไม่แพงกว่าที่อยู่อาศัยชั้นดีโดยทั่วไป แต่สามารถคงคุณภาพชีวิตสูงสุดได้ดังจินตนาการของผู้อยู่อาศัยอย่างสมบูรณ์

2.1.2.2 เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมกับเมืองร้อนขึ้น (modern technology) เหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นอย่างแท้จริง มีการคัดเลือกเทคโนโลยีที่ได้รับจากต่างประเทศอย่างถูกต้อง นำมาพัฒนา และประยุกต์ให้เหมาะสมกับประเทศไทย

2.1.2.3 การประหยัดและผลิตพลังงาน (energy conservation & producing) สามารถผลิตพลังงานได้เพียงพอกับความต้องการพลังงานในที่อยู่อาศัย โดยมีปัจจัยที่สำคัญ คือ การลดการใช้พลังงานภายในที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ การประหยัดพลังงานจึงเป็นกุญแจสำคัญในการแสวงหาแนวทางในการออกแบบนวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคต หากที่อยู่อาศัยยังคงชัพลังงานมากเพื่อการรักษาคุณภาพชีวิตแล้ว ย่อมไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการออกแบบที่แม้จริงได้ เนื่องจากในขณะนี้ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ยังคงไม่สามารถพัฒนาให้เพียงพอกับความต้องการที่ฟุ่มเฟือยได้ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีปัจจุบัน

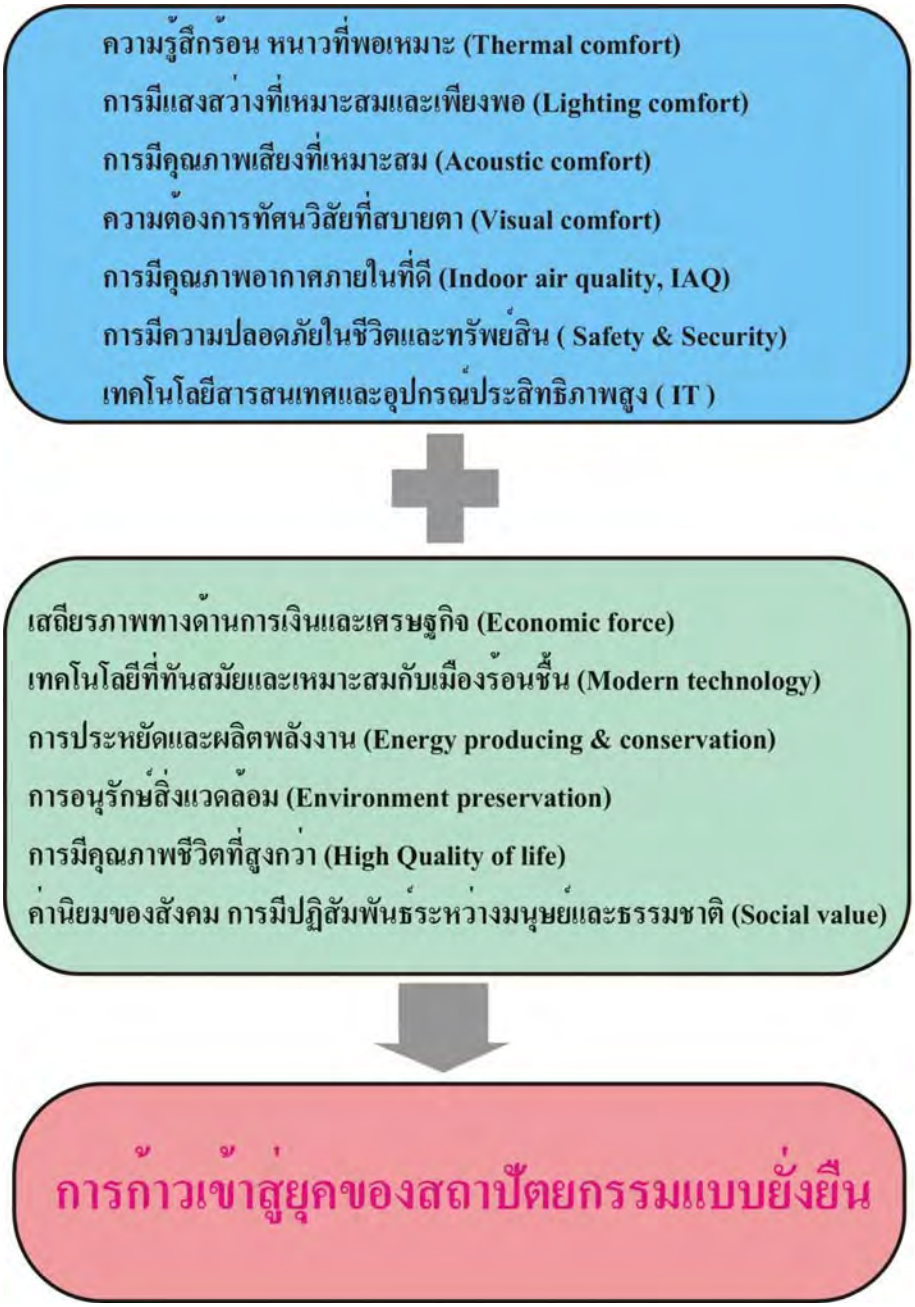
2.1.2.4 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (environment preservation) อาคารที่สมบูรณ์ตามจินตนาการ นอกจากจะตอบสนองความต้องการในเรื่องของคุณภาพชีวิตที่สูงแล้ว ยังต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะมนุษย์ผูกพันกับธรรมชาติมาแต่โบราณ แนวความคิดในการออกแบบจึงมุ่งเน้นไปในแนวทางที่ใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมสูงที่สุด ก่อนที่จะนำระบบเครื่องกลมาใช้และยังคงให้มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติได้อย่างเต็มที่

2.1.2.5 การมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่า (high quality of life) เป้าหมายของการแสวงหาแนวทางการออกแบบนวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคตนั้น ต้องการให้ผู้อาศัยมีคุณภาพชีวิตสูงที่สุด ตามจินตนาการและเหมาะสมกับยุคสมัย โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอกเช่นแต่ก่อน ทั้งยังสามารถผลิตพลังงานส่วนที่เหลือเพื่อใช้ในการสำรองและแจกจ่าย

2.1.2.6 ค่านิยมของสังคม (social value) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และธรรมชาติ มีความเหมาะสมกับสังคม ไม่แปลกแยกแตกต่างจากสภาพสังคมนั้น ๆ แต่ยังคงไว้ซึ่งเป้าหมายในการแสวงหาคำตอบอย่างสมบูรณ์

เมื่อรวมเอาความต้องการ 8 ประการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเพิ่มอีก 6 ข้อ เกิดเป็นองค์ประกอบที่นำไปสู่ปรัชญาและแนวความคิดใหม่ของสถาปัตยกรรมเพื่อการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบัน และเป็นแนวความคิดหลักที่ใช้ในการออกแบบอาคารยุคอนาคตที่ต้องการอาศัยการประยุกต์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี และวิทยาการแบบครบวงจร

ปรัชญาของการอยู่อาศัยยุคใหม่ดังกล่าวนี้ ไม่ได้หมายความว่าเราต้องการจะปฏิเสธธรรมชาติ แต่ในทางกลับกัน ปรัชญาหรือแนวความคิดในการศึกษาค้นคว้านี้มีจุดหมายหลักที่จะคงไว้ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะเมื่อสภาพภูมิอากาศเอื้ออำนวย การออกแบบควรเน้นการนำเอาธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขณะเดียวกันก็แสวงหากระบวนการ และเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานน้อยที่สุดมาปรุงแต่งคุณภาพชีวิตให้ได้ตามจินตนาการของมนุษย์โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เป็นอาคารยุคอนาคตที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิต เป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัด ไม่เป็นอันตราย เหมาะสมกับสภาวะภูมิอากาศ ใช้พลังงานน้อย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม วัสดุก่อสร้างสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ส่งเสริมภูมิปัญญาไทย มีคุณภาพชีวิตสูงสุดและเป็นต้นแบบบ้านพักอาศัยยุคอนาคตอย่างแท้จริง



ภาพที่ 2-1 แสดงองค์ประกอบของปรัชญาในการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบัน (สุนทร บุญญาธิการ. 2542)

2.2 อิทธิพลของภูมิอากาศร้อนชื้นที่มีผลต่อการออกแบบ

2.2.1 เขตสบายของมนุษย์ (comfort zone)

เขตสบายของมนุษย์ คือ สภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบายโดยไม่สามารถระบุลงไปได้ว่ารู้สึกร้อนหรือหนาว โดยทำการสำรวจจากตัวอย่างประชากรโลกชนชาติต่างๆ จนได้ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่ามีค่าใกล้เคียงกันทุกชนชาติแม้จะอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกัน โดยมีค่าที่เหมาะสมอยู่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 50 % การสร้างสภาวะสบายของมนุษย์จะต้องประกอบไปด้วยตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องเกื้อกูลกันคือ

2.2.1.1 อุณหภูมิอากาศ (air temperature) ค่าที่เหมาะสมจากการทดลองประมาณ 25 องศาเซลเซียส

2.2.1.2 ความชื้นสัมพันธ์ (relation humidity) ความเหมาะสมในการสร้างสภาวะสบาย ไม่รู้สึกแห้งเกินไปหรือเหนอะหนะ อยู่ที่ค่าประมาณ 50 %

2.2.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ (mean radiant temperature : MRT) คือค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่มนุษย์รู้สึกได้จากสภาพแวดล้อมที่แผ่รังสีความร้อนให้มนุษย์หรือแลกเปลี่ยนอุณหภูมิกับร่างกาย ทำให้มนุษย์รู้สึกร้อนหรือหนาวมากกว่าอุณหภูมิจริง มีค่าคำนวณได้จากสมการเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะทำให้มนุษย์รู้สึกร้อนหรือหนาวเพิ่มขึ้นประมาณ 1.4 องศาเซลเซียส

2.2.1.4 ความเร็วลม (wind velocity) มีอิทธิพลต่อความรู้สึกเย็นสบายของมนุษย์ เนื่องจากเมื่อมีความเร็วลมเพิ่มมากขึ้น มนุษย์จะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิจริงในขณะนั้น จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ,2545) พบว่าอิทธิพลของความเร็วลมสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

ความรู้สึกเย็นลง(องศาเซลเซียส) = 0.381V+0.016RH

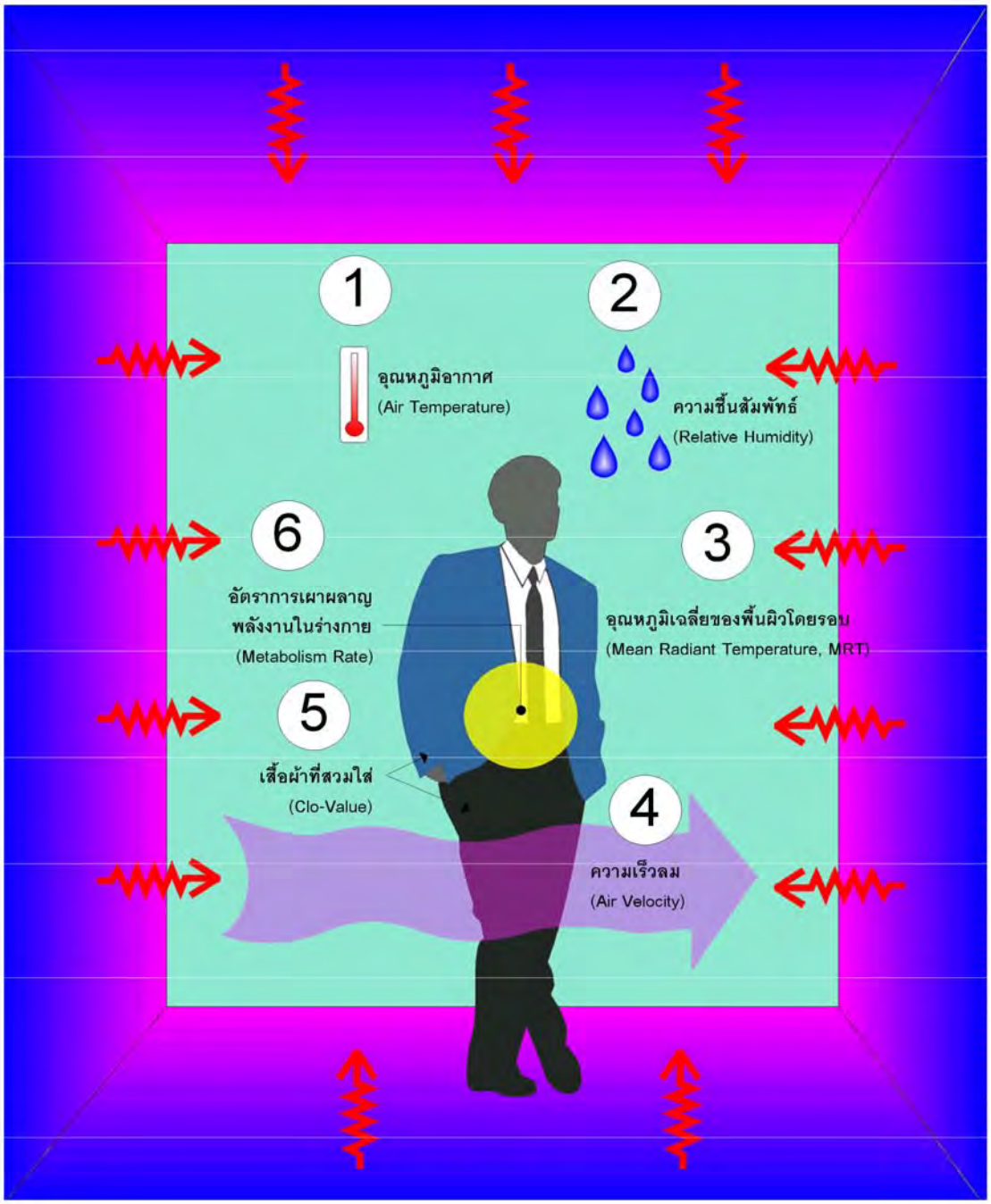
เมื่อ V = ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

RH = ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

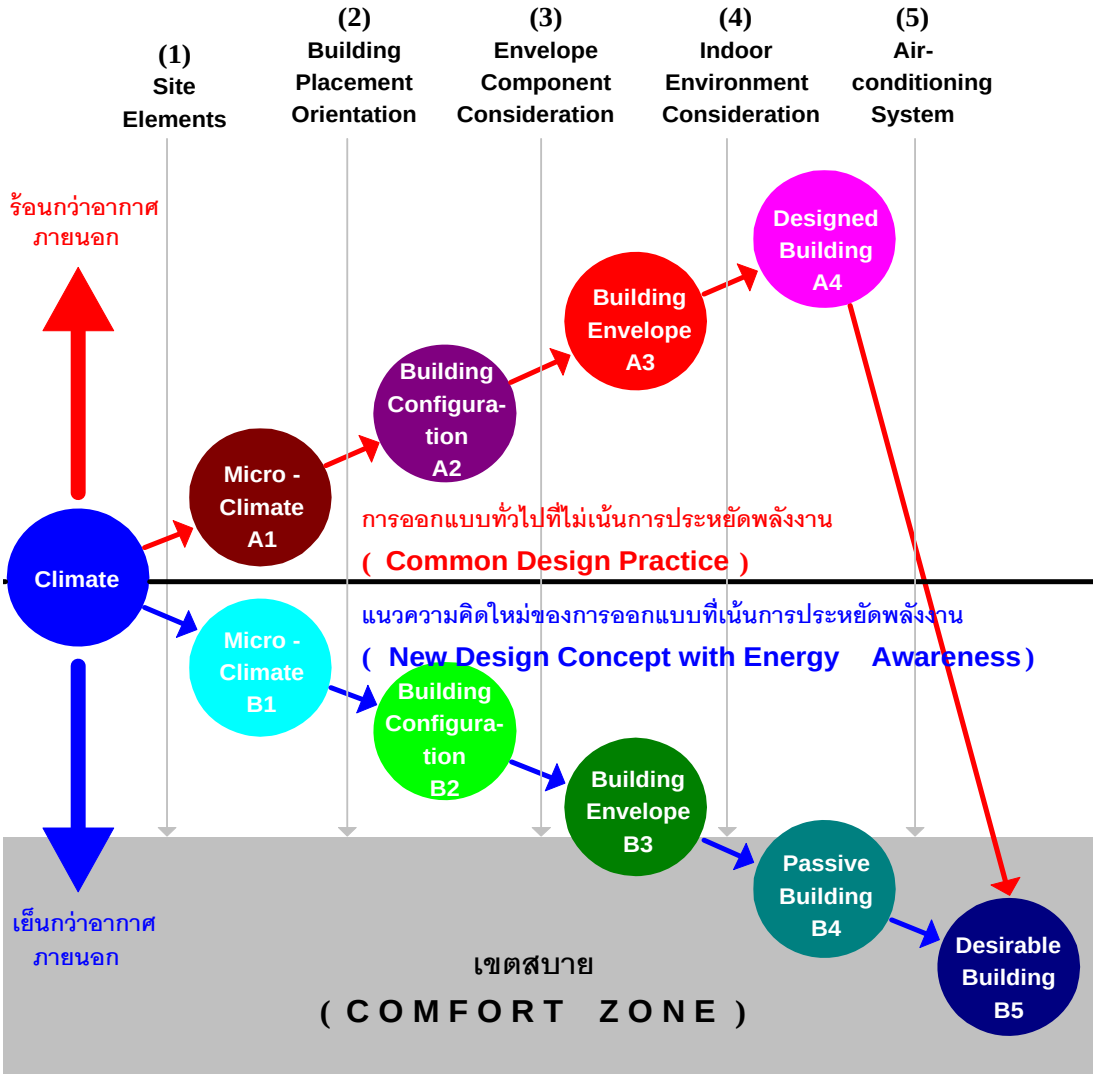
ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส โดยลดลงมากที่สุดที่ 4 องศาเซลเซียส

2.2.1.5 เสื้อผ้าที่สวมใส่ (clo-value) จากการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งเป็นเขตหนาว กำหนดให้เครื่องแต่งกายของชายนักธุรกิจ คือ เสื้อสูททำงานครบชุด มีค่า Clo เท่ากับ 1 พบว่าจำนวนเสื้อผ้ายิ่งน้อยชิ้นลงจะส่งผลให้ค่า Clo ยิ่งลดลง ในทางกลับกันเสื้อผ้ายิ่งมากร่างกายยิ่งมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงรู้สึกร้อนและไม่สบาย

2.2.1.6 อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (metabolism rate) ร่างกายที่มีอัตราการเผาผลาญพลังงานสูงเนื่องจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเดินขึ้นลงที่สูงหรือการแบกของหนัก จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้รู้สึกไม่สบายเป็นผลต่อสภาวะสบายโดยรวมของมนุษย์



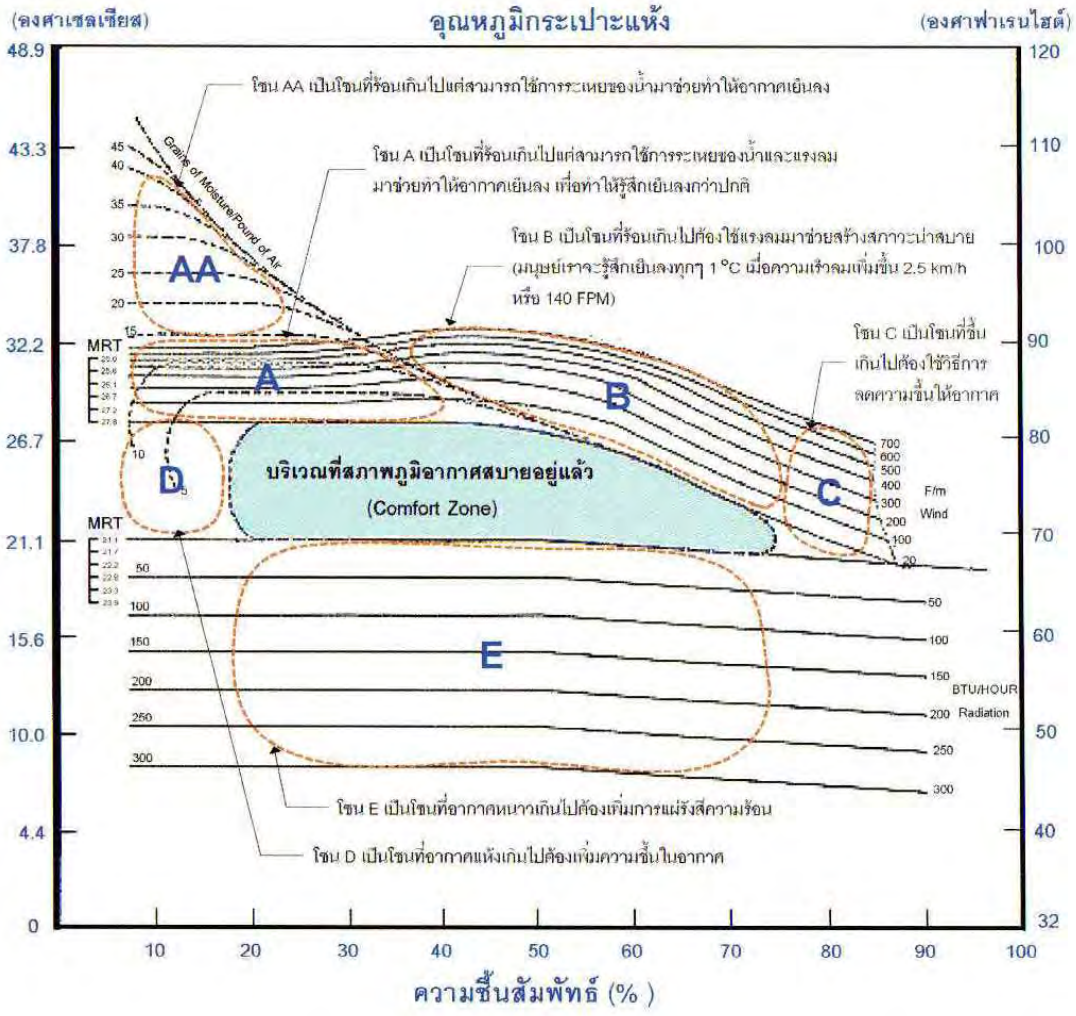
ภาพที่ 2-2 เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (สุนทร บุญญาธิการ.2542)



ภาพที่ 2-3 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้รับจากการออกแบบทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงาน ทำให้สภาวะภายในอาคารเข้าใกล้เขตสบายมากที่สุด จึงทำให้ประหยัดพลังงานในการปรับสภาวะอากาศภายในให้อยู่ในระดับที่ต้องการ (สุนทร บุญญาธิการ,2545)

จากการศึกษาของ victor olgyay พบว่า คนเราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 71.6 – 80.6 องศาฟาเรนไฮต์ (22–27 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 % เปอร์เซ็นต์ เขตสบายดังกล่าวกำหนดขึ้นโดยเงื่อนไขดังนี้

- ความเร็วลม (ประมาณ 0-1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 0.50 ฟุตต่อนาที
- อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังมีค่าเท่ากัน
- การแต่งกายโดยสวมเสื้อผ้าสบาย ๆ
- บุคคลอยู่ในอิริยาบถปกติสบาย ๆ เช่นอ่านหนังสือ นั่งเล่น เป็นต้น



ภาพที่ 2-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อแสดงขอบเขตสภาวะสบายที่คนเรารู้สึกสบายจากตัวแปรสภาพอากาศ เป็นสภาวะที่คนเรารู้สึกสบายโดยที่ไม่รู้สึกร้อนหรือหนาว ไม่ชื้นหรือแห้งจนเกินไป จากภาพคนเราจะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าวง 20-75 เปอร์เซ็นต์ (สุนทร บุญญาธิการ,2545ข:166)

2.2.2 อิทธิพลของความชื้น

ความชื้นของอากาศจากภายนอกอาคารยังสามารถผ่านเข้ามาภายในอาคารได้หลายทาง ซึ่งมีอิทธิพลสำคัญจากความแตกต่างของค่าแรงดันไอ ซึ่งในกรณีของอาคารไม่ปรับอากาศอาจจะมีผลกระทบด้านพลังงานไม่มากแต่มีผลกระทบต่อวัสดุอื่น ๆ เช่นสิ่งของเสียหายสีหลุดร่อน ผู้ใช้อาคารไม่มีความสบายตัว ปัญหาเชื้อรา เป็นต้น แต่ในกรณีปรับอากาศจะส่งผลกระทบด้านพลังงานอย่างสูงมากเนื่องจากต้องใช้พลังงานอย่างสูงมากเนื่องจากต้องใช้พลังงานในการลดความชื้นสูงมาก ตัวอย่างเช่น

2.2.2.1 ความชื้นที่แทรกซึมผ่านเปลือกอาคาร โดยปกติวัสดุทุกชนิดสามารถถูกความชื้นแทรกซึมเข้ามาได้แทบทั้งสิ้น แต่มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความพรุนของวัสดุประกอบกับความดันที่เปลือกผิวภายนอก ซึ่งในประเทศไทยในอากาศจะความชื้นที่สูงมากทำให้มีโอกาสเกิดความสามารถแทรกซึมเข้ามาได้

2.2.2.2 ความชื้นที่รั่วซึมผ่านขอบประตูหน้าต่างและช่องเปิด ในระบบการก่อสร้างอาคารโดยทั่วไป ส่วนใหญ่มักจะมีช่องว่าง รูรั่ว และรอยแยกบริเวณขอบประตูหน้าต่างกับส่วนประกอบของอาคารส่วนเปลือกอาคาร ถึงแม้จะปิดประตูหน้าต่างสนิทแล้วก็ยังหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวไม่พ้น เมื่อมีความแตกต่างของแรงดันอากาศระหว่างบริเวณใต้ลมและเหนือลมเกิดขึ้น จะทำให้อากาศรั่วซึมผ่านผนังและรอยแยกต่าง ๆ เข้ามาภายในอาคารเป็นปริมาณมาก ซึ่งต้องสูญเสียพลังงานในการรีดความร้อนและความชื้น มากกว่าพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการปรับอากาศ ช่องเปิดที่มีการรั่วซึมของอากาศมากที่สุด ได้แก่ บานเกล็ด บานเปิดสวิง บานเปิดเลื่อน และบานติดตายตามลำดับ

2.2.2.3 ความชื้นจากการเปิด- ปิดประตูหน้าต่าง เมื่อมีการเปิดประตูหน้าต่างรับลมหรือเปิดเข้า- ออกจากตัวอาคารในขณะที่ภายนอกมีลมแรงพบว่า จะต้องสูญเสียพลังงานไปในการยอมให้อากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารเป็นปริมาณมาก ดังนั้นในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงการป้องกันความชื้นในลักษณะนี้ เช่น การวางทิศทางของประตูทาง-ออกหลักของอาคารควรอยู่ในทิศที่มีอิทธิพลของลมต่ำหรือใช้ประตู 2 ชั้น

2.2.2.4 ความชื้นจากการสะสมของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง จากการศึกษาพบว่าเมื่อเปิดอาคารทิ้งไว้เป็นเวลานาน ๆ ความร้อนและความชื้นจากภายนอกอาคารจะสะสมอยู่ในเนื้อวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น ผนัง พื้น หรือวัสดุภายในอื่น ๆ และต้องในพลังงานปริมาณมากเพื่อลดความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้างเหล่านี้ จึงควรปิดอาคารในช่วงที่มีความชื้นสูงมากกว่าการเปิดอาคารทิ้งไว้ตลอดทั้งวัน

2.2.2.5 ความชื้นที่สะสมในวัสดุตกแต่งภายในและเครื่องเรือน การใช้วัสดุตกแต่งภายในอาคารตลอดจนเครื่องเรือนและเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เช่น พรมบางชนิด ผ้าม่าน โซฟา หนังสือเก่า ๆ และอุปกรณ์ที่มีค่าการดูดซับความชื้นสูงจะพบว่า เมื่อเปิดอาคารทิ้งไว้ความชื้นจะสะสมอยู่ภายในวัสดุประเภทนี้เป็นจำนวนมาก

2.2.3 อิทธิพลความร้อน

2.2.3.1 การสะสมความร้อน

เมื่อมวลสารได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์เท่ากันในช่วงเวลากลางวัน วัสดุจะกักเก็บความร้อนไว้จนเต็มมวลสาร ทั้งนี้ปริมาณความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความจุความร้อนจำเพาะวัสดุ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

ค่าความจุความร้อน = ค่าความหนาแน่น * ค่าความจุความร้อนจำเพาะ
(Heat Capacity) (Density) (Specific Heat)

ในการศึกษาเรื่องอิทธิพลของการสะสมความร้อน ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานในอาคาร จะให้ความสำคัญกับปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปของวัสดุ สามารถคำนวณได้จาก

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปของวัสดุ (J หรือ cal)

c = ค่าความจุความร้อนของสารแต่ละตัว (J/kg.Kหรือ cal/gm$^{\circ}$C)

m = มวลของวัตถุ (/kg หรือ gm)

Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของวัตถุ (K หรือ $^{\circ}$C)

ในทางกลับกันหากประยุกต์ใช้มวลสารกับความเย็นสามารถใช้มวลสารในการกักเก็บความเย็นได้เช่นกัน

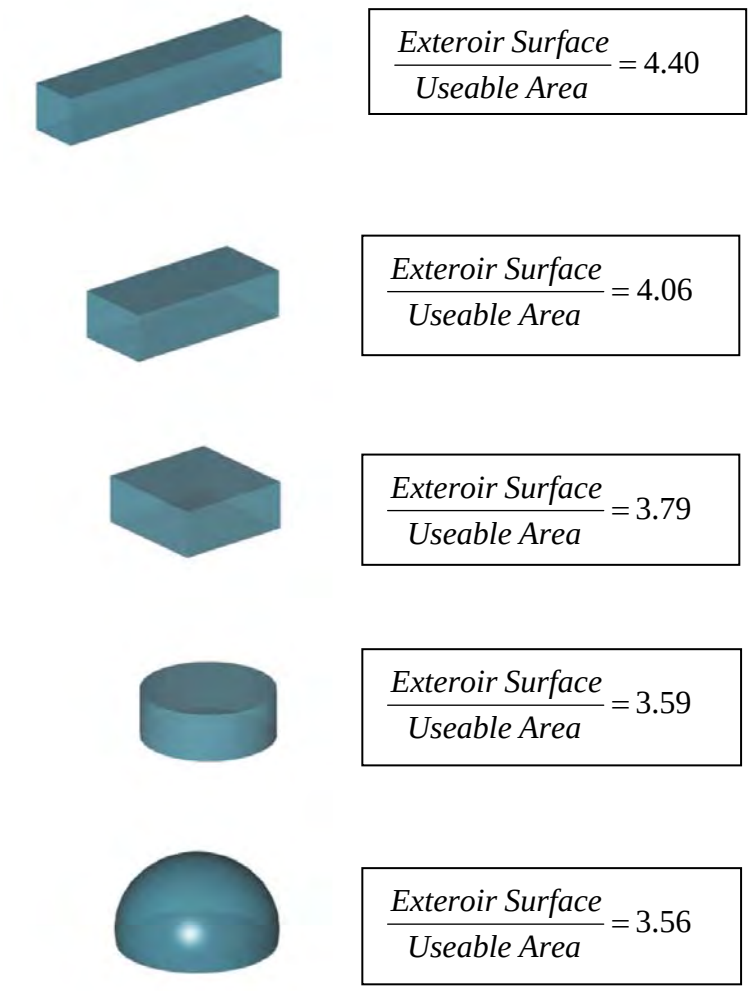
2.2.3.2 ค่าการนำความร้อนของวัสดุ

ค่าการนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity (K)) หมายถึงอัตราการนำความร้อนที่ขึ้นกับโครงสร้างของโมเลกุล ยิ่งมีการจัดเรียงเป็นระเบียบและชิดกันมากของวัตถุเนื้อเดียวซึ่งหมายถึงมีความหนาแน่นสูงแล้ว มักจะมีค่าการนำความร้อนสูงด้วย วัตถุเนื้อเดียวจะมีค่าการนำความร้อนสูง และการที่มีอิเลคตรอนอิสระอยู่ในโมเลกุลของโลหะก็ยิ่งทำให้มีความนำความร้อนดีขึ้นไปด้วย ดังนั้นโลหะที่มีความนำไฟฟ้าดีจึงมีความนำความร้อนที่ดีด้วย

2.2.4 การใช้รูปทรงที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำ

ในการออกแบบมีการคำนึงถึง สัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิวภายนอกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร โดยออกแบบให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Minimize surface area) เพื่อลดปริมาณความร้อน (Heat gain) เข้าสู่ภายในอาคารที่เกิดจากผนังและ

หลังคา และออกแบบให้อาคารมีพื้นที่ชั้นล่างสัมผัสดินให้มากที่สุด (Maximize surface contact to ground) โดยการทำเนินดินให้สูงขึ้น เพื่อประโยชน์ในการนำความเย็นจากดินมาใช้



ภาพที่ 2-5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบเพื่อให้อาคารมีค่าอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร โดยมีความมุ่งหมายเพื่อให้สัดส่วนนี้มีค่าน้อยที่สุด (สุนทร บุญญาธิการ,2545)

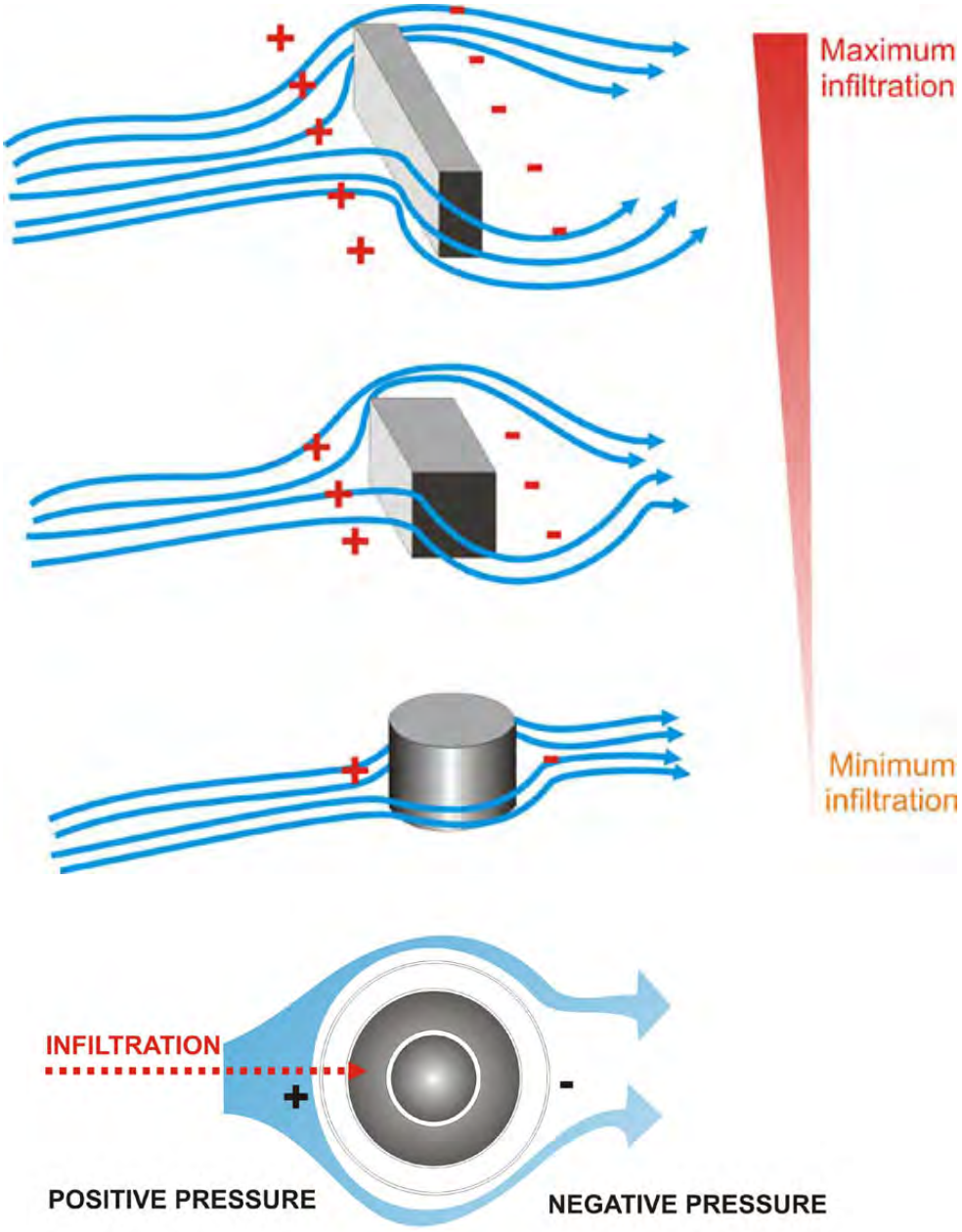
2.2.5 การใช้รูปทรงที่มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ

อาคารในรูปทรงต่าง ๆ จะมีรั่วซึมของอากาศเข้าสู่ภายในอาคารแตกต่างกันเมื่อได้รับอิทธิพลจากความเร็วลม รูปทรงที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศมากจะทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศสูง ในขณะเดียวกันรูปทรงที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศน้อย

จะส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของอากาศต่ำ อากาศที่รั่วซึมเข้าสู่ภายในอาคารจะเป็นตัวกลางนำความร้อนและความชื้นเข้าสู้อาคาร ในกรณีที่เป็นอาคารปรับอากาศจะทำให้ภาวะในการความเย็นเพิ่มขึ้น และส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารโดยตรง

รูปทรงอาคารควรได้รับการออกแบบเพื่อให้กระแสลมสามารถไหลผ่านได้ทั่วถึง โดยเฉพาะเมื่อตั้งขวางทิศทางของลมที่พัด ทำให้กระแสลมปะทะตัวอาคารและพัดผ่านผิวอาคารได้ทั่วทั้งด้านหน้า ด้านข้างรวมทั้งด้านบนของอาคารด้วย ด้านที่มีลมมาปะทะจะมีความกดอากาศสูง (Positive pressure) ส่วนด้านที่ไม่มีการปะทะของลมโดยตรงจะเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ (Negative pressure) เนื่องจากธรรมชาติของลมจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปยังความกดอากาศต่ำ ดังนั้นการเจาะช่องหน้าต่างของอาคารหลังนี้ จึงควรเจาะช่องบริเวณด้านหน้าใช้เป็นที่สำหรับลมเข้าสู่ตัวอาคาร และเจาะช่องเปิดด้านหลังอาคารสำรับทางลมออกการออกแบบรูปทรงของอาคารควรกำหนดให้ด้านหลังเป็นด้านที่มีความกดอากาศต่ำกว่า ดังนั้นไม่ว่าลมจะกระทำในทิศทางใด กระแสลมจะถูกบังคับให้ไหลผ่านตัวอาคารจากอิทธิพลของความกดอากาศที่แตกต่างกัน

การเจาะช่องหน้าต่างด้านความกดอากาศสูง (Positive pressure) จะทำให้ลมที่พัดผ่านสามารถพัดผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร และระบายออกสู่ด้านความกดอากาศต่ำ (Negative pressure) โดยผ่านส่วนกลางของอาคารได้ในทุก ๆ ชั้น การจัดวางห้องน้ำของอาคารจะอยู่นุดที่มีความกดอากาศต่ำทั้งหมด ทำให้ลมไม่สามารถพัดพาเอากลิ่นของห้องน้ำเข้าสู่ตัวอาคารได้รวมถึงห้องครัวด้วยเช่นเดียวกัน เทคนิคในการนำลมเข้าสู่อาคารโดยใช้การเจาะช่องเปิดด้านความกดอากาศสูง และช่องเปิดในด้านความกดอากาศต่ำที่มีความกดอากาศต่างกัน ทำให้ลมพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งได้โดยตลอด และเนื่องจากตัวอาคารควรมีลักษณะเป็นพื้นที่ต่อเนื่องจึงทำให้สามารถดึงลมเข้าจากชั้นล่าง และพัดผ่านออกสู่หน้าต่างในชั้นเดียวกันได้



ภาพที่ 2-6 แสดงรูปทรงอาคารประเภทต่าง ๆ รูปทรงที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศมากจะส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของอากาศมาก รูปทรงที่เกิดจากส่วนโค้งของทรงกลมจะทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันอากาศน้อยที่สุด (สุนทร บุญญาธิการ,2545)

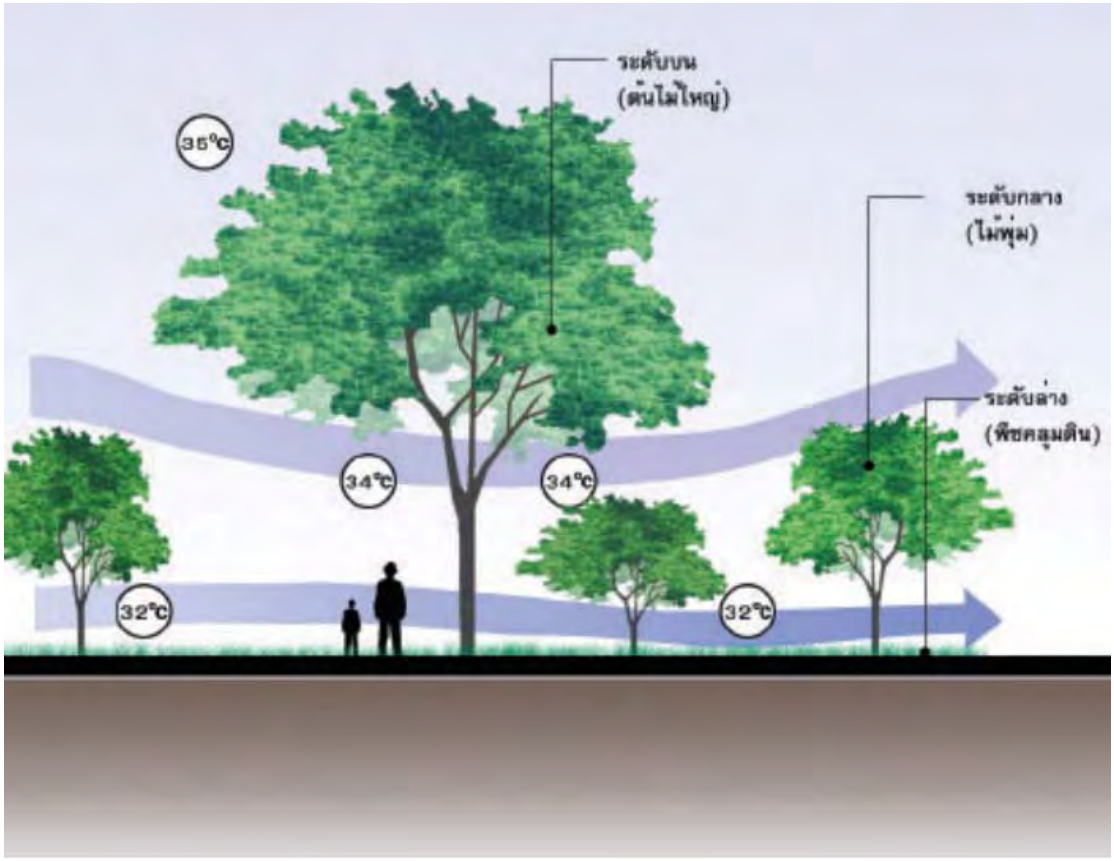
2.3 อิทธิพลการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงาน

2.3.1 การเลือกใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่และพืชคลุมดิน

ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทยนั้น การมีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ เพราะต้นไม้อาศัยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิต โดยการดูดเอาน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปรสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการดังกล่าวเรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์แสงต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (2,200 บีทียู) เพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนเป็นไอ ดังนั้นอาจประมาณการได้ว่าในช่วงเวลากลางวัน (12 ชั่วโมง) ถ้าหากต้นไม้ขนาดใหญ่ต้นหนึ่งสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแล้วแปลงสภาพน้ำให้เป็นไอในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน ต้นไม้ต้นนั้นจะมีความสามารถในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศ 1 ตันหรือปริมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (12,200 บีทียูต่อชั่วโมง) (สุนทร บุญญาธิการ,2542)

จากการที่ต้นไม้ใหญ่แต่ละต้น สามารถช่วยลดความร้อยให้กับสภาพแวดล้อมได้มาก ดังนั้นถ้าต้องการใช้ประโยชน์จากการมีต้นไม้ใหญ่อย่างเต็มที่ ควรสร้างสภาพแวดล้อมเบื้องบนอาคารให้ปกคลุมด้วยต้นไม้ใหญ่ เพราะนอกจากจะช่วยบังเงาให้แก่อาคารแล้วยังทำให้เกิดการระเหยของน้ำยกตัวอย่าง เช่น การสร้าง Roof Garden แบบสวนป่าเขตร้อน ซึ่งจะช่วยแปรสภาพรังสีจากดวงอาทิตย์ให้กลายเป็นไอน้ำก่อนที่จะผ่านลงมายังอาคาร การเลือกใช้ต้นไม้ประเภทต่าง ๆ อย่างเข้าใจ เช่น ใช้ต้นไม้สูงเพื่อกรองแดดหรือสกัดกั้นแสงแดดจากด้านบน โดยมีพุ่มใบของต้นไม้เป็นตัวแปรสภาพแวดล้อมให้เย็น จากการใช้รากดูดน้ำและคายน้ำที่ใบ ผลที่ได้ก็คือความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่เหนือและใต้พุ่มใบ โดยที่บริเวณด้านใต้พุ่มใบจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิด้านบนเหนือพุ่มใบมาก



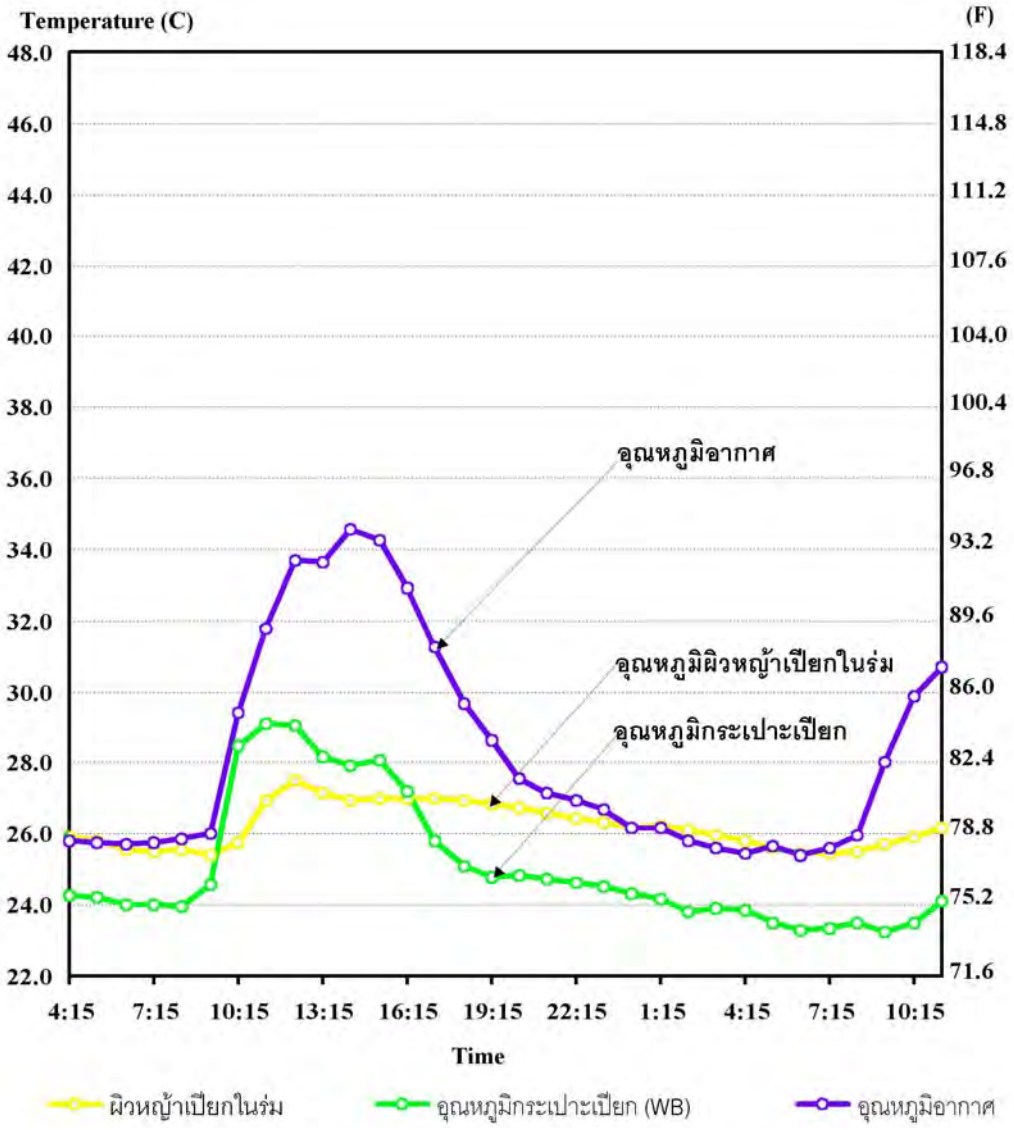
ภาพที่ 2-7 แสดงตัวอย่างการใช้ต้นไม้ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นคือ การยอมให้ลมพัดผ่านพุ่มใบทั้งระดับบนและระดับล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่อยู่ติดผิวดิน เพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำเป็นผลให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปกติ ส่วนต้นไม้ใหญ่จะเป็นการลดความร้อนที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Sun) โดยใบระดับบนทำหน้าที่สกัดกั้นแสงแดด โดยพุ่มใบลักษณะโปร่งโล่งเพื่อมิให้เกิดการกักเก็บความชื้นให้กับสภาพแวดล้อมด้านล่าง การปรับสภาพแวดล้อมที่ดีสามารถช่วยทำให้อุณหภูมิลดต่ำได้ประมาณ 3 องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ,2539)

การใช้ต้นไม้ขนาดใหญ่และขนาดกลางปลูกในบริเวณรอบ ๆ อาคาร นอกจากจะช่วยให้สภาพแวดล้อมใต้ต้นไม้นั้นๆ เย็นกว่าอากาศภายนอกทั่วไปเนื่องจากกระบวนการการสังเคราะห์แสงแล้ว ใบของต้นไม้ยังช่วยกรองแสงแดดที่จะส่องลงมายังผิวดินโดยตรง เป็นการป้องกันการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากแสงแดดโดยตรง และช่วยในการบังแสงแดดที่จะส่องเข้าสู่ช่องเปิดของตัวอาคารในบางมุม หรือบางเวลา

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน

การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมในระดับที่ต่ำลงมาจากพุ่มใบของต้นไม้ใหญ่ก็คือ การใช้พืชคลุมดิน โดยเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการดูดซับเอาน้ำจากใต้ดินมาระเหย ทำให้ระดับผิวดินมี

อุณหภูมิต่ำกว่าอากาศมาก ในบางกรณีอุณหภูมิที่ผิวดินภายใต้พุ่มใบของพุ่มไม้ อาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature) ซึ่งจะทำให้ดินบริเวณนั้นเย็น และความเย็นดังกล่าวก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่ผิวดินจนทำให้ดินในบริเวณนั้นสามารถส่งผ่านความเย็นต่อเนื่องกันไปถึงพื้นที่ใต้อาคารได้



แผนภูมิที่ 2-1 แสดงอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่ม (ใต้ต้นไม้) และอุณหภูมิกระเปาะเปียกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2540 เวลา 04.15 น.ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2540 เวลา 10.30 น. จากการทดลองเพื่อศึกษาอุณหภูมิของดินใต้ต้นไม้ พบว่ามีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเกือบตลอดวัน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 27 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 24 องศาเซลเซียส แสดงว่าการปรับสภาพโดยใช้

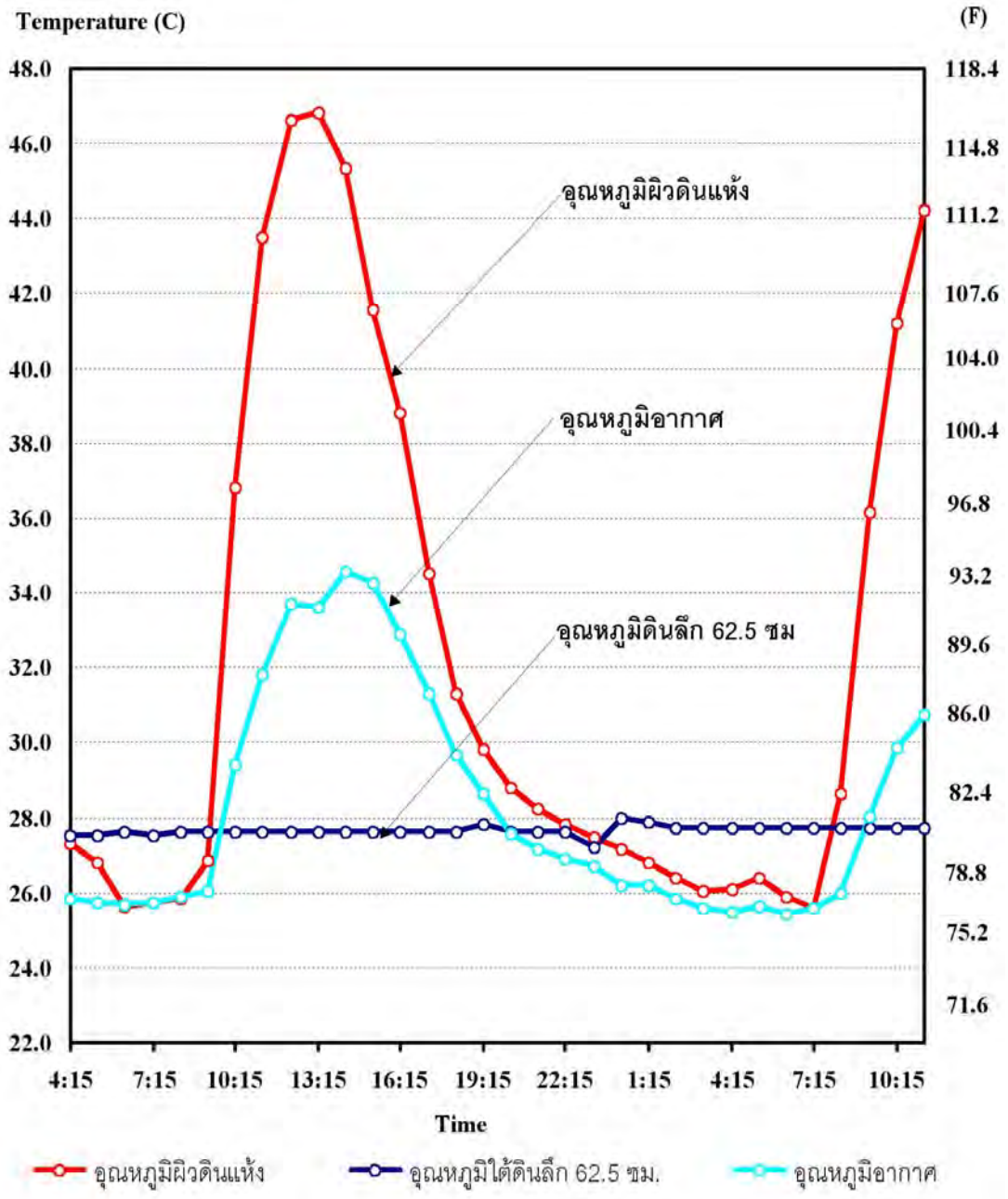
ต้นไม้และพืชคลุมดิน สามารถช่วยลดอุณหภูมิโดยรอบบริเวณอาคารได้ (สุนทร บุญญาธิการ ,2542)

นอกจากนี้แล้วยังพบว่าในบริเวณสนามหญ้าก็มีอุณหภูมิเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ ถึงแม้ว่าจะไม่เย็นมากเท่าอุณหภูมิภายใต้พืชคลุมดินก็ตาม แต่เป็นการแสดงให้เห็นว่าการที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นได้นั้นจะต้องทำให้อุณหภูมิที่ผิวดินเย็นลงเสียก่อน เพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นลงแล้วยังทำให้บริเวณผิวของสภาพแวดล้อมเย็นลง เป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นสบาย เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่าอีกด้วย เทคนิคนี้เป็นเอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมไทยในการสร้างสภาวะแวดล้อมใต้ถุนอาคารให้เย็นสบาย

การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดิน เป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้กับดิน ในขณะเดียวกันก็เป็นการเหนี่ยวนำความเย็นลงสู่ดินซึ่งจะมีผลทางด้านการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนสู่ผิวดินที่เย็นกว่า เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ นอกเหนือจากนั้นยังเป็นการเสริมสร้างบรรยากาศที่ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสงที่อาจทำให้เกิดความจ้า (Glare) ต่อสายตารวมทั้งป้องกันฝุ่นที่เกิดจากดินที่แห้งได้อีกด้วย

2.3.3. **การใช้ประโยชน์จากดิน**

จากการศึกษาเรื่องดินและการใช้ประโยชน์จากดินพบว่า ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยของดินที่ระดับความลึก 0.60 เมตรจากผิวดิน ประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส การที่เราจะใช้ประโยชน์จากดินอย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการปรับปรุงสภาพของดินทั้งในส่วนผิวดินและใต้ดินให้เย็นที่สุด การปรับสภาพดินดังกล่าวขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของต้นไม้ที่ใช้ ผสมผสานกับการทำให้ดินเปียกและมีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ รวมถึงความสามารถในการกระจายความร้อนของผิวดินให้กับท้องฟ้าและใช้ต้นไม้ พืชคลุมดินที่มีลมพัดผ่านใต้พุ่มใบเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น ถ้าสามารถทำการปรับสภาพของดินได้อย่างเหมาะสมโดยใช้วิธีการต่างๆ ข้างต้นแล้ว จะเป็นผลทำให้อุณหภูมิของดินเย็นลงมาก จนอาจทำให้อุณหภูมิผิวดินดังกล่าวมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก



แผนภูมิที่ 2-2 แสดงอุณหภูมิดินและผิวดินแห้ง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิกระเปาะเปียก เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2540 เวลา 04.15 น.ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2540 เวลา 10.30 น. จากการทดลองวัดอุณหภูมิของดินที่ระดับต่างๆ พบว่ามีอุณหภูมิดินที่ความลึก 0.60 เมตร มีอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิผิวดินจะมีอุณหภูมิสูงมากในช่วงกลางวัน เนื่องจากไม่มีพืชคลุมดินช่วยลดความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ (สุนทร บุญญาธิการ ,2542)

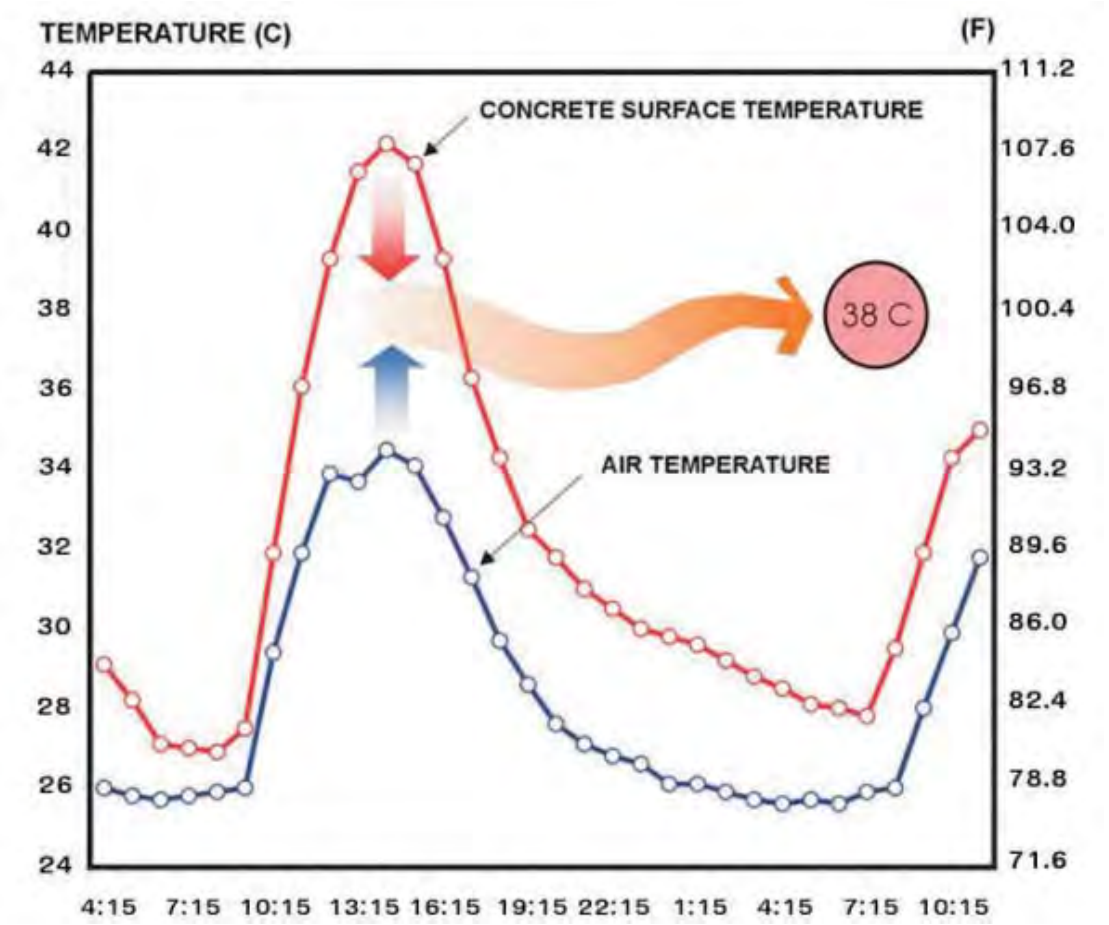
2.4 อิทธิพลความเย็นจากสภาพแวดล้อม

เนื่องจากสภาพแวดล้อมของท้องฟ้า โดยปกติแล้วจะมีอุณหภูมิต่ำและหากยิ่งสูงมาก ๆ อุณหภูมิก็จะต่ำมาก ถึงลบ (-,°F) เนื่องจากในเวลาหลังดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าวัตถุจะสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้า โดยเรียกปรากฏการณ์นั้นว่า การถ่ายเทความร้อนคืนสู่ท้องฟ้าในเวลาค่ำคืน

2.5 การเลือกวัสดุ

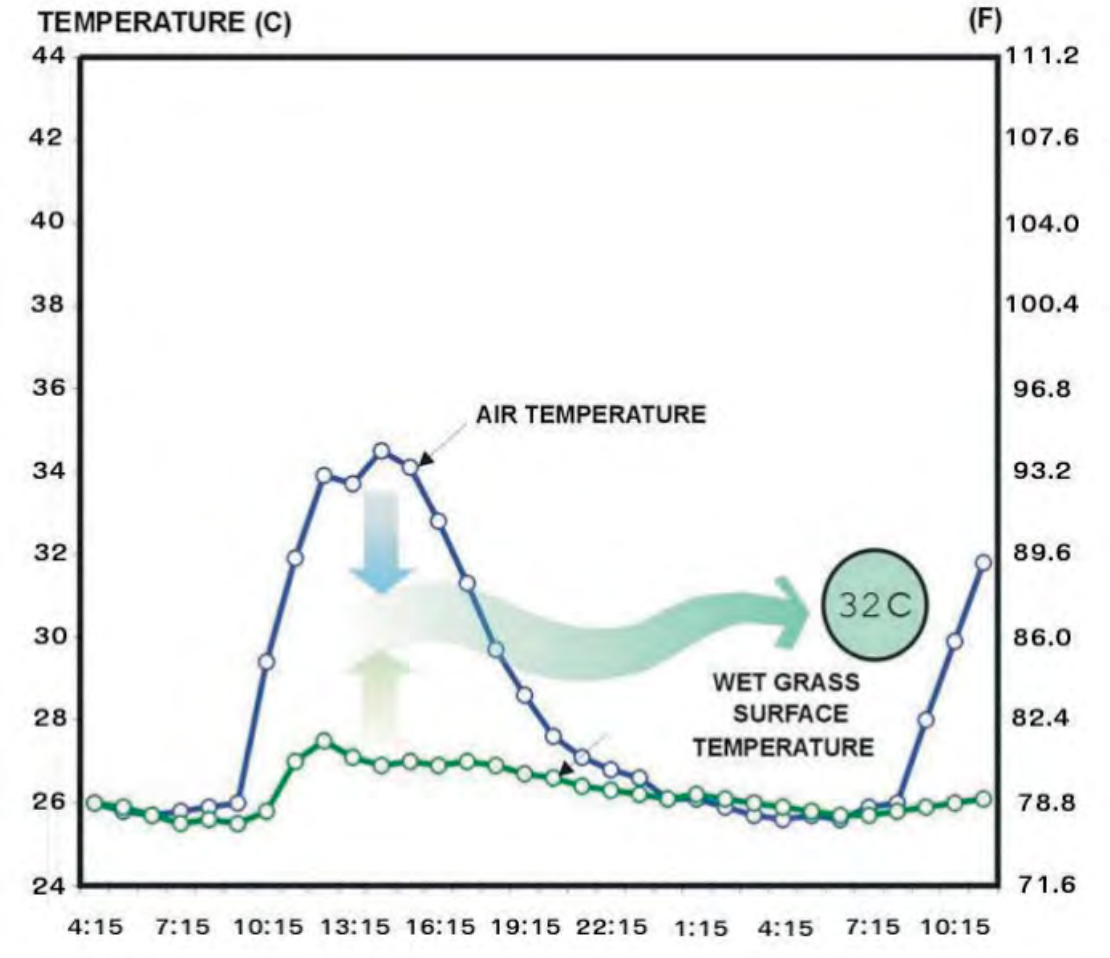
2.5.1 การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน

การเลือกวัสดุปูผิวดินที่เหมาะสม จะช่วยให้สภาพแวดล้อมบริเวณนั้นชุ่มชื้นและเย็นขึ้นได้ เช่นการเลือกวัสดุปูนผิวพื้นที่มีค่าดูดซับความร้อนต่ำ กระจายความร้อนสูงหรือวัสดุที่นำน้ำใต้ดินมาเป็นไอได้ ในสภาพอากาศของประเทศไทยที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้นไม่ควรเลือกวัสดุที่มีการดูดซับความร้อนสูงหรือมีสีเข้มมากเกินไปเพราะวัสดุเหล่านี้จะมีการกักเก็บความร้อนได้ดีและจะกักเก็บความร้อนปริมาณมากจนทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณนั้นร้อนตามไปด้วย



แผนภูมิที่ 2-3 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวคอนกรีตเสริมเหล็กและอุณหภูมิอากาศพบว่าอุณหภูมิผิวถนนที่โดดแดดมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศตลอดทั้งวัน โดยผิวถนนมีอุณหภูมิประมาณ 42 องศาเซลเซียส ซึ่งหากมีลมพัดผ่านอุณหภูมิที่ผิวถนนขณะนั้น อาจทำให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มจาก 35 องศาเซลเซียส เป็น 38 องศาเซลเซียส (สุนทร บุญญาธิการ,2545)

จากกราฟจะพบว่า ผิวถนนที่ใช้กันมากในปัจจุบันจะทำให้เกิดความร้อนสูงและหากมีลมพัดผ่านจะทำให้เกิดความร้อนสูงเพิ่มขึ้นมากซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมร้อนตามไปด้วยซึ่งเป็นผลทำให้สภาพอากาศไม่เอื้อต่อการประหยัดพลังงาน ในขณะที่หญ้าเปียกในร่มมีอุณหภูมิที่ต่ำหากมีลมพัดผ่านจะช่วยให้สภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบต่ำไปด้วย ซึ่งเป็นการเอื้อต่อการประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก



แผนภูมิที่ 2-4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกในร่ม และอุณหภูมิอากาศพบว่าอุณหภูมิหญ้าเปียกในร่มมีลมพัดผ่าน มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศตลอดทั้งวัน โดยผิวหญ้าเปียกในร่ม มีอุณหภูมิสูงประมาณ 27 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 24 องศาเซลเซียส หากมีลมพัดผ่านจากอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เป็นผลจากการพัดผ่านที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้อุณหภูมิลดลงได้ (สุนทร บุญญาธิการ,2545)

2.6 **อิทธิพลการใช้วัสดุผนัง**

2.6.1 **อิฐมอญ** (Brick)

อิฐมอญเป็นวัสดุที่มีราคาถูก หาซื้อง่ายในท้องตลาด เป็นที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนสูง และกักเก็บความร้อนไว้ในตัวเอง ต้องใช้ระยะเวลานานกว่าจะคายความร้อนออกได้หมด ข้อเสียของผนังก่ออิฐมอญ คือ มีน้ำหนักมากและเสียเวลามากในการทำงานก่อผนัง น้ำหนักของผนังก่ออิฐมอญรวมน้ำหนักอิฐ

ปูนก่อ และปูนฉาบ มีน้ำหนักรวมกันค่อนข้างมาก ทำให้สิ้นเปลืองการเสริมเหล็กโครงสร้างอาคารในการรับน้ำหนักโครงสร้างผนัง ขณะเดียวกันการเรียงก่ออิฐก้อนเล็ก ๆ ที่ละก้อนทำให้การก่อสร้างล่าช้า ใช้แรงงานมาก และต้นทุนในการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น

2.6.2 **ฉนวนโฟม** (Foam)

ฉนวนประเภทโฟมทั้งหลาย มีความจำเป็นต้องห่อหุ้มหรือปกป้องจากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ โฟมส่วนใหญ่มีข้อคือ สามารถคงสภาพเดิมได้แม้จะโดนความเปียกชื้น (ทนน้ำ) แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ (โดยทั่วไปจะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) ทำให้เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานาน ๆ โฟมก็จะเปลี่ยนรูป เช่น บิด-งอ บุบสลาย หรือไหม้ไปในที่สุด

2.6.2.1 ฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene,PS-Foam) จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด มี 2 ลักษณะ คือ

2.6.2.1.1 ฉนวนโพลีสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene) มีโครงสร้างและรูปร่างที่เข็งแรงคงที่ ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับและต้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้ และหากสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุปิดผิวในการใช้งาน

2.6.2.1.2 ฉนวนโพลีสสไตรีนแบบหล่อหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene) เซลล์จะมีลักษณะหยาบกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ด้านทานไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเลตในบรรยากาศได้

2.6.2.1.3 ฉนวนโพลียูเรเธนโฟม (Polyurethane,PU-Foam) ลักษณะของฉนวนประเภทนี้คือ ค่าสัมประสิทธิการต้านทานความร้อน (R-Value) จะลดลงตามอายุการใช้งาน เนื่องมาจากการแพร่กระจายของอากาศเข้าไปในเซลล์ โดยเฉพาะกรณีที่สัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลต จะทำให้สีของฉนวนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะโฟมที่ไม่ได้ปิดผิว และมีการดูดซับน้ำเล็กน้อยเนื่องจากไม่ใช้เซลล์ปิดทั้งหมด หากกรณีเกิดเพลิงไหม้แม้ว่าจะมีการผสมสารป้องกันการติดไฟแล้ว แต่ก็ยังก่อให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบของไซยาไนด์ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิต

2.6.3 **ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก** (External Insulation and Finished System; EIFS) **มีลักษณะดังต่อไปนี้**

2.6.3.1 มีค่าความเป็นฉนวนสูง และมีมวลสารน้อยทำให้ลดการถ่ายเทและการสะสมความร้อน จึงทำให้สามารถลดภาระการปรับอากาศภายในลงมากเมื่อเทียบกับอาคารที่ใช้วัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป

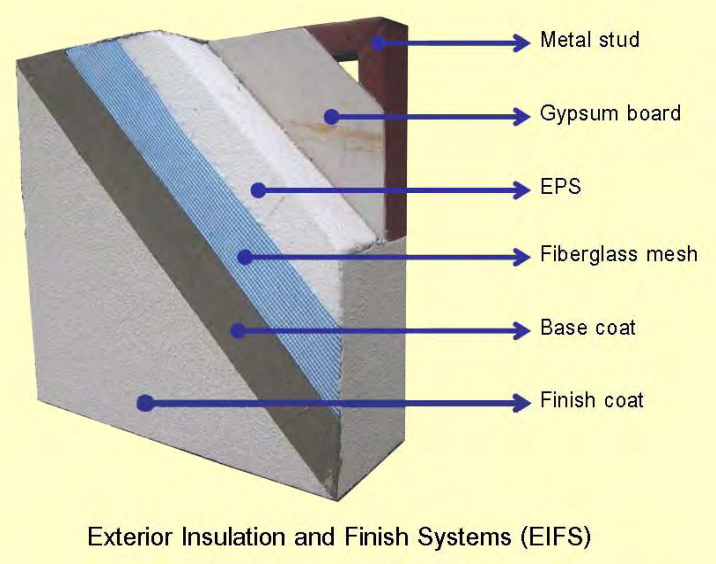
2.6.3.2 สามารถใช้เป็นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) เมื่อออกแบบโครงสร้างภายในเป็นเหล็ก

2.6.3.3 สามารถใช้เป็นผนังสำเร็จรูป (Prefabrication) หรือ สามารถออกแบบเป็นระบบแผ่น (Panel System) ได้ เนื่องจากผนังมีน้ำหนักเบาและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและทนทานต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

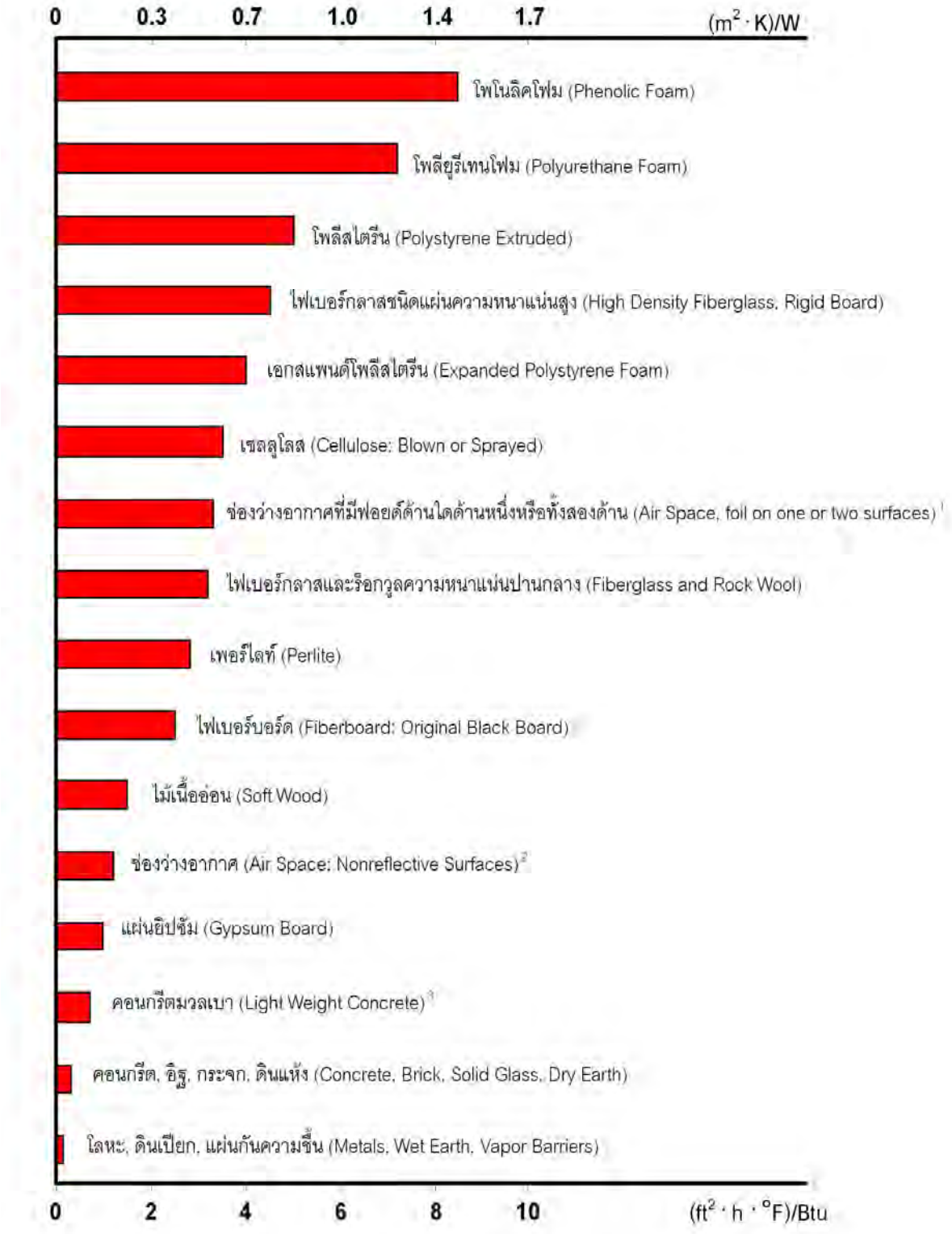
2.6.3.4 ป้องกันความชื้นผ่านผนังอาคาร และป้องกันการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) จากภายนอกได้เป็นอย่างดีเนื่องจากองค์ประกอบของระบบผนังมีคุณสมบัติเป็นเซลล์ปิด (Close Cell) สามารถป้องกันปัญหาเรื่องการเกิดหยดน้ำ (Condensation) ในผนังได้เป็นอย่างดี

2.6.3.5 มีน้ำหนักเบาประมาณ 35-40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จึงสามารถช่วยลดการรับน้ำหนักของโครงสร้างลงได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุก่อสร้างทั่วไป

2.6.3.6 ผนังระบบนี้จะมีความทนทาน แข็งแรง ไม่แตกร้าว เนื่องจากมีการเสริมตาข่าย (Fiberglass Mesh) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของระบบผนัง



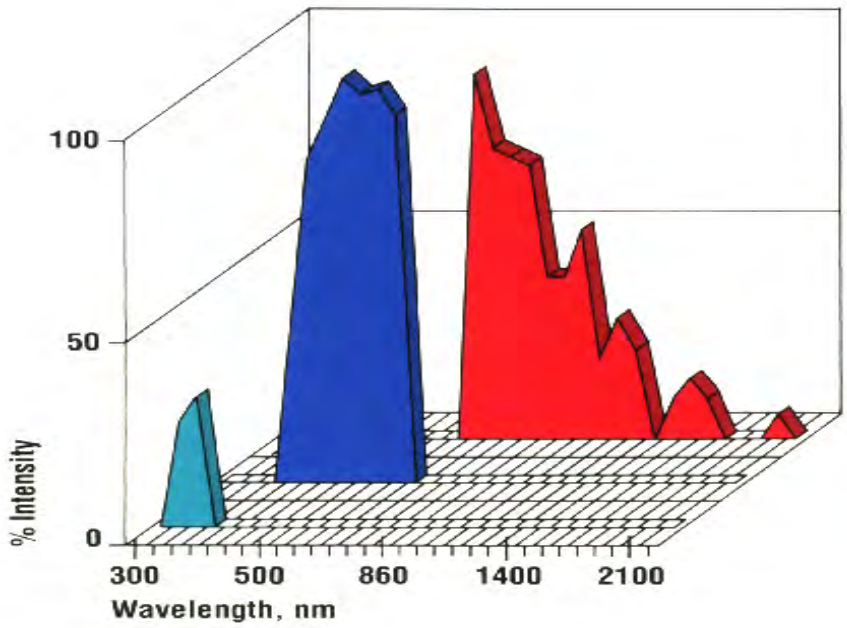
ภาพที่ 2-8 แสดงผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (EIFS) (สุนทร บุญญาธิการ,2542)



แผนภูมิที่ 2-5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่าง ๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว (สุนทร บุญญาธิการ,2542)

2.6.4 การเลือกกระจก

วัสดุกระจกได้รับจากการออกแบบให้เหมาะสมดับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น โดยการผสมกระจกต่างชนิดและช่องว่างอากาศภายใน เพื่อผลในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์และการนำความร้อนจากกระจกโดยไม่ลดทอนคุณภาพแสงสว่างที่ตามองเห็น การลดทอนในรูปแบบดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการเคลือบผิวกระจกเพื่อตัดช่วงคลื่นรังสีดวงอาทิตย์ที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็น (Infrared & Violet) ซึ่งเป็นต้นเหตุของความร้อนส่วนเกินที่เข้ามาในอาคารทิ้งและยอมให้แสงสว่างในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็น (Visible Light) เข้ามาได้มากเพียงพอกับความต้องการในการใช้งาน



ภาพที่ 2-9 แสดงองค์ประกอบของรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด ได้แก่ ช่วงรังสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้จากรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมด (พื้นที่สีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ต้องการสำหรับกระจกในเขตร้อน ส่วนรังสีอัตราไวโอเล็ต (พื้นที่สีฟ้า) และรังสีอินฟราเรด (พื้นที่สีแดง) เป็นช่วงคลื่นที่ไม่จำเป็นต่อการมองเห็น การนำเอารังสีในช่วงคลื่นทั้งสองมาใช้จะเป็นการสร้างความร้อนให้กับอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ,2545ก:144)

2.6.4.1 กระจกฮีตสตอป เป็นกระจกที่มีค่าความเป็นฉนวนสูงและมีสัมประสิทธิ์การบังเงาสูงเหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศ เนื่องจากสามารถลดการนำความร้อนและการแผ่รังสีจากภายนอกได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถลดทอนรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นซึ่งเป็นต้นเหตุของความร้อนส่วนเกินจากแสงสว่าง กระจกชนิดนี้จึงยอม

ให้แสงสว่างในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ผ่านได้มากในขณะที่ลดทอนช่วงคลื่นความร้อนที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นออกด้วนการเคลือบผิวพิเศษ ในส่วนของการนำความร้อน กระจกฮีตสตอปได้ปรับปรุงค่าความเป็นฉนวนของกระจกด้วยการเพิ่มเติมช่องว่างก๊าซเฉื่อยที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำจนกลายเป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี (Reflective Air Space) เพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนของกระจก สำหรับกระจกที่ได้นำมาศึกษานั้นได้เพิ่มเติมช่องว่างก๊าซอาร์กอนที่ติดฟิลม์โลว์อี (Low-E) ในกระจกฮีตสตอปทั้งสองชนิด

การใช้กระจกในรูปแบบดังกล่าว กับพื้นที่ปรับอากาศจะสามารถช่วยป้องกันสภาพภายในอาคารจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศภายนอกอาคาร เครื่องปรับอากาศจึงไม่จำเป็นต้องรับภาระในการปรับอากาศมาก

2.6.4.2 กระจกลามิเนต เป็นกระจกที่ใช้กับส่วนของอาคารที่ไม่ต้องการปรับอากาศ และใช้ประโยชน์พิเศษในบางจุดของการออกแบบ เนื่องจากกระจกลามิเนตมีค่าความเป็นฉนวนต่ำ เนื่องจากไม่มีช่องว่างก๊าซเฉื่อยเหมือนกระจก Heat-Stop นวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคอนาคตจึงประโยชน์จากความสามารถในการระบายความร้อนของอาคารออกสู่ภายนอก โดยอาศัยการนำความร้อนของกระจกลามิเนตในบางพื้นที่ ที่ต้องการให้ความร้อนสามารถระบายออกสู่ภายนอกด้วยวิธีการนำความร้อน (Conduction Heat Flow)

2.7 ระบบโครงสร้าง

2.7.1 ระบบโครงสร้างอาคาร

2.7.1.3 ผนังรับน้ำหนัก (Bearing Wall) เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่คล้ายกับเสาที่มีความบางและกว้าง และยังทำหน้าที่เป็นผนังของอาคารอีกด้วย ผนังรับน้ำหนักแบบคอนกรีตเสริมเหล็กนอกจากจะรับน้ำหนักบรรทุกในระนาบเดียวกับผนังแล้ว ยังสามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้อีกด้วย แต่สำหรับผนังรับน้ำหนักแบบก่ออิฐ จะรับน้ำหนักบรรทุกได้ในระนาบของผนังเท่านั้น ในกรณีที่ผนังมีช่องเปิด หน่วยแรงจะกระจายอ้อมช่องเปิดดังรูป ดังนั้นควรที่เสริมความแข็งแรงโดยรอบช่องเปิดเป็นพิเศษ

2.7.1.4 แผ่นพื้น (Slab) เป็นโครงสร้างในแนวราบ เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกจะถ่ายแรงออกด้านข้างเหมือนคาน แบ่งตามลักษณะของแผ่นพื้นได้ดังนี้

2.7.1.4.1 แผ่นพื้นทางเดียว (One-Way Slab) ทำหน้าที่เหมือนคานกว้าง/แบนพาดอยู่บนที่รองรับ

2.7.1.4.2 แผ่นพื้นสองทาง (Two-Way Slab) ก็คือ แผ่นพื้นทางเดียววางซ้อนกันทำมุม 90 องศา ซึ่งกันและกัน แบ่งเป็น

- แผ่นพื้นสองทางแบบมีคานขอบเป็นที่รองรับตลอดความกว้างของพื้นทั้ง 4 ด้าน
- แผ่นพื้นสองทางแบบไร้คาน
- แผ่นพื้นสองทางแบบแผ่นพื้นกระทง (Waffle Slab)

2.7.1.4.3 แผ่นพื้นแบบพับ (Folded Plate) เป็นโครงสร้างพื้นที่ออกแบบให้มีแผ่นพื้นมาต่อกันในลักษณะฟันปลา ทำให้สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ดีแม้ช่วงพาดจะยาว

2.7.1.4.4 โครงข้อแข็งสามมิติ (Space Frame) เป็นโครงสร้างพิเศษที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนเล็ก ๆ เป็นรูปสามเหลี่ยมเชื่อมต่อกันทั้ง 3 ทิศทาง เหมาะที่จะเป็นโครงสร้างพื้นหรือหลังคาที่ต้องการพาดช่วงยาวๆ ได้อย่างดี

2.7.2 โครงสร้างอื่น ๆ

โดยทั่วไปโครงสร้างอาคารจะประกอบด้วยองค์อาคารประเภท เสา คาน และพื้นประกอบกันขึ้นมาเป็นหน่วยโครงสร้างในลักษณะกล่อง และขยายออกไปในสามมิติ ทำให้โครงสร้างอาคารเป็นรูปทรงกล่องสี่เหลี่ยมซึ่งจะพบเห็นได้โดยทั่วไป โครงสร้างแบบอื่น ๆ เช่น

โค้ง (Arch) หมายถึงองค์อาคารที่มีความโค้งพาดอยู่ระหว่างจุด 2 จุด เช่น โค้งวัสดุก่อ (Block Arch) จะรับน้ำหนักบรรทุกได้เฉพาะในระนาบของแรงกระทำเท่านั้น ทำให้เกิดแรงอัดกระจายในชิ้นส่วนย่อยอย่างสม่ำเสมอ โครงข้อแข็ง (Rigid Arch) จะหล่อหรือทำขึ้นจากวัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกัน ได้แก่ คอนกรีต หรือเหล็ก

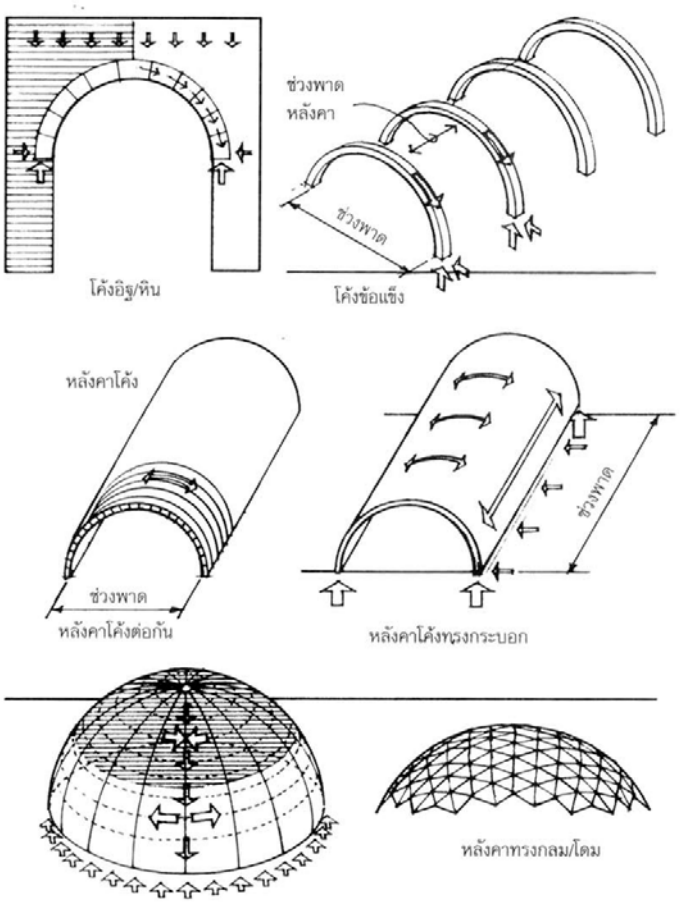
2.7.2.1 หลังคาโค้งแบบต่อกัน (Vault) หมายถึงหลังคาที่มีโค้งหลาย ๆ อันมาต่อกันเป็นผืน

2.7.2.2 หลังคาโค้งแบบทรงกระบอก (Cylindrical Shell) มีรูปทรงคล้ายหลังคาโค้งแบบต่อกัน แต่มีช่วงพาดตามแนวยาวเหมือนคานตัวหนึ่ง

2.7.2.3 หลังคาทรงโดม (Dome) หลังคารูปทรงกลม อาจจะทำขึ้นจากการนำก้อนหินตัดหรืออิฐมาเรียงต่อกัน หรือทำจากคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือโครงข้อแข็งสามมิติ โดยแรงที่เกิดขึ้นตามเส้นรอบวงของโดมจะเป็นแรงอัดที่ยอดและเป็นแรงดึงที่ส่วนล่างใกล้กับฐาน

2.7.2.4 โครงสร้างแบบขึงด้วยเชือก เคเบิล หรือลวดสลิง โดยแรงที่เกิดขึ้นในเคเบิล หรือลวดสลิง จะต้องเป็นแรงดึง (Tension) เท่านั้น

2.7.2.5 โครงสร้างแผ่นบาง (Membranes) หมายถึงโครงสร้างที่อาจจะขึงหรือยึดด้วยเสาหรืออัดด้วยอากาศ

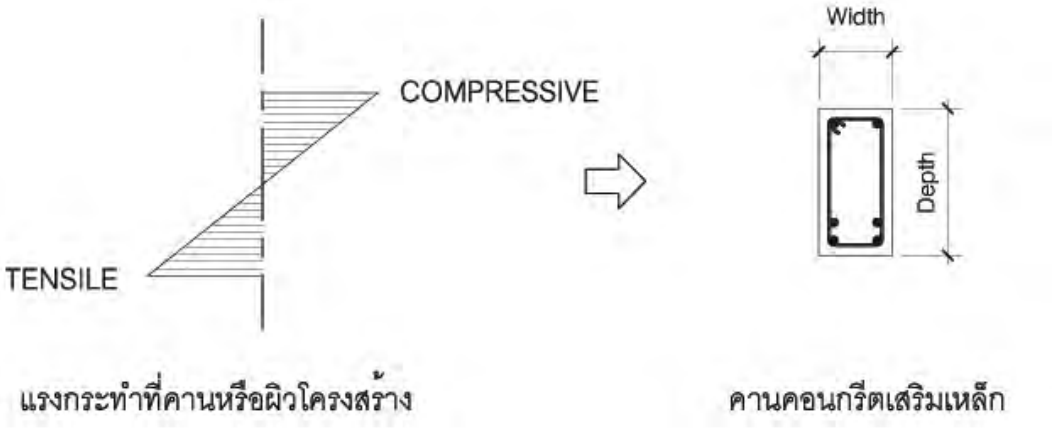


ภาพที่ 2-10 แสดงลักษณะของโครงสร้างพิเศษแบบต่าง ๆ (ชิง และ อาดัม, 2545: 56)

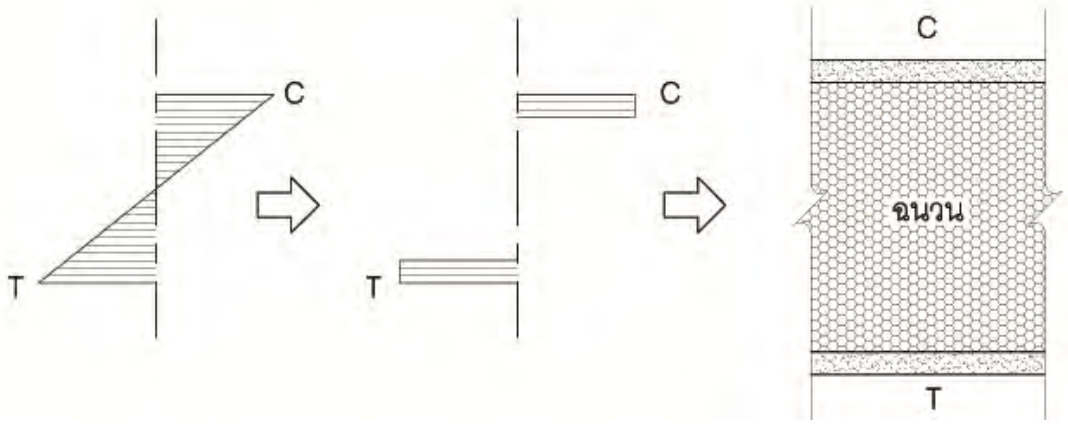
2.7.1.1 นวัตกรรมการใช้โครงสร้างจากฉนวน

อาคารทั่วไปมักใช้โครงสร้างที่มีความหนาและหนัก เนื่องจากใช้เนื้อวัสดุในการรับแรงทั้งน้ำหนักของโครงสร้าง (Dead Load) และน้ำหนักบรรทุก (Live Load) ปัจจุบันอาคารมีความจำเป็นต้องออกแบบให้มีการประหยัดพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลักษณะโครงสร้างอาคารจึงควรน้ำหนักเบา เพื่อลดการสะสมความร้อนและความชื้น ซึ่งมีผลกับระบบปรับอากาศและฐานรากขนาดใหญ่ที่ต้องรองรับน้ำหนักของโครงสร้างเองดังนั้นการออกแบบโครงสร้างยุคใหม่จึงเป็นนวัตกรรมที่ผสมผสานลักษณะโครงสร้างที่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามมาตรฐานแต่มีน้ำหนักของโครงสร้างที่เบาและเป็นฉนวนกันความร้อนความชื้น วัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาคือ โฟม EPS (Expanded Polyethylene) ร่วมกับการใช้วัสดุผิวที่สามารถรับแรงอัดและแรงดึงได้ตามการใช้งานจริง

การพัฒนาแนวความคิดโดยใช้วัสดุที่มีความสามารถในการรับแรงอัดที่ผิวด้านบนของโครงสร้าง เช่น คอนกรีตที่สามารถรับแรงอัดสูงแต่มีความบางทำให้น้ำหนักเบา การใช้วัสดุที่มีความสามารถในการรับแรงดึงสูงควบคู่กับ ไฟเบอร์กล๊าส ที่มีความยืดหยุ่นสูงเพื่อรับแรงดึงของผิวด้านล่างของโครงสร้าง บริเวณระหว่างผิวบนและผิวล่างของโครงสร้างใช้วัสดุฉนวนที่มีความสามารถกันความร้อนความชื้นได้ดีเหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้น โดยยึดผิวรับแรงอัดด้านบนและผิวรับแรงดึงด้านล่าง เพื่อให้โครงสร้างทั้ง3ส่วนทำงานร่วมกัน จึงเกิดนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักเบารับน้ำหนักบรรทุกได้รวมถึงมีค่าความเป็นฉนวนที่เหมาะสม วัสดุดังกล่าวสามารถใช้เป็นองค์ประกอบของอาคารได้ทั้งผนัง พื้น และหลังคาของอาคาร ผลงานนี้จึงนับเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำไปขยายผลได้ทั้งอาคารเก่าและอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของฐานราก ค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานในอาคารซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายระยะยาว การขยายผลนวัตกรรมนี้สามารถช่วยลดความต้องการใช้พลังงานของประเทศในมูลค่ามหาศาลเมื่อเทียบกับอัตราส่วนรายได้มวลรวม (GDP) (รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 2554)



ภาพที่ 2-11 แสดง DIAGRAM ของแรงในคาน พื้น และผิวโครงสร้าง (วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 2554)



รูปที่ 2-12 แสดงการใช้วัสดุก่อสร้างในโครงสร้างพร้อมฉนวน โดยใช้วัสดุที่รับแรงอัด COMPRESSIVE ด้านบน และวัสดุที่รับแรงดึง TENSILE พร้อมกับการใช้ฉนวนที่มีการยึดผิวทั้งแรงดึงและแรงอัด เพื่อให้ผิวโครงสร้างคงอยู่ได้ตาม DIAGRAM การรับแรง (วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์, 2554)

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 การพัฒนารูปแบบและระบบการไหลเวียนอากาศของหลังคา เพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร โดยมีแนวทางในการออกแบบระบบและวัสดุหลังคาที่สามารถป้องกันความร้อนในเวลากลางวันและสามารถนำความเย็นจากการคายรังสีสู่ท้องฟ้าในช่วงเวลากลางคืนดังนี้ 1.) เลือกวัสดุหลังคาที่มีมวลสารน้อย แต่มีค่าการนำความร้อนสูง (Conductivity) เพื่อความสามารถในการคายความร้อนที่สะสมในเนื้อวัสดุได้อย่างรวดเร็ว และนำความเย็นที่เกิดขึ้นที่ผิววัสดุ ลงมาสู่พื้นที่ใช้สอยได้อย่างดีในช่วยเวลากลางคืน 2.) เลือกวัสดุหลังคาที่มีค่าการคายรังสีในช่วงคลื่นยาว (Long-wave emissivity) สูง เพื่อประสิทธิภาพในการคายรังสีความร้อนคืนสู่ท้องฟ้า (อภิธัช พรหมสิริแสง,2544)

8.8.2 การปรุงแต่งสภาวะน่าสบาย โดยอาศัยอิทธิพลจากผิวสัมผัสดิน เป็นการศึกษาหาคำตอบจากดิน เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่อาคารโดยสรุปดังนี้ 1.) ความลึกและปริมาตรดินสัมผัสผิวอาคารที่เหมาะสม ในสภาวะที่ดินเปียก เมื่อใช้พืชคลุมดินหรือหญ้าเป็นสิ่งปกคลุมดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.30 ม. จากผิวดิน อุณหภูมิของดินจะมีความแปรปรวนตามอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ใกล้สภาวะน่าสบาย จึงนำมาเป็นการกำหนดปริมาตรของดินที่สัมผัสผนังอาคารที่น้อยที่สุด โดยไม่ควรน้อย 0.30 ม. X 0.30 ม. เนื่องจากดินส่วนบน ในช่วงเวลากลางวันถึงแม้จะได้รับการปรับปรุงแต่งเพื่อลดอุณหภูมิแล้ว ยังคงมีอุณหภูมิค่อนข้างแปรปรวน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 32 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งไม่เหมาะสม

ในการนำไปใช้ลดอุณหภูมิภายในอาคาร 2.)วัสดุผิวอาคารสัมผัสดินที่เหมาะสม คือต้องมีอุณหภูมิเข้าใกล้อุณหภูมิดิน 3.) การถ่ายเทความร้อนระหว่างผิววัสดุกับดิน กระบวนการถ่ายเทความร้อน เป็นผลให้อุณหภูมิผนังอยู่ในสภาวะสมดุลใกล้เคียงกับอุณหภูมิดิน 4.) การนำไปประยุกต์ใช้อาคาร จากการทดลอง เมื่อภายในอาคารมีแหล่งความร้อนในช่วงเวลา 08.00-16.00 น. ในกรณีที่ไม่มีดินถมผนังอาคาร อุณหภูมิผิวผนังภายในอาคารสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในอาคาร เนื่องจากผนังได้รับความร้อนจะถูกกักเก็บอยู่ ไม่สามารถถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้ เป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกร้อนกว่าปกติ ด้วยอิทธิพลของ MRT แต่ในกรณีที่ดินถมผนังอาคาร ในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าผนังภายในมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในอาคารเสมอ ด้วยอิทธิของ MRT จึงสามารถนำไปประยุกต์เพื่อปรุงแต่งสภาวะสบายภายในอาคารที่มีผิวสัมผัสดิน ดังนี้ 1.) ควรทำให้ดินเปียกอยู่เสมอ เพราะ เนื่องจากอิทธิพลจากการระเหยของน้ำที่ผิวดิน อีกทั้งยังมีความแปรปรวนของอุณหภูมิในรอบวันน้อยกว่า 2.) เลือกใช้สิ่งปกคลุมดิน ที่สามารถให้ร่มเงาแก่ดินและเพิ่มการระเหยของน้ำบริเวณผิวดิน เช่น หญ้าหรือพืชคลุมดิน 3.) เมื่อมีการปรุงแต่งดินที่เหมาะสม อุณหภูมิของดินจะเริ่มคงที่ และเข้าใกล้สภาวะน่าสบาย 4.) เลือกใช้วัสดุผิวอาคารส่วนสัมผัสดินที่มีค่าความจุร้อนจำเพาะ (Specific Heat) สูงและค่าการนำความร้อนสูง (ไพบูลย์ วังรุ่งเรืองกิจ)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคารจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม สามารถสรุปตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาที่สำคัญที่มีผลต่อการออกแบบและก่อสร้างจริงอาคารขนาดเล็ก ได้แก่

3.1.1 ตัวแปรความสบายด้านความรู้สึกร้อน-หนาว

ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรหรือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสบายทางด้านกายภาพที่นำมาศึกษา มีดังนี้

3.1.1.1 อุณหภูมิอากาศ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

3.1.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

3.1.1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

3.1.1.4 ความเร็วลม มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

3.1.1.5 ความรู้สึกร้อนหนาวของคน (กำหนดโดยเขตสบาย comfort zone)

3.2 เครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัติของสภาพแวดล้อม

3.2.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ผิววัสดุ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิผิววัสดุด้วยรังสีอินฟราเรด รุ่น testo 860-T2 สามารถเปลี่ยนค่า อีมีสซิวิตี้ (emissivity value) ของผิววัสดุได้ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

3.2.1 ระยะในการวัดมาตรฐาน (standard optical) มีความสัมพันธ์ 60:1

3.2.2 ระยะในการวัดแบบใกล้ (close focus optical) มีความสัมพันธ์ 50:1

3.2.3 ย่านในการวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -50 ถึง 500°C

3.2.4 ย่านในการวัดอุณหภูมิระหว่าง -5 ถึง 500°C มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 1% ของค่าที่อ่านได้ หรือ +/- 1°C

3.2.5 ย่านในการวัดอุณหภูมิระหว่าง -30 ถึง -5°C มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 1.5 °C

3.2.6 ย่านในการวัดอุณหภูมิระหว่าง -50 ถึง -30°C มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่+/- 2°C

วิธีการวัดอุณหภูมิของพื้นผิววัสดุนั้นกระทำได้โดยปรับตั้งค่า อีมิสซิวิตี ตามลักษณะของพื้นผิวที่ต้องจะทำการวัดนั้น และให้ทำการวัดโดยให้รังสีอินฟราเรดตั้งฉากกับพื้นผิววัสดุนั้น

ภาพที่ 3-1 แสดงเครื่องมือวัดอุณหภูมิผิววัสดุด้วยรังสีอินฟราเรด รุ่น testo 860-T2

3.2.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.2.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB การวัดอุณหภูมิมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C) และองศาฟาเรนไฮต์ (°F) การวัดความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

3.2.2.1.1 ย่านในการวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -35 ถึง 80°C (-31 ถึง 176°F) มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 0.5 ถึง +/- 2°C (+/- 1 ถึง +/- 4°F) ค่าความละเอียดภายในอยู่ที +/- 0.5°C (+/- 1°F)

3.2.2.1.2 ย่านในการวัดความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 % มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 3 % (ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 20 ถึง 80 %) ค่าความละเอียดภายในอยู่ที 0.5%

3.2.2.1.3 ค่าอุณหภูมิแวดล้อมขณะใช้งานอยู่ระหว่าง -35 ถึง 80°C (-31 ถึง 176°F)

3.2.2.4 อัตราการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 5 วินาที ถึง 36 ชั่วโมง

ภาพที่ 3-2 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB

3.2.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ รุ่น Model: 303C การวัดอุณหภูมิมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}$C) และองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}$F) การวัดความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)

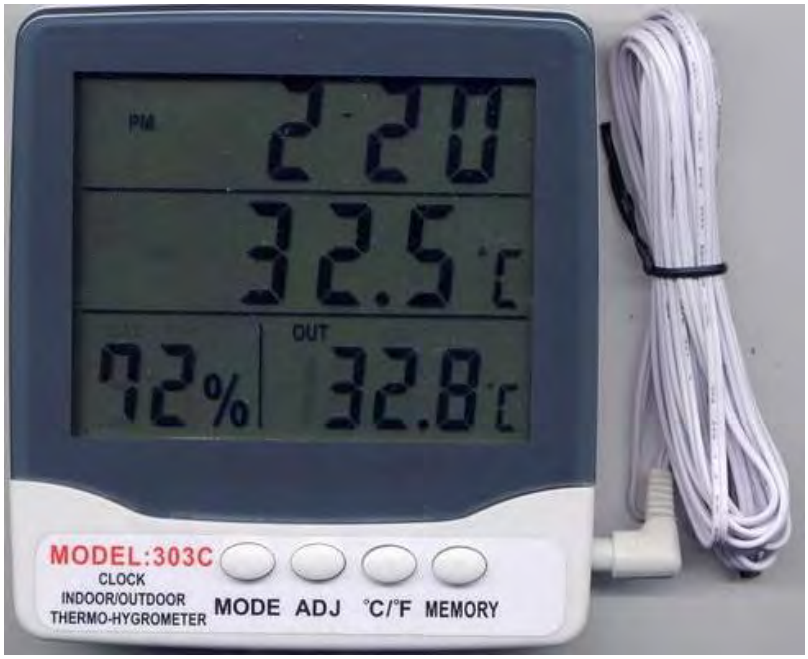
3.2.2.1 ย่านในการวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -20 ถึง 50°C (-68 ถึง 122°F) มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 0.1°C (+/- 1 ถึง +/-33.8°F) ค่าความละเอียดภายในอยู่ที่ +/- 0.5°C (+/- 32.9°F)

3.2.2.2 ย่านในการวัดความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง10% ถึง 95 % มีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ +/- 5 ค่าความละเอียดภายในอยู่ที 1%

3.2.2.3 ค่าอุณหภูมิแวดล้อมขณะใช้งานอยู่ระหว่าง -35 ถึง 80°C (-31 ถึง 176°F)

3.2.2.4 อัตราการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 5 วินาที ถึง 36 ชั่วโมง

3.2.2.5 พลังงาน 1.5V



ภาพที่ 3-3 แสดงเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: 303C

3.3 ขั้นตอนในการศึกษา

กระบวนการคิดในการออกแบบ เพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้สอยภายในและภายนอกอาคาร การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม การออกแบบเพื่อเอื้อประโยชน์ด้านพลังงาน เรื่องของช่องเปิดที่รับแสงที่เพียงพอแก่การใช้งานภายในอาคารแต่ไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคาร การรับลมเย็น และการป้องกันความร้อน รวมถึงการกักเก็บความเย็นไว้นานและเกิดประโยชน์มากสุด โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

3.3.1 ศึกษาตัวแปรของท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม โดยการวัดและตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อม ของดิน สภาพอากาศ

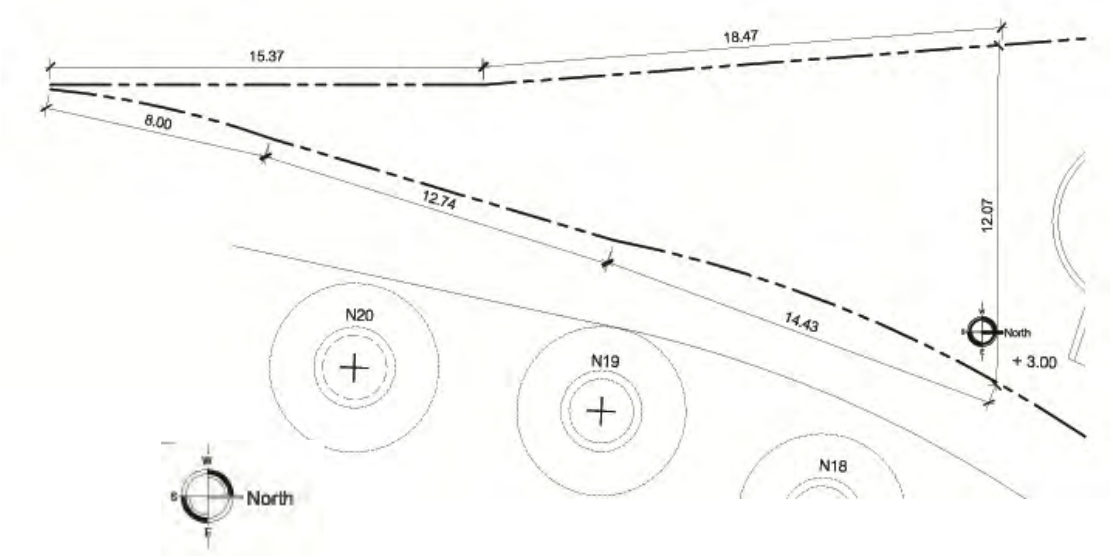
การศึกษาอุณหภูมิดิน ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: 303C โดยการนำร่องด้วยเหล็กลึกลงไปในดิน 65 เซนติเมตร กว้างพอที่สายวัดอุณหภูมิลงไปได้สะดวก แล้วปิดปากหลุมด้วยดินเพื่อป้องกันอุณหภูมิภายนอกเข้ามาปะปนได้ เพื่อให้ได้มาซึ่งอุณหภูมิที่ถูกต้องโดยไม่คาดเคลื่อน โดยใช้เวลาในการวัด 36 ชั่วโมง

การศึกษาอุณหภูมิสภาพอากาศ ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB ใช้วัดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ

วางบริเวณอาคารด้านล่าง ห่างจากตัวอาคาร 1.00 เมตร และสูงจากพื้น 0.30 เมตร เพื่อความแม่นยำในการวัดจะต้องป้องกันไม่ให้ตัวเครื่องวัดอุณหภูมิโดนแสงแดดโดยเด็ดขาด โดยใช้เวลาในการวัด 36 ชั่วโมง

การศึกษาอุณหภูมิอากาศบนหลังคาดาดฟ้าจากท้องฟ้า ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB ใช้วัดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิวางไว้บนหลังคาชั้นดาดฟ้า ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับการรองรับความเย็นจากท้องฟ้าโดยตรง และสูงจากพื้น 0.30 เมตร เพื่อความแม่นยำในการวัดจะต้องป้องกันไม่ให้ตัวเครื่องวัดอุณหภูมิโดนแสงแดดโดยเด็ดขาด โดยใช้เวลาในการวัด 36 ชั่วโมง

3.3.2 ศึกษาแนวทางการนำความเย็นท้องฟ้า จากดินและสภาพแวดล้อม รวมทั้งเทคนิคการป้องกันความร้อน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง โดยใช้กรณีศึกษาจากการสร้างจริงขนาดเล็ก



ภาพที่ 3-4 แสดงผังบริเวณ

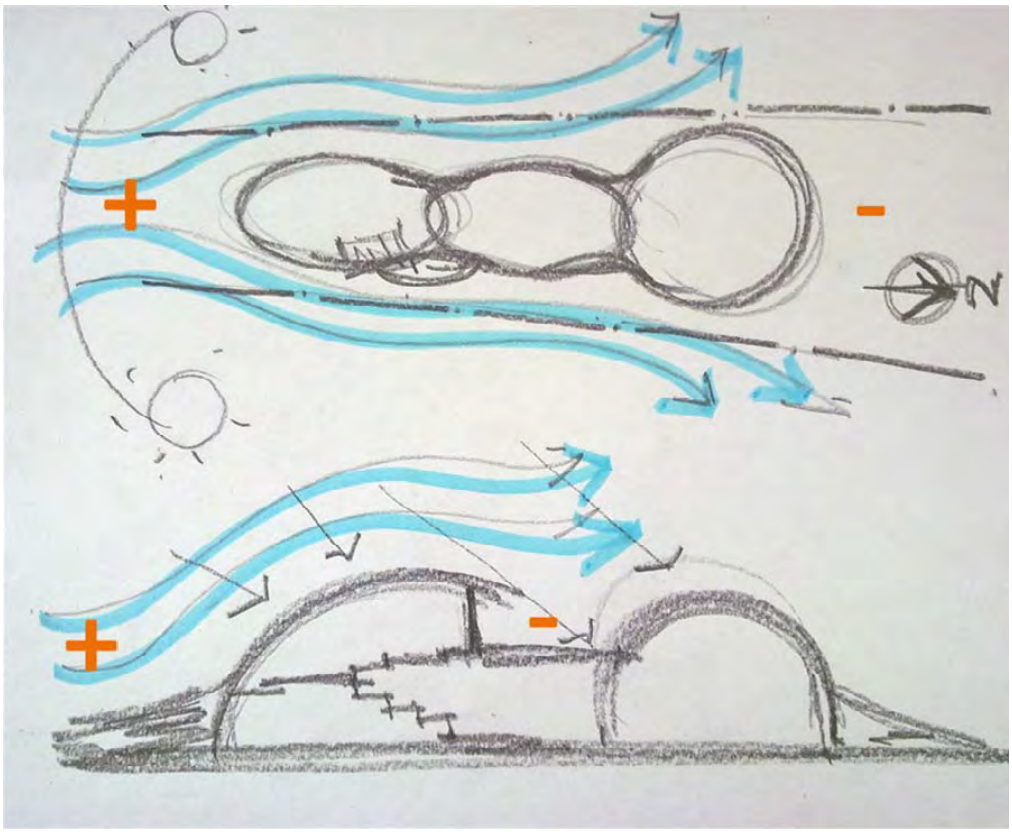
โครงการก่อสร้างอาคารนวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นจากดินและสภาพแวดล้อมในอาคาร ตั้งอยู่ที่ 14° 24’ 42” N, 101° 25’ 18” E ต.หมูสี อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

รูปร่างพื้นที่ดินในการก่อสร้างอาคารมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยมีพื้นที่ประมาณ 30 ตารางวา โครงการก่อสร้างอาคารนวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นจากดินและสภาพแวดล้อมในอาคาร เป็นอาคารขนาดเล็กที่มีโปรแกรมสำหรับพักอาศัยขนาด 1 ครอบครัวที่มีสมาชิก 3 คน

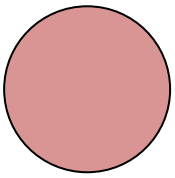
โดยอาคารประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้สอย 80 ตารางเมตร เป็นอาคาร 1 ชั้น มีหลังคาดาดฟ้า พื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร ประกอบไปด้วย

พื้นที่ใช้สอย		
ลำดับ	ชื่อห้อง	พื้นที่ (ตรม.)
1	ห้องนอน	20
2	ห้องน้ำ-ส้วม+แต่งตัว	10
3	โถงต้อนรับ+รับแขก	20
4	เอนกประสงค์	10
5	หลังคาดาดฟ้า	20
	รวม	80

ตารางที่ 3-1 แสดงพื้นที่ใช้สอยอาคาร

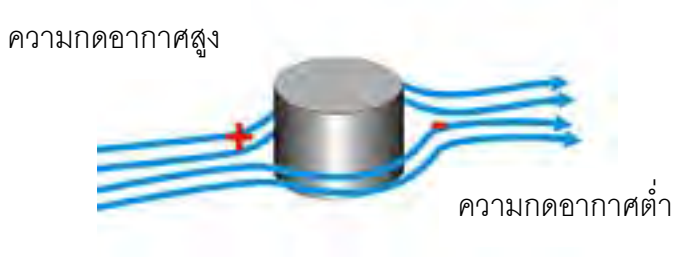


ภาพที่ 3-5 แสดงแนวทางการเลือกลักษณะรูปทรงอาคารที่เหมาะสมกับโครงการศึกษา

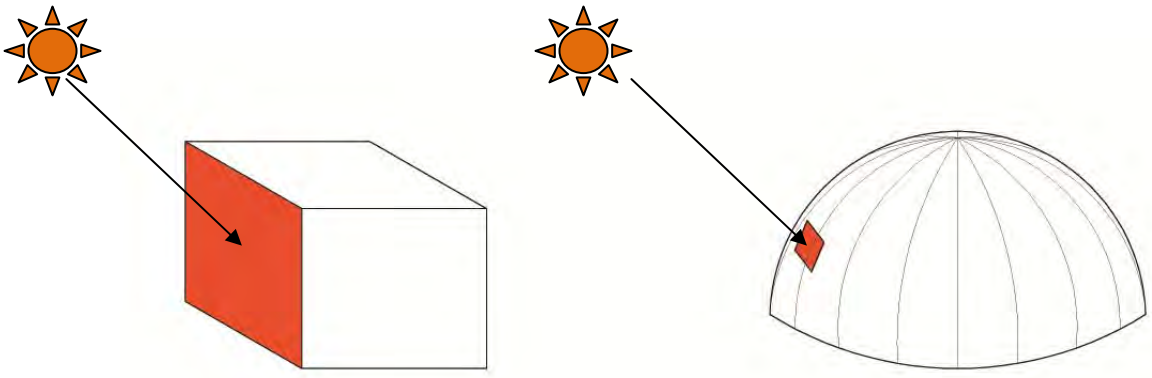


$$= \frac{Exteroir\ Surface}{Useable\ Area} = 3.56$$

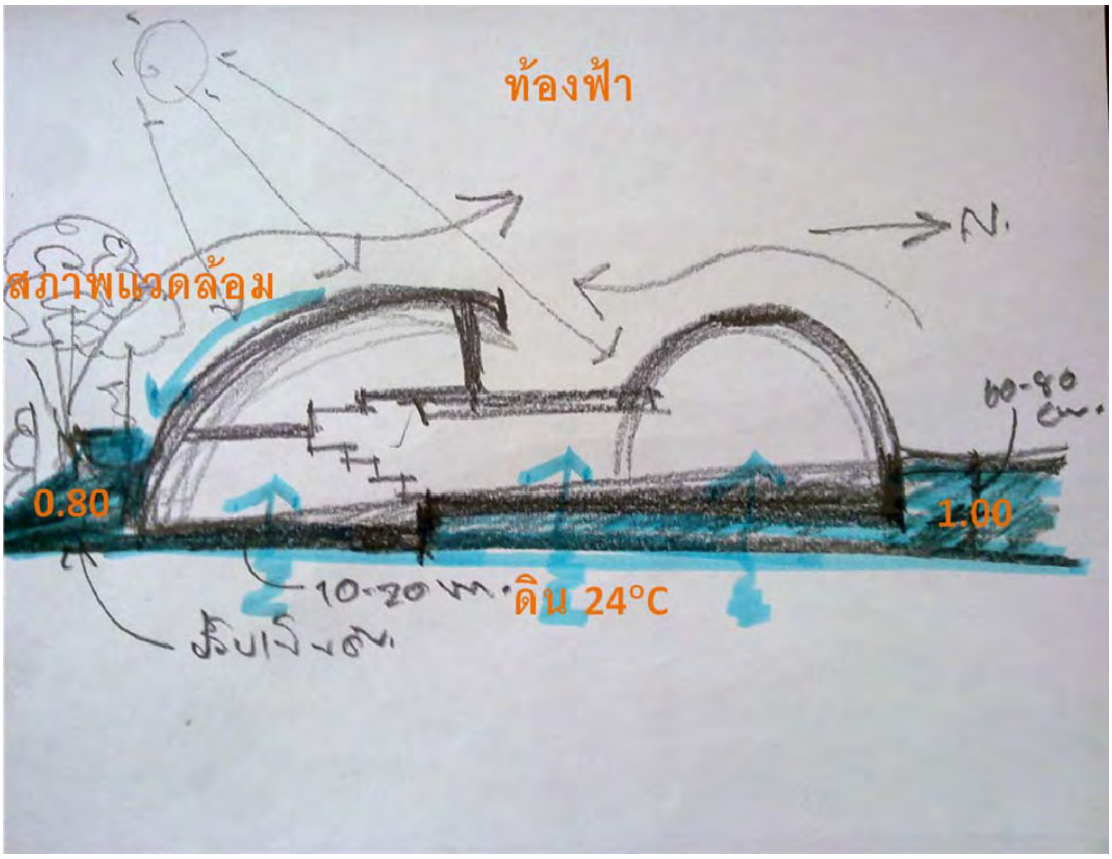
ภาพที่ 3-6 การเลือกรูปทรงที่มีพื้นที่ผิวเปลือกอาคารน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ใช้สอย



ภาพที่ 3-7 การเลือกรูปทรงที่เหมาะสมในการรั่วซึมของอากาศได้ดี



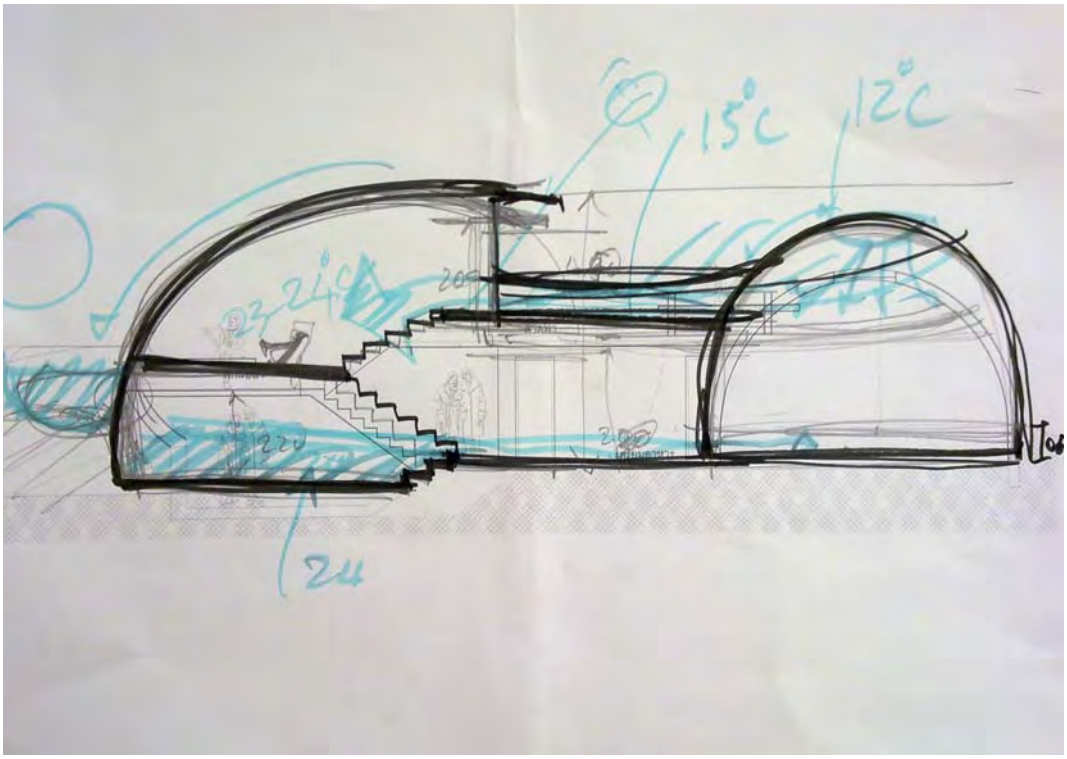
ภาพที่ 3-8 เปรียบเทียบผิวสัมผัสแสงแดดด้วยมุมแสงเดียวกัน ด้วยรูปทรงที่ต่างกัน



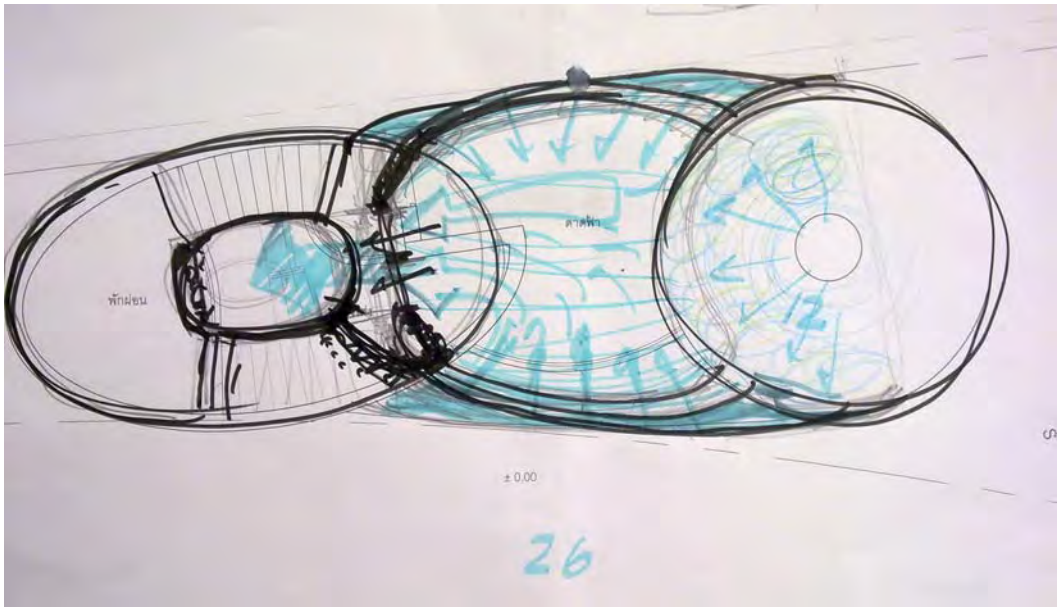
ภาพที่ 3-9 แสดงแนวทางในการใช้ประโยชน์จากดินและสภาพแวดล้อม

จากภาพที่ 3-5 จะพบว่ารูปทรงที่ได้มานั้นเกิดจากสภาพพื้นที่อาคารที่เป็นรูปสามเหลี่ยมรูปยาว การวางอาคารตามทิศทางที่เอื้อต่อการป้องกันการรั่วซึมอากาศ โดยการวางอาคารตามลักษณะการใช้สอยภายใน รวมถึงแนวคิดในการนำความเย็นจากดินจากสภาพแวดล้อม การขุดดิน ถมดิน เพื่อนำความเย็นมาใช้ในอาคารดังภาพที่ 3-9 การเลือกใช้ประโยชน์จากการกักเก็บความเย็นบนหลังคาดาดฟ้า ที่เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าในเวลากลางคืนดังแสดงจากภาพที่ 3-11 แล้วนำความเย็นลงมาในอาคารโดยการเปิดช่องรับความเย็นทางด้านทิศเหนือตามเวลาที่เหมาะสมที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศทั้งภายนอกและภายใน

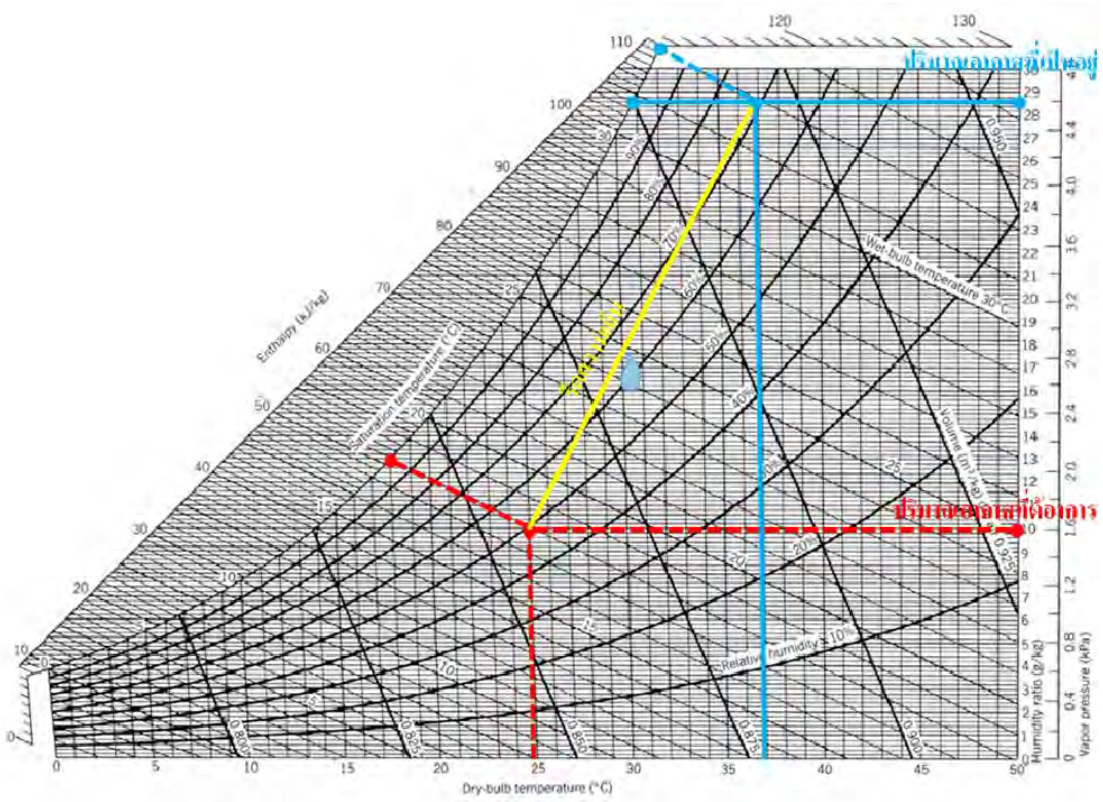
จากภาพที่ 3-12 แสดงการหาจุดควบแน่นโดยใช้ PSYCHROMETRIC ที่อุณหภูมิ 37°C ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ 70% ซึ่งเกิดการควบแน่นที่ 31°C และจากภาพ 3-13 จะพบว่า ณ อุณหภูมิ 31°C ลงไปจะเกิดเหงื่อผนัง ซึ่งจะเริ่มอยู่ในตัวของวัสดุก่อน โดยการเกิดเหงื่อผนังภายในจะไม่เกิดขึ้น โดยเด็ดขาดเนื่องจากความร้อนที่เปลือกอาคารภายนอกจะช่วยให้ดึงความชื้นในวัสดุนั้นออกไปจนหมดสิ้น จึงไม่จำเป็นต้องติดเครื่องปรับอากาศในการรีดความชื้นจากภายในออกไป



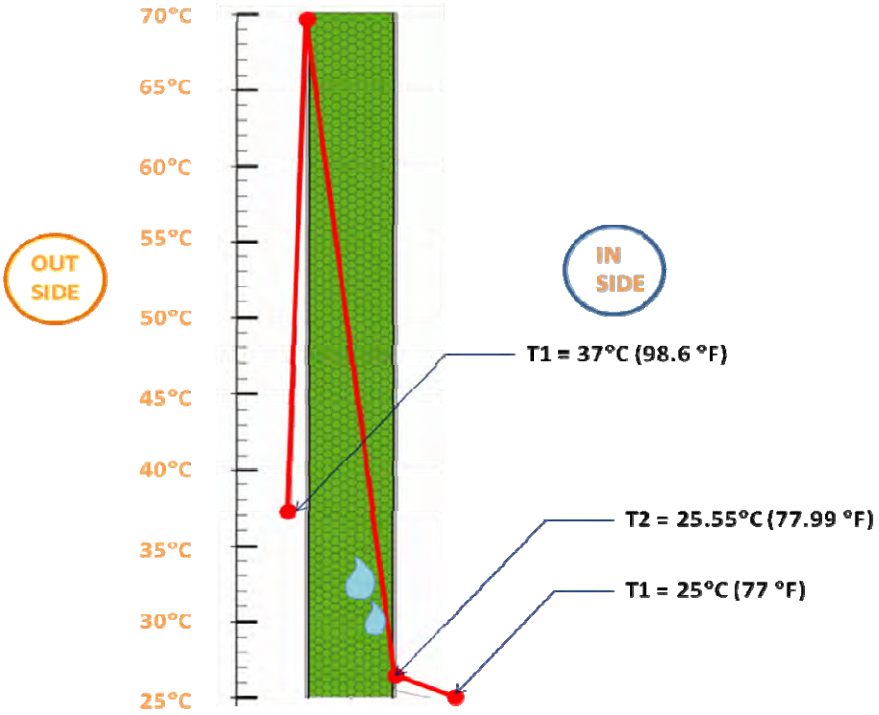
ภาพที่ 3-10 แสดงแนวทางในการใช้ประโยชน์จากท้องฟ้าในเวลากลางคืน



ภาพที่ 3-11 แสดงแนวทางการใช้ประโยชน์จากหลังคาดาดฟ้าเพื่อดักความเย็นจากท้องฟ้า



ภาพที่ 3-12 แสดงการหาจุดควบแน่นโดยใช้ PSYCHROMETRIC



ภาพที่ 3-13 แสดงบริเวณที่แสดงการควบแน่นของหยดน้ำ

เทคนิคการป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกในเวลากลางวันปัจจัยทางสภาพอากาศ

$$Q = U * S/A * \Delta T$$

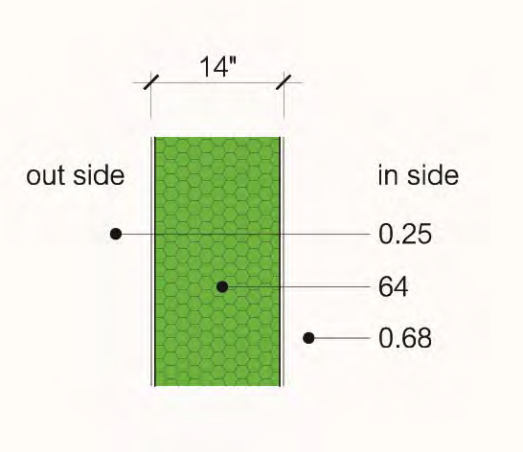
เมื่อ

Q = ปริมาณภาระการทำความเย็นต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคาร (load/area) หน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต (Btu/h•ft2) หรือวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m2)

U = ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร หน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุตต่อต่อความแตกต่างอุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์ (Btu/h•ft2•°F) หรือวัตต์ต่อตารางเมตรต่อความแตกต่างอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส (W/m2•°C)

S/A = สัดส่วน (ratio) ระหว่างพื้นที่ผิวเปลือกอาคาร (surface) ต่อพื้นที่ใช้สอย (usable area)

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศของสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร หน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์ (°F) หรือองศาเซลเซียส (°C)



ΣR = 64.93

U = 1/64.93 = 0.015

$$Q = U * S/A * \Delta T$$

Q = 0.015 * 1 * 18 = 0.27 BTU/Sf.Hr

จากการศึกษา การเลือกเปลือกอาคารเลือกที่มี ค่า R สูง ค่า U ต่ำ โดยจากสูตรการคำนวนเบื้องต้น ได้โฟม EPS หนา 16” ค่า R = 64.93 ค่า U = 0.015 ซึ่งเป็นวัสดุที่เหมาะสมกับโครงการที่ทำการศึกษาในครั้งนี้

3.3.3 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง ในเขตบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

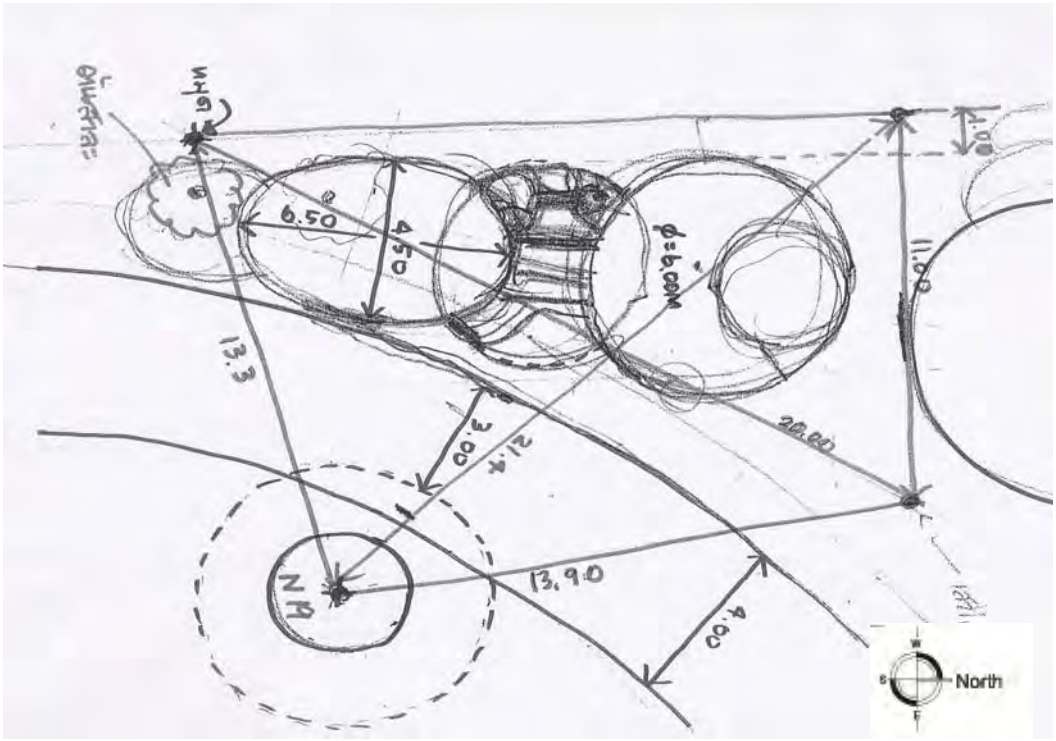
การประเมินอาคารเป็นการวัดระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก โดยการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB ใช้วัดอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิวางไว้ที่ห้องนอนโถง-ห้องรับแขก และชานพักบันได โดยสูงจากพื้น 0.30 เมตร โดยใช้เวลาในการวัด 36 ชั่วโมง เมื่อได้ข้อมูลตามระยะเวลาตามที่กำหนดแล้ว นำข้อมูล การวัดอุณหภูมิของดิน สภาพแวดล้อม ท้องฟ้า และอุณหภูมิภายในอาคาร มาประเมินผลการศึกษา เพื่อการขยายผลการศึกษาต่อไป

บทที่ 4

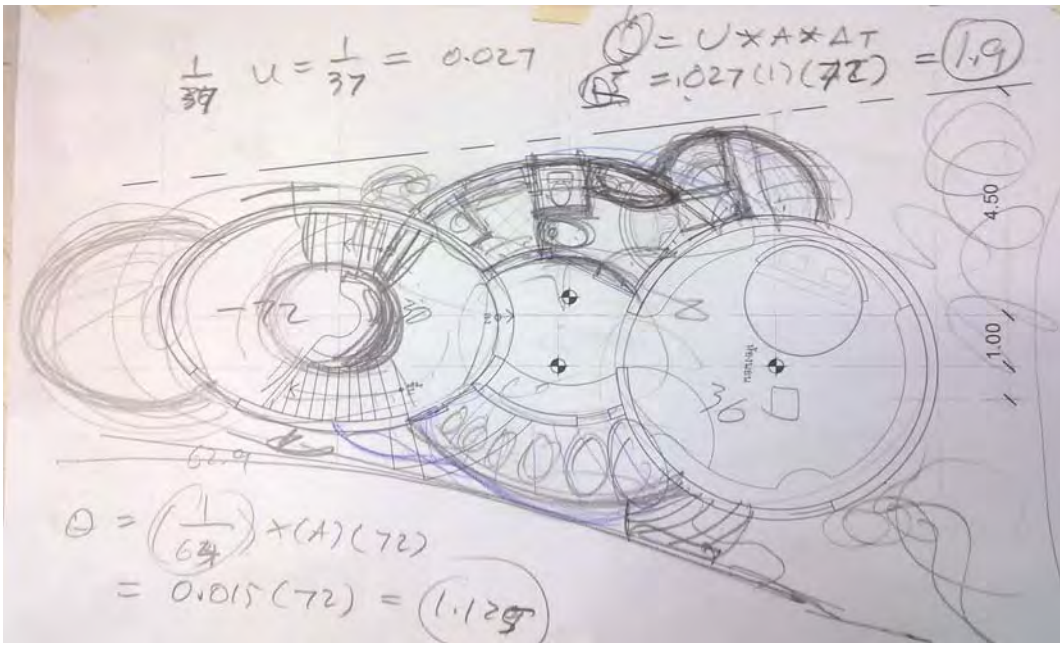
ผลการวิจัย

4.1 ผลของการศึกษาตัวแปรและอิทธิพลของตัวแปรที่สร้างความเย็น ที่มีผลต่อการออกแบบอาคารและก่อสร้าง

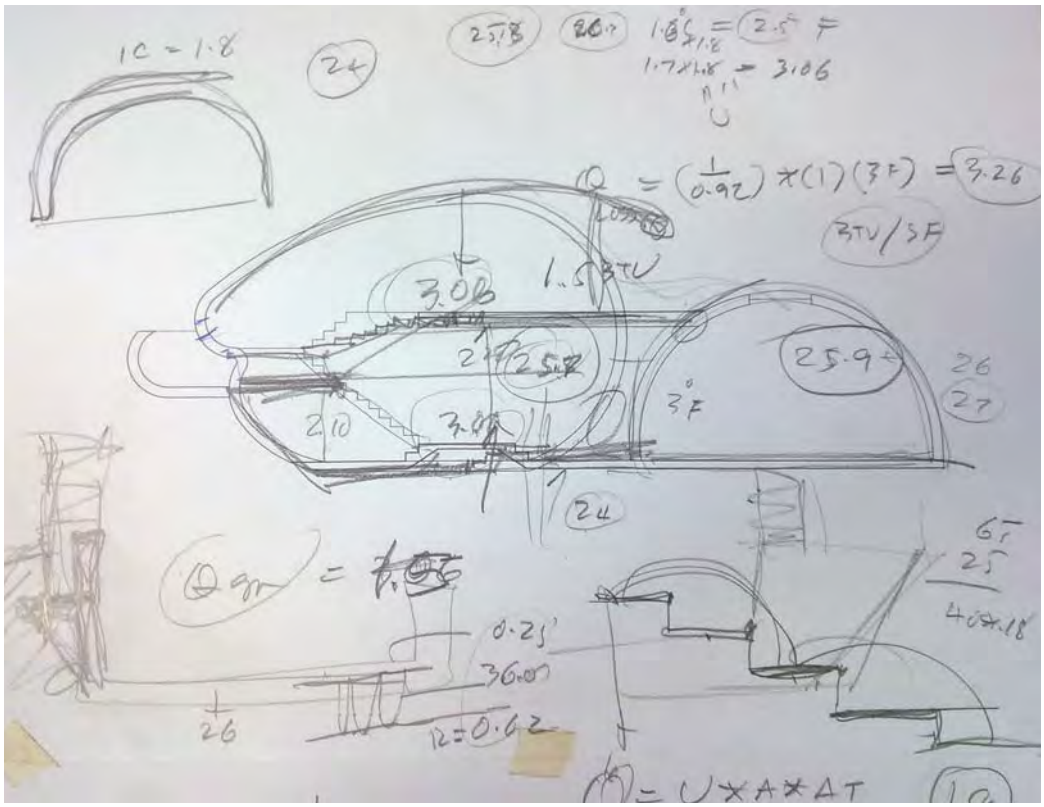
จากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการออกแบบและก่อสร้าง การนำความเย็นและป้องกันความร้อน เพื่อการกักเก็บความเย็นและป้องกันความร้อนในอาคาร ก่อให้เกิดวัตกรรมอาคารที่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยมีลำดับขั้นตอนผลการวิจัย ดังนี้



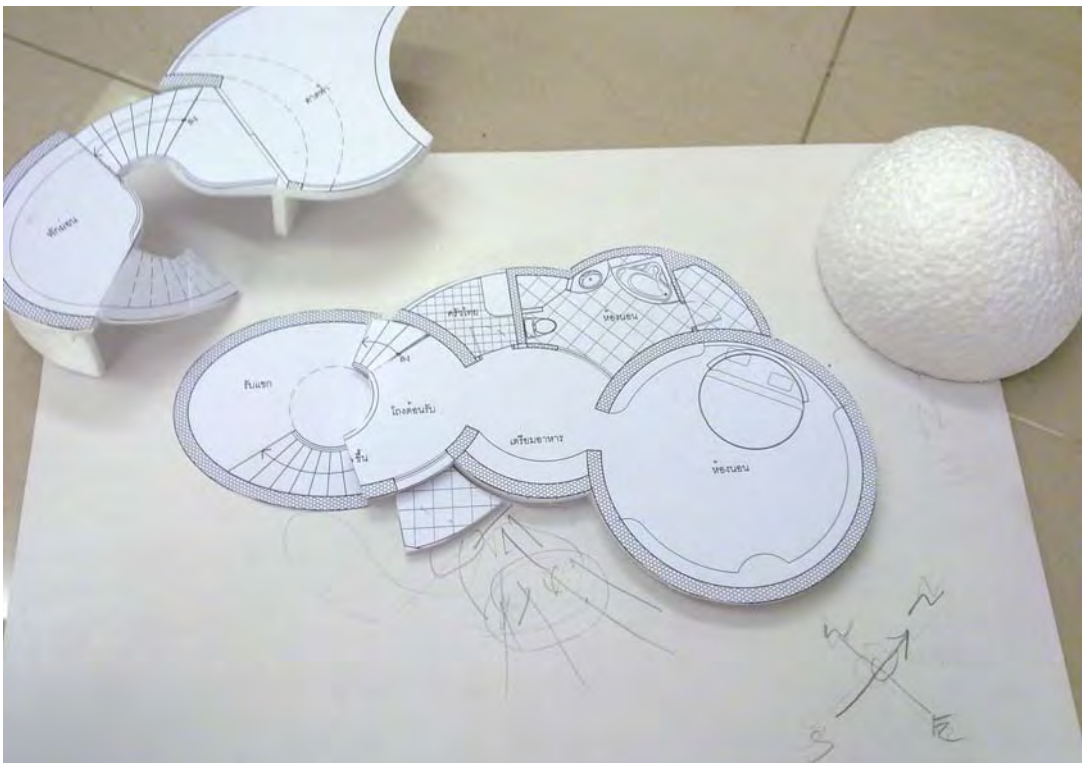
ภาพที่ 4-1 แสดงขบวนการและแนวทางในการออกแบบเพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ดิน



ภาพที่ 4-2 แสดงการวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

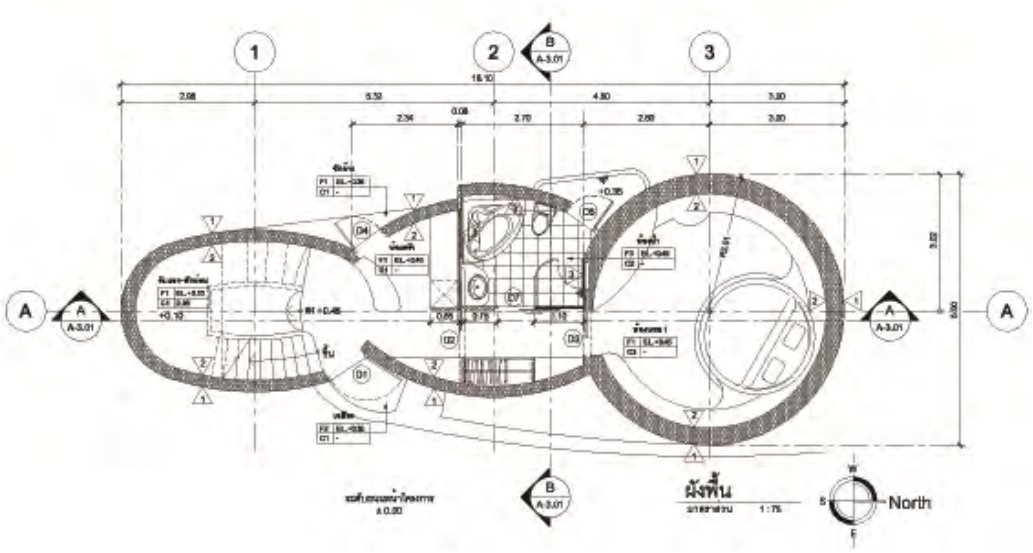


ภาพที่ 4-3 แสดงแนวทางการเพิ่มพื้นที่ใช้สอยภายในโดยการใช้ประโยชน์จากชานพักบันไดและหลังคา

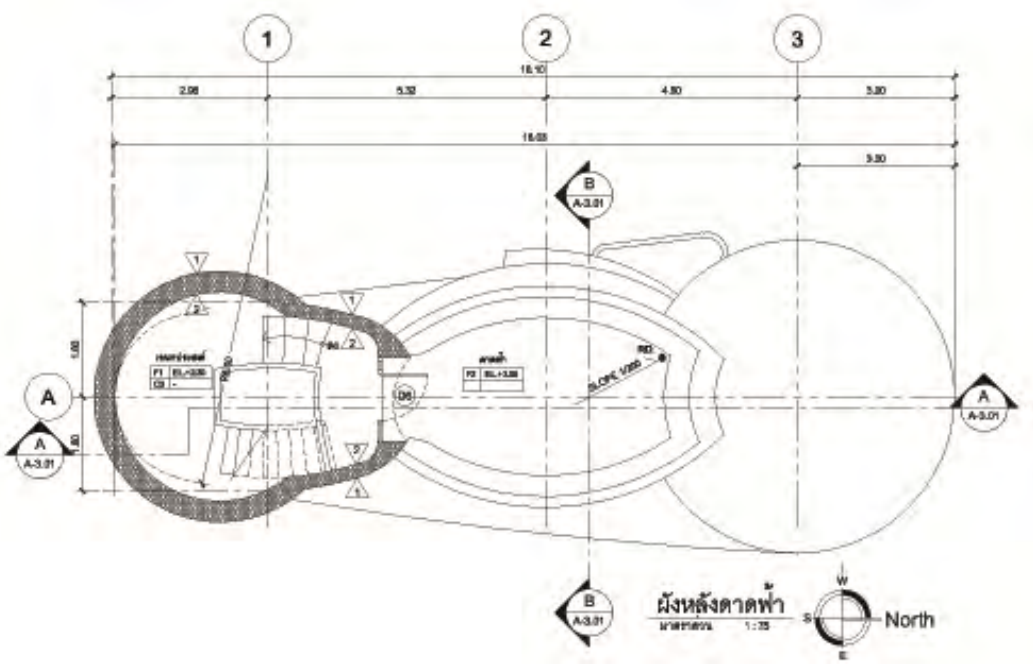


รูปที่ 4-4 แสดงการทำหุ่นจำลองเบื้องต้นเพื่อการศึกษาสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารที่เหมาะสม

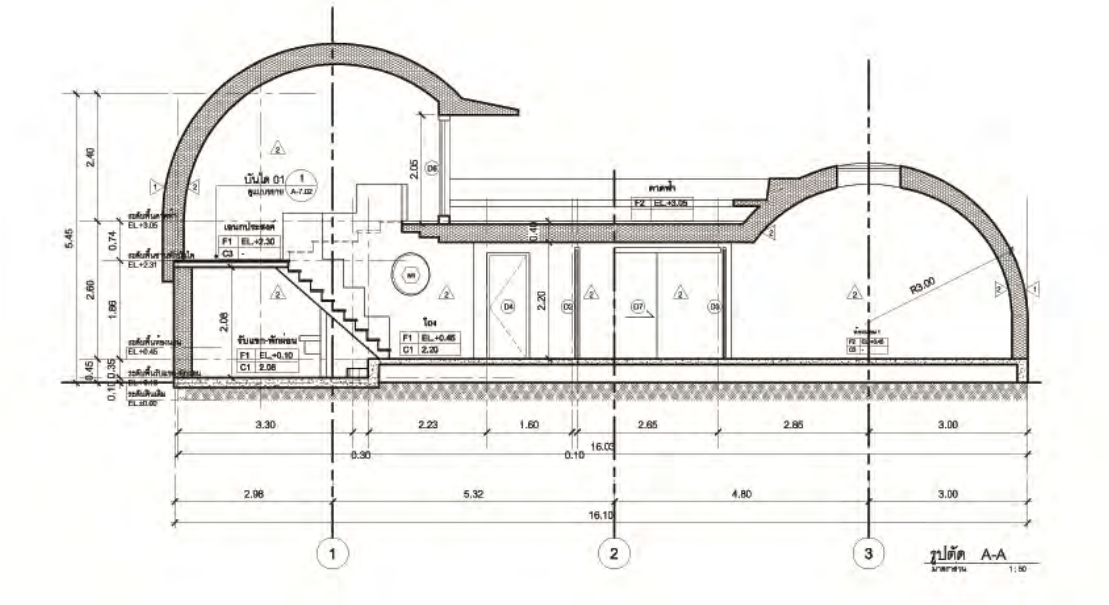
จากภาพที่4-1 ถึง ภาพที่4-4 เป็นรูปแสดงถึงแนวคิดในการออกแบบและวางผังอาคารให้ลงตัวและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้สอยอาคาร เพื่อตอบสนองความสบายของผู้อยู่อาศัยโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม มีการวางแนวคิดในการที่จะนำความเย็นจากดินในเวลากลางวันเข้ามาใช้ในอาคาร มีการสร้างกระบะรองรับความเย็นจากท้องฟ้า (หลังคาดาดฟ้า) แล้วนำความเย็นที่เก็บได้ในเวลากลางคืนเข้ามาในอาคาร และนำเทคนิคและแนวทางการป้องกันความร้อนในเวลากลางวันเพื่อไม่เข้าสู่อาคาร ส่วนความเย็นที่กักเก็บได้ในเวลากลางคืนเมื่อถึงกลางวันก็กักเก็บความเย็นนั้นไว้ในอาคารให้ยาวนานที่สุด และได้ทำหุ่นจำลองเพื่อดูสัดส่วนอาคารและพื้นที่ใช้สอยภายใน ว่าเหมาะสมกับงานวิจัยครั้งนี้หรือไม่ และเป็นต้นแบบในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป



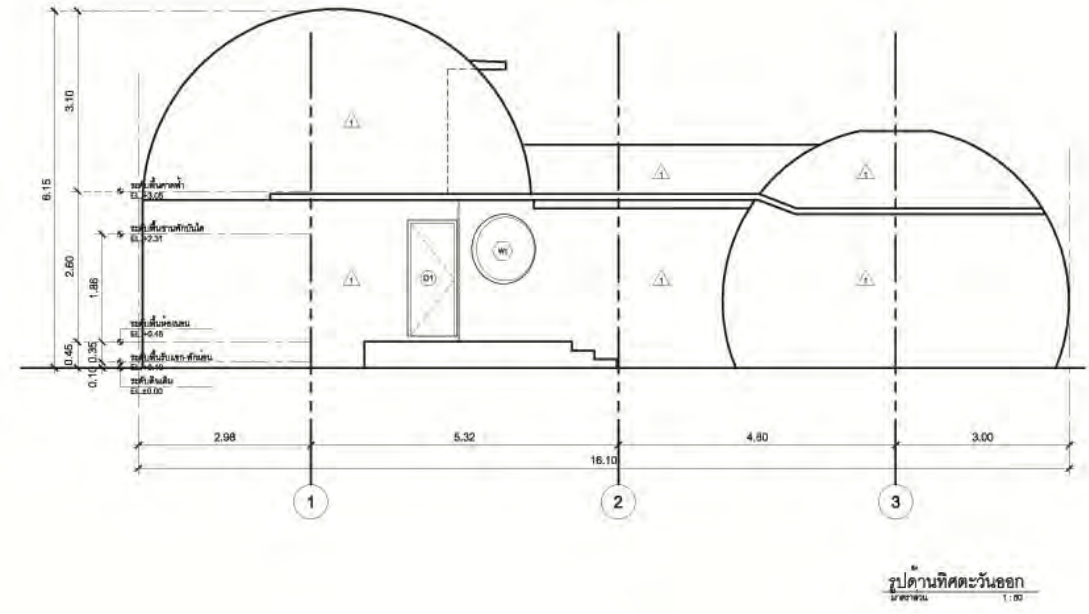
ภาพที่ 4-5 ผังพื้น



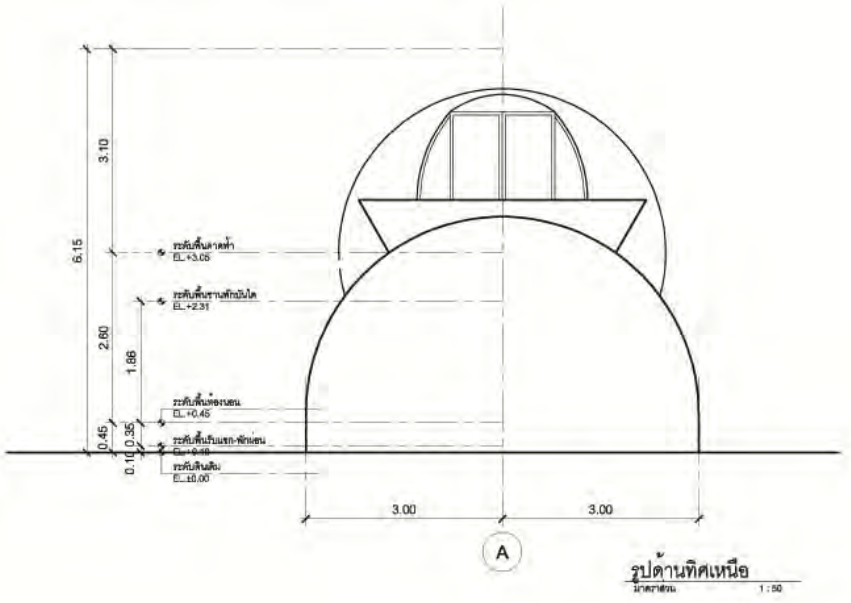
ภาพที่ 4-6 ผังพื้นชั้นดาดฟ้า



ภาพที่ 4-7 รูปตัดตามยาวของอาคาร



ภาพที่ 4-8 รูปด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 4-9 รูปด้านทิศเหนือ

ภาพที่ 4-10 หุ่นจำลองเพื่อใช้ในการประกอบการศึกษาและก่อสร้างอาคารจริง

จากภาพที่4-7 ถึง 4-12 เป็นผลสำเร็จมาจากแนวความคิดในการออกแบบจนมาถึงขั้นตอนทำแบบเพื่อขออนุญาตก่อสร้างและแบบก่อสร้างอาคาร เพื่อการส่งต่อเพื่อการออกแบบงานระบบโครงสร้าง ระบบไฟฟ้า และระบบสุขาภิบาล รวมถึงการทำหุ่นจำลองที่สรุปในขั้นของการออกแบบเพื่อใช้ประกอบในการศึกษาและการก่อสร้างอาคารจริง

4.2 ผลการออกแบบและก่อสร้าง

กระบวนการก่อสร้าง เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด การออกแบบดีถูกต้องตามหลักวิชาการทุกด้าน แต่หากการก่อสร้างไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ขาดความละเอียดอ่อนในการก่อสร้าง ขาดความเข้าใจในการก่อสร้าง จะส่งให้ผลการศึกษามีความคาดเคลื่อนจนไม่สามารถควบคุมความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคารได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงจำเป็นต้องอยู่ใกล้ชิดกับการก่อสร้างและศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 4-11 ปรับสภาพพื้นที่ก่อสร้าง

ภาพที่ 4-12 กำหนดผังพื้นอาคาร

ภาพที่ 4-13 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบผังและแนวทางการนำความเย็นขึ้นสู่อาคาร

ภาพที่ 4-14 เลือกเศษวัสดุเหลือใช้เป็นวัสดุ ผนังและโครงสร้างอาคาร

ภาพที่ 4-15 การสร้างโครงสร้างอาคาร

ภาพที่ 4-16 แบบก่อสร้างและหุ่นจำลองประกอบเพื่อการก่อสร้าง

ภาพที่ 4-17 การเริ่มต้นประกอบฐานและติดตั้งผนังอาคาร

ภาพที่ 4-18 จุดอ้างอิงสำหรับสร้างผนังโค้ง

ภาพที่ 4-19 การติดตั้งสำหรับโครงสร้างผนังโค้ง

ภาพที่ 4-20 โครงสร้างผนังรับน้ำหนักอาคาร

ภาพที่ 4-21 วางพื้นหลังคาบนโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก

ภาพที่ 4-22 โครงสร้างหลังคาและผนังในชิ้นเดียวกัน

ภาพที่ 4-23 โครงสร้างอาคารประมาณ 50%

ภาพที่ 4-24 การเก็บรายละเอียดจุดเสี่ยงการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

ภาพที่ 4-25 การเก็บรายละเอียดจุดเสี่ยงภายนอกเพื่อป้องกันการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

ภาพที่ 4-26 โครงสร้างอาคารแล้วเสร็จ 100%

ภาพที่ 4-27 เก็บรายละเอียดการนำความร้อนสู่ภายใน

ภาพที่ 4-28 เก็บรายละเอียดภายในอาคาร

ภาพที่ 4-29 วงกบช่องเปิดไม้เนื้อแข็ง ลูกฟักกระจก ฮีตสต็อบ

ภาพที่ 4-30 แสดงโถงภายในอาคาร

ภาพที่ 4-31 แสดงมุมรับแขกภายในอาคาร

ภาพที่ 4-32 แสดงมุมภายในห้องนอน

ภาพที่ 4-33 แสดงมุมห้องน้ำ-ส้วม ในอาคาร

ภาพที่ 4-34 ทัศนียภาพภายนอก ด้านทิศเหนือ

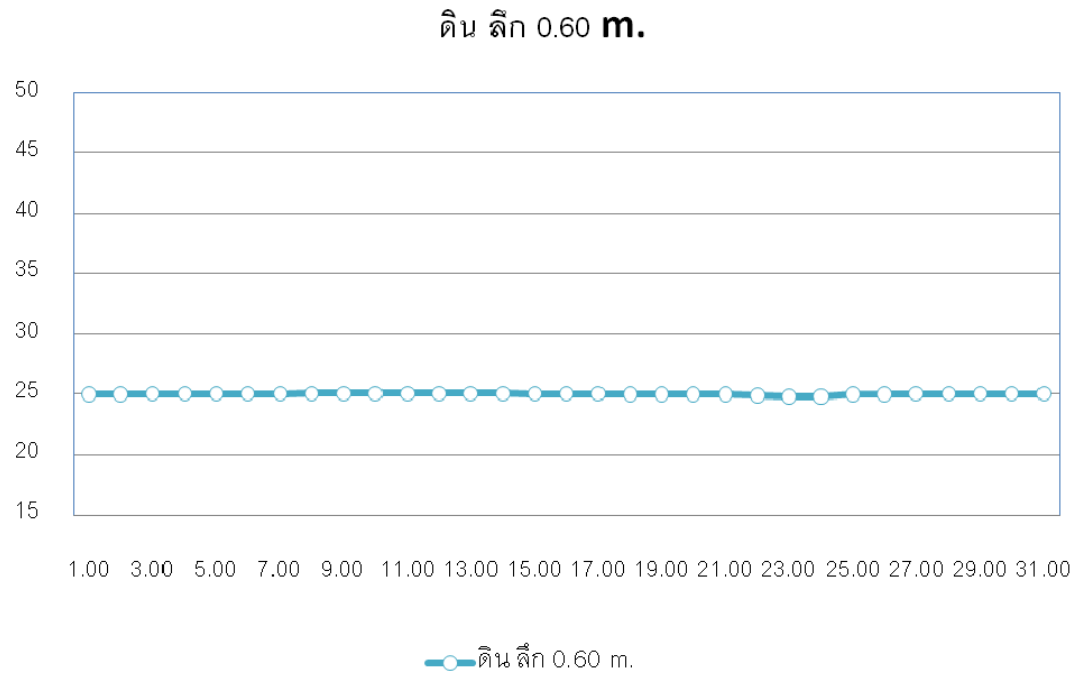
ภาพที่ 4-35 ทัศนียภาพภายนอก ด้านทิศใต้

จากการก่อสร้างอาคาร โครงสร้างอาคารแล้วเสร็จ 100% โดยการเก็บรายละเอียดเทคนิคการนำความเย็นจากดินในเวลากลางวันและเทคนิคดารนำความเย็นจากสภาพแวดล้อมในเวลากลางคืนเข้ามาใช้ในอาคาร รวมถึงเทคนิคการป้องกันความร้อนที่เกิดจากการรั่วซึมของผนังอาคารเข้าสู่อาคาร และป้องกันความเย็นที่เก็บไว้ใช้ในอาคารไม่ให้ออกจากอาคาร และหากนำเทคนิคการป้องกันความเย็นออกและเทคนิคการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารเรียบร้อยแล้ว การดำเนินการศึกษา วัด และตรวจสอบอุณหภูมิเพื่อให้ได้มาซึ่งผลของการวิจัยต่อไป

4.3 ขบวนการวัดและตรวจสอบอุณหภูมิ

4.3.1 ดิน

จากการเริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึงวันที่ 30 มีนาคม 25555 เวลา 12.00 น. จากการทดลองวัดอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึกที่ 0.60 เมตร พบว่าอุณหภูมิดินที่ความลึก 0.60 เมตร มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่นิ่งตลอดทั้งวัน ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสม ในการที่จะนำความเย็นจากดินมาใช้ในอาคาร



แผนภูมิที่ 4-1 แสดงอุณหภูมิความเย็นจากดิน วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.

4.3.2 สภาพแวดล้อมของท้องฟ้า

ในการศึกษาจะพบว่าหลังคาที่ใช้ดักเก็บความเย็นจากท้องฟ้าเพื่อนำมาใช้ในอาคาร จากการเก็บข้อมูล วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น นั้น จะพบว่า ช่วงเวลาพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ เวลา 07.00 น. จนถึงเวลา 19.00 น. จะพบว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 40°C - 41°C ในช่วงเวลา 12.00 น.-14.00 น. อุณหภูมิจะเริ่มเย็นลงหลังจากพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า เวลา 20.00 น.-06.00 น. ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิต่ำลงถึง 19°C-20°C

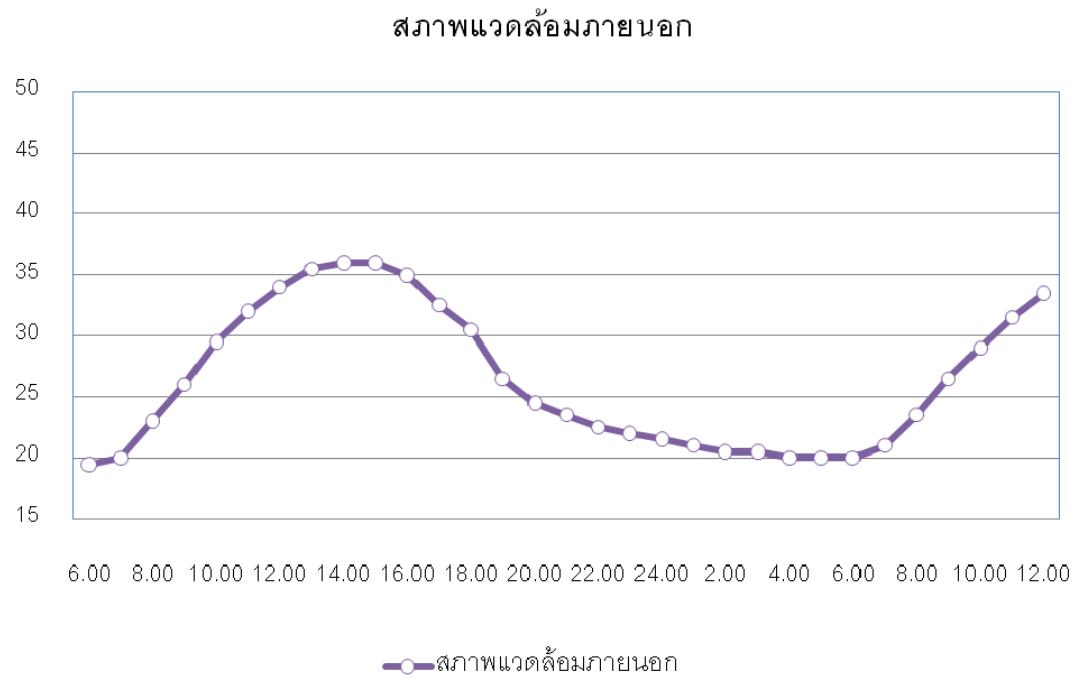
แผนภูมิที่ 4-2 แสดงอุณหภูมิอากาศบนหลังคาดาดฟ้าที่มีมวลสารน้อยได้รับอิทธิพลความเย็นจากท้องฟ้า วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.

จากการศึกษาตัวแปรของอุณหภูมิดินและอุณหภูมิอากาศแล้วหากนำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศภายนอก จะพบว่าช่วงเวลา 20.30-07.30 น.เป็นช่วงเวลาที่จะนำความเย็นเข้ามาใช้ในอาคารมากที่สุด และในช่วงเวลา 07.31-20.29 น.เป็นช่วงเวลาที่ต้องหาทาง

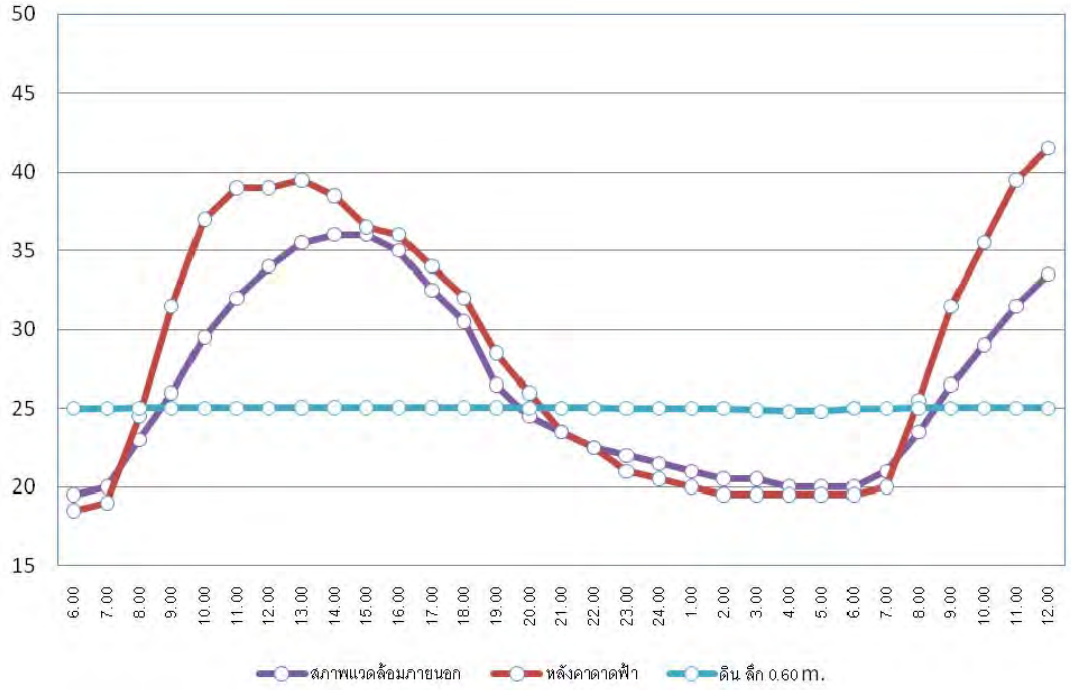
ป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคาร และในขณะเดียวกันต้องหาทางป้องกันมิให้ความเย็นที่เก็บไว้ออกไปสู่ภายนอกได้เช่นเดียวกัน

4.3.3 สภาพแวดล้อม

ในการศึกษาจะพบว่าอุณหภูมิอากาศสภาพแวดล้อมภายนอก สามารถนำความเย็นบางช่วงเวลาเขามาใช้ได้ จากการเก็บข้อมูล วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น นั้น จะพบว่า ช่วงเวลาพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ เวลา 08.00 น.จนกระทั้งถึงเวลา 19.00 น. จะพบว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 33°C - 36°C ในช่วงเวลา 12.00 น.-15.00 น. อุณหภูมิจะเริ่มเย็นลงหลังจากพระอาทิตย์ลับขอบ ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิต่ำลงถึง 19°C-20°C ฟ้า ในเวลา 02.00 น.-07.00 น.



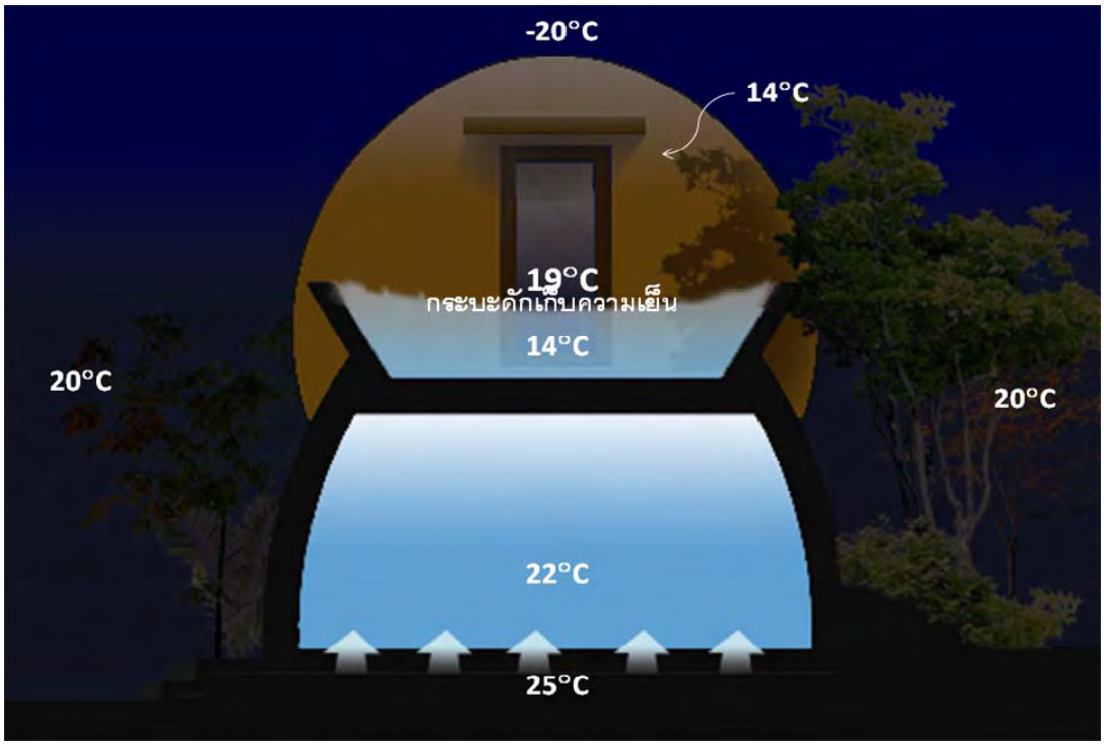
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.



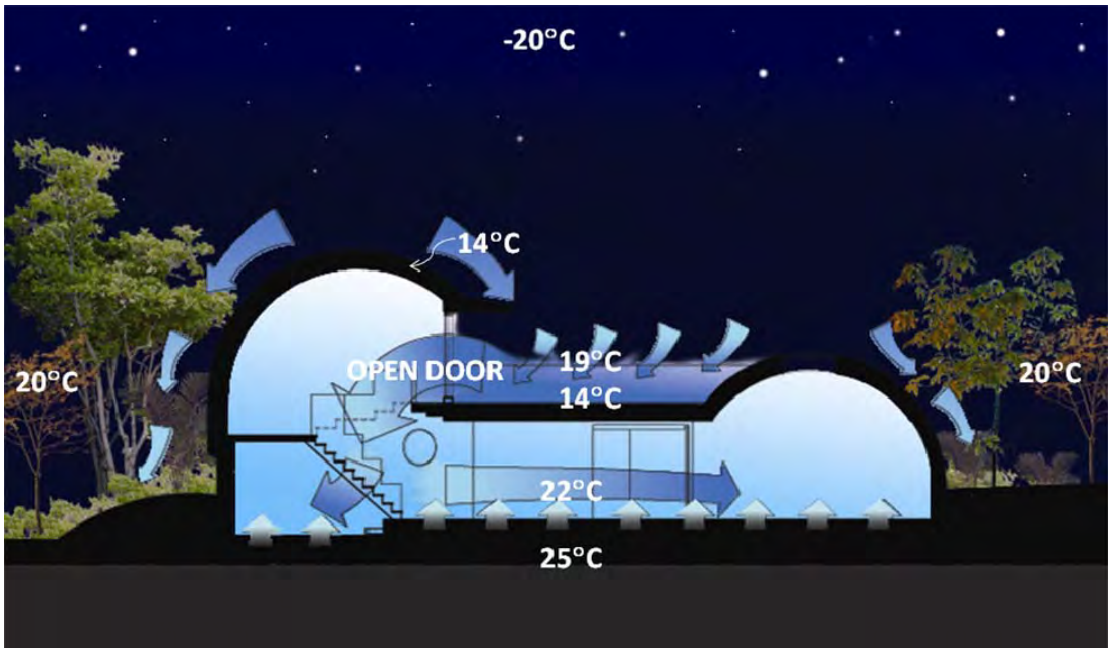
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิดิน อุณหภูมิหลังคาดาดฟ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.

4.4 ผลการออกแบบและก่อสร้าง

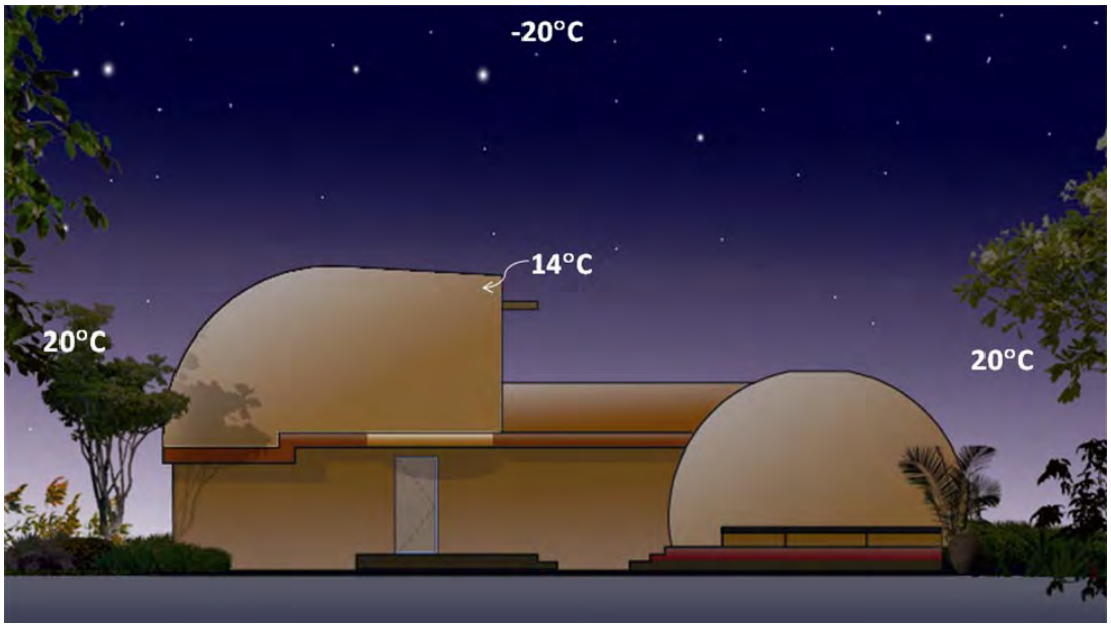
ด้วยสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าวและร้อนตลอดทั้งวันในช่วงเวลาดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า และในทางกลับกันจะพบว่าในช่วงเวลาหลังดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าอากาศก็เริ่มเย็นลง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาเทคนิคที่ดีในการนำความเย็นจากท้องฟ้าในเวลาที่เหมาะสมและป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารอย่างเหมาะสมเช่นเดียวกันพื้นที่และสภาพแวดล้อม ด้วยสภาพพื้นที่ที่มีขนาดเล็กและจำกัด ทำให้ต้องหาวิธีในการนำความเย็นและป้องกันความร้อนมาใช้ รวมถึงการวางทิศทางการเปิดของช่องแสงที่มีแสงเพียงพอต่อการใช้งานและกิจกรรมภายในอาคารโดยไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคาร รูปทรงอาคารจะมีลักษณะทรงโค้งด้วยพื้นที่เปลือกอาคารที่มีอัตราส่วนต่อพื้นที่ใช้งานน้อยกว่ารูปทรงอื่น และเป็นรูปทรงที่ไม่ต้านกระแสลมทำให้การรั่วซึมของอากาศที่จะเข้าสู่ภายในอาคารน้อยกว่ารูปทรงอื่น จึงนำมาสู่นวัตกรรมการนำความเย็นจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อมอย่างแท้จริง



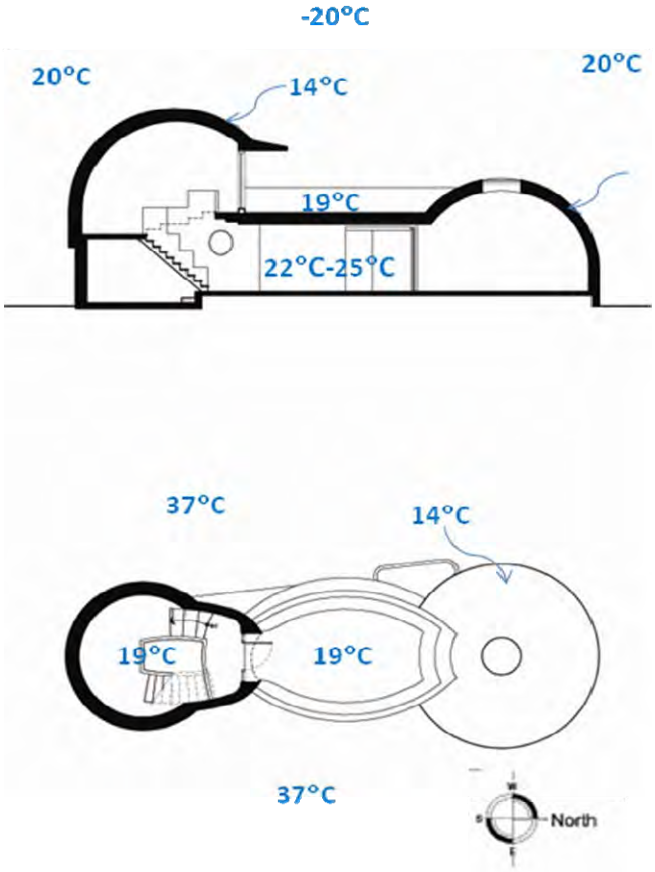
ภาพที่ 4-36 แสดงการแนวคิดในการดักเก็บความเย็นหลังดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



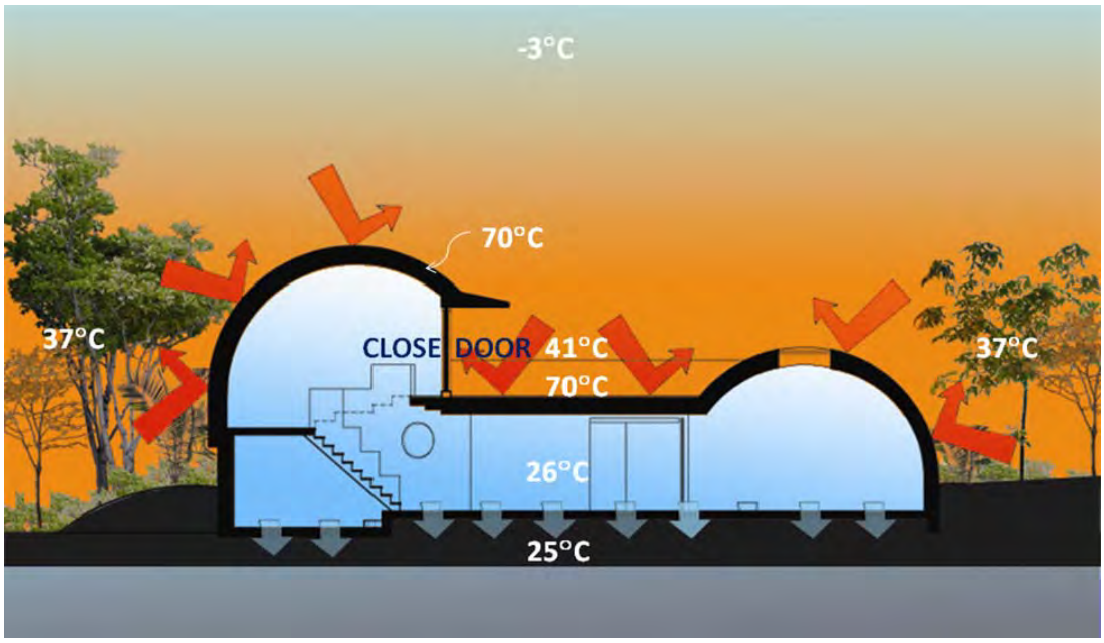
ภาพที่ 4-37 แสดงการเปิดรับความเย็นหลังพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าเข้าสู่ตัวอาคาร วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



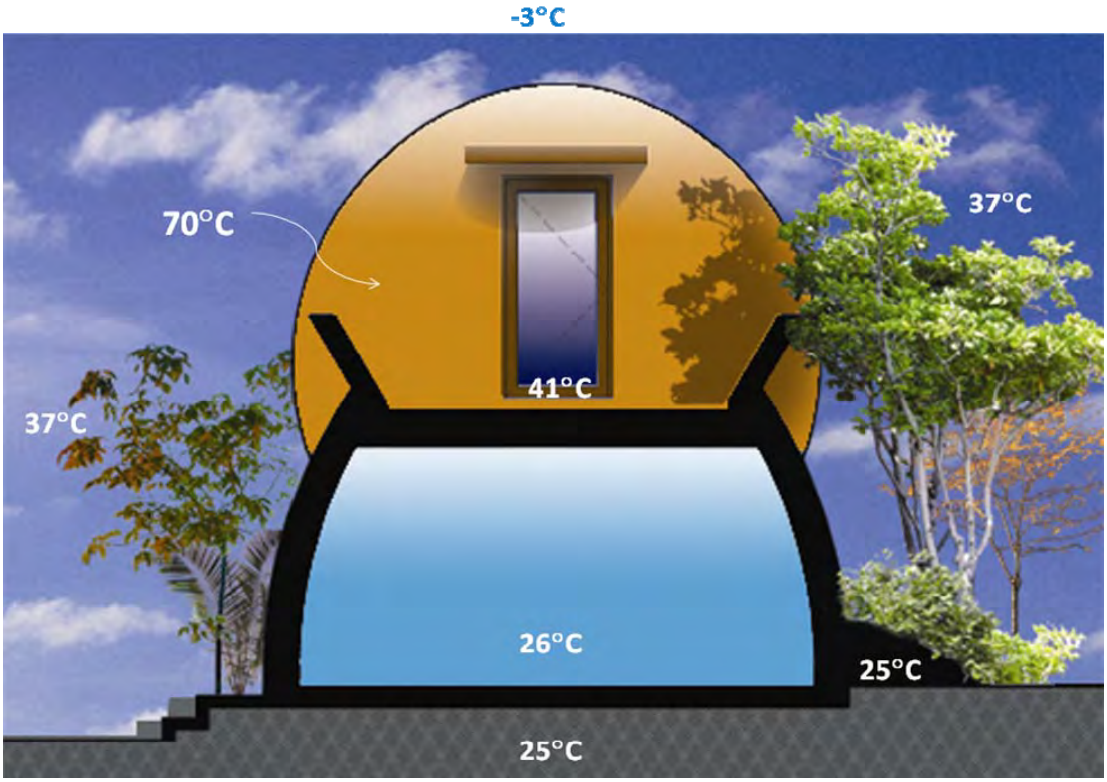
ภาพที่ 4-38 แสดงอุณหภูมิที่เปลือกอาคารและสภาพแวดล้อมพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



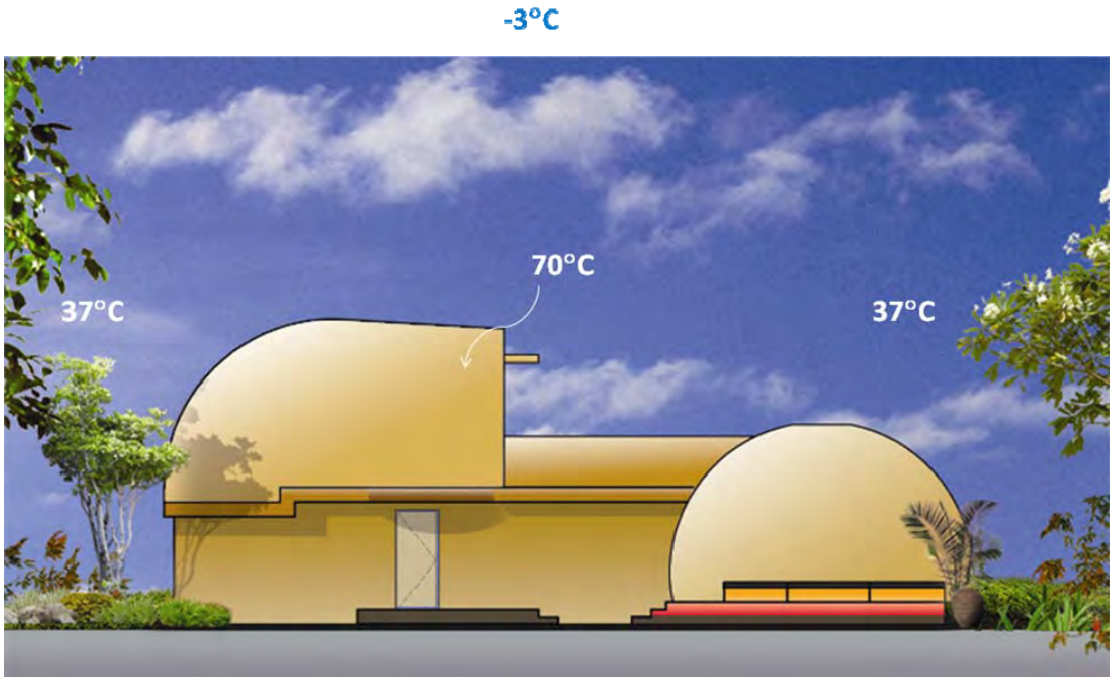
ภาพที่ 4-39 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างกันรอบอาคารในเวลากลางคืน วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



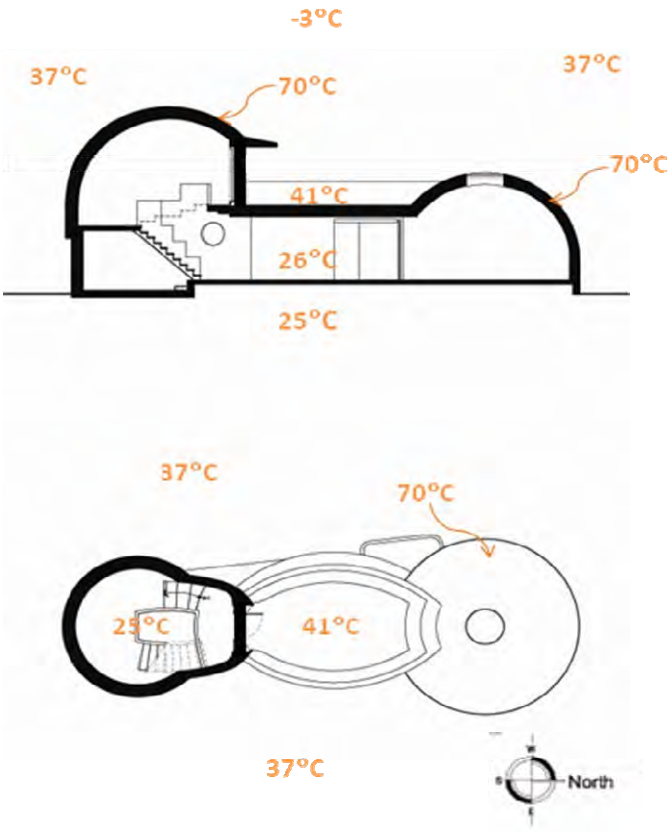
ภาพที่ 4-40 แสดงเทคนิคป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร และป้องกันความเย็นออกจากอาคารหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้า วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



ภาพที่ 4-41 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิความร้อนสูงสุดของวัน ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร หลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอาคาร วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



ภาพที่ 4-42 แสดงอุณหภูมิที่เปลือกอาคารและสภาพแวดล้อมสูงสุดหลังพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าวันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555



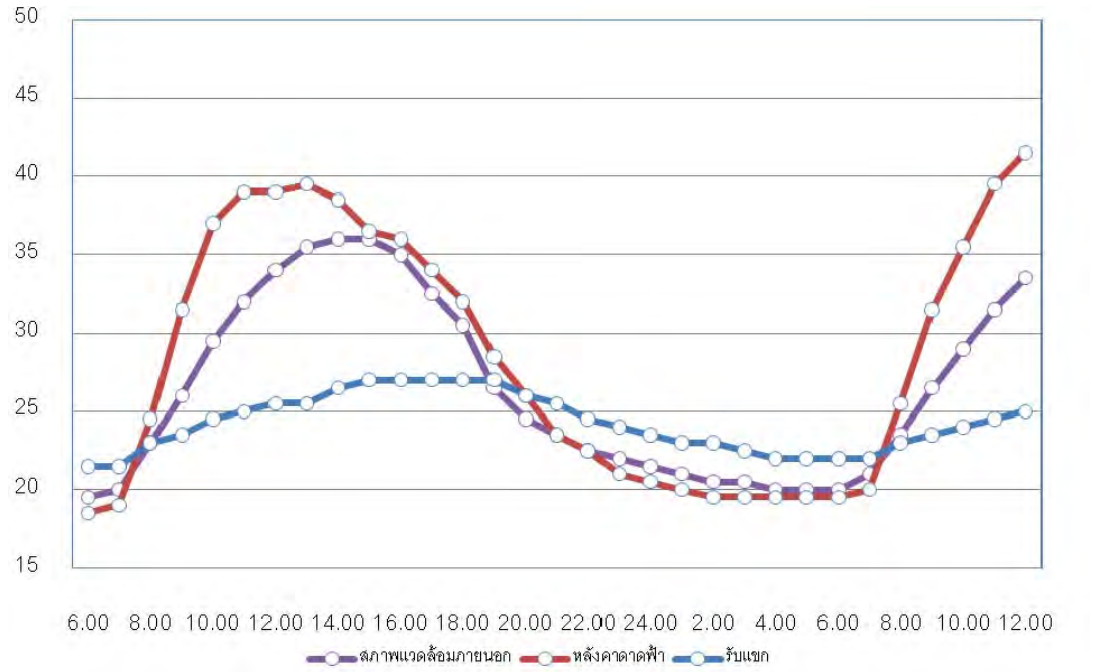
ภาพที่ 4-43 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างกันรอบอาคารในเวลากลางวัน วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ.2555

4.5 ประเมินผลจากอาคารที่สร้างจริง

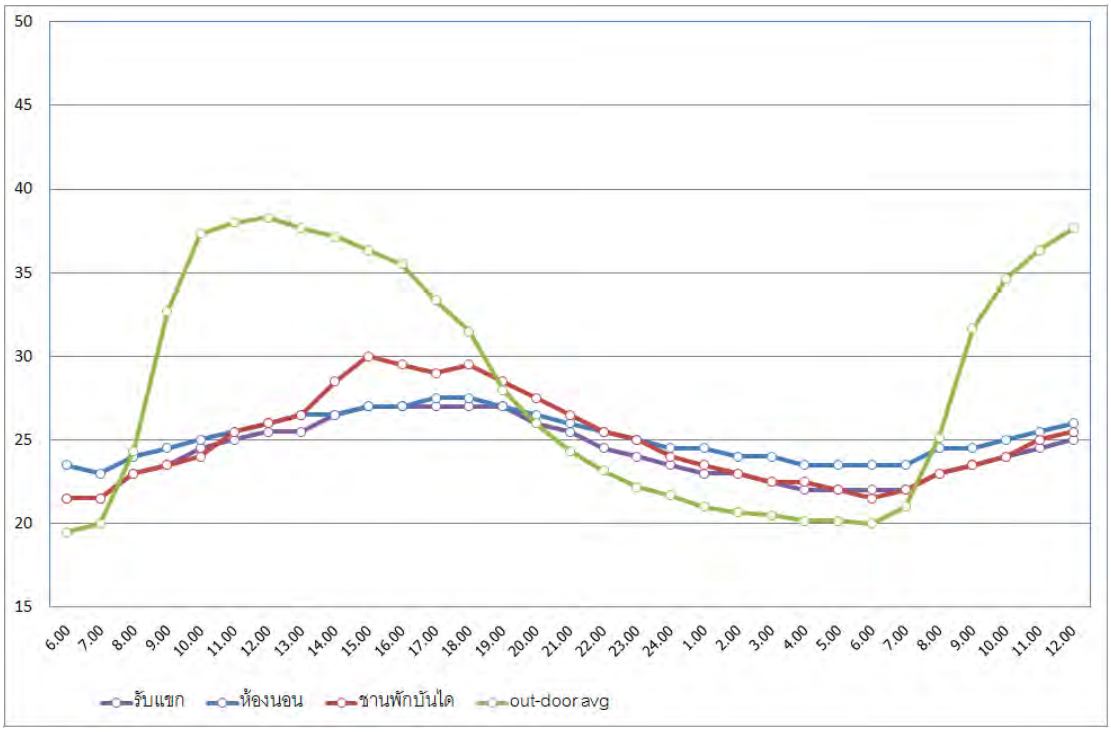
การศึกษาวิจัยจำเป็นต้องมีอาคารที่ก่อสร้างจริงเพื่อการวัด และประเมินผลจากอาคาร ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นเครื่องวัดและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ รุ่น DIGICON Model: DL-TH-USB ทั้งภายในและภายนอกอาคาร เพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่เป็นจริงมากที่สุด

ภาพที่ 4-44 แสดงอาคารที่ก่อสร้างจริง เพื่อการวัดและประเมินผลการวิจัย

หลังจากการเก็บข้อมูล วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น นั้น จะพบว่า ช่วงเวลาพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ เวลา 07.00 น.จนกระทั้งถึงเวลา 19.00 น. จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนจัดทำให้อุณหภูมิร้อนสูงถึง 35°C - 37°C ในช่วงเวลา 12.00 น.-14.00 น. และอุณหภูมิอากาศจะเริ่มเย็นลงหลังจากพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า เวลา 20.00 น.-06.00 น. ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิต่ำลงถึง 20°C - 22°C ในช่วงเวลา 24.00 น.-06.00 น.



แผนภูมิที่ 4-5 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร อุณหภูมิหลังคาดาดฟ้า อุณหภูมิอากาศภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.



แผนภูมิที่ 4-6 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในอาคาร อุณหภูมิโดยรวมภายนอก วันที่ 29 มีนาคม 2555 เวลา 06.00 น. ถึง วันที่ 30 มีนาคม 2555 เวลา 12.00 น.

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคาร จากแผนภูมิที่ 4-4 จะพบว่าช่วงเวลาพระอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ เวลา 07.00 น.จนถึงเวลา 19.00 น. จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกร้อนจัดทำให้อุณหภูมิร้อนสูงถึง 35°C – 41°C ในช่วงเวลา 11.00 น.-15.00 น.ในขณะที่อุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone) ที่อุณหภูมิ 23°C – 27°C ตลอดทั้งวัน และหลังจากพระอาทิตย์ลับขอบฟ้าอุณหภูมิอากาศภายนอกลงมาต่ำสุดถึง 19°C – 20°C ตั้งแต่เวลา 20.00น.-07.00น. ในขณะที่อุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในเขตสบาย (Comfort Zone) ที่อุณหภูมิ 22°C – 25°C ตลอดทั้งคืน ตั้งแต่เวลา 20.00น.-07.00น. โดยหากนับเวลาตลอด 24 ชั่วโมง จะพบว่าอุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ในเขตสบาย (Comfort Zone) ตลอด 24 ชั่วโมง

4.5.1 ความเย็นจากท้องฟ้า

จากภาพที่ 4-36 หลังคาดาดฟ้า พื้นที่ 20 ตรม.โดยมีขอบระเบียงที่มีลักษณะผายออกด้านนอกเพื่อเป็นตัวเปิดรับความเย็นที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าในเวลากลางคืน ทำให้ความเย็นที่พื้นระเบียงมีอุณหภูมิถึง 14°C แล้วนำความเย็นดังกล่าวมาใช้ภายในอาคาร ดังภาพที่ 4-37

4.5.2 การนำความเย็นจากดินมาใช้ในอาคาร

อุณหภูมิความเย็นจากดินเป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างนิ่งตลอดทั้งวัน การใช้ประโยชน์จากดินนั้นจะใช้ได้ในเวลากลางวันที่อุณหภูมิภายในสูงกว่า 25°C เท่านั้น ดังภาพที่ 4-40

4.5.3 การป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร

4.5.3.1 วัสดุ เลือกวัสดุที่มีค่า R สูง (ค่าต้านทานความร้อน) และค่า U ต่ำ (ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร) และเลือกความหนาที่เหมาะสม ที่ความหนา 40 cm.

4.5.3.2 รูปทรง ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากต่อพื้นที่ผิวเปลือกอาคารน้อยและเอื้อต่อการป้องกันรั่วซึมของอากาศ รวมถึงพื้นที่โดนแสงแดดน้อยเมื่อเทียบกับรูปทรงอื่นๆ จึงได้มารูปทรงที่โค้ง และกลม

4.5.3.3 ช่องเปิด การเลือกช่องเปิด ประตูทางเข้าหลักเปิดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อป้องกันลมร้อนพัดเข้าสู่อาคาร เปิดประตูรับความเย็นในเวลากลางคืนทางด้านทิศเหนือ และเลือกเปิดช่องแสงเพียงเล็กน้อยแต่ได้แสงเพียงพอสำหรับการใช้งานภายใน

4.5.4 การใช้งานอาคาร การเปิด-ปิดเข้าออกอาคารตามพฤติกรรมการใช้งานทั่วไป โดยในเวลากลางวันจะปิดช่องเปิดต่างๆเพื่อป้องกันความร้อนและเปิดรับความเย็นในเวลากลางคืนตามที่ได้มีการออกแบบไว้แล้ว

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ตัวแปรและอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อการนำความเย็นและป้องกันความร้อนในอาคาร

นวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นในอาคารจากท้องฟ้า ดินและสภาพแวดล้อม เป็นการออกแบบและก่อสร้างอาคารจริงขนาดเล็ก เพื่อการทดลองวัดจริง ตรวจสอบและประเมินผลจริง จากสมมุติฐานของวัตถุประสงค์ของตัวแปร สามารถสรุปผลของตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการออกแบบก่อสร้าง ได้ดังนี้

5.1.1.1 ท้องฟ้า

เป็นอิทธิพลของตัวแปรที่ให้ความร้อนหลังจากดวงอาทิตย์พ้นขอบฟ้า และความเย็นในช่วงที่ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าที่เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนจากท้องฟ้า จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า กระบะดักเก็บความเย็นบนหลังคาดาดฟ้า พื้นที่ 20 ตรม.สามารถกักเก็บได้ ประมาณ 7 BTU/SF.Hr แล้วนำความเย็นนั้นมาใช้ได้จริง โดยมีการเปิดช่อง ขนาด 0.80x1.80 ม.เพื่อให้ความเย็นที่เก็บได้ไหลทะลักเข้าสู่อาคาร ระยะเวลาในการเปิดรับความเย็นเริ่มได้ ตั้งแต่เวลา 19.00-08.00 น. รวมระยะเวลาในการเปิดรับความเย็น 14 ชั่วโมง

5.1.1.2 ดิน

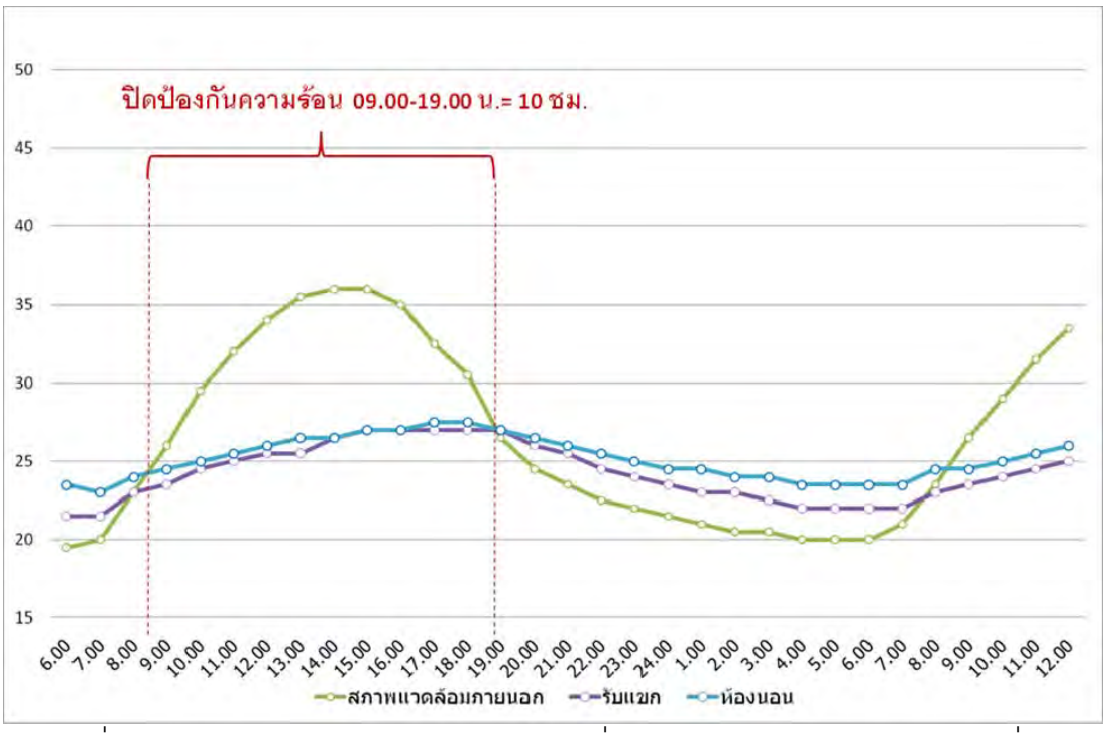
จากการศึกษา โดยการวัดอุณหภูมิในหลุมลึก 0.60 ม. เป็นช่วงของความลึกที่พอเหมาะและเป็นช่วงความลึกที่อุณหภูมิค่อนข้างนิ่งและสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน อุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในช่วง 25°C -26°C ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดิน คือ อุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งจากการทดลองพบว่า หากอุณหภูมิบรรยากาศของสภาพแวดล้อมต่ำ จะส่งผลให้อุณหภูมิโดยรวมของดินต่ำลงด้วย ซึ่ง ณ.ระดับความลึก 0.60 ม. เป็นระดับดินที่เหมาะสมในการที่จะนำความเย็นมาใช้ในอาคาร หลังจากที่ได้รับการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม รวมถึงการเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการเป็นสื่อในการนำความเย็น มาใช้ในอาคารอย่างเต็มประสิทธิภาพ

5.1.1.3 สภาพแวดล้อมภายนอก

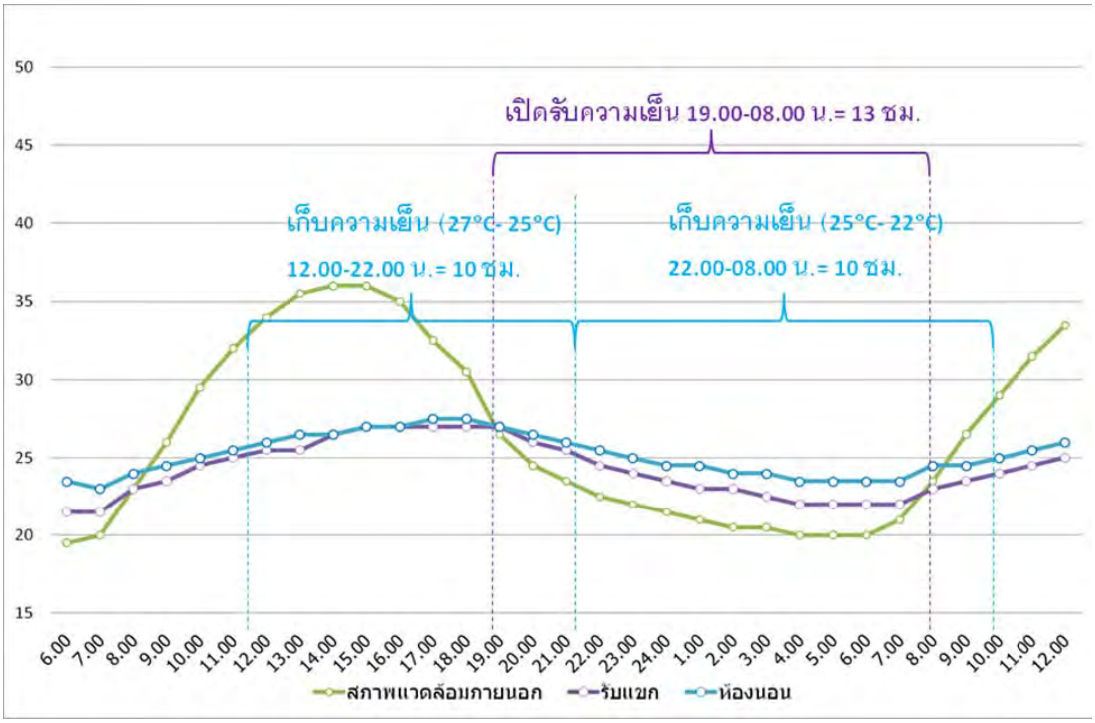
หลักการที่สำคัญคือ การลดแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร เป็นการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารให้เย็นมากที่สุดและเหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่ก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ที่สามารถจะเอื้อประโยชน์ต่อการลดการใช้พลังงานของประเทศ ซึ่งเป็นตัวแปรที่สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สภาพแวดล้อมที่จะเอื้อประโยชน์ต่ออุณหภูมิอากาศภายนอกโดยการปลูกพื้นคลุมดิน สร้างเนินดินสูง ปลูกต้นไม้ทรงพุ่มเตี้ยและไม้พุ่มสูงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ขนาดที่คละกันในรูปแบบของการจัดและตกแต่งสวน ทำให้ได้มาซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการจะนำมาช่วยในการสร้างความเย็นให้สภาพแวดล้อมและสร้างความสวยงาม รวมไปถึงการให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวดิน สภาพอากาศและสภาพแวดล้อม ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอีกด้วย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในปัจจุบันกระแสความต้องการประหยัดพลังงานถูกพูดถึงกันมาก กระแสความนิยมก็มากตามมามากเช่นกัน และหากจะมองให้ลึกมากกว่าการประหยัดพลังงานก็คือการใช้พลังงานจากธรรมชาติ หรือที่เรียกว่า ทุนธรรมชาติ ผลงานศึกษานวัตกรรมการสร้างความรู้สึกเย็นจากดินและสภาพแวดล้อมในอาคาร เป็นการศึกษาในเรื่องของการใช้ทุนธรรมชาติมาสร้างความเย็นให้กับอาคาร ผลการศึกษาจะพบว่าพลังงานความเย็นที่ได้มาจากดินเป็นอุณหภูมิที่สม่ำเสมอประมาณ 25°C ซึ่งเป็นความเย็นที่ยังนับว่าน้อยเมื่อเทียบกับพลังงานที่ได้มาจากท้องฟ้าในช่วงเวลาหลังจากพระอาทิตย์ลับขอบฟ้า ซึ่งได้พลังงานความเย็นประมาณ 19°C และจากพลังงานทั้งสองเวลาที่ต่างกัน หากนำมาใช้ประโยชน์ที่ต่างกันอย่างมีประสิทธิภาพ จะเป็นการนำพลังงานจากธรรมชาติที่คุ้มค่าที่สุด และที่สำคัญก็คือ การเก็บพลังงานความเย็นที่ได้มาหลังจากดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าอย่างไรจึงจะประโยชน์และอยู่ได้นานมากที่สุด และจะป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคารหลังจากดวงอาทิตย์พ้นขอบฟ้าอย่างไร ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ได้นำความเย็นเข้ามาในอาคารและป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสร้างสภาวะความสบาย (Comfort Zone) ให้กับอาคารตลอด 24 ชั่วโมง



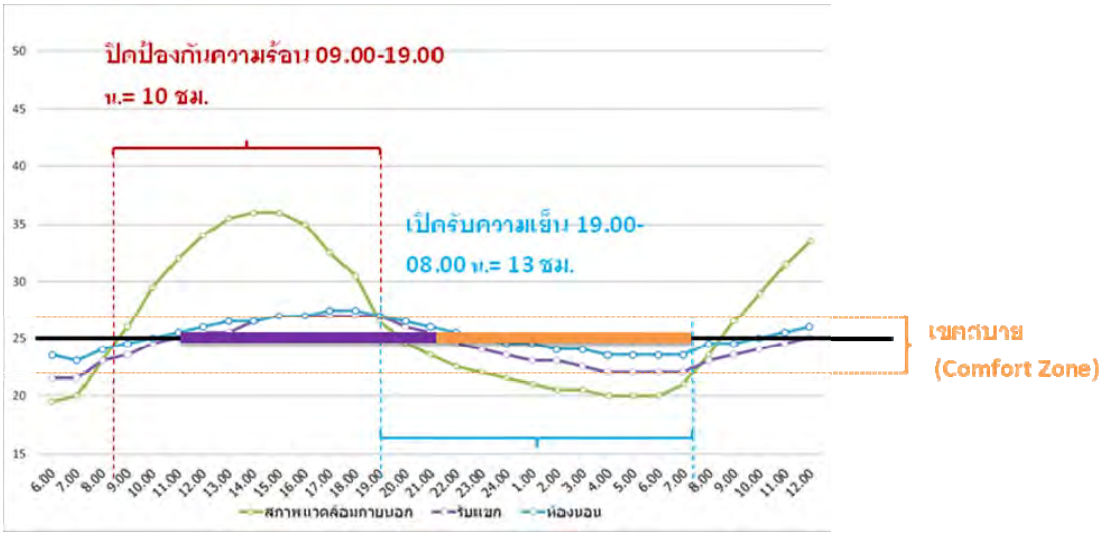
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความร้อนที่มีผลต่ออาคารในเวลากลางวัน วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555



แผนภูมิที่ 5.2 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความเย็นที่มีผลต่ออาคารในเวลากลางคืนวันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555

จากแผนภูมิที่ 5.1 จะพบว่าในช่วงเวลา 09.00 น.เป็นช่วงเวลาเริ่มเปลี่ยนอุณหภูมิสูงขึ้น จาก อุณหภูมิ 25°C เริ่มสูงขึ้นจนถึงจุดที่อุณหภูมิสูงสุดที่ 37°C ในช่วงเวลา 15.00 น.และอุณหภูมิเริ่มลดลงที่ 27°C ในช่วงเวลา 19.00 น. รวมระยะเวลา 10 ชั่วโมง โดยความร้อนผ่านเปลือกอาคาร เข้ามาภายในอาคาร 3 BTU/SF.Hr ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่จำเป็นในการที่จะต้องปิดช่องเปิดต่างๆ เพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร

จากแผนภูมิที่ 5.2 จะพบว่าความเย็นภายในอาคารได้แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลาของอุณหภูมิ โดยช่วงเวลาแรก เวลา 12.00-22.00 น.อุณหภูมิอยู่ที่ 27°C-25°C โดยอุณหภูมิสูงสุดของวันอยู่ที่เวลา 18.00 น. ที่อุณหภูมิ 27°C และช่วงเวลา 05.00 น.เป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดถึง 22°C โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเปิดรับความเย็น คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 19.00 น.-08.00 น. จากหลังคาดักความเย็น รวมระยะเวลา 14 ชม. บนพื้นที่ 20 ตรม. โดยการเปิดประตู ขนาด 0.80x1.80 ม. เพื่อให้ความเย็นที่ดักไว้บนหลังคาทะลักลงสู่อาคาร ซึ่งได้ความเย็นทั้งหมด 1,500 BTU/SF.Hr ซึ่งความเย็นเพียงพอสำหรับการใช้งาน 24 ชม. ซึ่งเป็นการลด CO2 ทางอ้อมนับว่าเป็นการแก้ปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน และแก้วิกฤตพลังงานในอนาคต จนนำไปสู่ความต้องการคุณภาพชีวิตที่ดีในโลกแห่งพลังงานธรรมชาติอย่างแท้จริง



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงช่วงเวลาของอิทธิพลความเย็นที่มีผลต่ออาคารในเขตสบาย วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2555

จากผลการศึกษาโดยการวัด ประเมินจากอาคารที่สร้างจริง ได้ผลดังแสดงจากแผนภูมิที่ 5.3 ซึ่งจะพบว่า การเลือกรูปทรงอาคารที่มีพื้นที่ผิวอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยน้อย โดยได้มาซึ่งรูปทรงโค้งและได้ประโยชน์ทางอ้อมในส่วนของการรั่วซึมของอากาศที่น้อย การเลือกวัสดุเปลือกอาคารที่มีค่า R สูงและค่า U ต่ำ โดยเลือกความหนาที่เหมาะสม ก่อให้เกิดนวัตกรรมของผนังที่ป้องกันความร้อนเข้าและป้องกันความเย็นออก การปิดช่องเปิดป้องกันความร้อนในเวลาที่เหมาะสม ตั้งแต่เวลา 09.00-19.00 น. = 10 ชม.โดยเป็นช่วงเวลาที่ต้องป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านเปลือกอาคาร รอยต่อของเปลือกอาคาร หรือการเปิด-ปิดของทางเข้าออกของแต่ละช่วงเวลาของการใช้อาคาร การเปิดช่องเปิดรับความเย็นตั้งแต่เวลา 19.00-08.00 น. = 13 ชม. สามารถแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา โดยใช้อุณหภูมิช่วงของเขตสบาย ที่เส้นแบ่งอุณหภูมิ 25°C เป็นการกำหนดช่วงเวลา ช่วงเวลาที่1 อุณหภูมิ 25°C- 27°C เวลา 12.00-22.00 น.= 10 ชม. ที่อุณหภูมิที่เหนือเส้นแบ่งอุณหภูมิ 25°C เพื่อให้รู้สึกเย็นสบายมากขึ้นควรใช้พัดลมในการเพิ่มความเร็วลมภายในอาคาร ช่วงเวลาที่ 2 อุณหภูมิ 22°C- 25°C เวลา 22.00-08.00 น.= 10 ชม. อยู่ได้ด้วยความเย็นที่กักเก็บและ MRT เป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในค่อนข้างเย็นมากสำหรับคนไทย จึงต้องมีการห่มผ้าหรือใส่เสื้อผ้าหนา เพื่อช่วยในการลดความเย็นให้กับผิวกายของผู้อาศัยในอาคารในช่วงเวลาดังกล่าว โดยสรุปได้เป็นความเย็น 1,500 BTU/SF.Hr เทียบเท่าความเย็นเครื่องปรับอากาศ 900 BTU/SF.Hr ซึ่งไม่จำเป็นต้องติดเครื่องปรับอากาศคนก็สามารถอยู่ได้อย่างสบาย ด้วยความเย็นจากระบบทุนธรรมชาติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การเลือกที่ตั้งอาคาร ควรเลือกพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการที่จะเลือกนำความเย็นจากสภาพแวดล้อมมาใช้ในอาคาร เพื่อการออกแบบรูปทรงอาคาร ทิศทางอาคารที่เอื้อต่อการกักเก็บความเย็นภายในอาคารและป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

5.3.2 ในการก่อสร้างอาคารจริง เริ่มตั้งแต่ในส่วนของงานอกแบบ ต้องทำความเข้าใจวัสดุที่จะใช้งานว่าคุณสมบัตินั้นเพียงพอต่อการที่จะนำมาใช้งาน รูปทรงที่มีการรั่วซึมอากาศน้อยและหาทางปิดจุดการรั่วซึมของอากาศ รูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน พื้นที่ใช้งานต่อพื้นที่ผิวของอาคารน้อย การใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

5.3.3 งานวิจัยนี้ยังมิได้มีการนำพลังงานทดแทนเข้ามาร่วมช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ฯ เพื่อการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์อย่างครบวงจร เพื่อเป็นอาคารต้นแบบในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ภาษาอังกฤษ

American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition Engineering. ASHRAE Handbook Fundamentals SI Edition. Atlanta. Geoegia: American Society of Heating, Refrigeration and Air-condition Engineers Inc., 1997.

America Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineerings. ASHRAE Applications Handbook. I-P Edition. Atlanta Geogia : (n.p.), 2001.

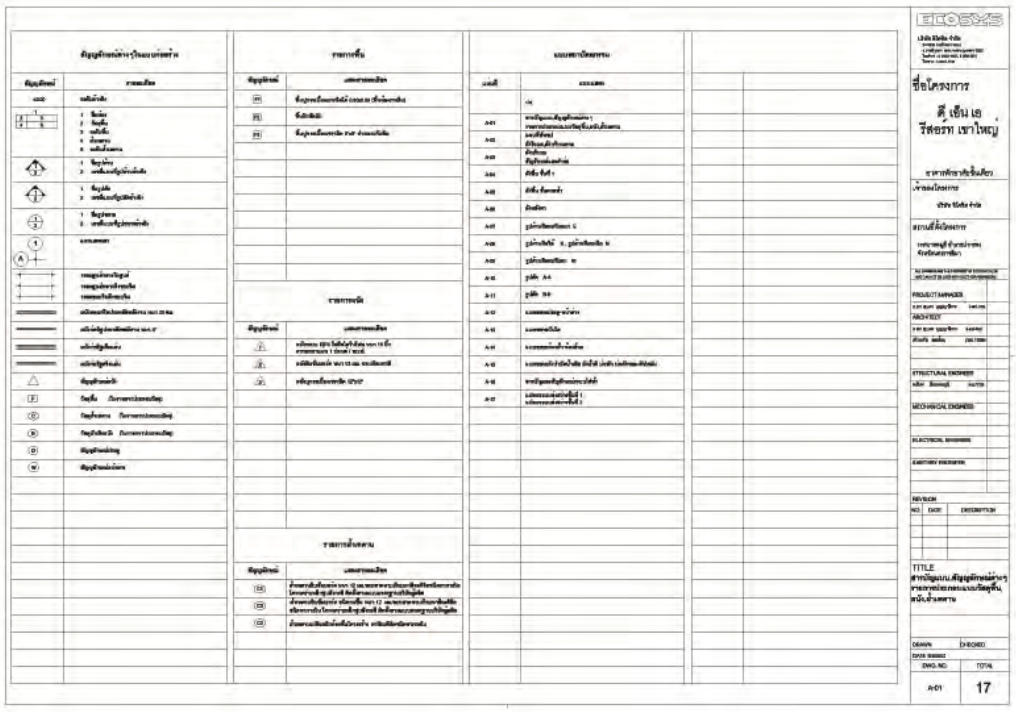
Stein, B., and Reynolds, J.S. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 8th ed. New York: John Willey & Sons, 1992.

.

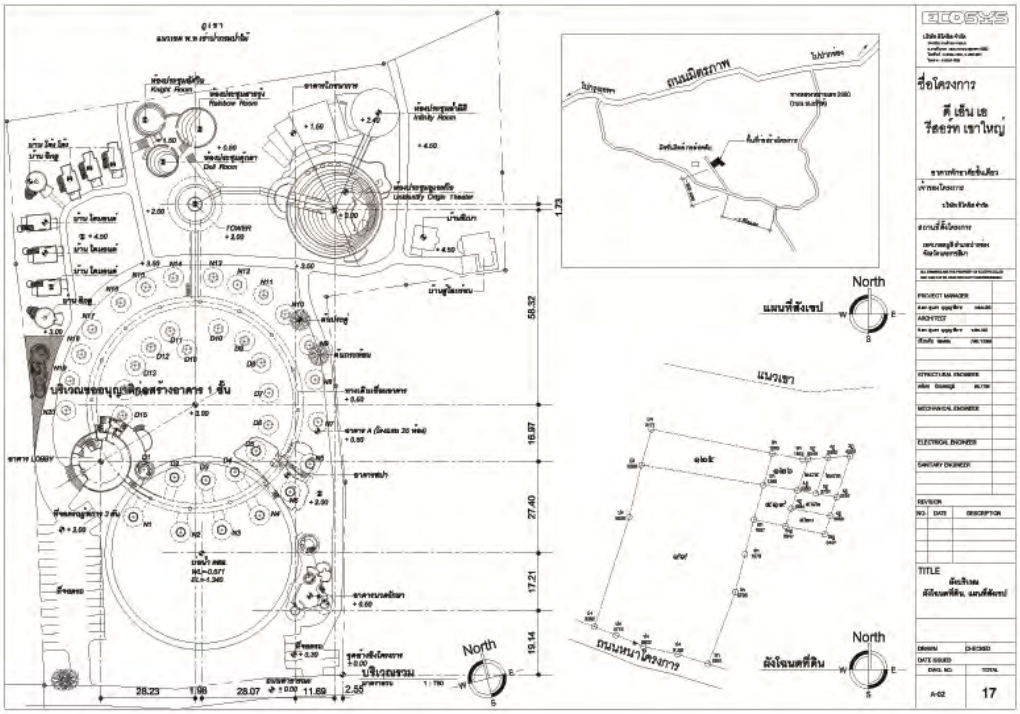
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

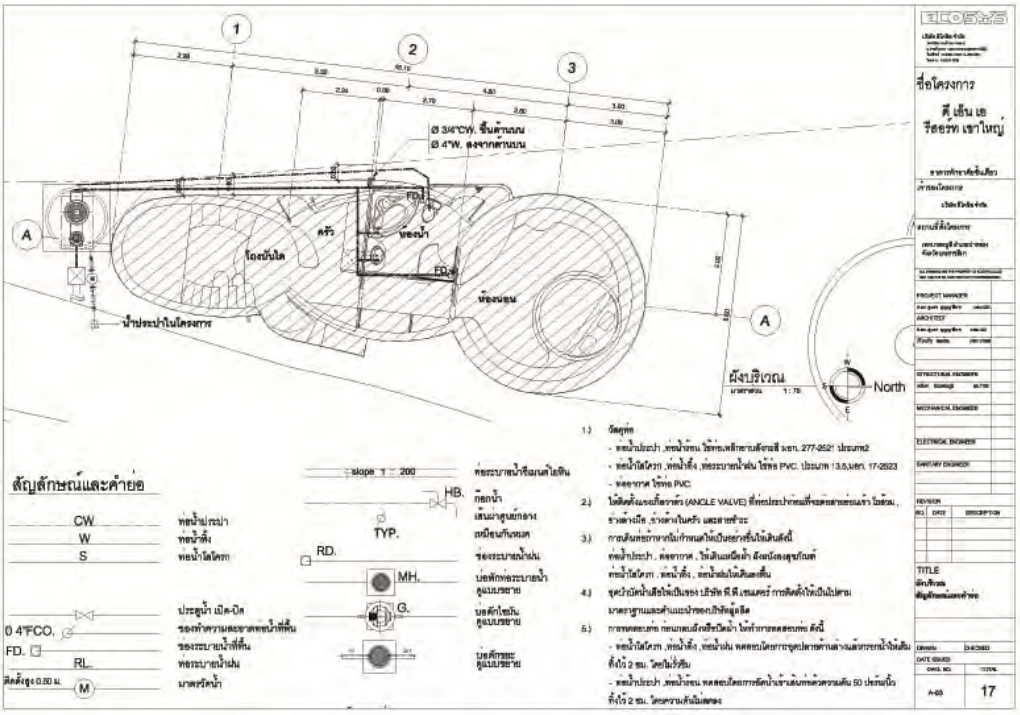
การออกแบบขออนุญาตก่อสร้างและแบบก่อสร้าง



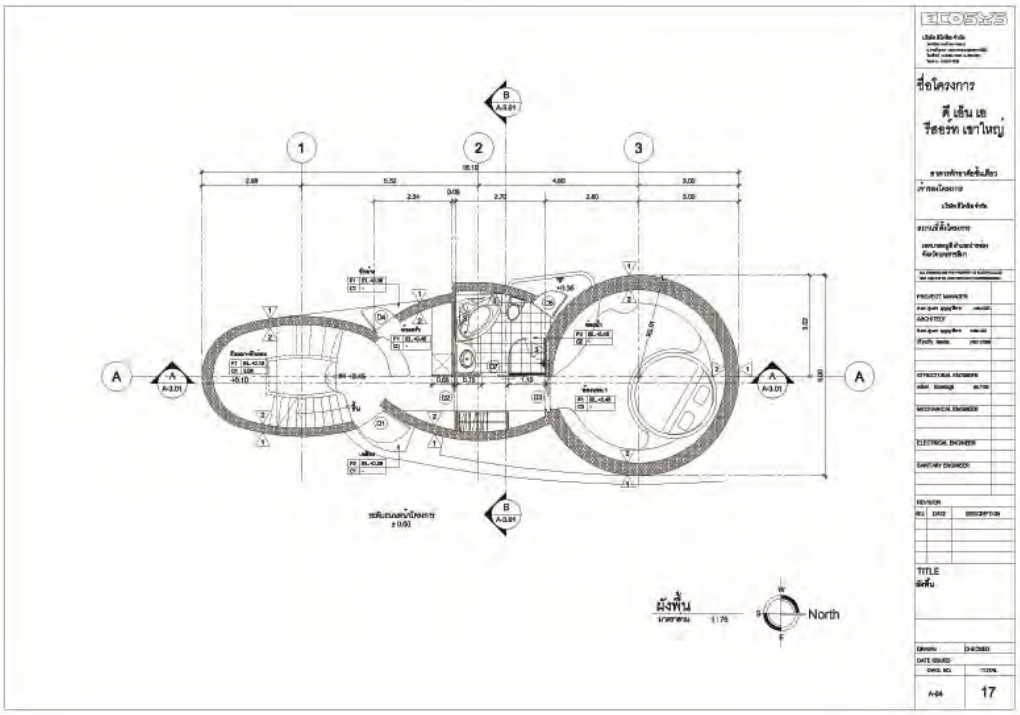
สารบัญแบบ



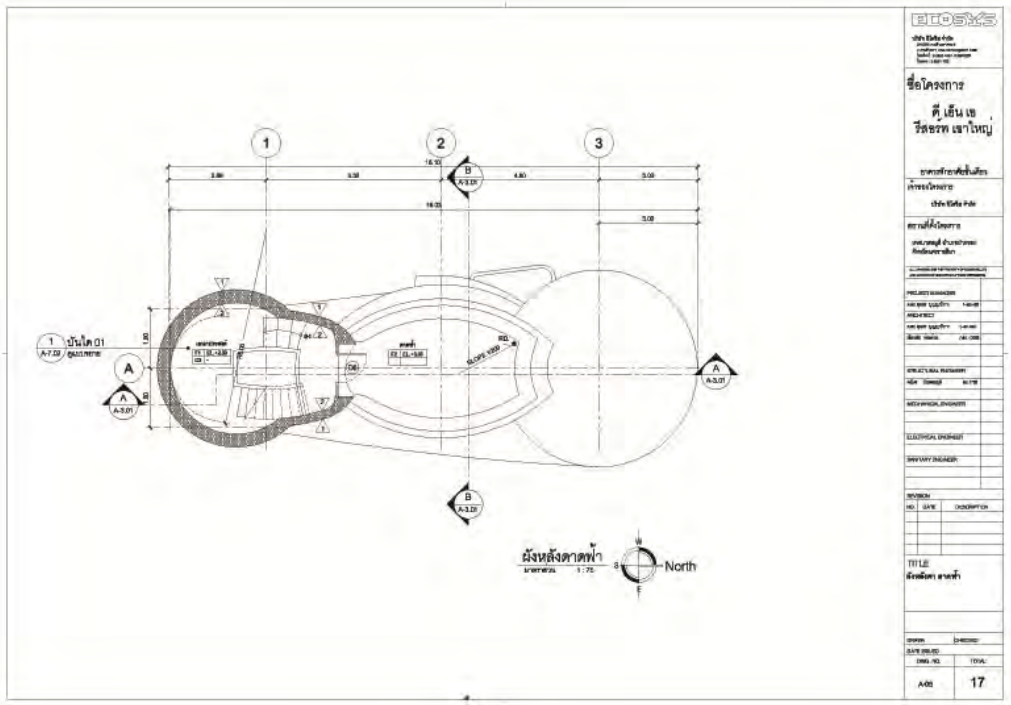
ผังโครงการ



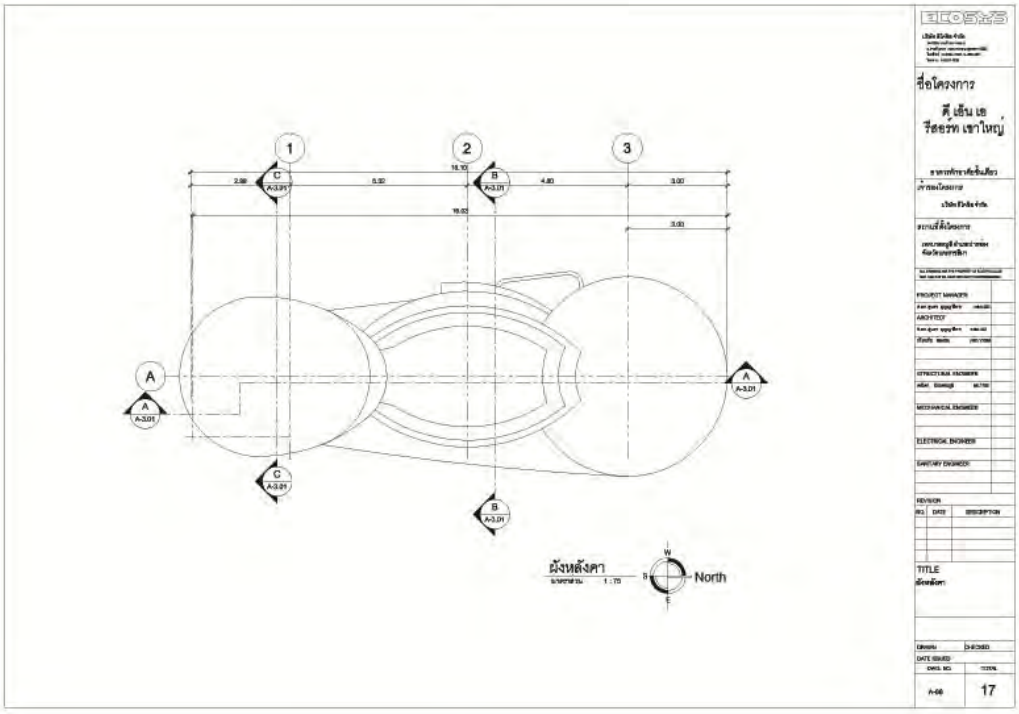
ผังบริเวณ



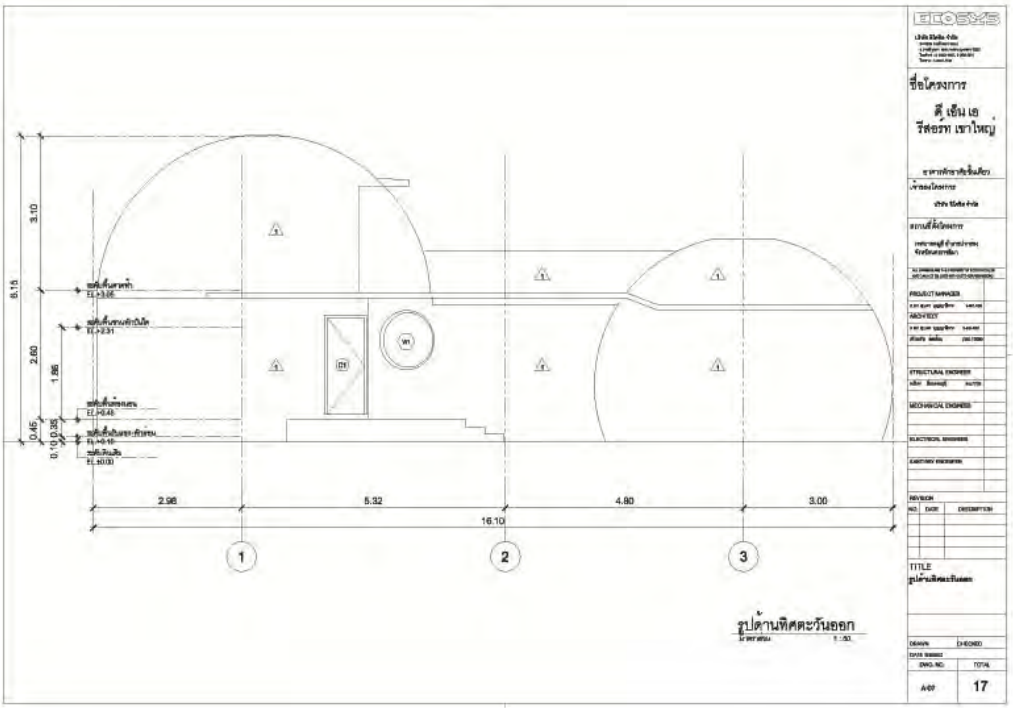
ผังพื้น



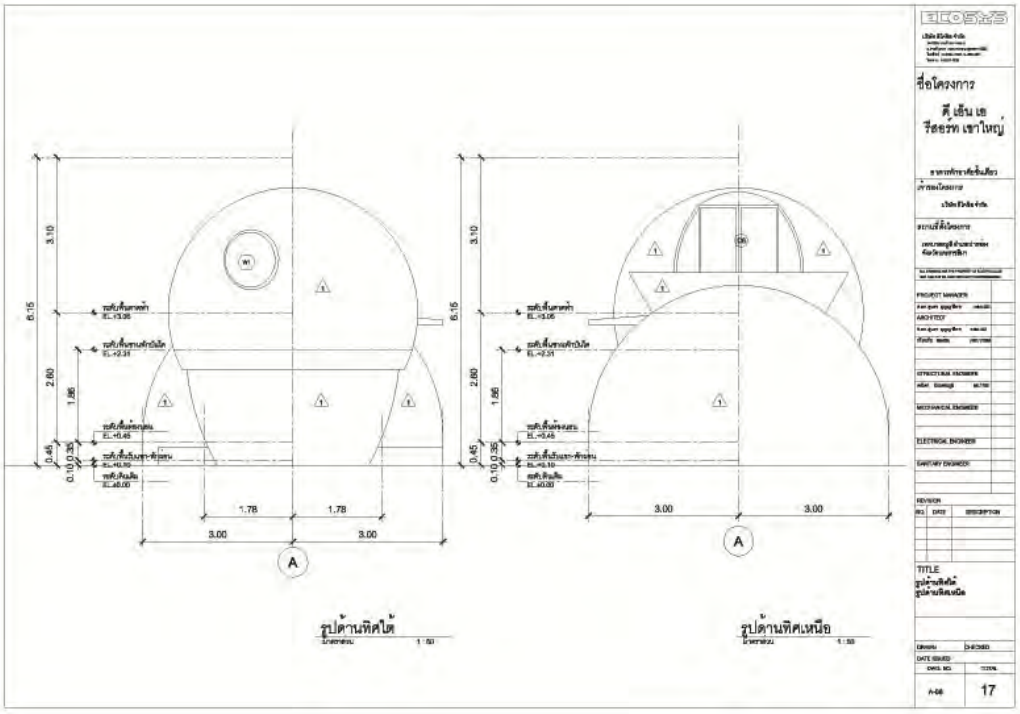
ผังหลังคา



ผังหลังคา

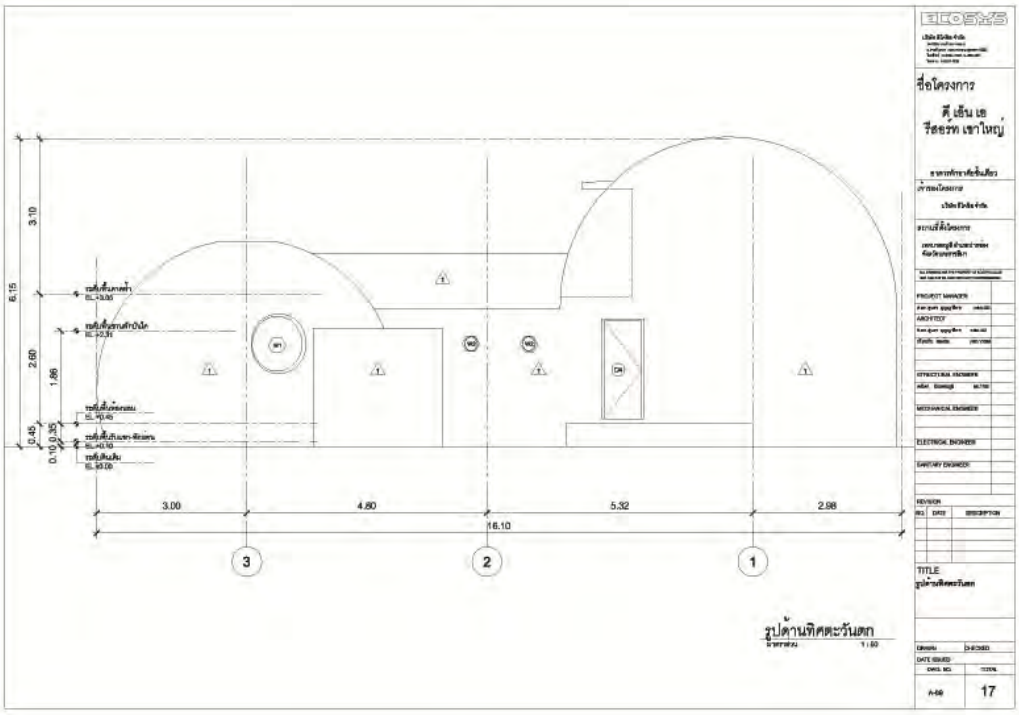


รูปด้านทิศตะวันออก

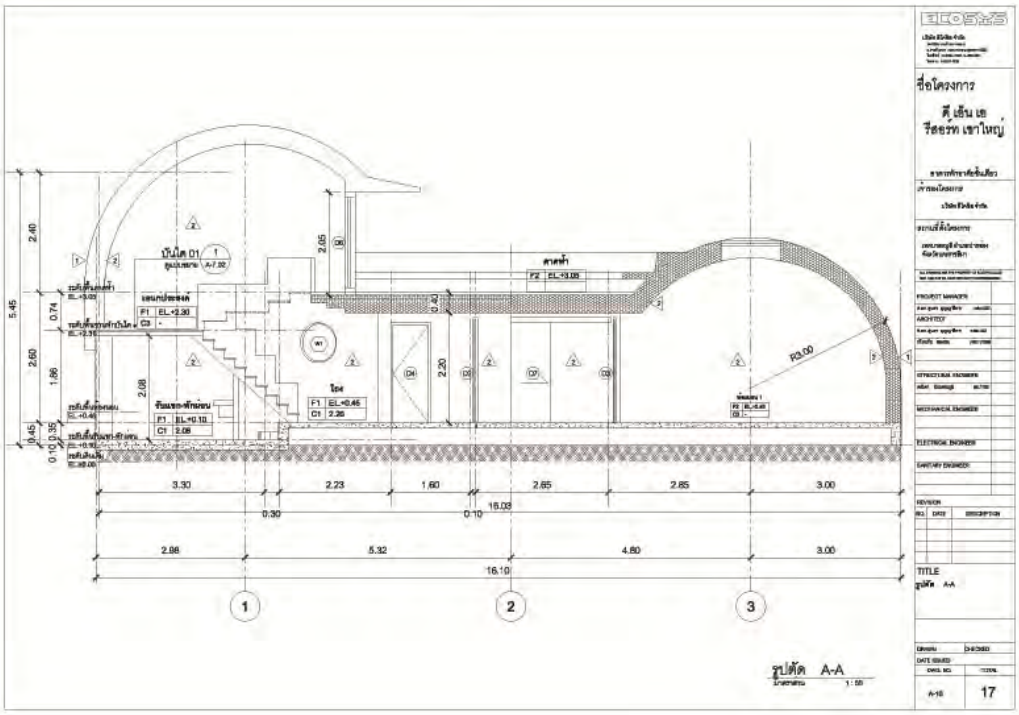


รูปด้านทิศใต้

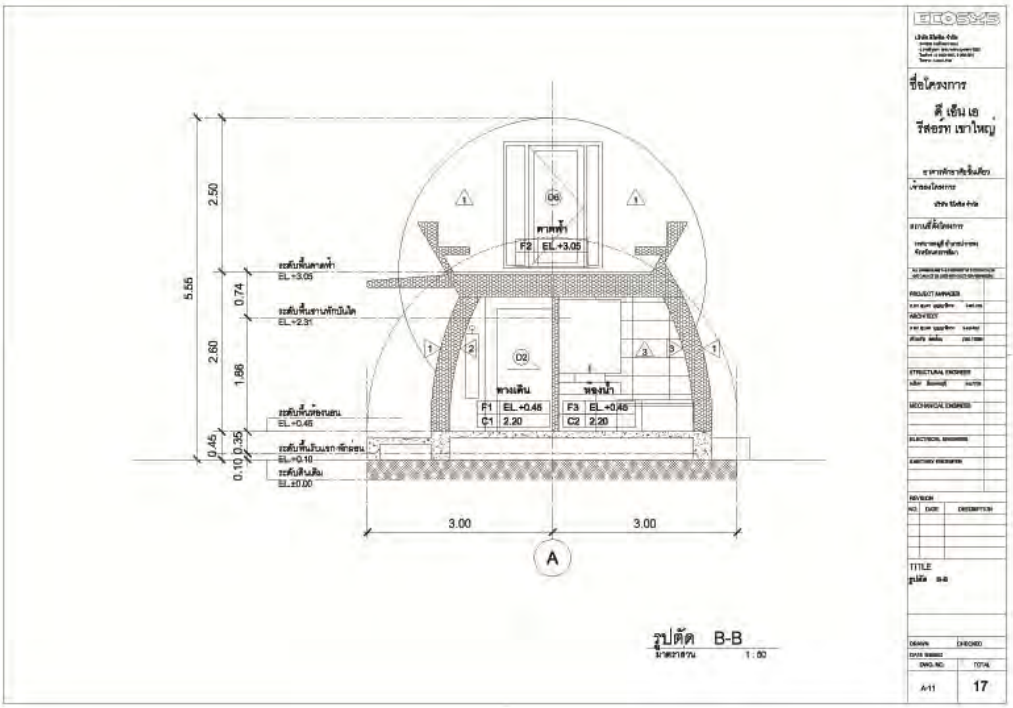
รูปด้านทิศเหนือ



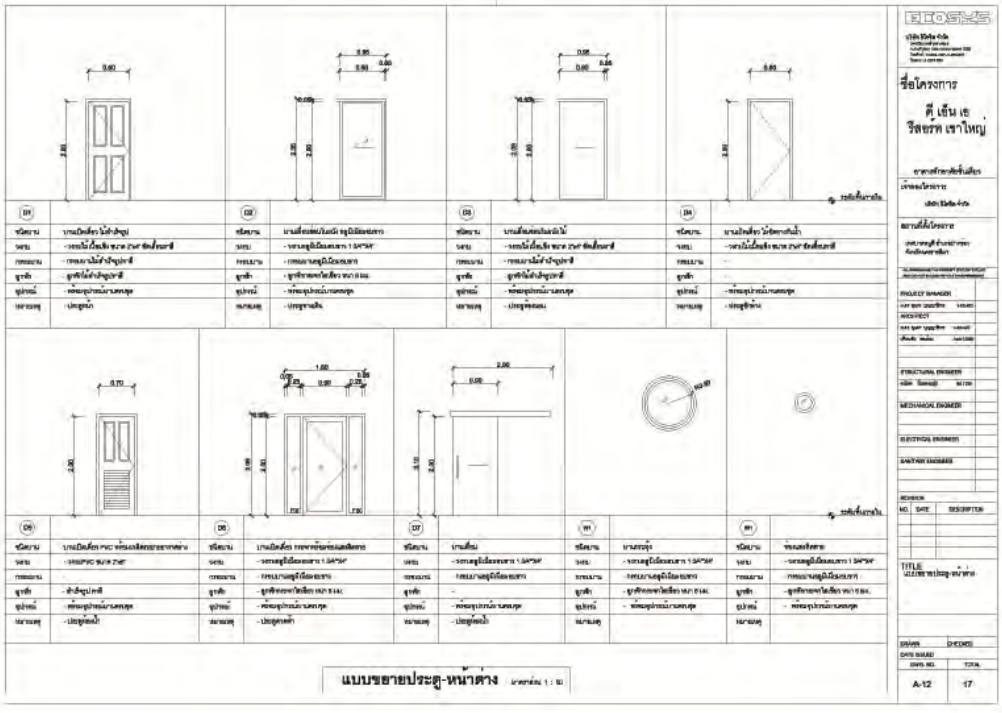
รูปด้านทิศตะวันตก



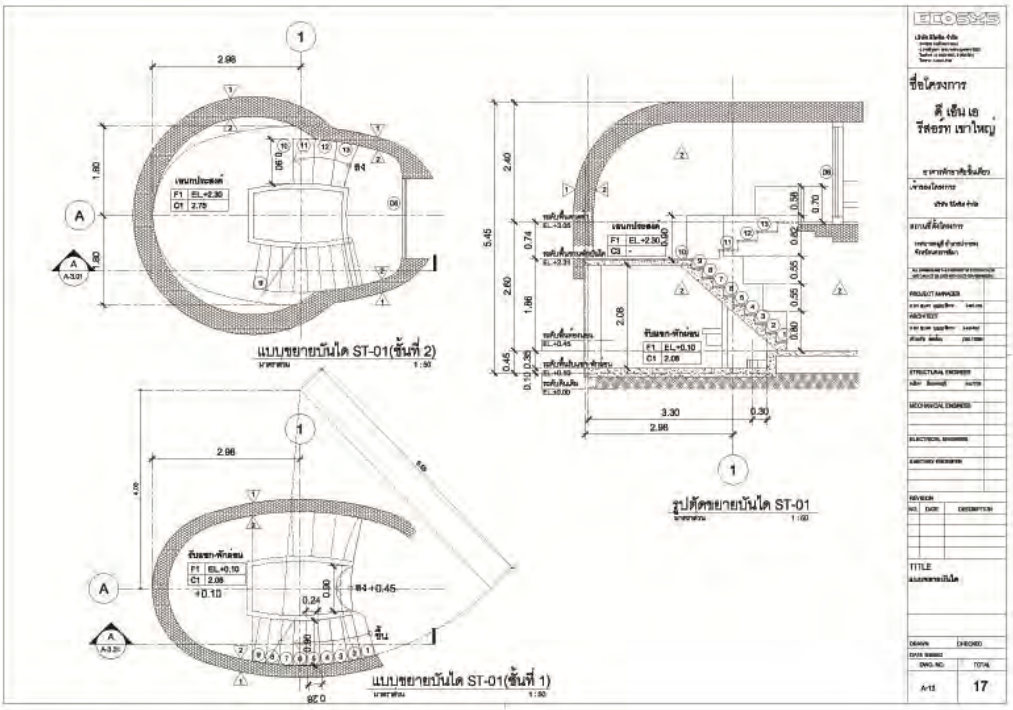
รูปตัด A-A



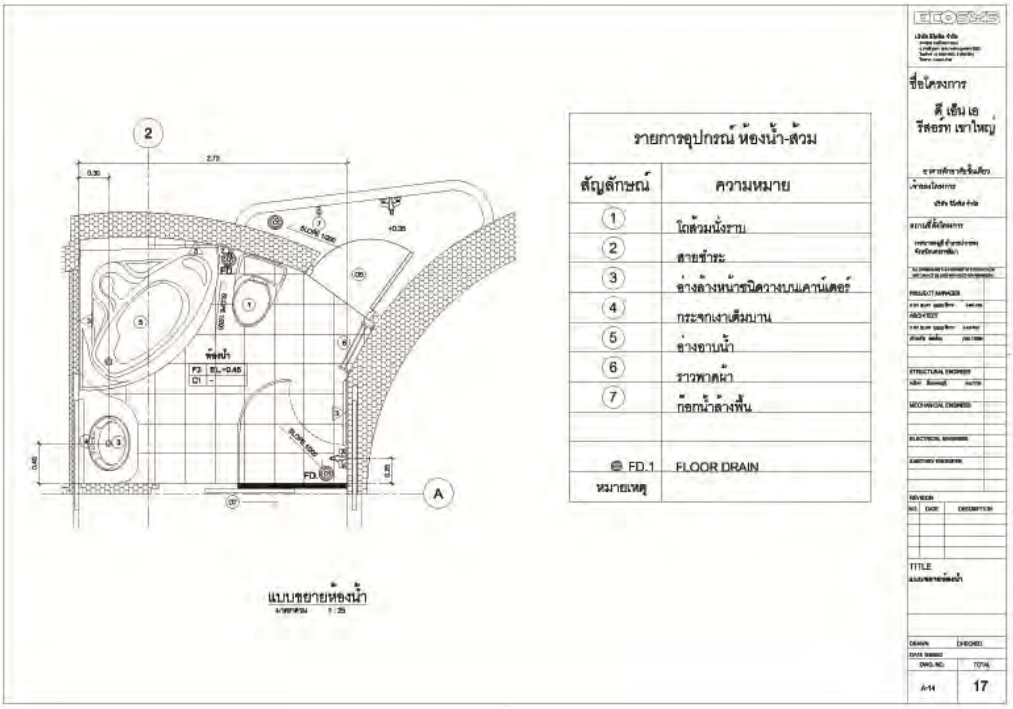
รูปตัด B-B



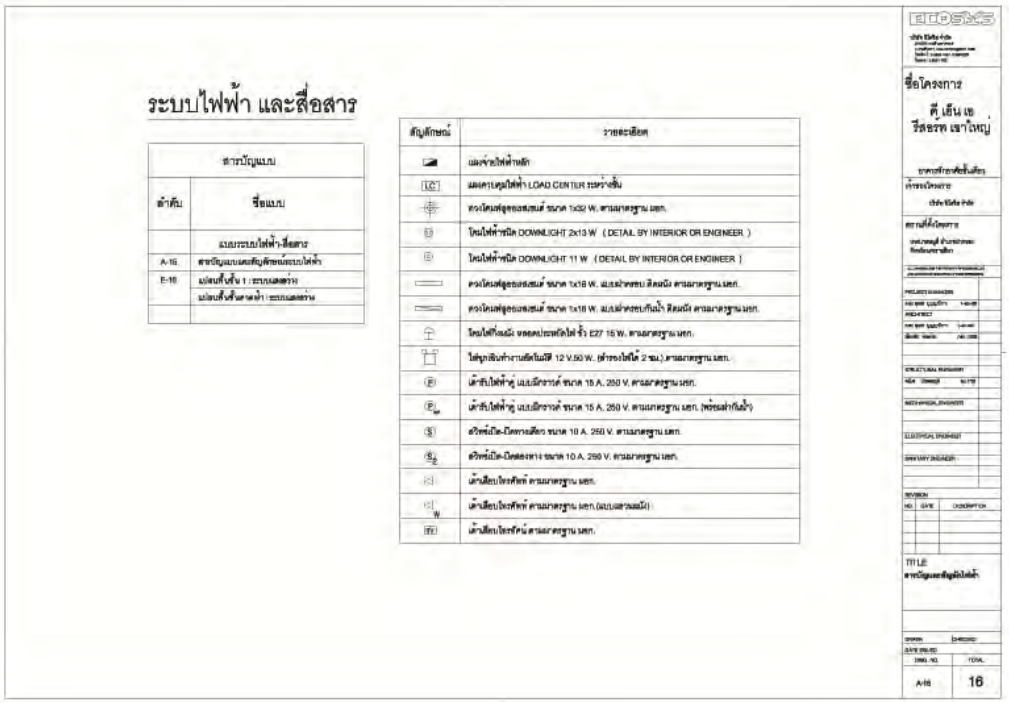
แบบขยายประตู-หน้าต่าง



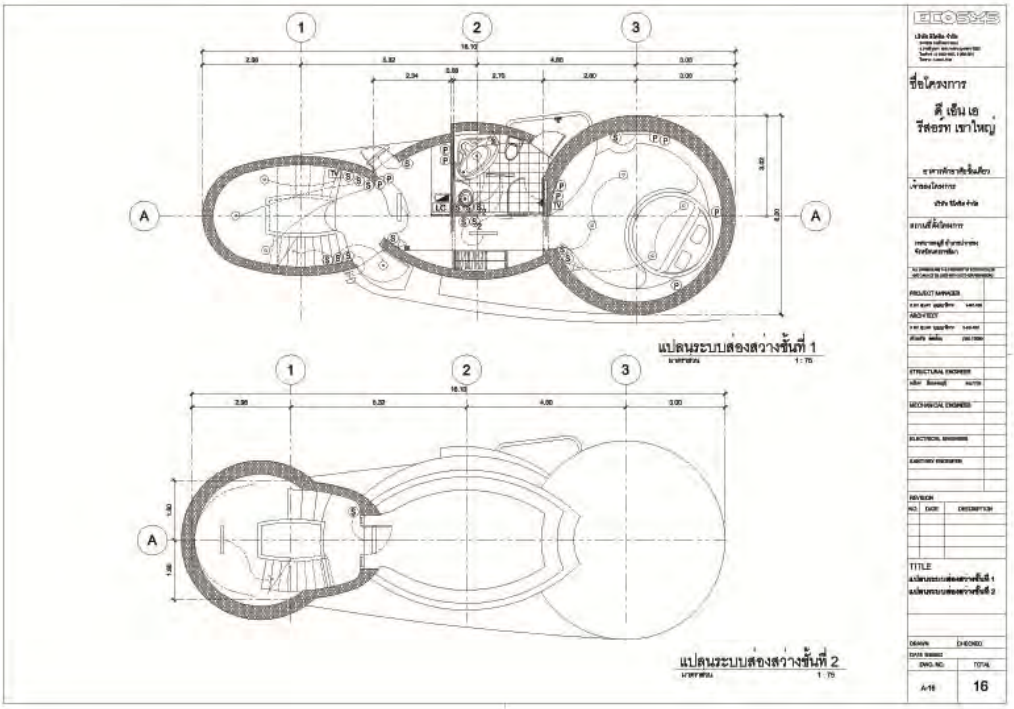
แบบขยายบันได



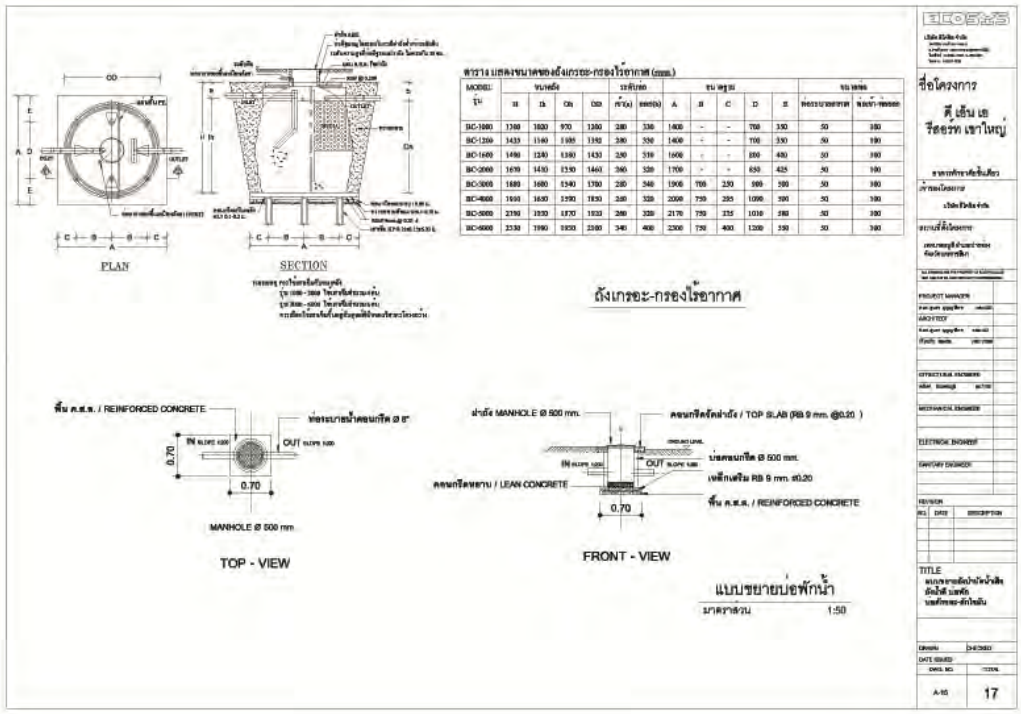
แบบขยายห้องน้ำ-ส้วม



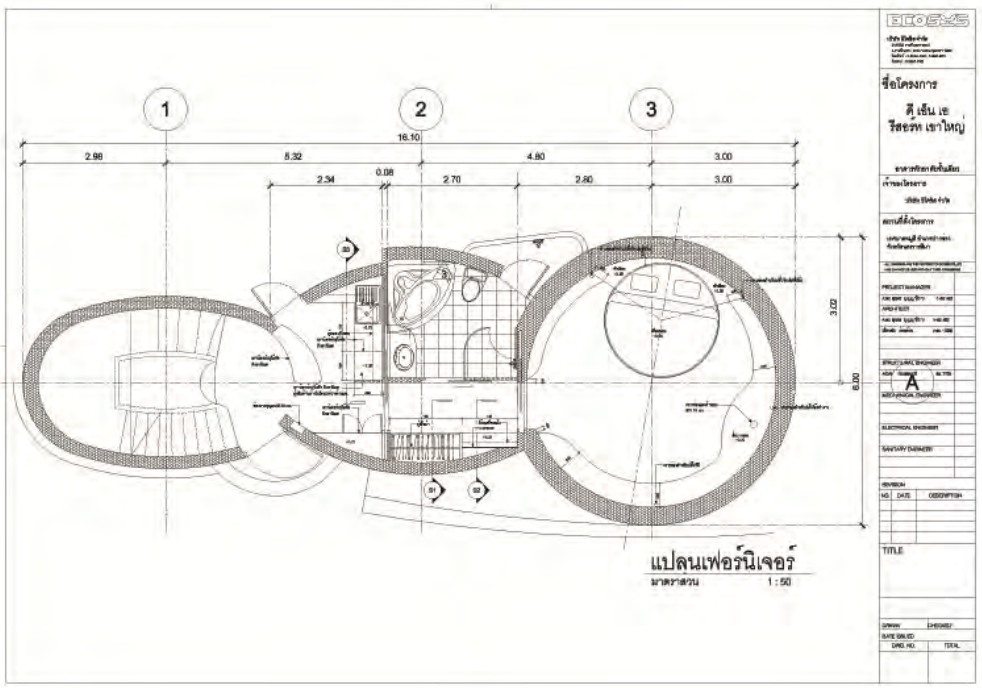
รายการประกอบแบบไฟฟ้า



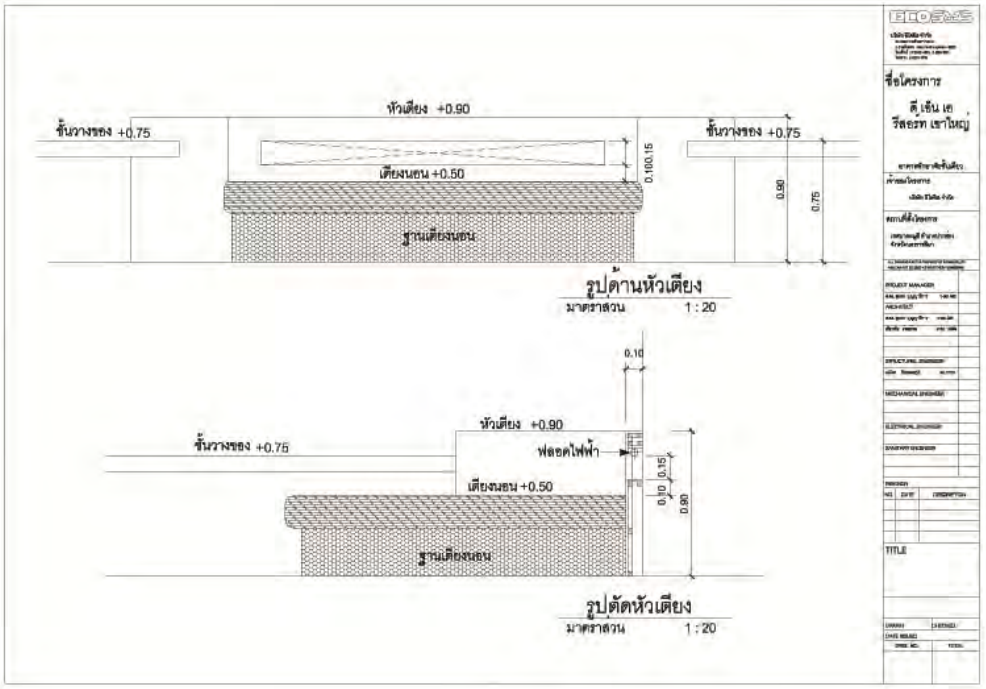
ผังระบบแสงสว่าง



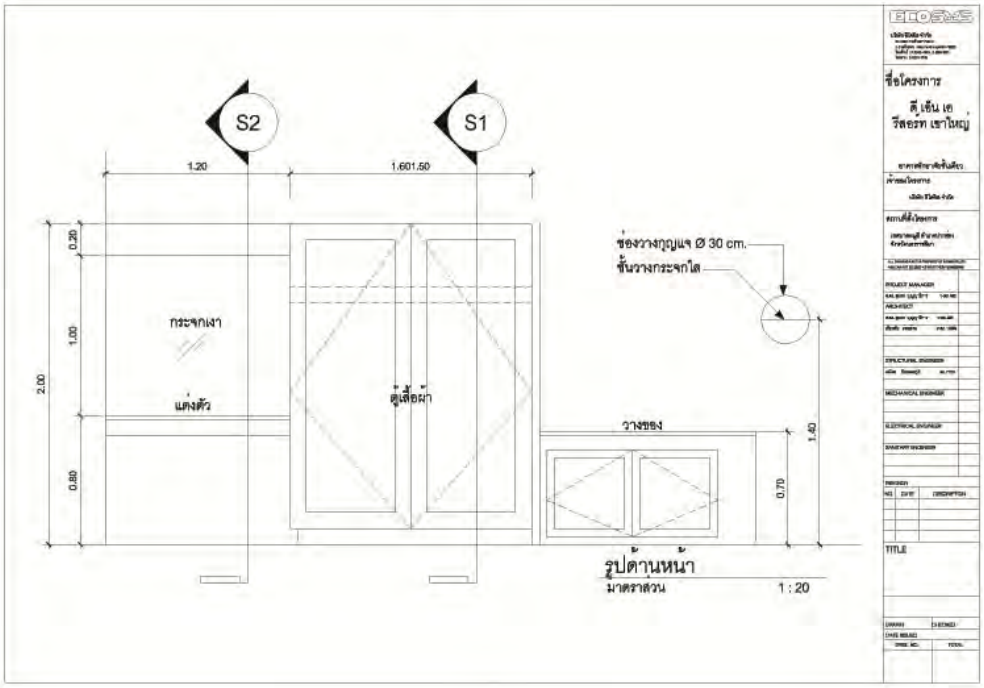
แบบขยายถังบำบัดน้ำเสีย



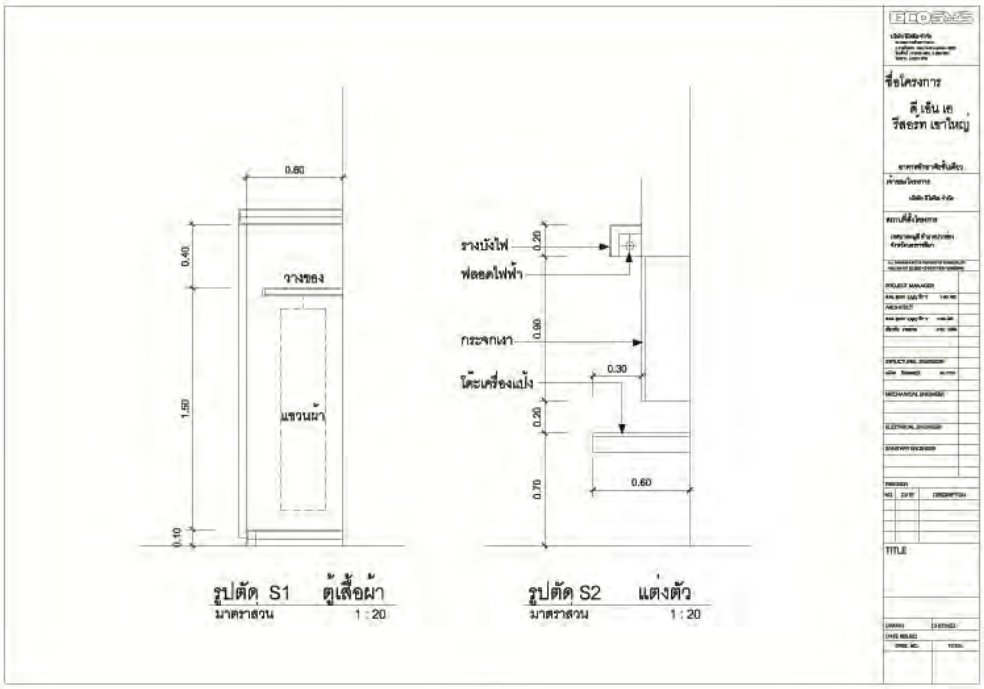
แปลนเฟอร์นิเจอร์



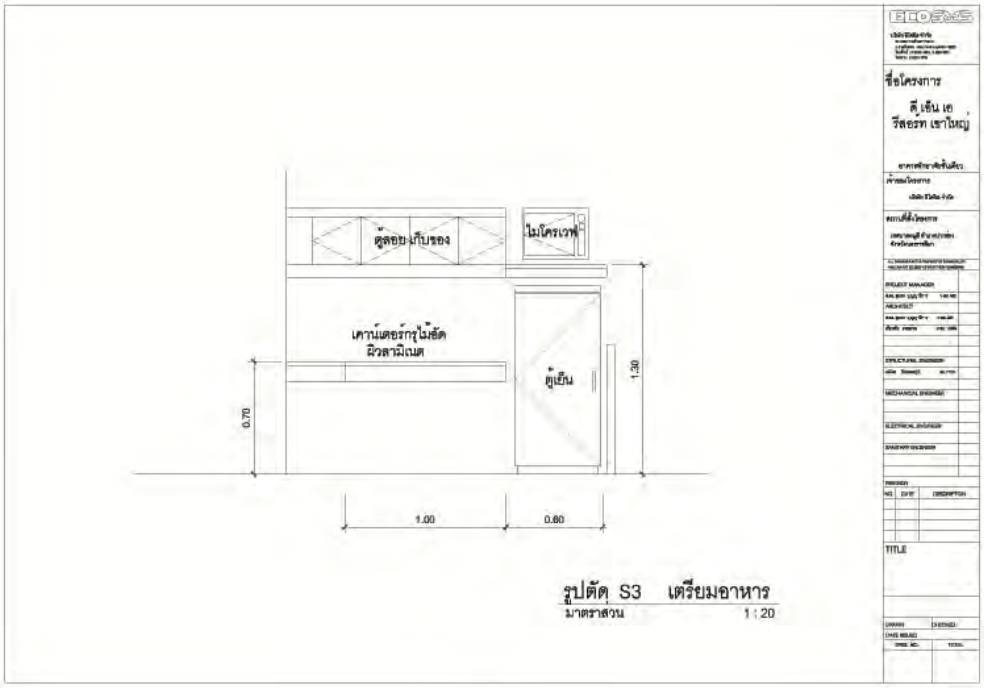
แบบขยายเฟอร์นิเจอร์ห้องนอน



แบบขยายเฟอร์นิเจอร์ ตู้เสื้อผ้า-แต่งตัว

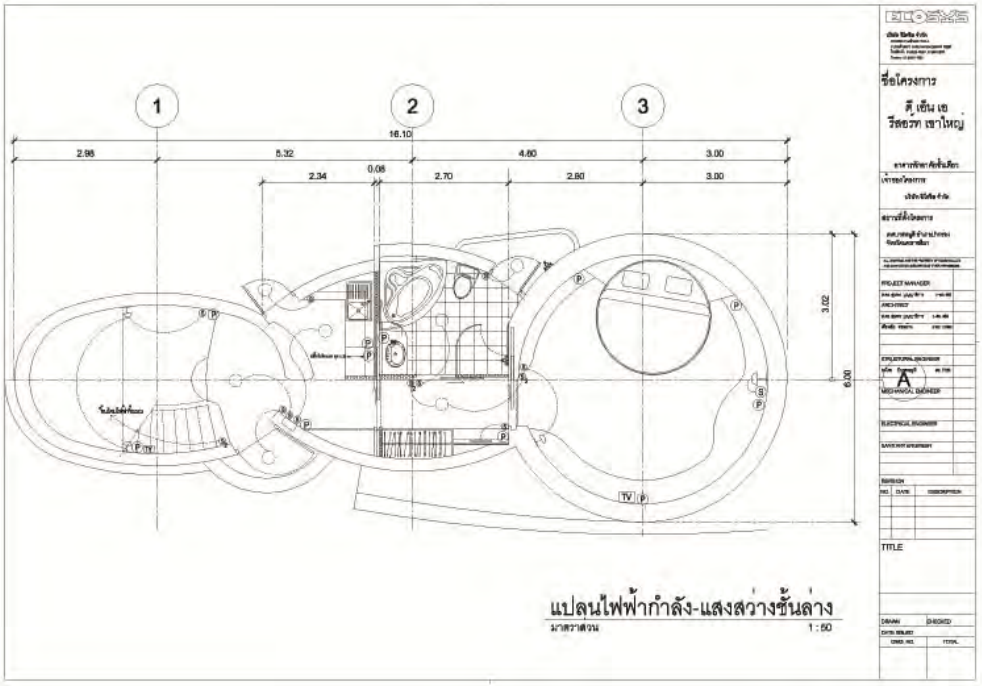


แบบขยายเฟอร์นิเจอร์ ตู้เสื้อผ้า-แต่งตัว

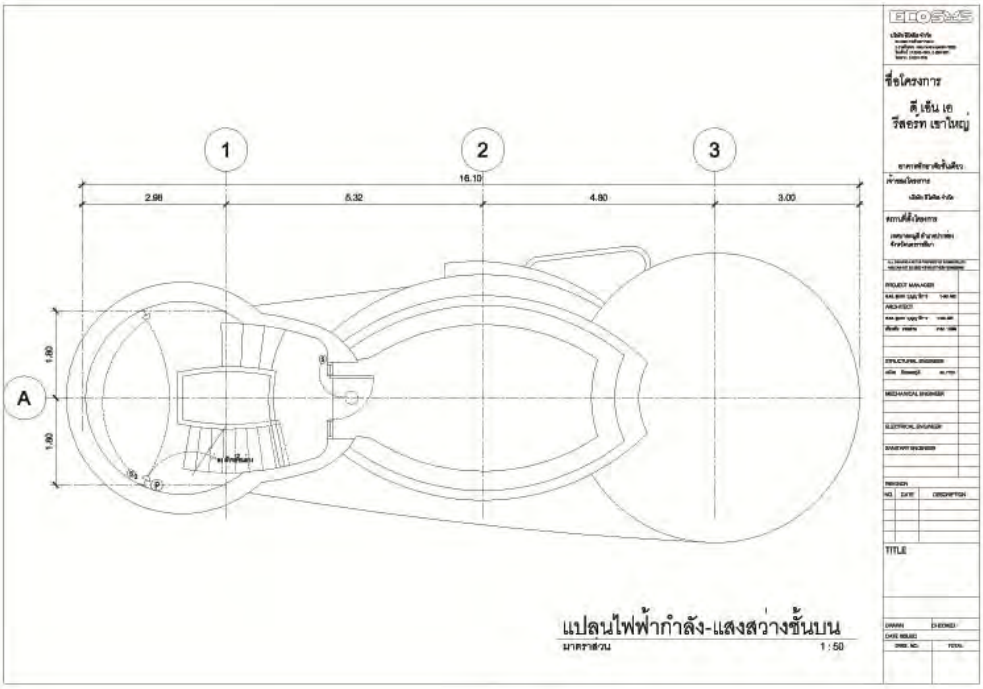


แบบขยายเฟอร์นิเจอร์ ส่วนเตรียมอาหาร

แบบขยายระดับความสูง ปลั๊กไฟฟ้า-สวิทย์ไฟฟ้า



แปลนไฟฟ้ากำลัง-แสงสว่าง



แปลนไฟฟ้ากำลัง-แสงสว่าง ชั้นชานพักบันได

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเทียนชัย อ่อนอ้วน เกิดวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2515 สำเร็จการศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในปีการศึกษา 2551 ในปี พ.ศ. 2552 ทำงานในตำแหน่งสถาปนิก บริษัท เค.ที.ดีไซน์ จำกัด ปี พ.ศ. 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2555