สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ห้องประหยัดพลังงาน

T043934

นายกิตติพงษ์ เจนวิวัฒน์สกุล
นายศรัณยู อัศวาณิชย์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43934
วัน, เดือน, ปี 18 ต.ค. 2545

b.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Energy Saving Room

Mr.Kittipong Janevivadsakul

Mr.Sarunyu Asavanich

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ห้องประหยัดพลังงาน
โดย	นายกิตติพงษ์ เจนวิวัฒน์สกุล
	นายศรัณยู อัศวาณิชย์
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เตชิตธีระ)

คณะกรรมการโครงงานพิเศษ

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เตชิตธีระ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชิต ศิริโชติ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ธนภรณ์ ลีลาวัฒนานนท์)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ห้องประหยัดพลังงาน
นักศึกษา นายกิตติพงษ์ เจนวิวัฒน์สกุล
นายศรัณยู อัศวาณิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์
ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษเรื่อง "ห้องประหยัดพลังงาน" เป็นการปรับปรุงห้องทั่วไป ให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน ในที่นี้จะมุ่งเน้นในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ โดยการปรับปรุงหน้าต่างให้เป็นกระจก 2 ชั้น โดยมีอากาศซึ่งเป็นฉนวนอยู่ในช่องว่าง เพื่อลดปริมาณความร้อนจากนอกห้องเข้าสู่ในห้อง โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการเปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ทั้งก่อน และหลังการปรับปรุงห้อง ซึ่งพบว่าห้องที่ผ่านการปรับปรุงแล้วสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 0.9 ยูนิต/ชม. ถึงแม้ว่าโครงงานพิเศษนี้ จะไม่ได้หาจุด OPTIMUM ของระยะห่างระหว่างช่องกระจก เพราะมีข้อจำกัดทางการปรับปรุง ก็สามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้กับที่อยู่อาศัย เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Energy Saving Room
Name	Mr. Kittipong Janevivadsakul
	Mr. Sarunyu Asavanich
Special Project Advisor	Assist.Prof.Preecha Teansompasong
Department	Applied Physics
Academic Year	2001

Abstract

The aim of this special project on "Energy Saving Room" is to improve a room to an energy saving room. The main idea of the energy saving room is to save the energy used by the air conditioner. It was conducted by altering the normal glass window to double-glazing window. Double-glazing window has air as insulating medium to reduce heat transfer from outside the room to inside the room. The comparison between the electricity used by the air conditioner before and after the alteration showed that energy saving room could save energy as much as 0.9 units/hour. Eventhough the special project did not look for the optimum thickness of double-glazing for energy saving due to the altering limitation, The results showed that the double-glazing window would be practically proper for being used for building energy-saving.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความสนับสนุน ช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ณ.ที่นี้ด้วย

ผศ.ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์	ผู้ซึ่งถ่ายทอดวิชาความรู้ทั้งด้านวิชาการ ให้คำปรึกษาในการทำงานอย่างดีมา ตลอดจนโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
บิดา มารดา และครอบครัว	ผู้ซึ่งคอยให้กำเนิดเลี้ยงดูให้โอกาสในการศึกษาและกำลังใจตลอดมา
เพื่อนๆฟิสิกส์ทุกคน	ที่คอยเป็นเพื่อนที่แสนดีตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 การส่งผ่านความร้อน	3
2.2 อัตราการใช้ออกซิเจน	8
2.3 กระจก	9
บทที่ 3 การทดลอง	11
3.1 การปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน	12
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บข้อมูล	14
3.3 การเก็บข้อมูล	15
บทที่ 4 ผลการทดลอง	16
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก ก	
ภาคผนวก ข	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของแท่งวัตถุ 4
รูปที่ 2.2 แสดงการเกิดลมบกลมทะเล 6
รูปที่ 2.3 แสดงการส่งผ่านความร้อนโดยการพา 7
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของห้องในแนวตัดขวาง 11
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของห้องด้านหน้า และห้องที่อยู่ติดกัน 11
รูปที่ 3.3 แสดงการนำพลาสติกใสมาติดกับช่องแสงที่อยู่เหนือบริเวณประตู 12
รูปที่ 3.4 แสดงวิธีนำพลาสติกมาติดกับหน้าต่าง 13
รูปที่ 3.5 แสดงวิธีการนำวัสดุมาติดที่ช่องระหว่างประตู 14
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง กับความแตกต่างของอุณหภูมิในลักษณะของห้องที่มีการปรับปรุงต่างกัน 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าสภาพการนำความร้อนของวัตถุชนิดต่าง 5

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณการใช้ออกซิเจนของคนที่มีน้ำหนัก 76 กิโลกรัม มีความสูง 175 เซนติเมตร 8

ตารางที่ 4.1 แสดงผลข้อมูลของห้องก่อนได้รับการปรับปรุง 16

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกบริเวณช่องแสงด้านบนประตู 17

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่ม โดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างโดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร แต่ยังไม่ทำการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตู 17

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุง โดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างห้อง โดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร และเพิ่มการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตูแล้ว 18

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 6 เซนติเมตร 18

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 7 เซนติเมตร 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ การประหยัดพลังงานต่างๆไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า , น้ำมัน หรือ น้ำ นั้น มีความสำคัญเท่ากัน โดยรัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนเห็นถึงความสำคัญของพลังงาน โดยจัดให้มีโครงการต่างๆเพื่อกระตุ้นให้ประชาชนร่วมกันประหยัดพลังงาน

ในกระบวนการผลิตไฟฟ้านั้น จะทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x), ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซอีกหลายชนิดที่เป็นมลพิษ โดยก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์(SO_x) และ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เมื่ออยู่ในบรรยากาศจะรวมตัวกับฝนทำให้เกิดฝนกรด ซึ่งฝนกรดนี้จะทำให้เกิดการผุกกร่อนของวัตถุที่มีโลหะ และเหล็กเป็นส่วนประกอบ เช่น อาคาร,รูปปั้น และเป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจของมนุษย์ ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุของปฏิกิริยา GREENHOUSE EFFECT * ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ดังนั้นถ้าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ เราก็สามารถลดมลพิษได้ด้วย

เครื่องปรับอากาศ นอกจากจะใช้ไฟฟ้าในการทำงานแล้วขณะทำงานยังทำให้เกิดสาร CFC (CHLOROFLUOROCARBON) ลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศของโลก สาร CFC เป็นตัวทำลายชั้นโอโซน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกรองรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ สาร CFC ทำลายชั้นโอโซนโดยเมื่อสาร CFC ในชั้นบรรยากาศได้รับแสงอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ โฟตอนของรังสีอัลตราไวโอเลตมีพลังงานสูงสามารถทำให้พันธะของสาร CFC (CCl_2F_2) แตกตัวเป็น Cl ซึ่งเป็นตัวทำลายชั้นโอโซน* เนื่องจาก Cl หนึ่งอะตอมสามารถทำลายโมเลกุลของโอโซนได้ถึง 100,000 โมเลกุล บริเวณที่ปราศจากโอโซน (Ozone hole) ก็จะมีรังสีไวโอเลตมาถึงพื้นโลกมากขึ้น เมื่อมนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตมากๆ ทำให้เกิดโรคต่างๆได้ เช่น การผิดปกติของ DNA, โรคมะเร็งผิวหนัง ฯ การใช้เครื่องปรับอากาศจึงส่งผลให้เกิดทั้งก๊าซที่ทำให้โลกร้อน (Greenhouse Gases) และการผลิตสาร CFC ซึ่งเป็นตัวทำลายก๊าซโอโซน

โครงงานพิเศษนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้หลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ คือ การส่งผ่านความร้อน โดยทำการปรับปรุงห้องเพื่อให้มีความร้อนส่งผ่านจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องลดลง และมีการสูญเสียความเย็นจากภาย

---

* รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในห้องออกสู่ภายนอกห้องให้น้อยที่สุด เพื่อทำให้เครื่องปรับอากาศไม่ต้องทำงานเป็นช่วงระยะเวลานานและตัดต่อบ่อยครั้งจนเกินไป เนื่องจากการเริ่มต้นทำงานของคอมเพรสเซอร์นั้น จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามาก วัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้ทำได้โดยการปรับปรุงหน้าต่างกระจกของห้องที่มีอยู่แล้วให้เป็นกระจก 2 ชั้นโดยมีอากาศเป็นชนวนคั้นกลางและทำการปรับปรุงห้องไม่ให้มีช่องว่างให้อากาศเย็นไหลออกไปอย่างสะดวกโดยความสะดวกสบายและความปลอดภัยยังคงมีอยู่ ในโครงการพิเศษนี้ได้ใช้พลาสติกใสแทนการใช้กระจก เนื่องจากงบประมาณที่มีจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 การส่งผ่านความร้อน

ในทางปฏิบัติ จำเป็นที่จะต้องเข้าใจว่าความร้อนถูกส่งผ่านระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร เราอาจสังเกตได้จากกระติกน้ำร้อน หรือภาชนะที่มีฉนวนกันความร้อนเพื่อเก็บความร้อน (หรือ ความเย็น) ของของเหลวที่อยู่ในภาชนะให้ได้นาน ภาชนะที่ปูด้วยฉนวนนี้จะลดการส่งผ่านความร้อนระหว่างอากาศภายนอก กับของเหลวที่อยู่ในภาชนะ อย่างไรก็ตาม ของเหลวที่อยู่ในภาชนะจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิห้อง เนื่องจากฉนวนในภาชนะนั้นไม่ได้เป็นฉนวน 100% ทำให้มีการส่งผ่านความร้อนเกิดขึ้น และเมื่อระบบกับสิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเท่ากัน จะไม่มีการส่งผ่านความร้อนเกิดขึ้น

การส่งผ่านความร้อน มีอยู่ 3 วิธีด้วยกันได้แก่ การนำความร้อน (HEAT CONDUCTION), การพาความร้อน (HEAT CONVECTION) และการแผ่รังสี (RADIATION)

2.1.1 การนำความร้อน

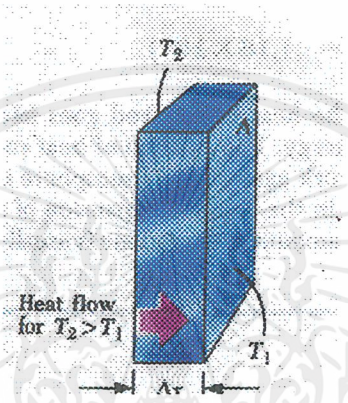
ในกระบวนการส่งผ่านความร้อนแบบนี้ สามารถอธิบายได้โดยอะตอมที่เกิดการถ่ายเท พลังงานจลน์ระหว่างอะตอมโดยการชน เช่น ถ้านำโลหะวางลงในกองไฟแล้วจับที่ปลายอีกด้านหนึ่งของโลหะ จะรู้สึกว่าอุณหภูมิของโลหะที่จับอยู่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนมาถึงมือของเราได้โดยการนำ ลักษณะของความร้อนที่ถูกส่งผ่านจากกองไฟมาสู่มือของเรานั้น สามารถอธิบายได้ด้วยสิ่งที่เกิดขึ้นกับอะตอม และอิเล็กตรอนของโลหะ โดยในขั้นต้น ก่อนที่วางโลหะลงในกองไฟ อะตอมและอิเล็กตรอนจะสั่นอยู่ในสมดุล และเมื่อวางโลหะลงไป อะตอมและอิเล็กตรอนของโลหะที่อยู่ในกองไฟ จะเริ่มสั่นและมีแอมพลิจูดสูงขึ้นเรื่อยๆ จะเกิดการชนกันระหว่างอะตอมข้างเคียงทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ไปเรื่อยๆ จนถึงอะตอมที่ปลายอีกด้านของโลหะ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เรารู้สึกว่าโลหะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ถึงแม้จะสามารถอธิบายการส่งผ่านความร้อนโดยอะตอม และอิเล็กตรอนได้ แต่อัตราการส่งผ่านความร้อน ถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการทำให้วัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย เช่น เราสามารถจับปลายของเยื่อหินทนไฟ (ASBESTOS) ที่มีปลายอีกด้านวางไว้ในกองไฟได้ เนื่องจากมีความร้อนไม่มากที่สามารถส่งผ่านเยื่อหินทนไฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้เพราะเยื่อหินทนไฟเป็นวัตถุที่เป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี เช่นเดียวกับ ไม้ก๊อก, กระดาษ, ใยแก้ว และ ก๊าซ ส่วนโลหะที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี เนื่องจากโลหะมีอิเล็กตรอนอยู่มาก และมีอิเล็กตรอนอิสระที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านโลหะ ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจลน์ได้ง่าย

การนำความร้อนสามารถเกิดได้เฉพาะวัตถุที่ปลายทั้ง 2 ข้างของวัตถุมีอุณหภูมิต่างกันเท่านั้น ถ้าพิจารณาแท่งวัตถุขนาดสม่ำเสมอที่มีความหนา ΔX มีพื้นที่ตัดขวางเป็น A และด้านทั้ง 2 มีอุณหภูมิ T_1 และ T_2 โดย $T_2 > T_1$ ดังรูป



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของแท่งวัตถุ

จากการทดลอง พบว่าภายใต้สภาวะคงตัว (STEADY STATE) ความร้อน ΔQ ที่ถูกส่งผ่านในเวลา Δt จากด้านที่มีอุณหภูมิสูงไปยังด้านที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นปฏิภาคโดยตรงกับ (1) ผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายทั้งสองของแท่งวัตถุ (2) พื้นที่หน้าตัด A (3) ส่วนกลับของความยาว ΔX และ(4) ชนิดของวัตถุ เมื่อ k คือสภาพการนำความร้อนของวัสดุ (THERMAL CONDUCTIVITY)อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อน $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของ

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta X} \qquad (1.1)$$

เมื่อให้ $H = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ เป็นอัตราไหลของความร้อน สมการ (1.1) เขียนได้เป็น

$$H = kA\frac{\Delta T}{\Delta X}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบ SI (SI UNIT) H มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) และ k มีหน่วยเป็น $Wm^{-1}K^{-1}$ ส่วน $\frac{\Delta T}{\Delta X}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยความยาว (TEMPERATURE GRADIENT)

สารที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดีนั้นจะมีค่าสภาพการนำความร้อนสูง ในขณะเดียวกันสารที่เป็นฉนวนที่ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนต่ำ ดังตารางที่ 2.1 ดังนั้น ถ้าตัวกลางที่ใช้สำหรับนำความร้อนเป็นฉนวน อัตราการไหลของความร้อนก็จะลดลง

HEAT TRANSFER 65

Table 4.1 Heat transport properties of some common materials at $T = 300$ K and under normal conditions. The values for ρ, k and a may be found in [1], Appendix A; the values for b were calculated. The last four values of b were taken from unpublished lecture notes of the Delft Technological University.

Material	Density $\rho/(kg\ m^{-3})$	Thermal conductivity $k/(W\ m^{-1}\ K^{-1})$	Fourier coefficient $a/(10^{-7}\ m^2\ s^{-1})$	Contact coefficient $b/(J\ m^{-2}\ K^{-1}\ s^{-1/2})$
Insulators				
Air	1.161	0.026	225	
Glass fibre (loose fill)	16	0.043	32	24
Urethane foam	70	0.026	3.6	44
Cork	120	0.039	1.8	92
Mineral wool granules	190	0.046		
Paper	930	0.180	1.4	470
Glass	2500	1.4	7.5	1620
Gypsum plaster	1680	0.22	1.21	635
Building materials				
Cement mortar	1860	0.72	4.96	1920
Soft wood	510	0.12	1.71	290
Hard wood	730	0.16	1.77	380
Oak wood	545	0.19	1.46	499
Brick	1920	0.72	4.49	1075
Concrete	2300	1.4	6.92	1680
Metals				
Iron	7870	80.2	228	17000
Aluminium	2700	237	972	24000
Steel (C, Si)	7800	52	149	13500
Copper	8933	401	1166	37000
Miscellaneous				
Sand	1515	0.27	2.23	572
Soil	2050	0.52	1.38	1400
Soft rubber	1100	0.13	0.59	540
Cotton	80	0.06	5.77	80
Porcelain				1610
Human skin		0.37		1120
Linoleum				525
Carpetwool				105

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าสภาพการนำความร้อนของวัตถุชนิดต่างๆ

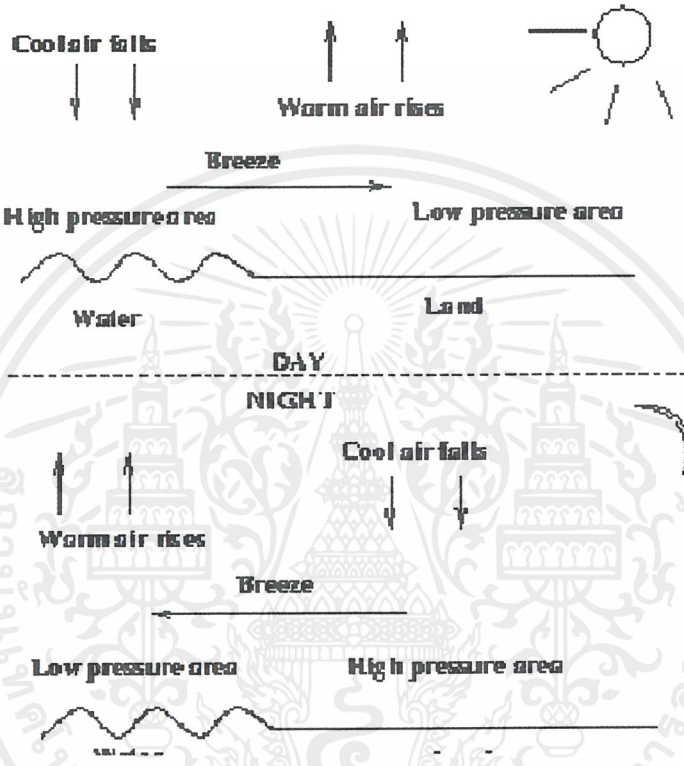
2.1.2 การพาความร้อน

ถ้านำมือไปไว้ที่ด้านบนของกองไฟ มือจะรู้สึกร้อน เนื่องมาจากอากาศที่อยู่บริเวณด้านบนของกองไฟ เกิดการขยายตัว และมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของอากาศบริเวณนั้นลดลง อากาศลอยตัวขึ้น การที่อากาศมีอุณหภูมิสูง และทำให้มือรู้สึกร้อนนั้น เป็นการส่งผ่านความร้อน โดยการเคลื่อนที่ของสารที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งเรียกว่าการส่งผ่านโดยการพา

กระบวนของการเกิดลมบริเวณชายหาดเป็นอีกตัวอย่างของการพา โดยน้ำมีความจุความร้อนจำเพาะมากกว่าพื้นดิน และเก็บความร้อนได้ดีกว่า ดังนั้นน้ำจึงใช้เวลานานกว่าพื้นดินในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เวลากลางวันอากาศ บริเวณเหนือพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

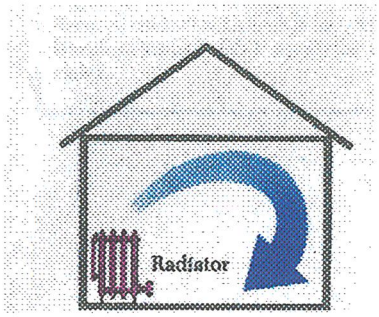
น้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศบริเวณเหนือพื้นดิน ทำให้อากาศบริเวณเหนือพื้นดินมีความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศบริเวณเหนือพื้นน้ำ ดังนั้นจึงเกิดลมพัดจากบริเวณพื้นน้ำเข้าสู่บริเวณพื้นดิน ในทางกลับกัน เวลากลางคืน น้ำจะเย็นตัวลงช้ากว่าพื้นดิน ทำให้อากาศบริเวณเหนือพื้นน้ำมีความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศบริเวณเหนือพื้นดิน ดังนั้นจึงเกิดลมพัดจากบริเวณพื้นดินไปสู่บริเวณพื้นน้ำ



รูปที่ 2.2 แสดงการเกิด ลมบก-ลมทะเล

ตัวอย่างสำคัญอีกตัวอย่างหนึ่ง ที่สามารถอธิบายเรื่องการพาได้ดีนั้น คือ การทำให้ห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยการใช้เครื่องทำความร้อน (ดังรูปที่ 3) ซึ่งเครื่องทำความร้อน ทำให้อากาศบริเวณด้านล่างของห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอากาศที่มีอุณหภูมิสูงนี้ ความหนาแน่นต่ำ จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศบริเวณด้านบนของห้องที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จะเคลื่อนที่ลงสู่เบื้องล่าง เนื่องจากมีความหนาแน่นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการส่งผ่านความร้อนโดยการพา

2.1.3 การแผ่

วัตถุทุกชนิดจะมีการปล่อยพลังงานจากผิววัตถุในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รูปแบบของการแผ่ เกี่ยวข้องกับการส่งผ่านพลังงานความร้อนจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง ในรูปของรังสีอินฟราเรด

การแผ่พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์นั้น นอกจากส่วนสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของโลก , การเกษตรกรรม , กระบวนการเกิดฝน , ฯลฯ ตัวอย่างเช่น ถ้าพิจารณาอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศของโลกในเวลากลางคืน พบว่า ถ้ามีเมฆปกคลุมโลกในเวลากลางคืน ไอน้ำบนเมฆจะสะท้อนรังสีอินฟราเรด กลับมายังโลกทำให้อุณหภูมิบนผิวโลกอยู่ในระดับปานกลาง ในทางกลับกัน ถ้าเวลากลางคืนไม่มีเมฆ อุณหภูมิบนผิวโลกจะลดลงต่ำกว่า ในวันที่มีเมฆ

อัตราการปล่อยพลังงานของวัตถุ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลัง 4 ของอุณหภูมิ ซึ่งเรียกว่ากฎของสเตฟาน

$$P = \sigma A e T^4$$

โดย P คือ พลังงานในการแผ่ มีหน่วยเป็นวัตต์ (หรือ จูลต่อวินาที)

σ คือ ค่าคงที่ของสเตฟาน (STEFAN-BOLTZMANN CONSTANT) มีค่าเท่ากับ $5.6696 * 10^{-8}$ W/m^2K^4

A คือ พื้นที่ มีหน่วยเป็นตารางเมตร

e คือ emissivity เป็นค่าคงที่บอกถึง สมบัติของการแผ่รังสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง1

T คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็น K

วัตถุมีการปล่อยพลังงานตามสมการของสเตฟาน แต่ในขณะเดียวกันจะมีการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วย ถ้าไม่เกิดกระบวนการดูดกลืนนี้ วัตถุจะแผ่พลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทั้งหมดที่มีออกไป จนทำให้วัตถุมีอุณหภูมิถึง 0 K พลังงานที่วัตถุดูดกลืนนั้นมาจากสิ่งแวดล้อม ถ้าวัตถุมีอุณหภูมิ T และ สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิ T_0 พลังงานทั้งหมดของวัตถุที่มีผลจากการแผ่จะเป็น

$$P_{NET} = \sigma Ae\left(T^4 - T_0^4\right)$$

เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุลกับสิ่งแวดล้อมหมายถึง ทั้งระบบและสิ่งแวดล้อมนั้นมีการแผ่และดูดกลืนพลังงานในอัตราที่เท่ากัน และมีอุณหภูมิคงที่ด้วย

2.2 อัตราการใช้ออกซิเจน

ในธรรมชาติอากาศมีปริมาณออกซิเจนประมาณ 21% โดยปริมาตร ดังนั้นห้องที่เราปรับปรุงแล้ว ถึงจะเป็นห้องที่มีการไหลเวียนของอากาศน้อย ก็สามารถมีออกซิเจนใช้ได้อย่างเพียงพอ ดังข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในตารางที่ 2.2

Activity	O_2 Consumption (Liters / Min)	Equivalent Heat Production kcal / Min	W
Sleeping	0.24	1.2	83
Sitting at rest	0.34	1.7	120
Standing relaxed	0.36	1.8	125
Riding in automobile	0.4	2	140
Sitting at lecture (awake)	0.6	3	210
Walking slow (4.8 km/hr)	0.76	3.8	265
Cycling at 13-17.7 km/hr	1.14	5.7	400
Playing tennis	1.26	6.3	440
Swimming breaststroke	1.36	6.8	475
Skating at 14.5 km/hr	1.56	7.8	545
Climbing stairs	1.96	9.8	685
Cycling at 21.3 km/hr	2	10	700
Playing basketball	2.28	11.4	800

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณการใช้ออกซิเจนของคนที่มีน้ำหนัก 76 กิโลกรัม มีความสูง 175 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.2 ถ้าห้องมีขนาด 3เมตร×4เมตร×3เมตร คือ มีปริมาตร 36 ลูกบาศ์กเมตร จะมีออกซิเจนอยู่ $\frac{21}{100} \times 36 = 7.56\,m^3$ การนอนหลับ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงนั้น จะใช้ออกซิเจนไป $8 \times 60 \times 0.24 = 0.1152\,m^3$ ดังนั้นการนอนหลับเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในห้องที่ไม่มีการเปิดประตูให้มีอากาศหมุนเวียนนั้น สามารถทำได้เนื่องจากปริมาตรของออกซิเจนในอากาศมีปริมาตรมากเกินพอ

2.3 กระจก

เทคนิคของกระจกได้พัฒนาไปมากในระยะหลังๆนี้ ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มาก

- กระจกหลายชั้น

ประมาณปี 1970 ผู้สร้างกระจกได้พัฒนาการทำกระจก โดยทำกระจกให้เป็นชั้น คือ ทำเป็นกระจก 2 ชั้น , 3 ชั้น หรือ 4ชั้น ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคนิคของกระจกไปอย่างมาก โดยในปี 1980 เป็นปีที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงาน ทำให้กระจก 2,3 และ4 ชั้นได้เข้ามาสู่ตลาด ไม่เพียงแต่กระจกเท่านั้น ในบางโอกาสยังใช้พลาสติกแทนได้ด้วย

- ความหนาของระยะห่าง

สำหรับกระจกสองชั้น ช่องว่างระหว่างกระจกมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะกับเรื่องของการนำความร้อน ช่องว่างระหว่างกระจกที่น้อยเกินไป ไม่สามารถกั้นความร้อนได้ เพราะความร้อนสามารถผ่านระยะห่างระหว่างกระจกที่มีค่าน้อยๆได้ ระหว่างปี 1970-1979 ผู้ผลิตกระจกส่วนใหญ่ได้ผลิตกระจกที่มีช่องว่างขนาด ¼ นิ้ว , ½ นิ้ว หรือมากกว่านั้น

- การใช้ก๊าซที่ทำให้เกิดการนำความร้อนลดลงนั้น ได้มีการทำในบริษัทใหญ่ๆ โดยใช้ Argon ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่ใช้ Argon ส่วนก๊าซชนิดอื่นที่ใช้ก็มีบ้าง เช่น CO_2 , SF_6 , Kr และ Ar + Kr

- การใช้กระจกหรือฟิล์มกรองแสงนั้นได้มีการใช้มานานแล้วกับตึกใหญ่ๆที่ต้องการลดความร้อนที่ผ่านกระจกมา

- Low – e Coating

เป็นการพัฒนาขั้นสุดท้าย คือ การใช้เงินหรือตะกั่วออกไซด์มาเคลือบผิวกระจก โดยแสงสามารถผ่านเข้ามาได้ แต่ไม่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้ามา การทำกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ชั้น โดยใช้เทคนิคการสะท้อนและลดการนำความร้อน ซึ่งเรียกว่า Low – e (Low Emissitivity)

การทำกระจก 2 ชั้น ที่สามารถกั้นความร้อนได้นั้น ช่องระหว่างกระจกจะต้องไม่น้อยกว่า 6 mm (1/4 นิ้ว) ถ้าน้อยกว่านี้ กระจกจะไม่สามารถกั้นความร้อนได้ ส่วนระยะ Optimum ของช่องระหว่างกระจก คือ 20 mm (3/4 นิ้ว) คือเป็นระยะที่กั้นความร้อนได้ดีที่สุด โดยถ้าทำการปรับระยะห่างระหว่างกระจกให้มีระยะห่างมากกว่านี้ จะไม่สามารถกั้นความร้อนได้มากขึ้น มีแต่ลดพื้นที่ใช้สอยลงไปเท่านั้น

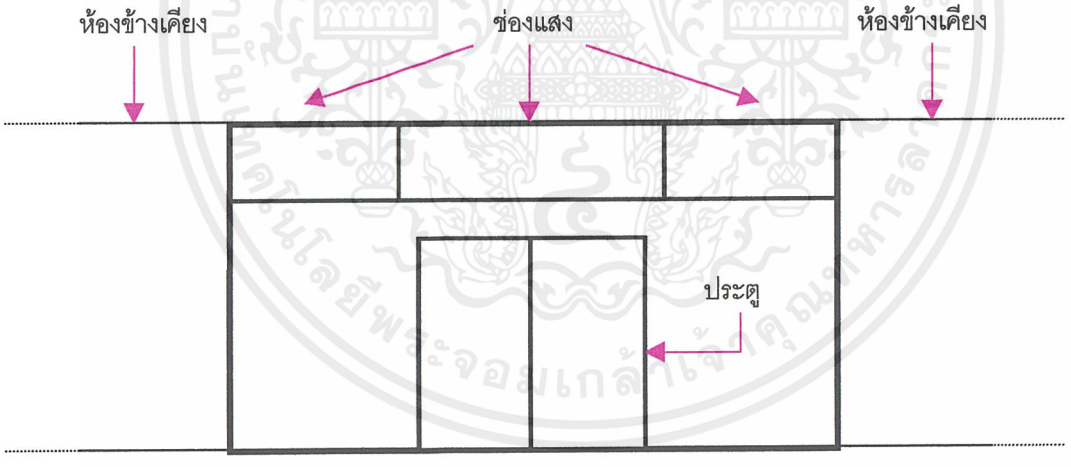
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลอง

ห้องที่ทำการปรับปรุงให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน คือห้อง 607 ชั้นที่ 6 ตึกจุฬาภรณ์ ซึ่งมีเครื่องปรับอากาศขนาด 44000 BTU โดยลักษณะของห้องแสดงดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของห้องในแนวตัดขวาง



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของห้องด้านหน้า และห้องที่อยู่ติดกัน

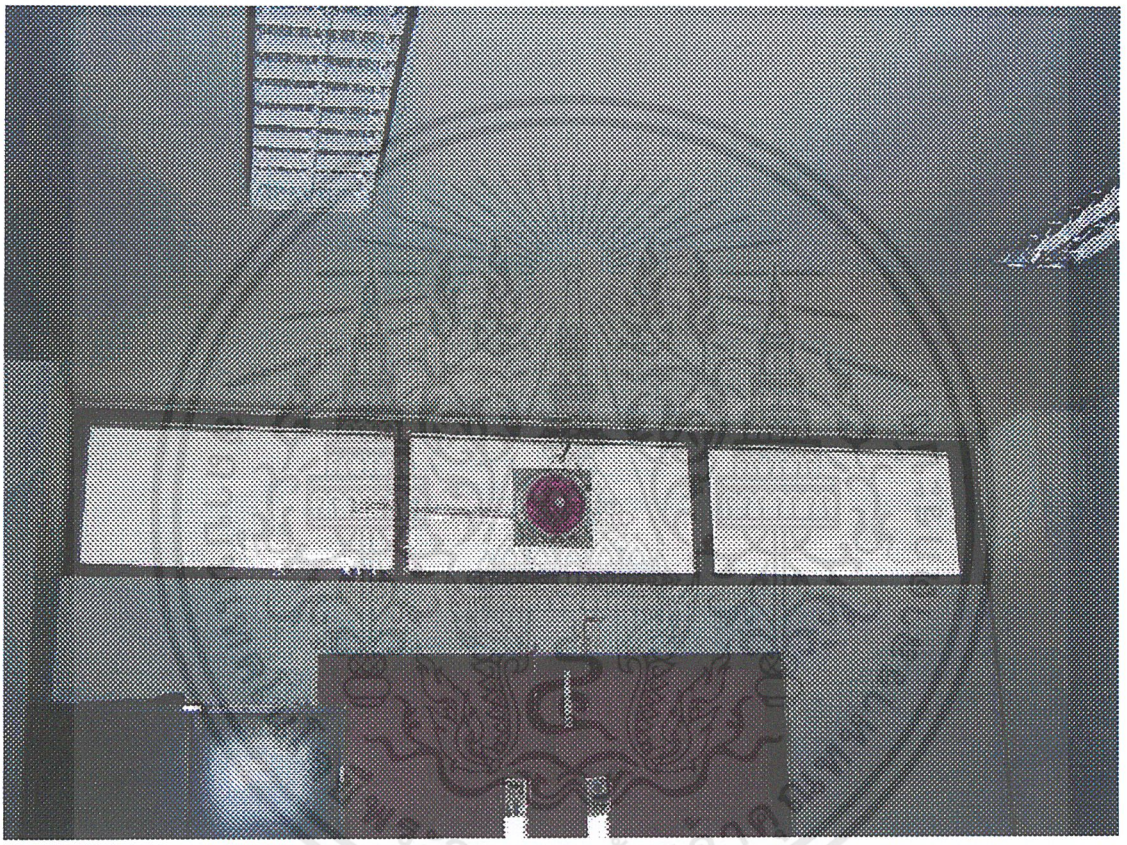
ห้องที่ทำการปรับปรุงนั้น มีพื้นที่ของหน้าต่างและช่องแสงบริเวณด้านบนของประตู เป็น 5.95 และ 1.635 ตารางเมตร ตามลำดับ และมีเครื่องปรับอากาศขนาด 44000 Btu ซึ่งใน 1 ชั่วโมงใช้พลังงานไฟฟ้า $44000 \times 0.293071 = 12.895124$ kW (1 Btu = 0.293071 W) โดยห้องที่ทำการปรับปรุงมีข้อดีคือ มีห้องขนาบอยู่ทั้งทางด้านซ้ายและขวา ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อน เหมือนกับคอนโดมิเนียม ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศน้อยกว่าบ้านเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงานนั้น จะทำการใช้พลาสติกใสแทนการใช้กระจก เนื่องจากงบประมาณที่มีจำกัด

3.1 การปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน

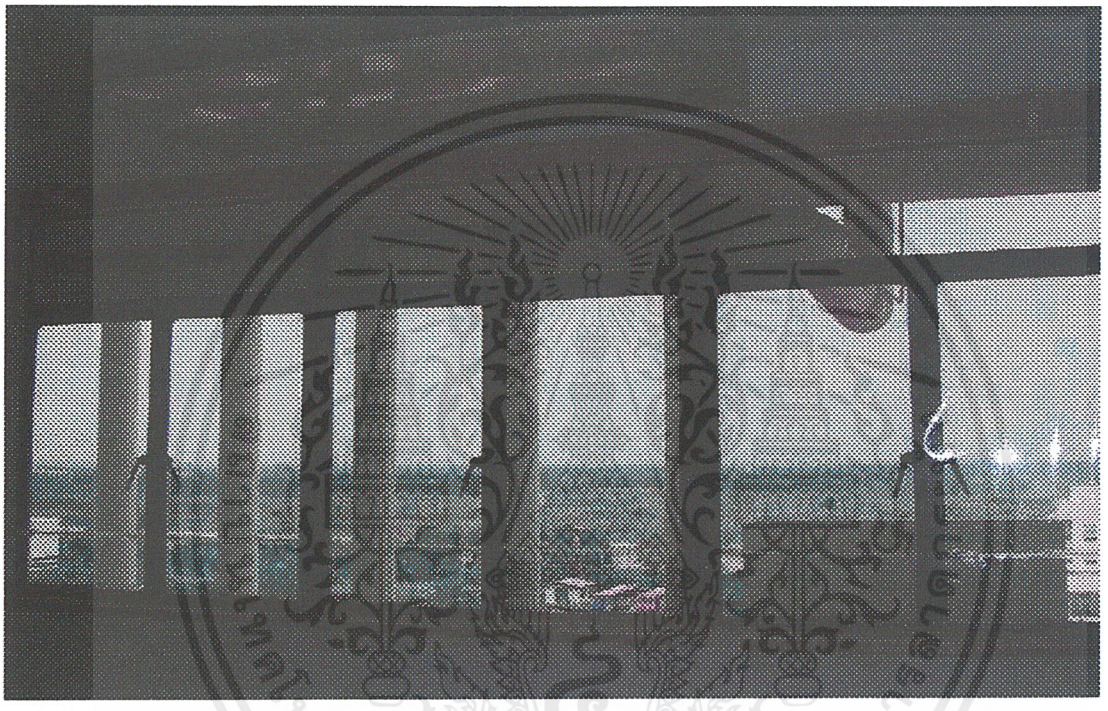
3.1.1 ติดพลาสติกใสที่ช่องแสงที่อยู่บริเวณด้านบนของประตู ทำให้มีคุณสมบัติเหมือนกระจกสองชั้น โดยมีอากาศอยู่ในช่องว่างนั้น



รูปที่ 3.3 แสดงการนำพลาสติกใสมาติดกับช่องแสงที่อยู่เหนือบริเวณประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แผ่นพลาสติกใสที่นำมาใช้แทนกระจกถูกประกอบเข้ากับโครงไม้เพื่อให้พลาสติกใสตึง และมีลักษณะเช่นเดียวกับแผ่นกระจก และสามารถปรับเลื่อนระยะห่างจากกระจกได้ โดยไม่มีการถ่ายเทของอากาศระหว่างชั้นของกระจกกับพลาสติกกับอากาศภายในห้อง ระยะห่างเริ่มต้นระหว่างกระจกกับพลาสติกใส คือ 5 เซนติเมตร (เนื่องจากมีข้อจำกัดของหน้าต่างที่มีอยู่แล้ว)



รูปที่ 3.4 แสดงวิธีนำพลาสติกมาติดกับหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ปิดกั้นช่องว่างระหว่างประตูทั้ง2บาน และช่องระหว่างประตูกับพื้นด้วยวัสดุยืดหยุ่น เพื่อไม่ให้อากาศเย็นไหลออกนอกห้อง

รูปที่ 3.5 แสดงวิธีการนำวัสดุมาติดที่ช่องระหว่างประตู

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บข้อมูล

3.2.1 เก็บข้อมูลของห้องที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง

3.2.2 เก็บข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกใสบริเวณช่องแสงด้านบนประตู

3.2.3 เก็บข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มโดยการติดพลาสติกใสบริเวณหน้าต่าง โดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร แต่ยังไม่ได้ทำการติดพรมบริเวณช่องว่างระหว่างประตู

3.2.4 จากข้อ 3.2.3 ทำการปรับปรุงเพิ่มโดยการติดพรมบริเวณช่องว่างระหว่างประตู

3.2.5 จากข้อ 3.2.4 ระยะห่างของพลาสติกกับกระจกถูกปรับเป็น 6 เซนติเมตร และทำการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 จากข้อ 3.2.5 ระยะห่างของพลาสติกกับกระจกถูกปรับเป็น 7 เซนติเมตร และทำการเก็บข้อมูล

3.3. การเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลในแต่ละวัน เริ่มต้นจากการเก็บหน่วยไฟฟ้าเริ่มต้นของแต่ละวัน (เนื่องจากห้องที่ทำการปรับปรุงมีการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดทั้งวัน) ,บันทึกอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องโดยสังเกตจากเทอร์โมมิเตอร์ และสังเกตสภาพอากาศภายนอกห้อง โดยหลังจากทำการเก็บข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการบันทึกหน่วยค่าไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนชั่วโมงที่ทำการเก็บข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการบันทึกข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ เมื่อห้องยังไม่ได้รับการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4.1

ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บข้อมูล (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_2 - T_1$ (ΔT)			
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.0	30.0	6.0	6.0	10.3	1.717
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.0	30.0	6.0	5.5	9.0	1.636
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	23.5	29.0	5.5	5.0	9.0	1.800
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.5	30.0	5.5	5.0	9.2	1.840
ท้องฟ้าสลัว มีเมฆมาก	24.5	29.5	5.0	5.0	8.5	1.700
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	25.0	30.0	5.0	5.0	9.2	1.840
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.0	29.0	5.0	5.0	11.4	2.280
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	23.0	28.0	5.0	4.5	9.7	2.156
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	23.5	28.0	4.5	5.0	8.3	1.660
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.3	28.5	4.2	5.0	7.5	1.500
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.0	28.0	4.0	5.0	6.5	1.300
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	29.0	4.0	4.0	9.2	2.300
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.5	28.5	4.0	4.0	9.1	2.275
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.0	27.5	3.5	5.0	9.3	1.860

ตารางที่ 4.1 แสดงผลข้อมูลของห้องก่อนได้รับการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเก็บหน่วยไฟฟ้าของห้องที่ได้รับการปรับปรุง มีผลการเก็บข้อมูลเป็นดังตาราง ที่ 4.2-4.6

ทำการติดพลาสติกบริเวณช่องแสงด้านบนของประตู						
ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บค่า (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_1 - T_2$ (ΔT)			
ห้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.0	30.0	6.0	5.0	10.0	2.000
ห้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.0	29.5	5.5	5.5	10.4	1.891
ห้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.0	29.0	5.0	6.0	10.7	1.783
ห้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.5	29.5	5.0	4.5	9.2	2.044
ห้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	25.0	30.0	5.0	5.5	10.4	1.891
ห้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	25.0	29.0	4.0	5.0	8.0	1.600

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกบริเวณช่องแสงด้านบนประตู

ทำการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างและช่องแสง แต่ยังไม่ทำการติดวัสดุบริเวณช่องระหว่างประตู						
ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บค่า (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_2 - T_1$ (ΔT)			
ห้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	31.0	6.0	5.0	6.9	1.380
ห้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	31.0	6.0	5.0	7.5	1.500
ห้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	31.0	6.0	5.0	7.4	1.480
ห้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	31.0	6.0	5.0	7.2	1.440

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่ม โดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างโดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร แต่ยังไม่ทำการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43934

ทำการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างห้อง และเพิ่มการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตูแล้ว						
ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บค่า (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ ต่อ ชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_2 - T_1$ (ΔT)			
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	25.0	30.0	5.0	5.0	5.4	1.080
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	25.0	30.0	5.0	4.0	5.0	1.250
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	30.0	5.0	5.0	5.5	1.100
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	25.0	30.0	5.0	5.0	5.0	1.000
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	25.0	29.5	4.5	4.5	4.5	1.000
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.0	28.5	4.5	6.0	6.0	1.000
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	29.5	4.5	4.5	4.7	1.044
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.5	29.0	4.5	4.0	4.8	1.200
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	24.5	29.0	4.5	4.0	4.3	1.075
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	25.0	29.5	4.5	5.5	5.5	1.000
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.5	28.5	4.0	4.0	4.0	1.000
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.5	28.5	4.0	4.0	4.4	1.100
ฝนตก	25.0	28.0	3.0	4.0	3.5	0.875

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างห้อง โดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร และเพิ่มการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตูแล้ว

ทำการเลื่อนระยะห่างระหว่างกระจกกับพลาสติกเป็น 6 เซนติเมตร						
ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บค่า (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ ต่อ ชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_2 - T_1$ (ΔT)			
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆน้อย	24.0	29.0	5.0	5.0	5.5	1.100
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	25.0	29.5	4.5	5.0	5.3	1.060
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	24.5	29.0	4.5	4.5	5.0	1.111
ท้องฟ้าโปร่ง มีเมฆบางส่วน	25.0	29.0	4.0	5.0	5.6	1.120
ฝนตก	25.0	28.5	3.5	6.0	4.5	0.750
ฝนตก	25.0	27.0	2.0	5.0	3.5	0.700

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 6 เซนติเมตร

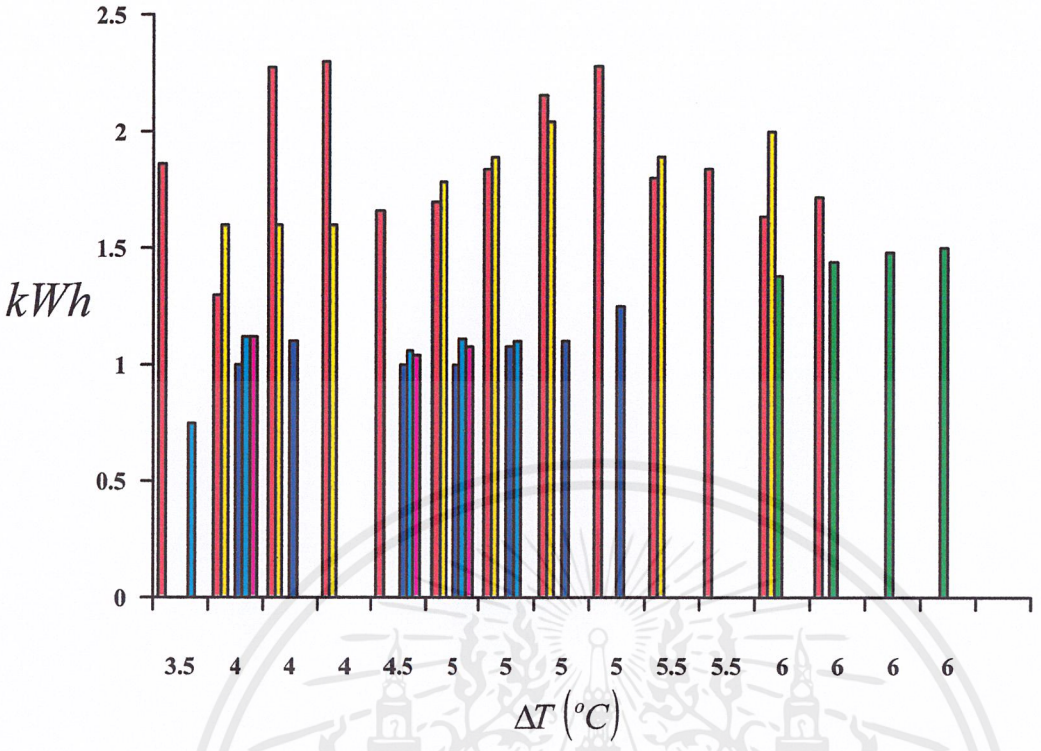
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเลื่อนระยะห่างระหว่างกระจกกับพลาสติกเป็น 7 เซนติเมตร						
ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิเฉลี่ย (^{o}C)			จำนวนชั่วโมงที่เก็บค่า (hr)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ ต่อ ชั่วโมง (kWh)
	ภายในห้อง (T_1)	ภายนอกห้อง (T_2)	$T_2 - T_1$ (ΔT)			
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	30.0	5.0	5.0	5.4	1.080
ท้องฟ้าสลัว มีเมฆมาก	24.0	28.5	4.5	5.0	5.2	1.040
ท้องฟ้าโปร่ง ไม่มีเมฆ	25.0	29.0	4.0	5.0	5.6	1.120
ฝนตก	24.0	27.0	3.0	4.0	3.4	0.850

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 7 เซนติเมตร

การเปรียบเทียบข้อมูลหน่วยไฟฟ้าของห้องในลักษณะต่างๆกันในตารางที่ 4.1-4.6 นั้น สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่มีค่า ΔT เท่ากัน โดยสามารถสังเกตได้จากกราฟรูปที่ 4.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการบันทึกข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ เมื่อห้องยังไม่ได้รับการปรับปรุง

แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกบริเวณช่องแสงด้านบนประตู

แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่ม โดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างโดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร แต่ยังไม่ทำการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตู

แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงโดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างห้องโดยมีระยะห่าง 5 เซนติเมตร และเพิ่มการติดพรมบริเวณช่องระหว่างประตูแล้ว

แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเสร็จสมบูรณ์แล้ว และเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 6 เซนติเมตร

แสดงข้อมูลของห้องที่ได้รับการปรับปรุงเสร็จสมบูรณ์แล้ว และเลื่อนระยะของพลาสติกเป็น 7 เซนติเมตร

รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงกับความแตกต่างของอุณหภูมิในลักษณะของห้องที่มีการปรับปรุงแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ $H = kA\frac{\Delta T}{\Delta X}$, A มีค่าคงที่ เนื่องจากทำการปรับปรุงในห้องเดียวกัน และ ΔT ไม่สามารถควบคุมได้ (แต่สามารถเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่มี ΔT เท่ากันได้) ดังนั้น k และ ΔX เป็นตัวแปรที่ทำให้ H มีค่าแตกต่างกัน การทำโครงงานพิเศษได้ใช้อากาศเป็นตัวกลาง เนื่องจากอากาศมีค่า k เท่ากับ 0.026 $Wm^{-1}K^{-1}$ ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยมาก ทำให้ในโครงการพิเศษนี้มีตัวแปรตัวเดียวที่ทำให้ค่า H มีค่าแตกต่าง นั้นคือ ΔX และในทางทฤษฎีนั้น ถ้าΔX มีค่ามาก จะทำให้ค่า H มีค่าน้อย แต่ในทางปฏิบัตินั้น ค่า ΔX จะมีผลต่อค่า H จนถึงระยะ OPTIMUM เท่านั้น โดยถ้า ΔX มีค่ามากกว่าค่า OPTIMUM ของระยะห่างระหว่างช่องกระจกแล้ว จะทำให้ค่า H มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (สำหรับค่า ΔT ค่าหนึ่ง) จนถือได้ว่าไม่เปลี่ยนแปลง

ข้อมูลที่เก็บได้อาจมีค่าผิดพลาดได้ เนื่องจากการที่มีการเปิด-ปิดประตูเข้าออกบ่อยครั้ง ซึ่งในการเปิด-ปิดประตูแต่ละครั้งนั้น อากาศเย็นภายในห้องจะไหลออกนอกห้อง ทำให้อากาศภายในห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น คอมเพรสเซอร์แอร์ต้องทำงานมากขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย

จากตารางจะเห็นได้ว่า ก่อนมีการปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน อัตราการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 1.7-2.1 kWh/h โดยเมื่อมีการปรับปรุงห้องโดยการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างนั้น อัตราการใช้ไฟฟ้าจะลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 1.3-1.5 kWh/h ซึ่งสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ 0.5 kWh/h แสดงให้เห็นว่าการทำการติดพลาสติกบริเวณหน้าต่างของห้องเป็นพื้นที่ 5.95 ตารางเมตร และช่องแสงบริเวณด้านบนของประตูเป็นพื้นที่ 1.635 ตารางเมตรนั้น สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ถึง $\frac{0.5}{7.585} = 0.0659$ kWh/m^2h และเมื่อมีการปรับปรุงห้องเพิ่มโดยการติดพรมบริเวณประตู (ช่องว่างระหว่างประตูมีระยะห่างมาก)อัตราการใช้ไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 0.8-1.2 kWh/h เท่านั้น แสดงให้เห็นถึงการประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้นอีก 0.4 kWh/h ดังนั้นเมื่อทำการปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงานโดยการติดพลาสติกที่หน้าต่าง และติดพรมบริเวณช่องว่างระหว่างประตูแล้ว สามารถลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 0.9 kWh/h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปัญหาสำคัญในการทำโครงการพิเศษนี้ คือ สภาพอากาศภายนอกห้อง และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง เนื่องจากทั้งสองปัญหานี้ไม่สามารถทำการควบคุมได้ การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบนั้นสามารถทำได้ยาก เพราะการเปรียบเทียบข้อมูลนั้น ต้องการให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิที่เท่ากัน แต่การเก็บข้อมูลของห้องก่อนได้รับการปรับปรุงนั้น ได้ทำการเก็บข้อมูลในขณะที่อุณหภูมิภายนอกห้องต่ำ และเมื่อมีการปรับปรุงห้องแล้ว ได้ทำการเก็บข้อมูลในขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าขณะที่ยังไม่มีการปรับปรุงห้อง ทั้งนี้มีผลมาจากสภาพอากาศภายนอกด้วย ทำให้ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลมากขึ้น เพื่อให้ได้สภาพอากาศ และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องที่คล้ายกันมากที่สุด

แต่การทำโครงงานพิเศษนี้ ไม่ได้ทำการหาจุด Optimum ของระยะห่างระหว่างกระจกกับพลาสติกได้ เนื่องจากการปรับปรุงห้อง จะไม่ทำการรื้อถอน หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในห้อง แต่จะทำการปรับปรุงต่อเติมจากของเดิม และเนื่องจากเหตุผลข้างต้นทำให้ระยะห่างระหว่างกระจกกับพลาสติกนั้น ต้องเริ่มต้นที่ 5 เซนติเมตร และทำการเลื่อนระยะออกเป็น 6 และ 7 เซนติเมตร ตามลำดับ ข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าเมื่อมีการเลื่อนระยะออกไปนั้น ไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าจุด Optimum Thickness นั้น ต้องมีระยะห่างระหว่างกระจกกับพลาสติกน้อยกว่า 5 เซนติเมตร

การนำทฤษฎีของห้องประหยัดพลังงานไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้น ต้องทำการศึกษาตั้งแต่การเริ่มต้นออกแบบ เนื่องจากการปรับปรุงแต่งเติมภายหลังนั้นทำได้ยาก โดยการใช้กระจก 2 ชั้นแทนการใช้กระจกธรรมดา ซึ่งอาจจะต้องใช้ต้นทุนสูงกว่าแต่ในระยะยาวนั้น สามารถลดค่าใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้มาก เช่น ถ้าใช้เวลานอน 8 ชั่วโมง และอัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2 บาท จากตารางในบทที่ 4 นั้น เห็นได้ว่าเราสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 0.9 kWh/h แสดงว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายไปได้ถึง $0.9 \times 8 \times 2 = 14.4$ บาทต่อวัน ดังนั้นในระยะเวลา 1 ปี จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 5184 บาท โดยเงินลงทุนในการปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงานนั้น ใช้ค่าใช้จ่ายประมาณ 3000-4000 บาท แสดงว่าการทำการปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงานนั้น สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาไม่ถึง 1 ปี

การประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น ไม่เพียงแต่จะเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเท่านั้น แต่สามารถรักษาสภาพแวดล้อมได้ คือ สามารถลดอัตราการเกิด SO_2 ซึ่งซึ่งเป็น Greenhouse gases และยังส่งผลดีต่อชั้นโอโซน เนื่องจากการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำโดยการลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งหมายถึงการลดสาร CFC ที่ระเหยจากเครื่องปรับอากาศเนื่องจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง

การทำโครงงานพิเศษโดยการปรับปรุงห้องให้เป็นห้องประหยัดพลังงาน โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ในเรื่อง การส่งผ่านความร้อน นั้น สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จริง ดังข้อมูลที่แสดงอยู่ในตารางที่ 4.1-4.6 โดยการปรับปรุงห้องบริเวณช่องว่างระหว่างประตู สามารถลดค่าไฟฟ้าได้มาก เนื่องจากช่องระหว่างประตูมีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการพาอากาศที่เย็นภายในห้องออกไปนอกห้อง ทำให้ห้องไม่สามารถรักษาความเย็นได้ ดังนั้นเครื่องปรับอากาศจึงทำงานหนักและใช้ไพลังงานไฟฟ้ามาก การติดพรมบริเวณประตูสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 0.4 kWh/h และการติดพลาสติกเพียงด้านเดียวไม่ได้ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ(ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2) แต่เมื่อมีการติดพลาสติกที่หน้าต่างอีกด้านหนึ่งของห้องเพิ่มเติม จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 0.5 kWh/h แสดงว่าการทำห้องประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น มีประสิทธิภาพในการลดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 0.9 kWh/h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Raymond A. Serway Physics for Scientists & Engineering with Modern Physics,3rd Edition, Saunders College Publishing,1992.

American Chemical Society Chemistry in Context, Wm. C. Brown Communication Inc., 1994

http://www.aceee.org/consumerguide/windo.htm

ตรึงใจ บูรณสมภพ การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน, อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone

บรรยากาศทำหน้าที่ป้องกันรังสีอัตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์ไม่ให้ตกกระทบถึงพื้นโลกมากเกินไปเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ก๊าซสำคัญที่ทำหน้าที่กรองรังสีอัลตราไวโอเลตก็คือโอโซน โอโซนเป็นก๊าซที่มีปริมาณน้อยมากในบรรยากาศโอโซน อยู่กระจายปกคลุม โลกจนถึงระดับความสูง 6 กิโลเมตร แต่จะมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ความสูง ระหว่าง 20 ถึง 25 กิโลเมตร ที่ความสูงดังกล่าว จะมีโอโซน 1 โมเลกุลในทุกๆ 100,000โมเลกุลของก๊าซชั้นโอโซนจึงเปรียบเสมือนชั้นบางๆ ที่คอยกั้นรังสีอัลตราไวโอเลตไม่ให้ส่องลงมาถึงมนุษย์มากเกินไป แต่เมื่อไม่นานมานักพบว่าชั้นโอโซนกำลังถูกทำลายโดยสารเคมีหลายชนิดสารเคมีที่มีบทบาทในการทำลายโอโซนมากที่สุดก็คือซีเอฟซี สารตัวนี้ใช้กันมากในอุตสาหกรรมทำความเย็น คือใช้เป็นสารทำความเย็นในตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ ใช้เป็นสารขับดันในกระป๋องสเปรย์และอื่นๆ นอกจากนี้ยังใช้ซีเอฟซีในกระบวนการผลิตโฟมอีกด้วย

เมื่อสารซีเอฟซีถูกปล่อยสู่บรรยากาศ จะมีผลเสียต่อบรรยากาศ 2 ประการ ประการแรกทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น เพราะสารซีเอฟซีสามารถดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์มาก ประการที่สองมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายชั้นโอโซน จากการศึกษาพบว่าเมื่อสารซีเอฟซีถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจะลอยตัวสูงขึ้น เมื่อถูกรังสีอัตราไวโอเลตจะสลายตัวได้อะตอมคลอรีนออกมา อะตอมคลอรีนจะไปทำลายโมเลกุลของโอโซน พบว่าอะตอมคลอรีนเพียง 1อะตอมสามารถได้ทำลายโมเลกุลของโอโซนได้ถึง 100,000 โมเลกุล

ถ้าชั้นโอโซนถูกทำลายจะเกิดผลอะไรบ้าง รังสีอัลตราไวโอเลตที่ตกกระทบถึงผิวโลกเราทุกวันนี้เป็นรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดบีหรือเรียกสั้นๆว่ายูวี-บี(UV-B)มีความยาวคลื่นระหว่าง290 ถึง320นาโนเมตร ยูวี-บี จะมีปริมาณมากในตอนกลางวันที่มีแดดจัด ถ้าอยู่กลางแดดเป็นเวลานานๆอาจทำให้ผิวหนังเกรียมอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังบางชนิด หรือโรคตาเช่นต้อกระจก ถ้าชั้นโอโซน ถูกทำลายลงทีละน้อยก็หมายความว่าปริมาณยูวี-บี ที่ตกกระทบถึงโลกมีมากขึ้น จะมีผู้ป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งผิวหนังเพิ่มขึ้น รวมทั้งโรคทางตาด้วยนอกจากยูวี-บีที่เพิ่มขึ้นจะเป็น อันตรายต่อมนุษย์แล้วยังพบว่าเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์ด้วย จากการศึกษากับพืชกว่า 200 ชนิดให้ได้รับยูวี-บีเพิ่มขึ้น พบว่าพืช 2 ใน 3 มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก พบว่าถ้าได้รับยูวี-บีเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ผลผลิตจะลดลงถึงร้อยละ 20 ถึง 25 ส่วนวัวควายและสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ ก็จะเจ็บป่วยด้วยโรคทางตาและผิวหนังเช่นเดียวกับมนุษย์

ผลอีกประการก็คือรังสีอัลตราไวโอเลตในช่วงความยาวคลื่น240 ถึง290 นาโนเมตรที่มีชื่อเรียกว่า ยูวี-ซี (UV-C)ซึ่งปกติไม่เคยตกกระทบถึงพื้นโลกเลยอาจจะผ่านมาถึงพื้นโลกได้ เมื่อผ่านเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงพื้นโลกแล้วจะเกิดผลอะไรต่อมนุษย์บ้างนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัด แต่จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่ายูวี-ซีสามารถทำลายกรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นสารสำคัญในเซลล์สิ่งมีชีวิต รวมทั้งขัดขวางการทำงานของเซลล์ด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงแง่มุมหนึ่งของบรรยากาศที่แสดงให้เห็นถึงคุณประโยชน์อันอนันต์ของบรรยากาศที่มีต่อโลกของเรา รวมทั้งชี้ให้เห็นถึงพฤติกรรมของมนุษย์ที่กำลังทำให้บรรยากาศเปลี่ยนแปลงรวมทั้งผลที่คาดว่าอาจจะเกิดขึ้นในอนาคต บรรยากาศเป็นทรัพยากรธรรมชาติชนิดหนึ่ง แต่เป็นทรัพยากรธรรมชาติสำหรับมนุษย์ทุกคนและสำหรับมวลสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลกเราไม่สามารถแบ่งสรรบรรยากาศออกเป็นส่วนๆ แล้วเข้าครอบครองเช่นทรัพยากรอื่น ๆ ได้ ถ้าบรรยากาศถูกทำลายไม่ว่าส่วนใดย่อมหมายถึงผลกระทบในวงกว้างสู่ทุกๆคนจงช่วยกันรักษาเอาไว้ เพราะนั่นหมายถึงรักษาชีวิตของเราไว้ด้วย

Greenhouse effect

โลกของเรามีก๊าซต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบ ทำหน้าที่คล้ายเรือนกระจกหรือกรีนเฮาส์เป็นเกราะกำบังกรองความร้อนที่จะผ่านลงมายังพื้นผิวโลก และเก็บกักความร้อนบางส่วนเอาไว้ ทำให้โลกมีอุณหภูมิพอเหมาะสำหรับการดำรงชีวิต

แต่ในปัจจุบันมนุษย์กำลังเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกอย่างร้ายแรง โดยการก่อและใช้สารเคมีบางชนิดในกิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถทำลายเกราะป้องกันของโลก และก๊าซบางชนิดยังก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก GREENHOUSE EFFECT โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจนหนาแน่นขึ้น ทำให้เก็บกักความร้อนได้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิอากาศของโลกสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศต่าง ๆ และมหาสมุทรจะขยายตัวจนเกิดน้ำท่วมได้ในอนาคต

สาเหตุของการเกิดภาวะเรือนกระจก

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซชนิดที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมในบรรยากาศของโลกมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ เป็นตัวการสำคัญที่สุดของปรากฏการณ์เรือนกระจกที่มนุษย์เป็นผู้กระทำ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินเพื่อผลิตไฟฟ้า การตัดไม้ทำลายป่า

ก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดจากของเสียจากสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย การทำนาที่ลุ่มน้ำท่วมขัง การเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมืองถ่านหิน

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_20) เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และจากการใช้ปุ๋ยไนเตรดในไร่นา การขยายพื้นที่เพาะปลูก การเผาไหม้ เผาหญ้า มูลสัตว์ที่ย่อยสลาย และเชื้อเพลิงถ่านหินจากอุตสาห

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี หรืออุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด

คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon- CFC) เป็นก๊าซที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในเครื่องทำความเย็นชนิดต่าง ๆ เป็นก๊าซขับดันในกระป๋องสเปรย์ และเป็นสารผสมทำให้เกิดฟองในการผลิตโฟม เป็นต้น ซีเอฟซี มีผลกระทบรุนแรงต่อบรรยากาศ ทั้งในด้านทำให้โลกร้อนขึ้น ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และทำลายบรรยากาศโลกจนเกิดรูรั่วในชั้นโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตความสบาย
(COMFORT ZONE)

เขตความสบายของมนุษย์ มีผลมาจากบัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมสี่ประการ คือ อุณหภูมิของอากาศ การเคลื่อนไหวของลม ความชื้น การแผ่รังสี นอกจากนั้นยังรวมทั้งกิจกรรมและการสวมใส่ เสื้อผ้าของมนุษย์

อุณหภูมิของอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง ที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่อย่างสุขสบายของผู้อาศัย ซึ่งมีผลกระทบถึงร่างกายและจิตใจของมนุษย์อย่างมาก ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ นอกจากร่างกายจะไม่มีความสุขสบายแล้ว ยังทำให้จิตใจเรามีความหงุดหงิดอึดอัดและเกิดอารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของนักจิตวิทยาพบว่า ห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติคือ มีอากาศภายในห้องที่เย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย คนสามารถทำงานได้ดี และกระฉับกระเฉงมากกว่าในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ

ความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญถัดมาจากอุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำในอากาศไม่สามารถจะทำให้อุณหภูมิในร่างกายเราสูงหรือต่ำลงโดยตรง แต่สามารถทำให้เราเกิดความรู้สึกร้อนหรือเย็นได้ จากเหงื่อที่ไหลออกมา[1] หากอากาศมีปริมาณน้ำมาก เหงื่อก็จะไม่สามารถระเหยได้เร็ว ทำให้เรามีความรู้สึกอึดอัดรำคาญ จนกระทั่งมีลมมาช่วยเร่งการระเหยของเหงื่อ ทำให้เรารู้สึกเย็นสบายขึ้น ส่วนในเขตร้อนแห้ง เหงื่อจากร่างกายจะไม่ค่อยปรากฏ เพราะจะระเหยออกอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบที่อยู่อาศัยของคนเราสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเราจำเป็นต้องเข้าใจถึงสภาพความสบายและพื้นฐานของการสร้างความร้อนในร่างกายคนเราด้วย ร่างกายเราสร้างความร้อนและขับความร้อนอย่างไรย่อมมีส่วนในการนำมาพิจารณาเกี่ยวกับการออกแบบทำความร้อน-เย็น มีการควบคุมอุณหภูมิสองวิธี คือ วิธีหนึ่งพยายามควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในเขตความสบายและวิธีที่สองคือการสร้างเขตความสบายให้เข้ากับสภาพของร่างกาย

---

(1) Givoni, B. "Man Climate and Architecture." Elsevier Publishing Co.,Ltd., London,1969, p.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มความร้อนในร่างกาย (The Body's Heat Production)

ร่างกายเราสร้างเสริมความร้อนภายในร่างกายตลอดเวลาทุก ๆ วัน เรานอน เดิน วิ่ง เล่น และทำงาน ล้วนแล้วแต่เป็นการสร้างความร้อนให้เกิดขึ้นทั้งสิ้น พลังงานในร่างกายทั้งหมดนี้ได้มาจากอาหารที่เรากินและย่อย กระบวนการที่อาหารเผาผลาญกลายเป็นพลังงานเกิดขึ้นนี้เรียกว่าเมแทบอลิซึม (Metabolism) พลังงานที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว ร่างกายจะใช้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งจะสูญเสียออกไป การเพิ่มความร้อนในร่างกายเกิดขึ้นได้ดังนี้

1. จากการทำงานหรือออกกำลัง (การทำงานของกล้ามเนื้อ)
2. จากการย่อย
3. จากการตึงเครียดของกล้ามเนื้อ หรือการหดรัดของเลือดที่ไหลมาสู่ผิวเนื้อ
4. จากการดูดกลืนพลังงานซึ่งแผ่รังสีจาก
   - จากดวงอาทิตย์หรือการสะท้อนของรังสีดวงอาทิตย์
   - จากวัสดุที่ร้อน
   - จากไฟฟ้าหรือรังสีความร้อนอื่น ๆ
5. การนำความร้อนสู่ร่างกาย
   - จากอากาศที่ร้อนกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง
   - จากการสัมผัสวัสดุที่ร้อนกว่า
6. จากอากาศอับชื้น

การสูญเสียความร้อนในร่างกาย (The Body's Heat Loss)

อุณหภูมิปกติในร่างกายของเรา ถูกควบคุมอยู่ในอุณหภูมิไม่เกิน 37 องศาเซลเซียส การควบคุมให้อยู่ในอุณหภูมิคงที่นี้จะต้องทิ้งความร้อนที่มากกว่านี้ออกจากร่างกาย ทำให้เกิดความสมดุลย์ทางความร้อน (Heat Balance) ขึ้น เพราะฉะนั้นความร้อนที่เกิดขึ้น เช่น ความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ก็จะถูกขับทิ้งออกจากร่างกาย

ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดังนี้

1. โดยการแผ่รังสีออกไปสู่อากาศหรือสิ่งแวดล้อมที่เย็นกว่า
2. การถ่ายเทความร้อนออกมาด้วยการนำ
   2.1 เมื่ออุณหภูมิในอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวหนัง
   2.2 ด้วยการสัมผัสวัสดุที่เย็นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การระเหย

3.1 การระเหยจากผิวหนัง ได้แก่ การระเหยของน้ำในร่างกาย ซึ่งทำให้ร่างกายเย็นลง การระเหยจะเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในที่ ๆ มีอากาศแห้ง ทำให้รู้สึกสบายกว่าอากาศชื้น แต่ถ้าแห้งเกินไปจะทำให้แสบจมูก ลมจะมีส่วนช่วยในการระเหยพาเอาความร้อนในร่างกายออกไป

3.2 จากการหายใจเข้าออก เมื่ออุณหภูมิในอากาศสูงกว่าอุณหภูมิในร่างกาย ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยอย่างเดียว ในที่ซึ่งอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนได้เร็วทำให้รู้สึกสบาย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 80-90 % เหงื่อจะไม่สามารถระเหยได้ทำให้ร่างกายไม่สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็ว รู้สึกไม่สบาย เหนื่อยง่าย เหนียวตัว ชื้นอับ แต่ในขณะเดียวกันความชื้นก็จะช่วยลดอุณหภูมิในอากาศทำให้เย็นลง ในที่ซึ่งมีทั้งอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์สูงด้วยร่างกายจะถ่ายเทความร้อนได้น้อยทำให้รู้สึกร้อนมาก ตัวอย่างในประเทศไทยบางแห่งมีความชื้นสัมพัทธ์ 80 % อุณหภูมิ 27°C ร่างกายจะรู้สึกร้อนกว่าที่บางแห่งในเขตร้อนแห้งซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 43°C ความชื้นสัมพัทธ์ 10 %

ในร่างกายมีการควบคุมความสมดุลย์ของความร้อนหลายระบบด้วยกัน อัตราการหมุนเวียนของโลหิตก็มีส่วนช่วยการควบคุมนี้ ต่อมเหงื่อต่างๆ มีการเปิดกว้างหรือปิดลงเพื่อการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในร่างกาย

ความสมดุลย์ทางความร้อนในร่างกาย (The Body's Heat Balance)

ความสมดุลย์ทางความร้อนในร่างกายซึ่งมีอุณหภูมิปกติ คือ สภาวะความร้อนร่างกายได้รับ (Heat Gain) เท่ากับความร้อนที่สูญเสีย (Heat Loss) ถ้าเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นในร่างกายมากกว่าปกติ เราจะรู้สึกร้อนและเหงื่อออกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในทางตรงกันข้ามหากเราสูญเสียความร้อนในร่างกายมากเราจะเกิดความรู้สึกเย็นลง

การปรับปรุงอุณหภูมิในร่างกายอยู่ในลักษณะดังนี้

ก. อุณหภูมิในเนื้อเยื่อส่วนใน จะคงที่

ข. อุณหภูมิที่ผิวหนัง จะเปลี่ยนแปลงไม่คงที่

โลหิตเป็นทางถ่ายเทความร้อนส่วนเกิดจากเนื้อเยื่อภายในออกไปสู่ที่ผิวหนัง โดยมีหัวใจเป็นเครื่องสูบ

ถ้ามนุษย์เปลี่ยนที่อยู่จากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะดินฟ้าอากาศแตกต่างกัน เช่น จากที่อากาศร้อนไปที่ ๆ มีอากาศหนาว ร่างกายมนุษย์จะสามารถปรับตัวให้เคยชินเข้ากับดินฟ้า อากาศได้ในเวลาภายหลังจาก 2-3 อาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียความร้อนในสภาพแวดล้อมต่างๆ (Heat Loss in Various Thermal Environments)

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าความสบายของมนุษย์ (Human Comfort) นี้เกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของอากาศ และรังสีความร้อน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในร่างกายก็ได้รับการกระทบจากสิ่งเหล่านี้เช่นกัน เป็นต้นว่าการสูญเสียความร้อนทางการระเหย (Evaporative Heat Loss) ได้รับการกระตุ้นจากความชื้นในอากาศ ดังนั้นในสถานที่แตกต่างกันภูมิอากาศแตกต่างกันอิทธิพลจากสิ่งเหล่านี้จึงไม่เหมือนกัน เขตของความสบายในเขตร้อนชื้นเป็นตัวอย่างอันหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับการหมุนเวียนของอากาศ (ลม) และอุณหภูมิที่ควบคุมความชื้น

นอกจากเขตที่ตั้งแล้วยังเกี่ยวกับตัวมนุษย์เองอีกด้วย เช่น เพศ วัย เสื้อผ้าที่สวมใส่ รูปร่างของตนเอง รวมทั้งสภาพของผิวหนังแต่ละคน อีกทั้งสภาพของจิตใจและสังคมของกลุ่มคนเหล่านี้ ล้วนแต่เป็นปัจจัยอันหนึ่งที่จะมีอิทธิพลต่อการให้ความสุขสบายด้วย เป็นการยากที่จะตั้งช่วงของเขตความสบาย (Comfort Zone) อย่างแน่นอนตายตัวลงไป ดังนั้นระดับความสบายจึงเป็นช่วงกว้างๆ เพื่อใช้สำหรับที่ๆ มีภูมิอากาศแตกต่างกันได้

บุคคลที่อยู่ในสภาพดินฟ้าอากาศเดียวกันจะมีความรู้สึกไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของร่างกาย คนที่อายุน้อยจะมีความรู้สึกสบายในช่วงกว้างของอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีอายุมากจะรู้สึกหนาวเกินไปหรือร้อนเกินไป สำหรับผู้ที่คุ้นเคยกับอากาศร้อนสวมเสื้อบางๆ หรือทำงานเบาๆ จะชอบอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่าผู้ที่คุ้นเคยกับอากาศหนาว หรือทำงานหนัก

สภาพความสบายจะแปรไปตามบุคคลที่อยู่ในที่ซึ่งมีลักษณะดินฟ้าอากาศแตกต่างกันด้วย ในเขตหนาวและเขตอบอุ่น ร่างกายจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิประมาณ 20°C ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humiddity, R.H.) 30-36 % ที่ประเทศไนจีเรียทางเหนือเช่นเมือง Kaduna ซึ่งเป็นที่ๆ มีความชื้นต่ำจะรู้สึกสบายที่ 35°C ที่เมือง Lagos เมืองหลวงของไนจีเรียซึ่งมีลมแรงจะรู้สึกสบายที่ 30°C ที่ประเทศอังกฤษ 15 - 20°C ประเทศสหรัฐอเมริกา 21 - 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกามีค่า 30 - 70 % สำหรับประเทศไทยจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิ 22 - 29°C และความชื้นสัมพัทธ์ 20 - 75 %

สภาพความรู้สึกของผู้อาศัยภายในอาคารจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งต่อไปนี้

1. ระบบวิธีการทางธรรมชาติ (Natural Methods)
2. จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Artificial Methods)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิชีวภูมิอากาศ (The Bioclimatic Chart)

ในแผนภูมินี้จะแสดงเขตของความสบาย ในบริเวณกึ่งกลางภาพ ส่วนประกอบอื่นๆ ของลมฟ้าอากาศจะแสดงด้วยเส้นโค้งโดยรอบบริเวณเขตสบาย ซึ่งแสดงถึงสิ่งแวดล้อมโดยธรรมชาติที่จำเป็นในการช่วยให้รู้สึกสบายในที่จุดใดก็ตามบริเวณนอกเขตสบาย ในรูปเป็นแผนภูมิแสดงสำหรับเขตความสบายในกรุงเทพฯ ซึ่งอยู่ในละติจูด (Latitude) 14 องศาเหนือ และ 2 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

การอ่านแผนภูมิชีวภูมิอากาศ

ก. เหนือเขตความสบายเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องซึ่งแสดงความเร็วลม หมายถึงว่าในที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าระดับเขตความสบายจะต้องการลมมาช่วยเพื่อให้อยู่ในเขตของความสบาย

ข. เหนือเขตสบายเช่นเดียวกัน เป็นเส้นโค้งขาดซึ่งแสดงถึงการเพิ่มความชื้นหรือไอน้ำในอากาศ สำหรับในที่ซึ่งมีความชื้นน้อย แต่มีอุณหภูมิสูง

ค. ใต้เขตสบาย แสดงเส้นสำหรับต้องการเพิ่มความร้อนในที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำมาก

ตัวอย่าง

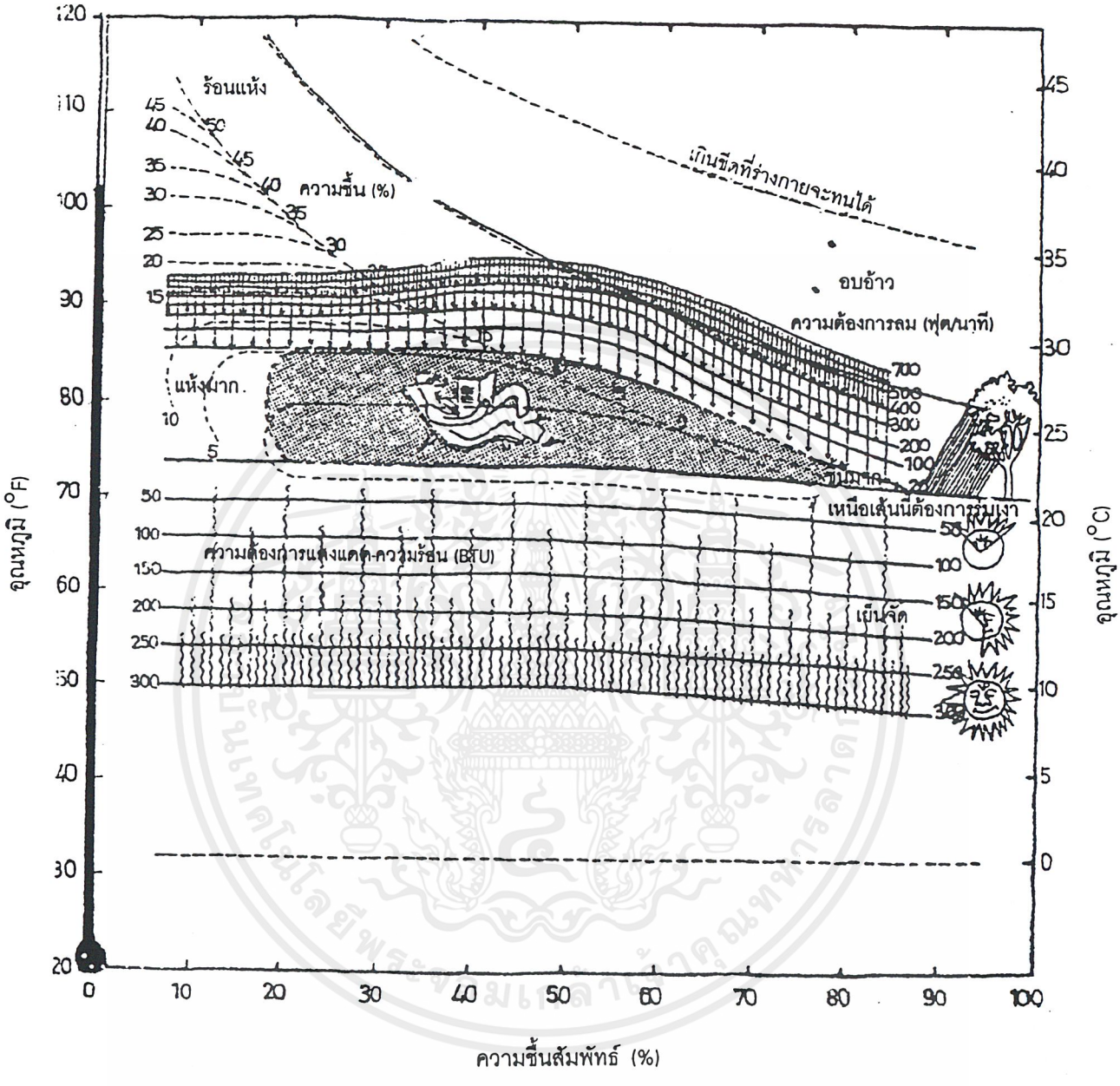
ที่อุณหภูมิ 80 องศาฟาเรนไฮท์ (26.7 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ไม่ต้องการอะไรมาช่วย เพราะอยู่ในเขตสบาย

ที่อุณหภูมิ 90 องศาฟาเรนไฮท์ (32.2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ต้องการลม 360 เมตร/วินาที มาช่วยจึงจะอยู่ในสภาพที่สบาย

ที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮท์ (10 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 56 % ต้องการความร้อน 290 BTU. มาช่วยจึงจะอยู่ในสภาพที่สบาย

ที่อุณหภูมิ 100 องศาฟาเรนไฮท์ (37.8 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 17 % ต้องการความชื้นมาช่วย 30 % จึงจะอยู่ในสภาพที่สบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนภูมิชีวภูมิอากาศแสดงเขตความสบายสำหรับกรุงเทพ [2]

---

(2) Bioclimatic Chart for Bangkok Thailand, Center for Tropical and Near Eastern Architecture, Partt Institute, Brooklyn, New York, 1968

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิอากาศกับที่ตั้งอาคาร
(CLIMATE AND SITE)

ภูมิอากาศ

ภูมิอากาศ (Climate) และสภาพลมฟ้าอากาศในวันหนึ่ง ๆ (Weather) มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่และการทำงานของมนุษย์เป็นอย่างมาก เช่น การเพาะปลูก การเดินเรือและการบิน เป็นต้น ดังนั้นจำเป็นต้องอาศัยการตรวจสอบอากาศก่อนและในระหว่างการเดินทางตลอดเวลา เพื่อความปลอดภัยของตน ทางด้านการเพาะปลูก แม้ว่าวิทยาการสมัยใหม่ต่าง ๆ เข้ามาช่วยให้ชาวไร่ชาวนาสามารถปลูกพืชได้เต็มที่ และสะดวกเพียงใด แต่พวกเขายังต้องอาศัยดินฟ้าอากาศเป็นเครื่องกำหนดชะตา ในการทำมาหากินของเขาอยู่นั่นเอง ไม่ว่าอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ย่อมมีผลกระทบต่อเขาอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้อิทธิพลของดินฟ้าอากาศยังเกี่ยวเนื่องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ทางด้านอื่นอีกมาก เช่น ด้านศาสนา สังคม ฯลฯ

ลมฟ้าอากาศในวันหนึ่ง ๆ นั้น เป็นสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในระยะเวลาชั่วโมงต่อชั่วโมง วันต่อวัน มิได้มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากเท่ากับลักษณะภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น ในเขตร้อนชื้นวันหนึ่งอาจมีสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว แต่อีกไม่กี่ชั่วโมงหรือวันต่อมาอาจมีลมเย็นพัดมาทำให้เกิดความสบายขึ้น หรือมีฝนตก เป็นต้น สภาพอากาศในตอนนั้นก็จะเปลี่ยนไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง

ส่วนภูมิอากาศ คือสภาพอากาศในท้องที่แต่ละแห่งของโลกซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในแถบขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้มีอากาศที่หนาวเย็น ในแถบเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นเขตที่มีอากาศอบอุ่นค่อนข้างร้อน และในแถบร้อนจัดอันได้แก่บริเวณทะเลทรายในทวีปอาฟริกาและแถบตะวันออกกลาง ก็จะมีสภาพอากาศที่ร้อนจัด ความแตกต่างของสภาพอากาศนี้ในแต่ละส่วนของโลกขึ้นอยู่กับตำแหน่งของละติจูด (Latitude) ความใกล้หรือไกลจากทะเลมหาสมุทร และสภาพทางภูมิศาสตร์ในท้องที่นั้น ๆ (Local Geographical Conditions)(1) สภาพภูมิประเทศในที่แตกต่างกันมาก ๆ ย่อมจะมีภูมิอากาศตามฤดูกาลที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นประเทศเดียวกันก็ตาม อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา มีภูมิอากาศที่แตกต่างกัน คือ บริเวณแถบเหนือของ

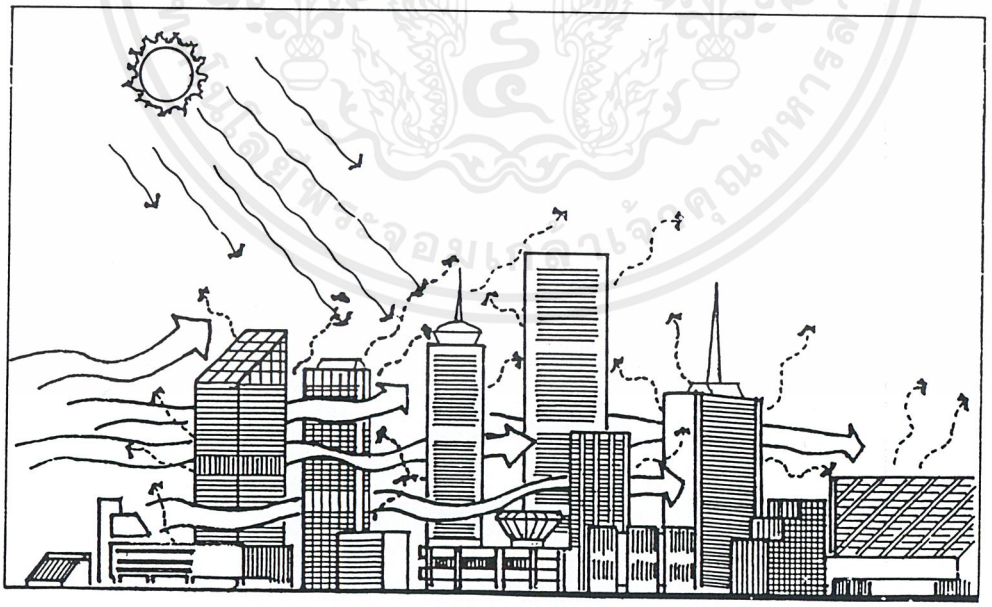
---

(1) Moore, W.G. "A Dictionary of Geography" Penguin Books, London, Fifth Edition, 1974, p. 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัฐเทคซัสจัดอยู่ในเขตทะเลทราย (Desert) และเขตร้อนชื้น เช่น รัฐฟลอริดาทางตะวันออกเฉียงใต้ ลักษณะสภาพอากาศของภูมิอากาศเฉพาะถิ่น (Micro-Climate) อาจจะแตกต่างจากภูมิอากาศ (Climate) ทั่วไปไม่มากก็น้อย ตัวอย่างเช่น ในท้องถิ่นหนึ่งซึ่งมีสภาพอากาศจัดอยู่ในเขตร้อน ลมเย็นจะพัดมาจากทิศเหนือ แต่เฉพาะบริเวณใกล้หุบเขา สภาพอากาศจะเป็นอีกลักษณะหนึ่งตรงกันข้ามกัน คือบริเวณนั้นอาจจะหนาวเย็น และลมเย็นพัดมาจากทิศตะวันออก อันเนื่องมาจากการปะทะกับภูเขา ทำให้กระแสลมเปลี่ยนทิศทางไปในบริเวณนั้น หรือตัวอย่างเช่น ในเขตทะเลทรายที่ร้อนจัดกับชายฝั่ง ทะเล สภาพภูมิอากาศในใจกลางทะเลทรายกับส่วนที่ติดกับทะเลย่อมมีอากาศที่แตกต่างกัน อย่างเช่น ประเทศในแถบอาฟริกา ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกัน ส่วนที่อยู่ติดทะเลจะมีอากาศเย็นชุ่มชื้น แต่เมื่อขึ้นเขาห่างออกมาในระยะทางไม่กี่กิโลเมตร จะพบกับพื้นดินที่แห้งแล้งแบบทะเลทราย และอากาศบริเวณนั้นจะเปลี่ยนเป็นร้อนและแห้ง ลักษณะต้นไม้ก็จะเปลี่ยนไปด้วย ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ภูมิอากาศเฉพาะถิ่น

ภูมิอากาศเฉพาะถิ่นจึงเป็นสภาพภูมิอากาศที่เจาะจงลงไปในท้องที่แต่ละแห่ง สภาพอากาศที่มีความสัมพันธ์กับภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นภูเขา หุบเขา ริมทะเล ริมบึง และหนองน้ำ และรวมถึงสภาพอากาศที่ปรุงแต่งขึ้นใหม่ในบริเวณที่ตั้งอาคารด้วย เช่นการปรุงแต่งโอเอซีสด้วยน้ำและต้นไม้ในกลางทะเลทราย เป็นต้น



รูปที่ 5.1 แสดงภูมิอากาศเฉพาะถิ่นในเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิอากาศ แบ่งออกตามสภาพอากาศได้หลายองค์ประกอบด้วยกัน แต่ละองค์ประกอบ (Climate Factor) ล้วนมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ในบทนี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรม ซึ่งมีดังนี้คือ

1. รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)
2. อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature)
3. ความชื้นและฝน (Humidity & Precipitation)
4. การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม (Air movement or wind)

1. รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)

ดวงอาทิตย์เป็นต้นกำเนิดของพลังงานต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้นเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละส่วนของโลก ก่อให้เกิดฤดูต่าง ๆ ขึ้นและเกิดลมพายุ เกิดฝนและความชื้น นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical) หลายประการแล้ว ทางด้านจิตวิทยา (Psychological) ของชุมชนในแต่ละท้องที่ที่มีภูมิอากาศแตกต่างกันย่อมมีนิสัยผิดแปลกกันในเรื่องความขยันขันแข็ง ความอดทนหรือความเกียจคร้าน อาทิเช่น ผู้คนในเขตหนาวหรือพวกที่อาศัยอยู่บนภูเขา จะมีความทรหดในการทำงานมากกว่าคนที่อยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำที่มีพืชพันธุ์ธัญญาหารอุดมสมบูรณ์ เพราะเขาเหล่านั้นต้องผจญภัยความร้ายกาจของธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา กลุ่มคนที่อยู่ในเขตที่มีอากาศร้อนจัด จะมีความกระตือรือร้นในการทำงานน้อยกว่าคนที่อยู่ในเขตหนาวหรืออบอุ่น นอกจากนี้แสดงแดดยังมีอิทธิพลต่อสีผิวของมนุษย์ด้วย เช่น ผู้ที่อยู่ในเขตร้อนจัดมีสีผิวที่ดำคล้ำ เพราะโดนแสงแดดเผามากและเป็นระยะเวลานาน เช่น ชาวแอฟริกา ผู้คนที่อยู่ในเขตร้อนชื้นจะมีสีผิวคล้ำ เหลือง แดง (Tan) ส่วนพวกที่อยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวจะมีสีผิวที่ขาว เหล่านี้เป็นต้น

ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกเราเป็นระยะทาง 150 ล้านกิโลเมตร แต่สามารถส่งพลังงานลงมายังพื้นโลกได้ 1.94 แคลลอรี่/ตารางเซนติเมตร/นาที หรือเท่ากับ 420 บีทียู/ตารางฟุต/ชั่วโมง[2] แม้ว่าพลังงานทั้งหมดไม่สามารถลงมาถึงพื้นผิวโลกเพราะการสูญเสียระหว่างทางและจากการสะท้อนในบรรยากาศก็ตาม แต่พลังงานที่มาถึงผิวโลกก็ยังมีอย่างเหลือเฟือ

---

(2) Olgyay, V. "Design with Climate." Princeton : Princeton University Press, 1967 , p. 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกจะได้รับมากน้อยต่างกันในแต่ละแห่งและในเวลาต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับ(3)

1. ระยะทางของความใกล้และไกลจากผิวโลกถึงดวงอาทิตย์
2. สภาพความแจ่มใสของท้องฟ้า
3. มุมของแสงอาทิตย์ที่ตกลงยังผิวโลก
4. ระยะเวลาที่แสงแดดตกลงสู่ผิวโลก
5. กำลังของพลังงานของดวงอาทิตย์ที่ส่งลงมา

สำหรับปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ที่บริเวณอาคาร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และภูมิสถาปัตยกรรม ความร่มรื่นของต้นไม้ใบหญ้าที่บริเวณอาคารและบริเวณใกล้เคียง ขนาดรูปร่างลักษณะอาคาร และตำแหน่งอาคารใกล้เคียงโดยรอบ สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวจะช่วยให้ร่มเงากับบริเวณอาคาร ทำให้ลดปริมาณรังสีความร้อน ต้นไม้จะแตกต่างจากสิ่งก่อสร้างในการบดบังแสงอาทิตย์ในพื้นที่ตั้งอาคาร เพราะจะเป็นตัวกรองรังสีตกกระทบบางส่วนไว้และไม่แผ่กระจายรังสีความร้อนออกมา ส่วนอาคารข้างเคียงจะบดบังรังสีตกกระทบไว้ได้เต็มที่ แต่ดูดซึมรังสีความร้อนไว้และแผ่รังสีความร้อนออกมาในบริเวณที่ตั้งอาคารด้วย

2. อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature)

อุณหภูมิของอากาศ หมายถึง ผลที่ก่อให้เกิดความอบอุ่นขึ้น ซึ่งต้นเหตุมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นั่นเอง อุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์มากเช่นเดียวกับแสงแดด พืชไร่ต่าง ๆ อาจตายหรือเสียหายหนัก เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงและเกิดความแห้งแล้งมากเกินไป ความแตกต่างของอุณหภูมิยังผลให้เกิดพืชชนิดต่าง ๆ ขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของโลก เช่น ต้นตะบองเพชรในทะเลทราย หรือต้นองุ่นในเขตหนาว เป็นต้น สำหรับอาคารถ้าอุณหภูมิของอากาศสูง ก็อาจทำลายวัสดุก่อสร้างบางชนิดให้เสียหายได้ เช่น สีจะเปลี่ยนไป หรือเกิดการแห้งกรอบแตกร้าว จึงต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่คงทนต่อความร้อนสูง

---

(3) Critchfield, H.J. "General Climatology." Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, 1979, Third Edition, p.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ตั้งอาคารขึ้นอยู่กับลักษณะลมฟ้าอากาศ สภาพที่ตั้งและลม ถ้าในบริเวณที่ตั้งอาคารมีลมอ่อน สภาพที่ตั้งอาคารจะมีผลกับอุณหภูมิมาก เช่น ความร้อนจากในดินจะแผ่ออกมาสู่อากาศ แต่ถ้ามีลมพัดแรง อุณหภูมิของอากาศจะขึ้นกับสภาพที่ตั้งน้อยลง

สภาพพื้นดินในบริเวณที่ตั้งอาคารจะร้อนขึ้นเพราะได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย ส่วนหนึ่งของความร้อนจะสะท้อนออกไป ส่วนหนึ่งพื้นดินจะดูดกลืนไว้ แต่ลมจะช่วยพัดพาเอาความร้อนบริเวณผิวดินออกไป รวมทั้งการระเหยจากความชื้นในดินและต้นไม้ในบริเวณที่ตั้งจะลดอุณหภูมิของอากาศใกล้เคียงบริเวณผิวดินได้

อุณหภูมิในอากาศขึ้นอยู่กับภูมิสถาปัตยกรรม พืชพันธุ์ไม้และธรรมชาติใกล้เคียง ทิศทางความลาดเอียงของพื้นดิน ในเวลากลางคืนพื้นดินที่เอียงรับแสงอาทิตย์จะแผ่รังสีความร้อนออกมามากกว่าผิวประเภทอื่น ดังนั้นในเวลากลางวันพื้นที่ในหุบเขาจะร้อนกว่าบนยอดเขา แต่ในเวลากลางคืนอากาศร้อนลอยตัวขึ้นสูง อากาศเย็นจะเคลื่อนที่ลงต่ำ ทำให้อากาศบริเวณหุบเขาเย็นขึ้น

อุณหภูมิของอากาศจะสูง เมื่อผิวพื้นดินมีสีเข้มหรือผิวแห้งแข็ง (Dry Surfaces, Hard Surfaces) ผิวที่แข็งนี้จะดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ไว้สูงมากและสูญเสียความร้อนด้วยการระเหยของน้ำได้น้อยมาก ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในอากาศ เพราะฉะนั้นการปกคลุมผิวดินด้วยต้นไม้จะลดอุณหภูมิลง รวมทั้งการใช้ผิวสีอ่อน และนำหลักการระเหยของน้ำมาช่วยลดอุณหภูมิ

3. ความชื้นและฝน (Humidity & Precipitation)

ความชื้นคือ ละอองไอน้ำในอากาศ สามารถกล่าวได้หลายทาง แต่ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ คือ ความชื้นสัมพัทธ์และจุดที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

ความชื้นสัมพัทธ์วัดได้จากอัตราส่วนของจำนวนไอน้ำในอากาศกับจำนวนไอน้ำสูงสุดที่อากาศในอุณหภูมินั้นสามารถอุ้มอยู่ได้ ความชื้นสัมพัทธ์ 0 % หมายถึงอากาศแห้งสนิท ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ 100 % หมายถึงอากาศอิ่มตัว คือ ณ อุณหภูมินั้นอากาศไม่สามารถอุ้มไอน้ำต่อไปได้ จึงกลั่นตัวเป็นฝน หมอก หรือน้ำค้าง

ความชื้นสัมพัทธ์จะแตกต่างไปในแต่ละเวลาและสถานที่ แต่จะสูงสุดในเวลาใกล้รุ่งเพราะอุณหภูมิจะลดลงต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์จะลดต่ำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในที่ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงและอุณหภูมิสูงด้วยจะทำให้ร่างกายรู้สึกไม่สบาย อึดอัด เหนียวตัว การแก้ปัญหาด้วยเครื่องปรับอากาศอย่างเดียวทำให้ไม่ประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่ง ที่สามารถทำลายวัสดุก่อสร้างและวัสดุตกแต่งอาคารอย่างมาก ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอาคารสามารถนำเชื้อโรค เชื้อราต่าง ๆ มาสู่มนุษย์และสัตว์ได้ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลง ตัวทำลายชนิดต่าง ๆ ก่อนออกแบบอาคาร สถาปนิกควรทราบถึงสภาพที่ตั้งของอาคารเพื่อการเลือกทำเลที่เหมาะสม ตรวจดูสภาพดินและระดับน้ำใต้ดินให้แน่ชัด ระวังเลือกใช้วัสดุที่ถูกต้องกับสภาพของห้องหรือบริเวณนั้น ตัวอย่างเช่น บริเวณที่มีความชื้นตลอดเวลา ควรจะเลือกวัสดุที่มีมวลแน่นและบาง หรือบุผนังด้วยวัสดุทนความชื้น เช่น กระเบื้องแทนการทาสีหรือบุกระดาษติดผนัง เป็นต้น ประการสำคัญยิ่งในการออกแบบ คือ การให้มีการระบายอากาศได้สะดวก เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาพัดพาไล่ความชื้น หรือทำให้ความชื้นที่เกาะตัวอยู่ระเหยออกไป การกันความชื้นจากน้ำในดิน อาจทำได้โดยการยกพื้นสูงลอยเพื่อให้ลมพัดผ่านใต้ถุนขับไล่ความชื้นจากผิวดิน

ปัญหาของความชื้น (Moisture) ที่เกาะอยู่ตามวัสดุก่อสร้างนาน ๆ จนทำให้วัสดุนั้นขึ้นรา หรือเน่าเปื่อยไปในที่สุด จำเป็นต้องแก้ไขโดยเริ่มต้นตั้งแต่ตอนออกแบบและการดูแลการก่อสร้างอย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้เกิดช่องเก็บกักความชื้นขึ้นมาได้ในตัวอาคารหรือใต้ผิวทางเดินนอกอาคาร อันอาจทำให้การแก้ไขเป็นไปได้ด้วยความลำบากในภายหลัง

ปริมาณน้ำหรือฝน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่สามารถก่อความยุ่งยากให้กับการออกแบบและการอยู่อาศัยอย่างสุขสบายของเราได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ไอน้ำเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเพราะความชื้นภายในห้อง การรั่วซึมของน้ำฝนจากหลังคา จากผนังและพื้นดิน รวมทั้งอันตรายจากน้ำท่วมอาคาร เป็นต้น

ปริมาณน้ำในอากาศ เมื่อเย็นลงจนถึงจุดน้ำค้าง (Dew point) เกิดการกลั่นตัวออกมาในรูปของ ฝน หิมะ ละอองไอน้ำ น้ำค้าง ลูกเห็บ และหมอก การออกแบบอาคารในสภาพภูมิอากาศที่ฝนตกชุกและหนัก โครงสร้างและลักษณะของหลังคาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก จำเป็นต้องพยายามขับไล่น้ำฝนมิให้แช่ค้างไว้บนหลังคามากหรือนานเกินไป จะเกิดปัญหาการรั่วซึมและวัสดุคลุมหลังคาได้รับความเสียหายเร็วยิ่งขึ้น หลังคาทรงสูงจึงเหมาะสมกับการให้น้ำไหลลงได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ก็ยังต้องป้องกันการแทรกซึมตามรอยต่อ รอยร้าว และลดการทะลุทะลวงของลมและฝนในที่ ๆ มีกระแสลมแรง หรืออาคารสูง ๆ ที่มีอิทธิพลของลมมาประกอบด้วย อาจทำได้โดยการเลือกวัสดุที่เหมาะสม การออกแบบแนวรอยต่อและช่องเปิดให้ถูกต้อง หรือการเลือกรูปทรงที่จะลดความแตกต่างของแรงดันลมระหว่างภายในกับภายนอก และเพื่อเป็นการแก้ปัญหาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วซึมที่เกิดขึ้นตามตัวอาคารเสียแต่เนิ่น ๆ เราควรทำการสำรวจดูระดับน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต สำรวจชั้นของดินว่ามีความสามารถในการดูดซึมน้ำฝนได้ดีเพียงใด หาระดับน้ำใต้ดิน และหาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในท้องที่นั้น ๆ เป็นต้น[4]

4. การเคลื่อนไหวของอากาศหรือลม (WIND)

ลม คือ การเคลื่อนไหวของอากาศ เกิดขึ้นจากความแตกต่างของความกดอากาศและความแตกต่างของอุณหภูมิ ลมหรืออากาศจะเคลื่อนที่เมื่ออากาศที่มีอุณหภูมิสูงลอยตัวขึ้น แล้วอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้าไปแทนที่ เช่นเดียวกับอากาศที่มีความกดสูง จะไหลไปหาอากาศที่มีความกดต่ำมีน้ำหนักเบากว่า ในที่สูง ๆ ขึ้น ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง ทำให้กระแสลมมีความแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับ[5] เพราะฉะนั้นอาคารสูง ๆ หรือตึกระฟ้า จึงมีการคำนวณโดยเพิ่มแรงลม (Wind Load) ลงไปในโครงสร้างเพื่อความปลอดภัย เมื่อเกิดมีกระแสลมที่แรงหรือพายุพัดผ่านตัวอาคารจะได้ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใด ๆ แก่โครงสร้าง

กระแสลมและทิศทางลมจะเปลี่ยนแปลงด้วยต้นไม้ อาคาร และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ลักษณะภูมิอากาศในกรุงเทพฯ และจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทยต้องการลมมาก จึงต้องลดสิ่งที่จะกีดขวางทิศทางลม จำเป็นต้องมีพื้นที่ว่างเปิดโล่งให้มาก

ลมเป็นองค์ประกอบของภูมิอากาศที่สำคัญ สำหรับการเลือกสถานที่ตั้งอาคาร สถาปนิกจะต้องศึกษาทิศทางลมให้ถูกต้องโดยเฉพาะลมในท้องถิ่นนั้น (Local Winds) ซึ่งหมายถึง ภูมิอากาศเฉพาะถิ่นนั่นเอง เพราะสภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ บริเวณใกล้ที่ตั้งรวมทั้งโรงงานและจำนวนอาคารสูงต่ำมากมายล้วนมีอิทธิพลในการหันเหทิศทางลมให้ผิดแผกแตกต่างกันไปจากภูมิอากาศทั่วไปได้ นอกจากนี้ตำแหน่งอาคาร หน้าต่างช่องระบายลมและการวางประเภทของห้อง การปลูกต้นไม้ ล้วนมีส่วนในการบังคับทิศทางของกระแสลมไปตามความต้องการของเราได้ไม่มากก็น้อย

ตามหลักการแล้ว การวางอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม เกิดเป็นครอสเวนทิเลชัน (Cross Ventilation) จะทำให้ได้รับลมเต็มที่ แต่ลมประจำถิ่นของไทยมาทางเดียวกับแดด คือ ทางทิศใต้ การหลีกเลี่ยงแสงแดดโดยเฉพาะแดดบ่าย อาจวางอาคารทำมุมกับทิศทางลมได้ถึง 45°

---

(4) Brooks, F.C. "Why the Weather." Oxford University Press, London, 1944, p. 208-209

(5) Barry, R.G. and Chorley, R.J. "Atmosphere Weather and Climate." Fletcher & Son Co., Ltd., 1978, p. 147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปว่าองค์ประกอบสำคัญของภูมิอากาศ มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับงานสถาปัตยกรรม ทั้งเพื่อการสร้างความสุขสบายให้กับผู้ใช้อาคารและความคงทนถาวรปลอดภัยของอาคาร

ที่ตั้งอาคาร (Site)

การพิจารณาสภาพแวดล้อมของที่ตั้งอาคาร มีความสำคัญในการปรับสภาพเย็นภายในอาคาร ควรพิจารณาสภาพแวดล้อมรอบ ๆ อาคารอย่างเอาใจใส่เท่ากับตัวอาคารเอง สภาพภูมิอากาศบริเวณอาคาร (Micro-Climate) และลักษณะที่ตั้ง เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการวางแผนผังอาคารและกลุ่มอาคาร อาจเสริมแต่งบริเวณที่ตั้งอาคาร เพื่อช่วยลดอุณหภูมิลงไปอีก ภูมิประเทศและพืชพันธุ์รอบอาคารมีผลกระทบกับความสบายตามธรรมชาติภายในอาคาร ทั้งการเพิ่มและลดความร้อนให้กับอากาศในบริเวณส่วนประกอบของที่ตั้ง (Site Elements) ที่เป็นส่วนช่วยปรับแต่งสภาวะแวดล้อมบริเวณอาคารที่เกี่ยวข้องกับความร้อน-เย็น (Thermal Environment)

ความลาดเอียงของพื้นดิน (Land Slope) ช่วยในเรื่องการรับแดด การสะท้อนแสง และการเคลื่อนไหวของลม ปริมาตรของกองดินสามารถเป็นแนวปะทะลม แนวคันดินสามารถใช้เบี่ยงแนวพัดของลมให้ออกไปหรือเป็นแนวชักลมเข้าสู่ภายในอาคาร หรือให้เกิดแนวพัดของลมรอบ ๆ อาคารได้

พืชปกคลุมดิน (Ground Cover) ช่วยเปลี่ยนแปลงความร้อนและความชื้นที่ผิวดิน ช่วยบังแสงแดดที่ส่องต้องผิวดิน และเพิ่มความชื้นให้กับผิวดิน

ต้นไม้และพืชพันธุ์ต่าง ๆ (Tree, Plant, Vegetation) เป็นสิ่งมีค่าที่จะอำนวยประโยชน์ให้อย่างมาก ช่วยเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากแสงแดดเป็นไอน้ำและก๊าซอื่น ๆ การหายใจพร้อมกับการคายความชื้นให้อากาศของต้นไม้มีผลทำให้อากาศเย็นลง กลุ่มพืชที่หนาแน่นสามารถทำให้อุณหภูมิของอากาศในร่มลดต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป และจะเป็นการดียิ่งถ้าปล่อยลมที่เย็นนี้พัดผ่านเข้าไปในอาคาร ใบที่หนาแน่นของต้นไม้ช่วยบังแดดให้อาคารและบริเวณอาคารเป็นอย่างดี กับทั้งช่วยปรับทิศทางการเคลื่อนไหวของลมด้วย ในที่โล่งไม้ที่ไม่ทิ้งใบเป็นแนวปะทะลมที่ดี ในที่อากาศหนาวเย็นต้นไม้ผลัดใบเป็นสิ่งที่ช่วยเพิ่มความแรงของแสงแดดในฤดูหนาว ต้นไม้ยังมีประโยชน์ในการช่วยกรองฝุ่นและซับเสียง สีของดอกไม้ใบไม้ให้ความรู้สึกเย็นสดชื่น มีกลิ่นหอมและสวยงาม ต้นไม้จึงมีคุณค่าอย่างเอนกอนันต์ อย่างไรก็ตามการปลูกต้นไม้ปกคลุมดิน ให้ระมัดระวังเรื่องความชื้นที่ผิวดินจะมีมากเกินไป เพราะแสงแดดส่องไม่ถึงและลมพัดผ่านไม่ได้ ซึ่งจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดความสกปรกหมักหมมเป็นที่อาศัยของสัตว์เลื้อยคลาน และทำให้มีกลิ่น อากาศไม่บริสุทธิ์ อาจแก้ปัญหาด้วยการปลูกไม้กระถางซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายที่ได้

สระน้ำ น้ำพุ ทะเลสาบหรือคลอง (Water Bodies, Landscaping Features) ที่อยู่ในที่ตั้ง หรือบริเวณใกล้เคียง จะช่วยดูดซึมความร้อนในเวลากลางวัน ช่วยเพิ่มความชื้น ทำให้อากาศบริเวณที่ตั้งอาคารมีอุณหภูมิใกล้สภาพน่าสบายขึ้น แต่ในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้นมีความชื้นสัมพัทธ์สูงอยู่แล้ว ต้องระวังไม่ให้ลมพัดพาเอาความชื้นเข้าไปในอาคารมากเกินไป

สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ (Man-Made Features, Buildings) ซึ่งอาจเป็นอาคารในบริเวณใกล้เคียง อาคารนั้นอาจช่วยบังแสงอาทิตย์ หรือทำให้สะท้อนแสงเข้ามาในที่ตั้งได้ ช่วยดักลมหรือบังลมหรือทำให้เกิดช่องลม (Wind Tunnel)

การออกแบบปรุงแต่งบริเวณภายนอกอาคารควบคู่ไปกับการจัดวางอาคาร จะทำให้ได้ภูมิอากาศเฉพาะถิ่นที่เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงานได้มาก จึงต้องศึกษาลักษณะภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคารพิจารณาและตรวจสอบสภาพอากาศ (Local Climate Condition) อันแท้จริงของสถานที่นั้น และดูความแตกต่างของสภาพอากาศบริเวณแห่งนั้นด้วย เพื่อมิให้เกิดความผิดพลาดขึ้นกับการออกแบบ โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวกับทิศทางลม ฝน พายุ และความชื้นในบริเวณนั้น ๆ

การออกแบบผังที่ตั้ง (Site Planning)

นอกจากการปรุงแต่งบริเวณผังภายนอกอาคารแล้ว การวางอาคารในผังที่ตั้งก็มีความสำคัญมากในการป้องกันความร้อน และขับไล่ความชื้นออกไป ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. หันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้ได้รับแสงอาทิตย์น้อยที่สุด

2. ให้มีช่องเปิดทางด้านทิศเหนือ-ใต้ เพื่อให้ง่ายกับการกันแดดให้ร่มเงากับอาคาร พยายามทำผนังด้านทิศตะวันออก - ตะวันตกให้เป็นผนังทึบเพราะสองทิศนี้ยากกับการทำที่บังแดด เนื่องจากมุมของแสงอาทิตย์จะทอดต่ำ

3. หน้าต่างที่เปิดทางด้านทิศเหนือ-ทิศใต้เป็นทิศที่รับลมแรงได้ตลอดทั้งปี ซึ่งจะช่วยขับความชื้นออกไป

4. ในตำแหน่งที่ตั้งที่ไม่สามารถวางอาคารได้ตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้ออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมเข้าช่วยบังแดดและดักลมให้เกิดเป็นช่องลม (Wind Tunnel) เช่นแนวต้นไม้ กำแพง รั้ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความร้อนจากภายนอกด้วยกรอบอาคาร
(EXTERNAL HEAT CONTROL BY BUILDING ENVELOPE)

แหล่งกำเนิดความร้อนจากภายนอกอาคารที่สำคัญที่สุดคือดวงอาทิตย์ซึ่งถ่ายเทพลังงานมายังโลกโดยการแผ่รังสี (Radiation) รังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมายังพื้นผิวโลก แบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) รังสีตรง (Direct Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) คลื่นสั้นโดยมีช่วงความยาวคลื่นประมาณ 0.3 - 4 ไมครอน (Micron) ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศพุ่งตรงมายังพื้นผิวโลก ส่วนใหญ่เป็นแสงสว่าง

2) รังสีกระจาย (Diffuse Radiation) เป็นรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นที่ถูกกระเจิง (Scatter) โดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละอองในบรรยากาศ มีทิศทางไม่แน่นอน

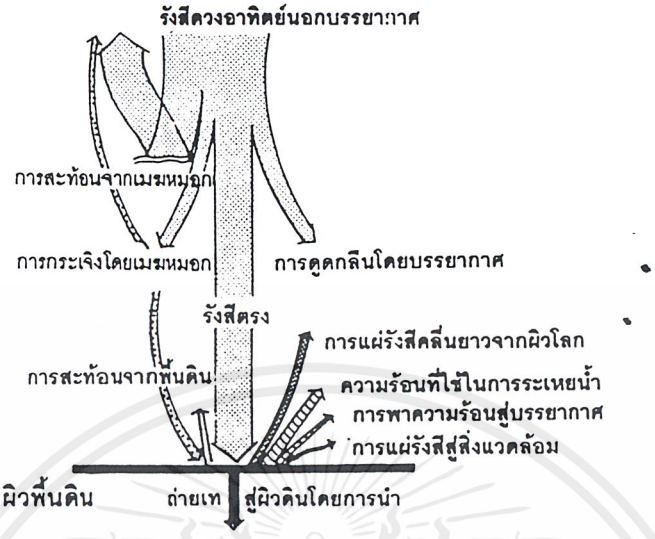
ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจาย เรียกกันโดยทั่วไปว่า รังสีรวม (Global Radiation) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก จะทำให้วัตถุเหล่านั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นและแผ่รังสีออกมาในรูปของรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรด (Infrared) ซึ่งเป็นรังสีคลื่นยาวโดยมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 4 - 50 ไมครอน

การแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange) ที่เกิดขึ้นกับพื้นผิวโลก

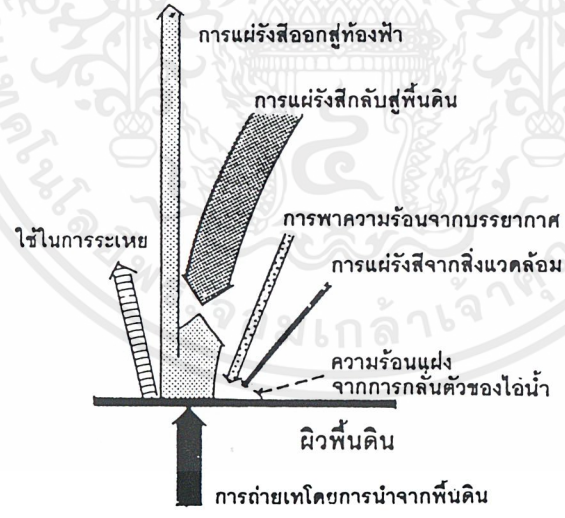
ในเวลากลางวัน เมื่อรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Extraterrestrial Solar Radiation) ตกกระทบบรรยากาศของโลก ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนกลับออกไปนอกบรรยากาศโลกโดยเมฆหมอก ส่วนที่เหลือจะเคลื่อนที่เข้ามาในบรรยากาศและบางส่วนจะถูกกระเจิง (Scatter) และดูดกลืน (Absorption) โดยโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ และฝุ่นละออง สำหรับส่วนที่มาถึงพื้นผิวโลก ส่วนหนึ่งจะถูกผิวโลกสะท้อนกลับขึ้นไป ส่วนที่เหลือจะถูกพื้นผิวโลกดูดกลืน ทำให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมโดยการพาและการแผ่รังสี และมีบางส่วนถ่ายเทลงสู่ใต้พื้นผิวโลกโดยการนำ นอกจากนี้ความร้อนบางส่วนยังถูกใช้ในการระเหยน้ำที่พื้นผิวโลกด้วย

ในเวลากลางคืน ความร้อนจากพื้นผิวโลกจะถ่ายเทสู่ท้องฟ้าโดยการแผ่รังสี และถ่ายเทให้กับอากาศแวดล้อมโดยการพาความร้อน ส่วนความร้อนจากใต้พื้นผิวจะถ่ายเทขึ้นมายังผิวโลกโดยการนำความร้อน ความร้อนบางส่วนจะถูกใช้ไปในการระเหยน้ำ ความร้อนที่สูญเสียไปนี้จะทำให้อุณหภูมิของพื้นผิวโลกลดลงเกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศเป็นน้ำค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางวัน (Heat exchange by day)



การแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลากลางคืน (Heat exchange by night)

รูปที่ 6.1 การแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange) ที่เกิดขึ้นกับผิวโลก ในเวลากลางวันและกลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

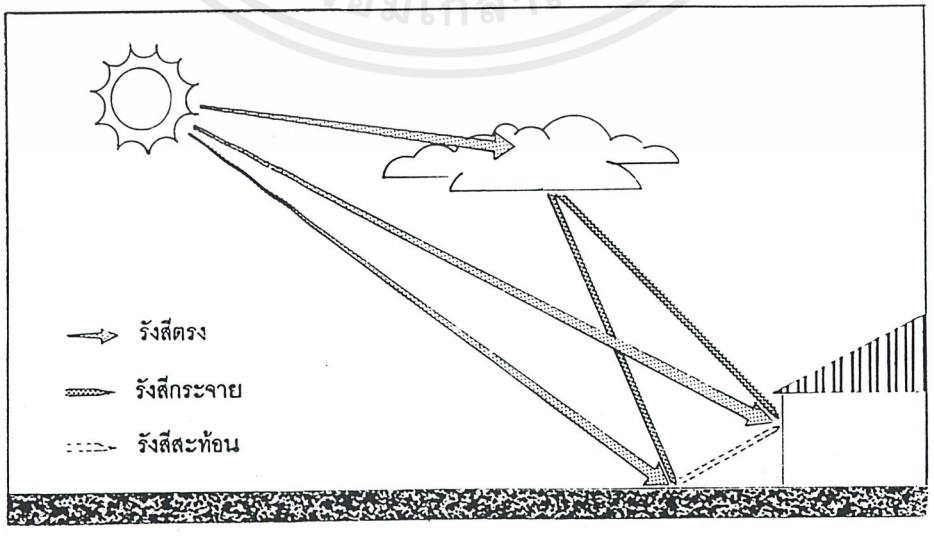
โดยทั่วไปความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทเข้ามาในอาคารได้ 3 แบบ คือ การนำ (Conduction) การพา (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation)

1. **การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Heat Transfer by Conduction)** เป็นการถ่ายเทจากโมเลกุลสู่โมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือมวลวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังหรือกำแพง เป็นต้น

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุ วัสดุที่นำความร้อนได้ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนสูง เช่น โลหะ, หิน และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพนำความร้อนต่ำ เช่น ใยแก้วและฉนวนความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิวทั้ง 2 ด้าน ของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเท

2. **การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (Heat Transfer by Convection)** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคารความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ (Conduction) จากนั้นผิวของผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบ ๆ กำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบการพา

3. **การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation)** เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสูญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) เช่นความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสูญญากาศมายังโลก เป็นต้น อาคารต่าง ๆ จะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุ หรืออาคารอื่นรอบ ๆ



รูปที่ 6.2 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืนจะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะถ่ายเทความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อน และถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเองโดยการนำความร้อน

รูปที่ 6.3 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์

การดูดกลืนรังสีของวัสดุขึ้นกับคุณสมบัติของผิววัสดุในการดูดกลืนรังสี หรือเรียกกันทั่วไปว่าสภาพการดูดกลืน (Absorptivity) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 - 1 วัตถุที่ดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมดจะมีสภาพดูดกลืนเท่ากับ 1 วัตถุโดยทั่วไปจะไม่สามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด แต่จะมีบางส่วนที่สะท้อนออกไป ความสามารถในการสะท้อนรังสีนี้เรียกว่า สภาพสะท้อน (Reflectivity) วัตถุที่สะท้อนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมดจะมีค่าสภาพสะท้อนเท่ากับ 1

วัตถุโดยทั่วไปจะมีการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีสเปกตรัม (Spectrum) และความเข้มขึ้นกับอุณหภูมิ ความสามารถในการแผ่รังสีของวัตถุจะบอกในรูปของสภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ค่าของสภาพเปล่งรังสีของวัตถุธรรมดาจะเทียบกับสภาพเปล่งรังสีของวัตถุดำ (Black Body) ซึ่งสามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด และจะแผ่รังสีออกมาที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ตามอุณหภูมิ โดยจะกำหนดให้วัตถุดำมีสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 1 หรือ 100% วัตถุอย่างอื่นจะมีค่าสภาพเปล่งรังสีน้อยกว่าของวัตถุดำที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยทั่วไปวัตถุที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) จะแผ่รังสีอินฟาเรดหรือรังสีความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีความร้อนที่ตกกระทบผิวหน้าวัตถุ บางส่วนจะถูกดูดกลืนและส่วนที่เหลือจะถูกสะท้อนออกมา ผลรวมของรังสีความร้อนที่ถูกดูดกลืนและรังสีที่ถูกสะท้อน จะเท่ากับรังสีความร้อนที่ตกกระทบผิวหน้าวัตถุนั้น ถ้าวัตถุมีการดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดีก็จะแผ่รังสีความร้อนได้ดีด้วย โดยทั่วไปการแผ่รังสีของวัตถุจะแปรตามอุณหภูมิและสภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ของผิววัตถุนั้น

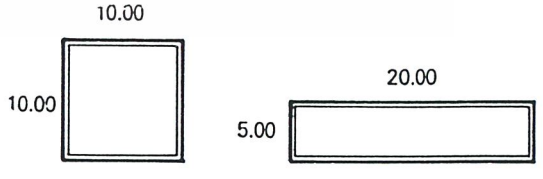
โลหะที่มีผิวมันจะสะท้อนรังสีส่วนมากที่ตกกระทบและดูดกลืนไว้เพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าอลูมิเนียมจะมีความสามารถในการสะท้อนสูง แต่ภายในเนื้ออลูมิเนียมก็จะเก็บความร้อนไว้ได้สูงเช่นกัน ดังนั้นการใช้อลูมิเนียมมุงหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารจึงไม่มีผลดีไปกว่าการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนซึ่งทาสีขาว แต่การใช้การดาษฉาบด้วยอลูมิเนียมบาง ๆ เป็นตัวป้องกันความร้อนที่ฝ้าเพดานจะได้ผลดีเพราะมีมวลของอลูมิเนียมน้อยมาก จึงทำหน้าที่สะท้อนความร้อนออกไปเต็มที่ (ดูรายละเอียดในเรื่องฉนวนกันความร้อน)

วัสดุก่อสร้างในส่วนที่เป็นหลังคา ผนัง ฝ้า และกระจก ที่ใช้กันทั่วไป มีคุณสมบัติที่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้าไปในอาคารในปริมาณต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางอาคาร การรับแดดหรืออยู่ในที่ร่ม คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้ สีและลักษณะผิวของวัสดุ รวมถึงมวลและความหนาของผนัง

การลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคาร

วัสดุต่างชนิดกันจะมีคุณภาพในการดูดกลืนและแผ่รังสีความร้อนไม่เท่ากัน เราไม่สามารถหยุดการถ่ายเทความร้อนได้ ทางที่ดีที่สุดคือทำให้ความร้อนผ่านได้ช้าลงและน้อยลง ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้ คือ

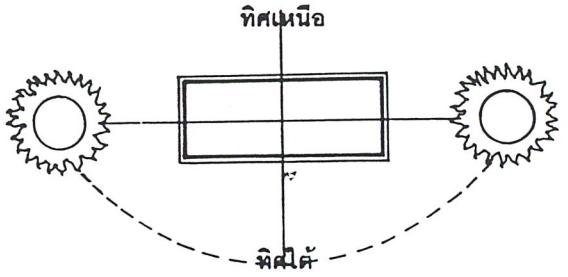
1. รูปร่างและเส้นรอบรูปของกรอบอาคารควรมีเส้นรอบรูปที่น้อยในพื้นที่ใช้สอยที่เท่า ๆ กัน ปกติอาคารรูปทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมจตุรัสจะมีพื้นที่ของกรอบอาคารน้อยกว่าอาคารรูปทรงอื่น แต่เนื่องจากมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่นทิศทางแดด ลม อาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีสัดส่วนกว้างยาวเหมาะสมจะประหยัดพลังงานมากกว่า



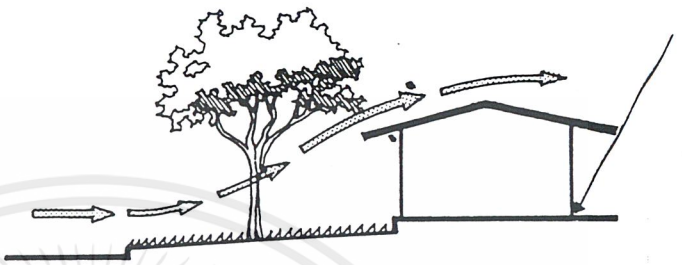
รูปที่ 6.4 แสดงวิธีการลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารด้วยวิธีต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วางอาคารให้ถูกทิศทาง เช่น ให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศที่รับแดดบ่าย คือทิศตะวันตกหรือตะวันตกเฉียงใต้

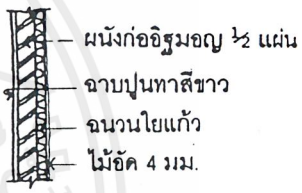


3. ให้กรอบอาคารได้รับร่มเงา ซึ่งอาจจะเป็นร่มเงาจากแผงบังแดด จากส่วนอื่นของอาคาร หรือจากต้นไม้ใหญ่ ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิที่ผิววัสดุที่โดนแดดกับที่อยู่ในที่ร่มจะแตกต่างกันมาก



4. ใช้วัสดุที่ไม่สะสมความร้อนและกันความร้อนได้ดี หรือมีฉนวนกันความร้อน กรุระหว่างผนัง และหลังคากับฝ้าเพดาน

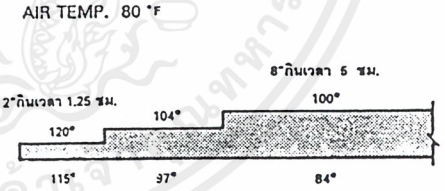
▲ ฝ้าเพดาน



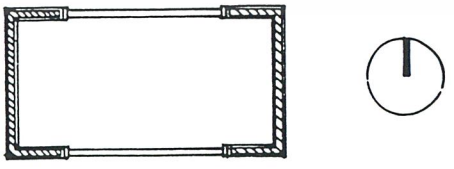
▲ ผนังก่ออิฐหุ้มฉนวนใยแก้ว

5. ใช้วัสดุที่มีผิวสะท้อนความร้อนหรือผิวที่มีสีอ่อน

6. เพิ่มมวลหรือความหนาของวัสดุซึ่งจะทำให้ความร้อนผ่านสู่ภายในได้ช้าลง และทำให้อุณหภูมิในที่เดียวกันแตกต่างกันได้



7. ลดปริมาณการใช้กระจกในด้านที่รับแดด การใช้แสงธรรมชาติช่วยส่องสว่าง ควรจำกัดส่วนโปร่งใสของผนังหรือหลังคาให้แสงอาทิตย์เข้าได้เท่าที่จำเป็นสำหรับการส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

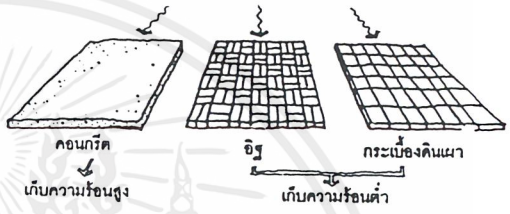


รูปที่ 6.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ใช้ที่ว่างสำหรับให้อากาศเป็นตัวป้องกันความร้อนหรือพาความร้อนออกไปโดยอาจจะทำหลังคา หรือผนังสองชั้นมีช่องว่างตรงกลางให้อากาศช่วยดักความร้อน หรือให้อากาศระบายถ่ายเทออกได้โดยมีช่องเปิดทำให้ระบายอากาศโดยรอบฝ้าชายคาบ้านด้วยการตีระแนงไม้โปร่ง หรือทำช่องลมระบายอากาศร้อนออกทางหน้าจั่ว

9. หลีกเลี่ยงวัสดุปูพื้นที่เป็นพื้นแข็ง (Hard Scape) ในบริเวณภายนอกอาคาร



รูปที่ 6.4 (ต่อ)

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุชนิดต่าง ๆ (1)

วัสดุ	ค่า k = วัตต์/เมตร°ซ
โฟมฉีด	0.023
โฟมแผ่น	0.031
ฉนวนใยแก้ว	0.035
แผ่นยิบซั่ม	0.191
กระเบื้องแผ่นเรียบ	0.288

(1) "ASHRAE Handbook of Fundamentals." American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, New York, 1977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าสภาพเปล่งรังสีความร้อนของผิววัตถุชนิดต่าง ๆ [2]
(Emissivities of some typical surfaces)

ผิววัสดุ	เปอร์เซ็นต์การเปล่งรังสีความร้อน
เงินขัดมัน	2
ทองขาวขัดมัน	5
สังกะสีขัดมัน	5
อลูมิเนียมขัดมัน	8
นิคเกิลขัด	12
ทองแดงขัด	15
เหล็กหล่อขัด	25
อลูมิเนียมทาสี	55
ทองเหลืองขัด	60
ทองแดงอ๊อกซิไดซ์	60
เหล็กอ๊อกซิไดซ์	70
บรอนซ์ทาสี	80
สีเคลือบดำมันวาว	90
แลคเก้อร์ขาว	95
ผิวเคลือบแก้วใส	95
กระเบื้องกระดาษ	95
สีทา เขียว	95
สีทา เทา	95
น้ำ	95
อิฐ (ผิวหยาบ)	93
อิฐ (เนื้อแน่น)	90
กระเบื้องเคลือบ	92
ไม้	95
หินปูน	95
แอสเบสทอสซีเมนต์	95
แผ่นอลูมิเนียม	12
กระดาษฉาบอลูมิเนียม	20
เหล็กเคลือบสังกะสี	25

(2) "Handbook of Chemistry and Physics." Rubber Chemical Publishing Co., & Fan Engineering Buffalo Forge Co.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าสภาพสะท้อนรังสีความเข้มของผิววัสดุต่าง ๆ (3)
(Reflectivity of Material)

สี (Color)	วัสดุ (Material)	การสะท้อน (% Total Incident Heat Reflected)
ขาว	อลูมินั่มฟอยล์	95
	ปูนปลาสเตอร์	93
	แผ่นอลูมิเนียมสมัยใหม่	87
	กระดาษแข็ง	64 - 70
	แอสเบสทอสซีเมนต์	58
	อลูมิเนียม	46
	หินอ่อน	45
เหลือง เนื้อ(อ่อน)	อิฐ	48
เหลือง เนื้อ(แก่)	อิฐ	40
สีทราย	หินทราย	31
แดง	กระเบื้องดินเผา	38
	แอสเบสทอสซีเมนต์	31
แดงเข้ม (เลือดหมู)	อิฐ	30
	แผ่นเหล็ก	19
ครีม	อิฐ	64
ฟ้า	อิฐ (Stafford)	11
เขียว	เหล็ก	24
	หินอ่อน	34
	ต้นไม้	25
เขียวแก่	หญ้า	6
น้ำตาล	กระเบื้องคอนกรีต	15
เทาอ่อน	หินชนวน	21
เทาแก่	หินชนวนขัดผิวเรียบ	11
ดำ	แอสฟัลท์, น้ำมันดินและกรวด	7

(3) Maxwell, F. and Drew, J. "Physiological Objective in Hot Weather." "How Material React to Solar Energy." A.R., May 1966, "Tropical Architecture." Reinhold Publishing Corporation, New York, 1964.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะท้อนจากสีทาต่าง ๆ (Effect of Color)[4]

สีอ่อนจะทำให้สะท้อนรังสีความร้อนออกไปได้มาก ทำให้ลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้ดี สีผิวของวัสดุ ซึ่งจะเป็นสีทาก็ตาม มีความสำคัญในการสะท้อนมาก

ตารางที่ 6.4 แสดงสภาพสะท้อนความร้อน (Reflectivity) ของวัสดุต่าง ๆ ที่มีทั้งการทาสีที่ผิววัสดุ และที่เป็นผิวธรรมชาติ

สี (Color)	การสะท้อน (% Total Incident Heat Reflected)
ขาว	75
ครีม	65
เขียวอ่อน	50
แดง	26
เทา	25
ดำ	7

(4) Egan, M. D. "Concepts in Thermal Comfort." Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975, p. 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน และช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน
(U-and Time Lag Values)

วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนต่ำ ซึ่งใช้เป็นฉนวนกันความร้อน มักจะมีน้ำหนักเบา แต่วัสดุที่มีค่าของช่วงเวลาที่ความร้อนไหลผ่านจากผิวด้านนอกสู่ผิวด้านใน (Time-Lag) สูง จะเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมาก ถ้าต้องการให้ความร้อนไหลผ่านเข้าอาคารได้ช้า จะต้องใช้ผนังหรือหลังคาที่หนา แต่ต้องระวังความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในวัสดุ ถ้าเราเลือกวัสดุที่มีมวลและความจุความร้อนสูง วัสดุจะเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางวัน (ในส่วนที่โดนแดด) และแผ่รังสีความร้อนอยู่ภายในอาคารในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอก ต้องมีลมภายนอกอาคารและมีการระบายอากาศภายในอาคารที่เพียงพอเพื่อพาความร้อนออกไปจากวัสดุและภายในห้อง

ตารางที่ 6.5 แสดงค่าช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ (5)

วัสดุ	ความหนา (นิ้ว)	U-value ($W/m^2 - ^\circ C$)	Time-lag
อิฐ	4	0.61	2 1/2 ชม.
	8	0.41	5 1/2 ชม.
	12	0.31	8 1/2 ชม.
คอนกรีต	4	0.85	2 1/2 ชม.
(ผสมแล้ว)	8	0.67	5 ชม.
	12	0.55	8 ชม.
แผ่นฉนวน	2	0.16	40 นาที
กันความร้อน	4	0.09	3 ชั่วโมง
ไม้	1/2	0.68	10 นาที
	1	0.47	25 นาที
	2	0.30	1 ชั่วโมง

(5) [4] เรื่องเดียวกัน หน้า 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุกันความร้อน
(INSULATING MATERIALS)

การใช้วัสดุก่อสร้างเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนสามารถทำได้สองแบบ คือ แบบแรกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการหน่วงความร้อน (Thermal Inertia) โดยยอมให้ความร้อนผ่านแต่ทิ้งช่วงเวลาหนึ่งก่อนที่จะส่งผ่านไป ซึ่งเราเรียกช่วงเวลานี้ว่าช่วงเวลาหน่วง (Time Lag) และช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะเพิ่มมากขึ้นตามความหนาของผนัง แบบที่สองคือวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวต้านทานความร้อนโดยไม่ยอมให้ความร้อนผ่านไปได้โดยง่าย แบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีความหนามาก

อาคารก่ออิฐในสมัยโบราณมีความหนาของมวลมาก เพราะก่ออิฐหลายชั้น อิฐและปูนเป็นวัสดุที่ช่วยหน่วงความร้อนในตอนกลางวันที่ร้อนจัด (Thermal Inertia) แต่เก็บความร้อนบางส่วนไปถ่ายเทออกในตอนกลางคืน ซึ่งเมื่อถ่ายความร้อนให้บรรยากาศไปแล้ว ก็จะกลายเป็นตัวสะสมความเย็น (Cool Storage) ช่วยดูดซึมความร้อนในเวลากลางวันของวันต่อไป แต่เนื่องจากอุณหภูมิในประเทศไทยระหว่างช่วงเวลากลางวันกับกลางคืนไม่แตกต่างกันมาก กลางคืนอากาศไม่หนาวเย็น จึงไม่ต้องการความร้อนที่ส่งออกจากผนังในเวลากลางคืนเช่นในเมืองร้อนแห้งหรือเมืองหนาว ประกอบกับอากาศในเมืองไทยมีความชื้นสูงมากและฝนตกชุก การทำผนังหนาจะทำให้เกิดปัญหาความชื้นที่สะสมอยู่ในผนังได้ โดยเฉพาะในส่วนที่ต่อกับพื้นดิน ทั้งยังสิ้นเปลืองวัสดุและเพิ่มน้ำหนักให้กับตัวอาคารด้วย

ทางเลือกที่ดีสำหรับอาคารในประเทศไทย คือ การใช้ผนังบางสองชั้นและกรุฉนวนตรงกลาง หรือผนังและหลังคาที่มีช่องว่างอากาศตรงกลาง (Cavity Wall) และถ้าสามารถ ถ่ายเทอากาศร้อนระหว่างกลางผนังและหลังคาออกไปได้ จะทำให้ประสิทธิภาพในการลดความร้อนจากภายนอกอาคารดียิ่งขึ้น

วัสดุที่ต้านทานความร้อนมิให้ผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งของผนังที่เป็นเปลือกอาคารได้สะดวก โดยหลักใหญ่เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติ 2 ประเภท คือ

1. **ประเภทที่ทำหน้าที่เป็นฉนวน** เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นน้อย ประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก ฟองอากาศดังกล่าว มีคุณสมบัติในการต้านการนำความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสกัดกั้นความร้อนให้อยู่ในบริเวณฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากนี้ ซึ่งทำให้ไม่เกิดการพาความร้อนด้วย วัสดุประเภทฉนวนจึงทำหน้าที่เสมือนตัวดักความร้อนก่อนที่จะผ่านเข้าไปในอาคาร ทำให้พลังงานความร้อนผ่านได้น้อยลง

2. **ประเภทที่มีคุณสมบัติต้านการแผ่รังสีความร้อน** หรือสะท้อนรังสีความร้อนกลับ เป็นวัสดุประเภทที่มีผิวเป็นโลหะมันวาวที่ใช้กันส่วนใหญ่ได้แก่แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ โดยคุณสมบัติแล้วไม่ถือว่าเป็นฉนวน ฉนวนที่ผลิตออกจำหน่ายมีทั้งชนิดที่ไม่บุอลูมิเนียมฟอยล์ และบุอลูมิเนียมฟอยล์ ฉนวนแต่ละชนิดจะมีความต้านทานความร้อนที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งฉนวนที่ดีจะต้องต้านทานความร้อนที่ผ่านจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งให้ลดลงเหลือน้อยที่สุด ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์ของการนำความร้อน(ค่า k) ยิ่งน้อย แสดงว่าเป็นฉนวนที่สามารถต้านทานความร้อนได้ดีกว่า โฟมฉีดมีค่าการนำ ความร้อนน้อยกว่าโฟมแผ่น ฉนวนใยแก้ว ไม้อัด แผ่นยิปซั่ม และกระเบื้องแผ่นเรียบ แสดงว่าโฟมฉีดมีความต้านทานความร้อนได้ดีกว่า แต่ราคาก็สูงกว่าด้วย

เราสามารถแยกลักษณะของฉนวนกันความร้อนได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. **ชนิดเป็นแผ่นแท่งก้อน** (Rigid or Semi-rigid Blocks or Boards) มีหลายชนิดแตกต่างกันหนา 1/2 นิ้ว - 6 นิ้ว แต่โดยทั่วไปหนา 1/2 นิ้ว -11/2 นิ้ว มีวัสดุดังต่อไปนี้

แผ่นโฟม ผลิตจากโพลีสไตรีน (Polystyrene), และโพลียูรีเทน (Polyurethane), ทนอุณหภูมิได้ 85°C เป็นแผ่นสีขาว น้ำหนักเบา มีค่าความต้านทานความร้อนได้ดี (ค่า k น้อย = 0.03) มีข้อเสียที่ติดไฟได้ง่าย และเมื่อถูกไฟไหม้แล้วควันจะมีพิษการใช้หรือติดตั้งจึงต้องซ่อนอยู่ภายในปิดกั้นด้วยวัสดุอื่น เช่น วางบนฝ้าใต้หลังคา อัดระหว่างผนังหรือบรรจุระหว่างกลางของแผ่นอิฐซีเมนต์ หรือผนังคอนกรีตสำเร็จรูป โฟมแผ่นเสื่อมสภาพการเป็นฉนวนได้ง่ายถ้าโดนน้ำหรือไอน้ำ

แผ่นใยพืช เป็นพวกใยไม้ไผ่ ชานอ้อย ไม้หั่น และใยพืชชนิดอื่น ๆ อัดแน่นเป็นแผ่นแข็งตอกติดกับเคร่า ตง เช่นแผ่นเซลโลเท็กส์ เซฟวิ่งบอร์ด หนาตั้งแต่ 3/8 นิ้ว - 2 นิ้ว บางชนิดเป็นแผ่นฐานสำหรับฉาบปูนปลาสเตอร์หรือปิดด้วยกระดาษกันน้ำเพื่อกันไอน้ำ บางแผ่นอาจจะเคลือบมัน หรือทาน้ำยาเพื่อป้องกันความชื้น

แผ่นไม้คอร์ก ทำด้วยไม้คอร์กอัดแน่นและอบหนา 1นิ้ว - 6 นิ้ว ชนิดนี้เป็นตัวป้องกันความร้อนที่ดีมาก ทนต่อความชื้น

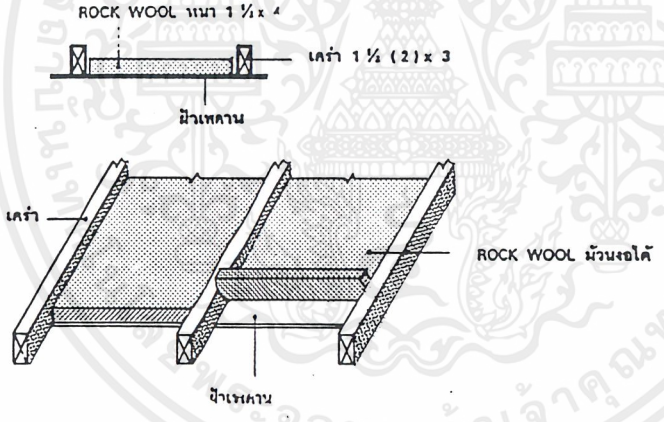
แผ่นแก้วเบาอัดเป็นก้อน (Foam Glass) ทำเป็นแผ่นหนาประมาณ 2นิ้ว ขึ้นไป ชนิดนี้ทนทานและกันความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นใยแก้ว (Fiber Glass) ทำด้วยเส้นใยแก้วยาว ๆ อัดกันแน่นเป็นแผ่นโดยวิธีเทอร์โมเซทติ้ง (Thermosetting) มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว - 4 นิ้ว

การวางวัสดุที่เป็นฉนวน ต้องวางในแนวที่ใยแก้ว (Fibers) เป็นแนวขวางกับแนวที่ความร้อนผ่าน ถ้าแนวขนานกับแนวเคลื่อนของความร้อน ความร้อนไม่ไหลผ่านใยแก้วโดยตรง แต่ไหลขนานไปกับแนวของใยแก้ว

2. **ชนิดเป็นแผ่นยืดหยุ่น** (Flexible or Blanket Types Insulation) ฉนวนชนิดนี้ประกอบด้วยใยแก้ว (Fiber Glass) หรือใยหิน (Rock Wool, Mineral Wool) มีค่า k = 0.035 มีคุณสมบัติที่ดีคือไม่ไหม้ไฟ การกันความร้อนและความชื้นจะดีขึ้นถ้าปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์หรือแผ่นวัสดุกันความชื้นที่ยืดหยุ่นได้ การติดตั้งบรรจุในช่องว่างระหว่าง เคร่า ตง หรือจันทัน ยึดไว้ด้วยขอเกี่ยว วัสดุชนิดนี้สามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 350°C



รูปที่ 7.1 แสดงการติดตั้งฉนวนใต้หลังคา

3. **ชนิดใช้พ่นฉีดหรือฉาบเสริม** (Loose Fills) วัสดุกันความร้อนชนิดนี้มีลักษณะเป็นเมล็ดหรือแผ่นชิ้นเล็ก ๆ ประกอบด้วยธาตุอลูมิเนียม เหล็ก แมกนีเซียมและซิลิเกต ฯลฯ ซึ่งเป็นส่วนผสมของแร่กลีบหิน (Mica) ชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกว่าเวอร์มิคูไล้ท์ (Vermiculite) กับเพอร์ไล้ท์ (Perlite) นำวัสดุนี้มาผสมกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ใช้เทในช่องว่างของผนังหรือเหนือฝ้าเพดาน หรือฉาบบนแผ่นคอนกรีตหรือบนตาแกรงเหล็กก้างปลา (Metallath) ให้หนาประมาณ 2 นิ้ว - 3 นิ้ว หรือผสมกับคอนกรีตทำคอนกรีตบล็อคชนิดเม็ดเล็กมาก ใช้ผสมปลาสเตอร์ พ่นบนแผ่นคอนกรีตให้หนาประมาณ 7/16 นิ้ว เป็นฉนวนกันความร้อน กันอัคคีภัย และมีคุณสมบัติในการดูดเสียงได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟมเทในที่ (Foam-in-place) เป็นโฟมเหลวเช่น โพลียูรีเทน (Polyurethane) ใช้ฉีดพ่นหรือเทไปบนแบบรูปต่าง ๆ ส่วนดีคือสามารถจะฉีดหรือเทเป็นรูปใดก็ได้

ฉนวนชนิดนี้เหมาะกับอาคารที่มีอยู่แล้ว เพราะใช้พ่นฉีดไปบนผิวฝ้าหรือผนังได้โดยง่าย ไม่ต้องมีการติดตั้ง

ฉนวนกันความร้อนทุกประเภทมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้องคำนึงถึงโครงสร้างรับน้ำหนักสำหรับฉนวนประเภทแกร่ง (Rigid) ด้วย การพิจารณาเลือกใช้ฉนวนต้องคิดถึงคุณสมบัติในการต้านทานความร้อน ราคา ความคงทน และปลอดภัยจากอัคคีภัย ความชื้น และแมลง

ฉนวนกันความร้อนบนหลังคา

โดยทั่วไปควรบุฉนวนไว้เหนือฝ้าเพดานใต้หลังคา เพื่อป้องกันฝน ฝุ่น พายุ หรือการทำความสะอาด การซ่อมแซม แต่สำหรับหลังคาแบนแบบบิลท์อัพ (Flat Built-up Roofs) อาจวางฉนวนไว้บนหลังคาคอนกรีตซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ แต่การปูแผ่นฉนวนแบบ Rigid จะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ซึ่งต้องยาแนวรอยต่อให้ดีเพื่อป้องกันการรั่วซึม คำนึงถึงการระบายน้ำฝนด้วยการทำแนวลาดเอียงอย่างน้อย 2 นิ้ว การกันน้ำฝนรั่วซึมรอบท่อระบายน้ำฝน หรือการกันหลังคาแตกร้าว เนื่องจากการขยายตัวหดตัวที่ไม่เท่ากันของหลังคาคอนกรีต

ฉนวนธรรมชาติ (Natural Insulation)

คุณสมบัติของต้นไม้ใบไม้เลื้อยปกคลุมผนัง ไม้เลื้อยบนระแนงตามตั้งที่ตีห่างผนังออกมา ไม้เลื้อยบนหลังคาโปร่ง หรือสวนบนหลังคาเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ระแนงที่ปลูกเถาไม้เลื้อยทำให้เกิดลมเย็นที่พัดผ่านความชุ่มชื้นของใบไม้ระหว่างซอกแผงระแนงกับผนัง ป้องกันแสงแดด และมีคุณสมบัติพิเศษคือป้องกันฝุ่นและเก็บเสียง

ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนได้ด้วยตัวของมันเอง

อาคารที่อยู่ใต้ดิน ดินจะทำหน้าที่เป็นฉนวนให้อาคาร ดินที่มีความหนา 30 นิ้ว จะมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนเท่ากับยูรีเทน หนาประมาณ 1 นิ้ว

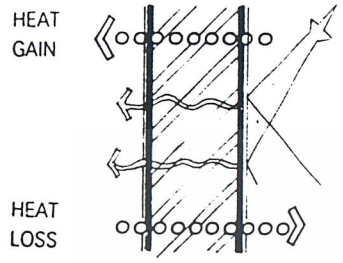
วัสดุกันความร้อนชนิดสะท้อนความร้อน (Reflective Insulation)

เป็นแผ่นโลหะผิวมันวาวบาง ๆ ฉาบติดกับแผ่นกระดาษหรือเป็นแผ่นโลหะบางล้วน อลูมิเนียมฉาบติดกับกระดาษใช้ได้ผลดีที่สุด การติดตั้งให้มีที่ว่างหรือช่องอากาศภายในผนังหรือเหนือเพดาน ซึ่งอย่างน้อยที่สุดควรจะเป็น 3/4 นิ้ว

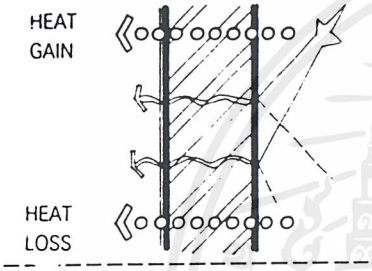
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบการป้องกันความร้อนในลักษณะความสมดุลย์ทางความร้อน (Thermal Balance) ของผนังก่ออิฐชั้นเดียว ผนังบุฉนวน และผนังสองชั้นที่เว้นช่องตรงกลาง (Cavity Wall)

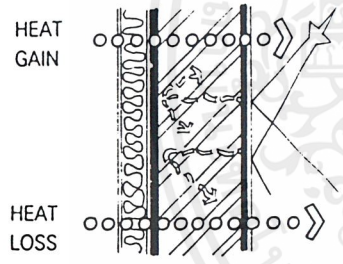
ภายใน ภายนอก



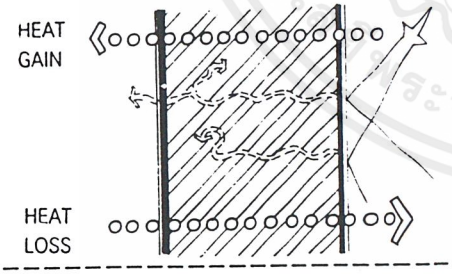
ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน
ผิวที่ฉาบปูนทาสีอ่อนจะสะท้อนความร้อนออกไปทำให้ความร้อนเข้ามาในห้องน้อยลง



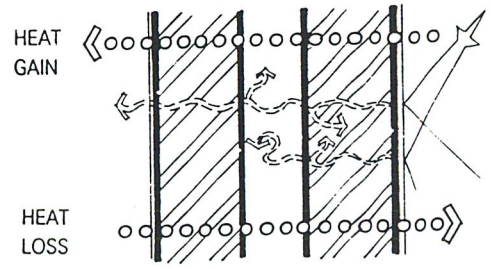
ผนังก่ออิฐเปลือยผิว - ทาน้ำมันเคลือบผิว ฉาบปูนภายใน
ผนังสีอิฐจะเก็บความร้อนไว้ และกระจายความร้อนสู่ภายในห้องได้มากกว่าแบบแรก ถ้าทาอิฐด้วยสีขาวจะลดความร้อนได้ดีขึ้น



ผนังก่ออิฐฉาบปูน ติดตั้งฉนวนกันความร้อน
ฉนวนกันความร้อนจะป้องกันไม่ให้ความร้อนผ่านเข้าไปภายในห้องได้



ผนังก่ออิฐหนา ฉาบปูน
ผนังหนาช่วยให้ความร้อนไหลผ่านเข้าสู่ในอาคารได้น้อยและช้าลง แต่ถ้าไม่มีลมมาพาความร้อนออกไปหลังจากพระอาทิตย์ตกแล้วจะทำให้ภายในห้องร้อนขึ้นได้



ผนังก่ออิฐสองชั้น ฉาบปูน
ผนังชั้นนอกช่วยสะท้อน และเก็บความร้อนไว้บางส่วน แต่เมื่อผนังชั้นแรกร้อนขึ้นมากก็จะถ่ายเทความร้อนผ่านช่องว่างให้กับผนังชั้นในทำให้มีความร้อนผ่านเข้าไปภายในอาคารได้บ้าง แต่เป็นส่วนน้อยและช้าลง ถ้ามีการระบายอากาศในช่องกลางผนังได้จะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

รูปที่ 7.2 แสดงการเปรียบเทียบการป้องกันความร้อนแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 แสดงการทดลองติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในห้องที่บุฉนวนและไม่บุฉนวน (1)

วัน เดือน ปี	ลักษณะอากาศ	อุณหภูมิสูง/ต่ำ (°ซ)		ห้องบุฉนวน		ห้องไม่บุฉนวน	
		ภายนอกห้อง	ภายในห้อง	จำนวนชั่วโมงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน	จำนวนหน่วยไฟฟ้า	จำนวนชั่วโมงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน	จำนวนหน่วยไฟฟ้า
4 กพ. 2531	ท้องฟ้าโปร่ง	32.3/25.2		4 ชม. 40 นาที	9.3 kwh	7 ชม. 24 นาที	15.1 kwh
12 กพ. 2531	ท้องฟ้าหลัว (เมฆมากเกือบมีฝนตก)	31.5/24.5	25/22	2 ชม. 25 นาที	6.0 kwh	4 ชม. 33 นาที	9.9 kwh
17 กพ 2531	ฝนตก	32.8/23.5		2 ชม. 15 นาที	5.9 kwh	3 ชม. 48 นาที	9.1 kwh

หมายเหตุ

ทำการทดลองในห้องขนาดประมาณ 21 ตารางเมตร ความสูง 2.4 เมตร ผนังเป็นอิฐบล็อค หลังคากระเบื้อง เพดานยิปซั่มบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ห้องที่บุฉนวนใยแก้วแบบม้วนหนา 1 นิ้ว ความหนาแน่น 48 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ติดตั้งบนฝ้าเพดาน และฝาผนังอีกห้องหนึ่งไม่มีฉนวน โครงสร้างของทั้ง 2 ห้องเหมือนกัน ใช้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนขนาด 18,000 บีทียู/ชม. เปิดทดลองตั้งแต่เวลา 8.30 น. ถึง 16.30 น. เป็นเวลา 9 ชั่วโมงติดต่อกัน

หากความร้อนเข้าสู่อาคารมาก ๆ จะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนัก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก็จะสูงตามไปด้วย เมื่อบุฉนวนจะช่วยป้องกันความร้อนและอุณหภูมิจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน อีกทั้งในตอนกลางคืนก็ยังสามารถช่วยให้ความร้อนจากอุณหภูมิภายนอกที่สูงกว่าถ่ายเทเข้าไปในห้องได้น้อยลง ทำให้เก็บรักษาความเย็นไว้ได้นาน จึงเป็นการช่วยลดการ ทำงานของเครื่องปรับอากาศ และช่วยลดการสึกหรอจากการใช้เครื่องปรับอากาศไปได้อีกนาน

---

(1) ผลจากการทดลองใช้ฉนวนกันความร้อนในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยการพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.3 แสดงการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร
(OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE CALCULATION, OTTV)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) คือค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านผนังและหน้าต่างเข้าสู่อาคาร โดยรวมปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทุกๆด้าน แล้วนำมาหารด้วยพื้นที่ผนังทั้งหมด สำหรับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเรียกกว่า RTTV

OTTV ใช้สำหรับอาคารปรับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปภาระในการปรับอากาศจะประกอบด้วยความร้อนจากแหล่งที่มา 2 แหล่ง คือ

1. ความร้อนที่ได้รับจากภายนอกอาคาร (Heat Gain form External Sources) เป็นความร้อนที่สำคัญและส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการนำความร้อนผ่านผนังห้อง

2. ความร้อนที่ได้รับจากภายในอาคาร (Heat Gain from Internal Sources) คือ ความร้อนจากผู้อยู่อาศัย แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ

จากการศึกษาของนักวิชาการหลายท่านพบว่า การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารนั้น มีผลมากต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศและการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศ การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารปรับอากาศ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นสิ่งที่ทำได้ตั้งแต่การออกแบบอาคาร โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ประกอบด้วย

1. การนำความร้อนผ่านผนังทึบ
2. การนำความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง
3. การแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง

พระราชกฤษฎีกา กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารใหม่ต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตรม.

2. ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารเก่าต้องไม่เกิน 55 วัตต์/ตรม.

3. ค่า RTTV สำหรับหลังคาของอาคารทั้งใหม่และเก่าต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตรม.

กฎหมายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดอาคารที่อยู่ในข่ายอาคารควบคุม เป็นอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า โรงงาน และอาคารอื่นที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลืองรวมกัน คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เทียบเท่า 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกด้านใดด้านหนึ่ง คำนวณได้จาก

$$OTTV_1 = U_W (1\text{-}WWR)(TD)+(SC)(WWR)(SF) + U_f(WWR) \quad T$$

เมื่อ U_W = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ วัตต์/ตรม. °C

TD = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอก และภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งใส วัตต์/ตรม. °C

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับประเทศไทย คือ 5°C

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ วัตต์/ตรม.

นำเอาค่า OTTV ของทุกด้านมาหาค่าเฉลี่ย จะได้

$$OTTV = \frac{[A_i\ (OTTV_i)]}{A_i} \quad W/m^2$$

เมื่อ A_i = พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่ I ตรม.

$OTTV_i$ = ค่า OTTV ของผนังด้านที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารดังกล่าว สำหรับอาคารในกรุงเทพฯ จากการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่า

โรงแรม	มีค่า	อยู่ระหว่าง 39.5-81.0 W/m^2	เฉลี่ย 55.0 W/m^2
อาคารสำนักงาน	มีค่า	อยู่ระหว่าง 32.4-87.2 W/m^2	เฉลี่ย 57.7 W/m^2
ศูนย์การค้า	มีค่า	อยู่ระหว่าง 32.0-55.8 W/m^2	เฉลี่ย 44.9 W/m^2

อาคารต่าง ๆ ดังกล่าวมีจำนวนมากที่สามารถปรับปรุงให้มีค่า OTTV ต่ำลงได้ โดยสามารถแก้ไขได้หลายวิธี เช่น เพิ่มฉนวนกันความร้อน เพิ่มอุปกรณ์กันแดดให้กับกระจก อาจลดพื้นที่กระจกหรือเปลี่ยนวัสดุที่เป็นผนังทึบ

สำหรับผนัง ค่าพลังงานความร้อนดังกล่าวจะแปรไปกับ คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง (ความเป็นฉนวนความร้อนของผนัง) สีและความหนาแน่นของมวลผนัง กล่าวคือหากวัสดุมีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี มีผนังที่หนา สีผิวของผนังเป็นสีอ่อนและมีมวลของผนังมาก ก็จะสามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี สำหรับผนังที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปหากไม่มีช่องเปิดเช่นหน้าต่างหรือผนังกระจกเลย ส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (45 วัตต์ต่อตารางเมตร) ยกเว้นผนังกระเบื้องซีเมนต์ชั้นเดียวทั้งอย่างบางและอย่างหนา ดังแสดงในตารางที่ 9.1[1]

---

(1) พงพัฒน์ มั่งคั่ง "กรณีศึกษา ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร" รายงานประกอบการสัมมนาทางวิชาการ "กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน:ผลกระทบและการออกแบบสถาปัตยกรรมใหม่" จัดโดยคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 22 มกราคม 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.1 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด(2)

ชนิดผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	ผนังสีอ่อน (W/m^2)	ผนังสีปานกลาง (W/m^2)	ผนังสีเข้ม (W/m^2)
ผนังชั้นเดียว				
1. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง ชั้นเดียว	5.15	73.20	82.35	87.49
2. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา ชั้นเดียว	4.90	73.50	82.35	87.49
3. ผนังไม้ชั้นเดียว ½ นิ้ว	2.75	41.25	78.40	83.30
ผนัง 2 ชั้น				
4. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง	2.63	39.45	42.08	44.71
5. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา	2.50	37.50	40.00	42.60
6. ผนังไม้ ½ นิ้วมีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีไม้อัด 4 มม.	1.82	27.30	29.12	30.94
7. ผนังไม้ ½ นิ้วมีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีกระเบื้องซีเมนต์	1.98	29.70	31.68	33.66
ผนังก่ออิฐ				
8. ผนังอิฐมอญก่อตามยาวฉาบปูน	1.59	19.08	20.67	22.26
9. ผนังอิฐมอญก่อตามขวาง 2 ด้าน	1.37	13.70	15.07	16.44
10. ผนังอิฐซีเมนต์บล็อคก่อฉาบปูน 2 ด้าน	1.66	19.92	21.58	23.24

(2) [1] เรื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจก

สำหรับกระจกพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

1. พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกของอาคาร

2. พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับรังสีอาทิตย์

สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไป จะมีระดับของพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ และทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนัง

ในการออกแบบผนังอาคารนั้น หากมีพื้นที่กระจกหรือให้ผนังมีช่องเปิดมาก ๆ ก็จะทำให้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้มาก เนื่องจากโดยทั่วไปกระจกนั้นยอมให้พลังงานความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้สะดวกกว่าผนังทึบ ซึ่งหากเป็นอาคารที่ปรับอากาศ ก็จะทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศอีกด้วย ดังนั้น การออกแบบอาคารควรจะเลือกลักษณะสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมเป็นข้อแรก เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร เช่น ไม่ควรเจาะช่องเปิดหรือให้อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดมีมากนัก หรือหากจำเป็นต้องมีช่องเปิดเพื่อความสวยงามของอาคารแล้ว ก็ควรที่จะหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในทิศทางที่มีค่ารังสีอาทิตย์ที่มีปริมาณมาก ๆ เช่น ทิศใต้ ทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตก หรือหากไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในทิศทางดังกล่าวได้ ก็ควรจะออกแบบให้บริเวณช่องเปิดมีอุปกรณ์บังแดด หรือเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ลดหรือสะท้อนความร้อนได้ดี เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในอาคาร

จากการศึกษาของ พงพัฒน์ มั่งคั่ง พบว่าผนังและกระจกแต่ละชนิด เมื่อประกอบเข้าเป็นผนังอาคารในแต่ละทิศทางที่รับรังสีอาทิตย์ และมีค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารเฉลี่ยไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร จะต้องมีอัตราส่วนของช่องเปิด (หน้าต่างหรือผนังกระจก) ต่อพื้นที่ผนังกระจก) ต่อพื้นที่ทั้งหมด ไม่เกินค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 9.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังทึบและหลังคาจะต้องใช้วัสดุประกอบผนังหรือหลังคาที่มีค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity, K) ต่ำ สีของผนังและหลังคาควรมีสีอ่อนและใช้วัสดุฉาบที่มีค่าสภาพการดูดความร้อน (Thermal Absorptivity) และค่าการเปล่งรังสี (Emissivity) ต่ำ จะสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังทึบและบริเวณหลังคาได้เป็นอย่างดี สำหรับกระจกหรือผนังโปร่งแสงนั้น จากสมการของค่าความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) เราพบว่าในเทอมสุดท้ายของสมการ จะเป็นการคำนวณในส่วนของความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ผ่านเข้าทางกระจกหน้าต่าง ซึ่งเราจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของกระจกนั้นเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบ หน้าต่าง ซึ่งหากมีการออกแบบได้อย่างเหมาะสม เช่น ติดตั้งแผงกันแดดเข้ากับผนังอาคารส่วนที่เป็นกระจก และตำแหน่งของแผงกันแดดสัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์ เพื่อว่าแสงอาทิตย์ถูกกั้นในช่วงเวลาที่เหมาะสม ก็จะสามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหน้าต่างได้ค่อนข้างสูง และสามารถทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางที่ 9.2 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกแต่ละชนิดเข้าสู่อาคารในแต่ละทิศ[3]

ชนิดกระจก	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ	เฉลี่ย
1. กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม.									
ไม่มี Overhang	136.74	162.86	201.26	208.94	199.72	202.79	187.43	158.25	182.25
มี Overhang ยาว 1 เมตร	101.98	108.36	129.47	130.20	144.60	126.75	121.41	105.63	121.05
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	101.15	102.27	116.12	121.78	143.29	115.61	109.13	99.75	114.01
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	100.75	98.71	111.28	116.90	142.64	113.91	104.69	96.32	110.65
2. กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม.									
ไม่มี Overhang	68.45	77.43	90.93	93.27	90.10	91.61	85.88	75.85	84.10
มี Overhang ยาว 1 เมตร	56.50	58.70	65.95	66.21	71.15	65.02	63.18	57.76	63.06
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	56.22	56.60	61.36	63.31	70.70	62.22	58.96	55.74	60.64
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	40.59	48.89	53.21	55.14	63.99	54.11	50.94	48.06	52.99
3. กระจกสีชา Dark Cool Gray หนา 6 มม.									
ไม่มี Overhang	96.68	114.09	139.69	144.81	138.66	140.71	130.47	111.02	127.02
มี Overhang ยาว 1 เมตร	73.51	77.76	91.83	92.32	101.92	90.02	86.46	75.94	86.22
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	72.95	73.70	82.93	86.70	101.04	84.59	78.27	72.02	81.53
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	72.68	71.33	79.71	83.45	100.61	81.46	75.31	69.73	79.28
4. กระจกเคลือบสารสะท้อนแสงชั้นเดียว หนา 6 มม.									
ไม่มี Overhang	52.01	60.20	72.20	74.60	71.72	72.68	67.88	58.76	66.26
มี Overhang ยาว 1 เมตร	41.18	43.17	49.77	50.00	54.50	48.92	47.25	42.32	47.14
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	40.92	41.27	15.60	47.36	54.09	46.38	43.41	40.48	44.94
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	40.79	40.16	44.09	45.84	53.88	44.91	42.02	39.41	43.89
5. กระจกเคลือบสารสะท้อนแสง หนา 6 มม. 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศ 11 มม.									
ไม่มี Overhang	40.77	47.57	57.57	59.57	57.17	57.97	53.97	46.37	52.62
มี Overhang ยาว 1 เมตร	31.72	33.38	38.87	39.06	42.81	38.17	36.77	32.97	36.68
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	31.50	31.79	35.40	36.87	42.47	36.05	33.58	31.13	34.85
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	31.39	30.89	34.14	35.60	42.30	34.82	32.42	30.24	33.97

[3] เรื่องเดียวกัน

ชนิดกระจก	ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว	ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนาชั้นเดียว	ผนังไม้ชั้นเดียว	ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง 2 ชั้น	ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา 2 ชั้น	ผนังไม้ด้านในตีไม้อัด	ผนังไม้ด้านในตีกระเบื้องซีเมนต์	ผนังอิฐมอญก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน	ผนังอิฐมอญก่อตามขวางฉาบปูน ด้าน	ผนังอิฐมอญก่อตามยาวฉาบปูน ด้าน
กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม.										
ไม่มี Overhang	*	*	0.72	2.08	3.51	10.37	8.85	15.06	17.90	14.57
มี Overhang ยาว 1 เมตร	*	*	1.30	3.70	6.17	17.27	14.90	24.24	28.24	23.54
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	*	*	1.43	4.06	6.76	18.71	16.18	26.07	30.25	25.34
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	*	*	1.50	4.26	7.08	19.48	16.87	27.04	31.31	26.29
กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มม. ติดฟิล์มสะท้อนแสง										
ไม่มี Overhang	*	*	2.98	8.22	13.30	32.75	29.01	42.74	47.86	41.81
มี Overhang ยาว 1 เมตร	*	*	7.96	20.16	30.18	57.86	53.53	67.78	72.13	66.94
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	*	*	9.86	24.20	35.35	63.45	59.29	72.68	76.59	71.92
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	*	*	11.12	26.76	38.50	66.53	62.51	75.28	78.93	74.56
กระจกสีชา Dark Cool Gray 6 มม.										
ไม่มี Overhang	*	*	1.20	3.44	5.75	16.22	13.97	22.88	26.74	22.21
มี Overhang ยาว 1 เมตร	*	*	2.37	6.62	10.82	27.82	24.42	37.12	42.07	35.23
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	*	*	2.66	7.40	12.04	30.30	26.72	39.98	45.04	39.07
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	*	*	2.83	7.85	12.73	31.66	27.98	41.51	46.61	40.59
กระจกเคลือบสารสะท้อนแสง ชั้นเดียว หนา 6 มม.										
ไม่มี Overhang	*	*	4.49	12.08	19.04	42.76	38.52	53.36	58.47	52.41
มี Overhang ยาว 1 เมตร	*	*	31.87	57.73	70.05	88.13	86.17	91.92	93.33	91.63
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**
กระจกเคลือบสารสะท้อนแสง 6 มม. 2 ชั้น มีช่องว่างอากาศ 11 มม.										
ไม่มี Overhang	*	*	11.64	27.71	39.63	67.58	63.62	76.16	79.71	75.45
มี Overhang ยาว 1 เมตร	81.78	89.06	**	**	**	**	**	**	**	**
มี Overhang ยาว 1.5 เมตร	78.63	76.69	**	**	**	**	**	**	**	**
มี Overhang ยาว 2.0 เมตร	77.20	75.18	**	**	**	**	**	**	**	**

ายเหตุ * หมายถึง หากเป็นผนังที่ประกอบด้วยวัสดุผนังและกระจกดังกล่าว หากมีหน้าต่างหรือช่องเปิด จะทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง (OTTV) เกินเกณฑ์ที่กำหนด (45 วัตต์ ต่อตารางเมตร)

** หมายถึง สามารถให้ผนังเป็นกระจกได้ทั้งหมด โดยจะไม่ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) เกินเกณฑ์ที่กำหนด (45 วัตต์ ต่อตารางเมตร)

เรื่องเดียวกัน

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof Thermal Transfer Value, RTTV)

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผนัง โดยแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา สำหรับวัสดุหลังคาที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปในปัจจุบันจะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร ทั้งนี้เพราะหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการบุฉนวนกันความร้อนไว้

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา คำนวณได้จาก

$$RTTV = \frac{[A_i\ (RTTV_i)]}{A_i} \quad W/m^2$$

เมื่อ A_i = พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ i ตรม.

$RTTV_i$ = ค่า RTTV ของหลังคาด้านที่ i

$= U_r(1\text{-}SRR)(TD) + (SC)(SRR)(SF) + U_m(SRR)(\ T)$

เมื่อ U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนทึบ วัตต์/ตรม.°C

SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น

TD = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร รวมถึงผลการดูดกลืนรังสีของหลังคาส่วนทึบ °C

U_m = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง วัตต์/ตรม.°C

ΔT = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ วัตต์/ตรม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.4 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (ไม่บุฉนวน)(5)

หน่วย : W/m^2

ชนิดหลังคาผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
หลังคาเอียง 22.5° - 45°				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.55	61.20	71.40	81.60
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	2.47	59.26	69.12	79.01
3. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.54	60.96	71.12	81.28
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	2.46	59.04	68.88	78.72
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.45	58.80	68.60	78.40
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	2.37	56.88	66.36	75.84
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	3.49	55.84	69.80	83.76
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 100 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	2.04	32.64	40.80	48.96

(5) [1] เรื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.5 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน หนา 1 นิ้ว)(6)

หน่วย : W/m^2

ชนิดหลังคาผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
หลังคาเอียง 22.5° - 45°				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	21.60	25.20	28.80
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.89	21.35	24.92	28.48
3. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	21.60	25.20	28.80
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.89	21.60	25.20	28.80
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.90	19.20	22.40	25.60
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.72	17.28	20.16	23.04
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	1.00	16.00	20.00	24.00
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 100 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.83	13.28	16.60	19.92

(6) [1] เรื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.6 แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านหลังคาและฝ้าแต่ละชนิดเข้าสู่อาคาร (บุฉนวน หนา 2 นิ้ว)(7)

หน่วย : W/m^2

ชนิดหลังคาผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	หลังคาสีอ่อน (W/m^2)	หลังคาสีปานกลาง (W/m^2)	หลังคาสีเข้ม (W/m^2)
หลังคาเอียง 22.5° - 45°				
1. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
2. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
3. หลังคากระเบื้องลอน 4 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
4. หลังคากระเบื้องลอน 5 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.55	13.20	15.40	17.60
5. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.50	1.00	14.00	16.00
6. หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มม. ช่องว่างอากาศ 500 มม. ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 8 มม.	0.42	10.08	11.76	13.44
หลังคาราบ				
7. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม.	0.58	9.28	11.60	13.92
8. หลังคาคอนกรีตหนา 100 มม. ช่องว่างอากาศ 100 มม. ฝ้าไม้อัด 4 มม.	0.52	8.32	10.40	12.48

(7) [1] เรื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายอากาศ
(VENTILATION)

การระบายอากาศ คือการถ่ายเทเอาอากาศภายในห้องออกไป โดยให้อากาศใหม่ซึ่งสดชื่นกว่ามาแทนที่

การออกแบบอาคารในเขตร้อนชื้น ถ้าไม่ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มาช่วย เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ ก็ต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศตามวิธีธรรมชาติให้มากที่สุด และให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องโดยรอบร่างกายผู้ที่อยู่อาศัย เพื่อเพิ่มความสบายให้แก่ร่างกาย ทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากภายในห้อง ช่วยลดความร้อนและความชื้น ประเทศในเขตร้อนชื้นนี้ส่วนใหญ่ต้องการลมตลอดปี แม้แต่ประเทศในเขตอบอุ่นก็ต้องการกระแสลมในหน้าร้อนหรือการถ่ายเทอากาศในฤดูอื่น ๆ เช่นเดียวกัน การออกแบบช่องเปิดในตัวอาคารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสบาย

กระแสลม

การเกิดกระแสลมหรือการเคลื่อนไหวของอากาศในที่ทั่วไปนั้นเกิดขึ้นได้จาก

1. ความแตกต่างของความกดอากาศ
2. ความแตกต่างของอุณหภูมิ

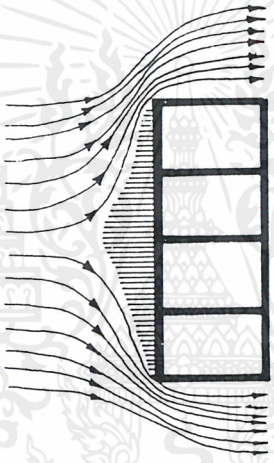
เมื่อลมพัดผ่านอาคาร มันจะพัดโอบรอบอาคาร ทำให้เกิดเป็นความกดอากาศสูงและต่ำ โดยทั่วไปเขตที่มีความกดอากาศสูง คือส่วนที่ลมพัดมาปะทะกับผนัง ส่วนที่มีความกดอากาศต่ำ (Wind Shadow) คือลมในเขตด้านหลังอาคาร

ลมที่พัดผ่านห้องเกิดจากอากาศที่ถูกบังคับให้ผ่านช่องเปิดด้วยความกดสูงและผ่านช่องเปิดอีกด้านสู่ความกดที่ต่ำกว่า เหมือนกับลมทั่ว ๆ ไป อากาศภายในอาคารก็เช่นเดียวกัน คือจะไหลจากที่ ๆ มีความกดอากาศสูงสู่ที่ ๆ มีความกดอากาศต่ำทำให้เกิดลมอ่อน ๆ ภายในอาคาร

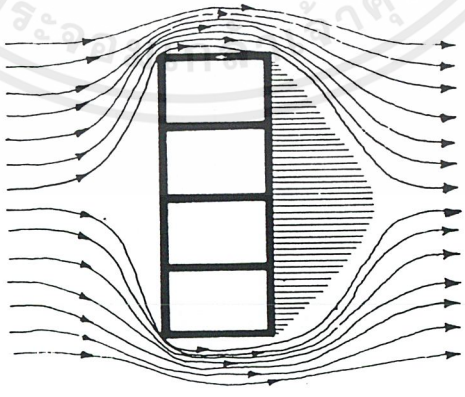
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างของอุณหภูมิ เป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ (ลม) เหมือนกัน แต่ธรรมชาติจะเกิดเป็นส่วนน้อย กระแสลมจึงเกิดจากบริเวณความกดอากาศที่ต่างกันมากกว่าอุณหภูมิที่ต่างกัน ถ้ามีช่องทางเข้าของลมอยู่ด้านเดียวของห้องในทิศทางที่รับลม ก็จะไม่เกิดผลอันใด เพราะผนังด้านตรงข้ามกับหน้าต่างทางลมเข้านั้นเป็นเหมือนเขื่อนบังลมอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงในอาคาร และถ้าห้องนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับด้านที่รับลม ก็จะเกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ

เพื่อที่จะให้เกิดการถ่ายเทของอากาศ จะต้องออกแบบให้เกิดบริเวณความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำต่อเนื่องกัน ที่สำคัญกว่าคือจะต้องมีช่องทางเข้าทางด้านบริเวณความกดอากาศสูงและช่องทางออกด้านความกดอากาศต่ำ

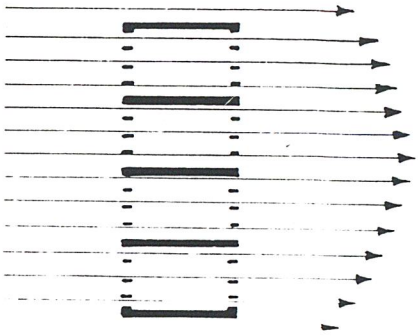


รูปที่ 10.1 แสดงบริเวณความกดอากาศสูง โดยทั่วไปจะเกิดในบริเวณใกล้ฝาผนังของอาคารที่ถูกลมปะทะหรือผนังของอาคารด้านที่บังกระแสลม



รูปที่ 10.2 แสดงลมที่พัดผ่านด้านข้างหรือเหนืออาคารออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดบริเวณความกดอากาศต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.3 แสดงกระแสลมพัดผ่านห้อง

จากรูปที่ 10.3 จะเห็นว่าเนื่องจากกระแสลมพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ เพื่อให้ลมพัดผ่านห้อง จึงต้องมีช่องเปิดบนผนังด้านที่ติดกับบริเวณความกดอากาศสูงเพื่อให้ลมเข้า และบนผนังด้านที่มีความกดอากาศต่ำเพื่อให้ลมออก

อัตราความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกาย

0.25 เมตรต่อวินาที ไม่รู้สึก

0.25 - 0.5 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยไม่รู้ว่ามีลมมาปะทะ

0.5 - 1 เมตรต่อวินาที รู้สึกสบายโดยรู้ว่ามีลม

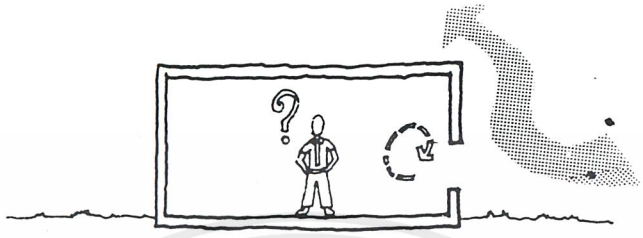
ในที่ ๆ มีอุณหภูมิสูงมาก อาจต้องการแรงลมมากขึ้นกว่านี้ สถานที่บางแห่งเช่นสำนักงาน โรงพยาบาล ต้องกำหนดแรงลมเพราะถ้าลมแรงจะทำให้กระดาษปลิวได้ไม่เหมาะกับที่ทำงาน คนไข้ในโรงพยาบาลไม่ต้องการลมแรง ห้องเรียนและสำนักงานที่ต้องการกระแสลมในขนาดที่ให้ความสบายควรให้กระแสลมผ่านที่ระดับศรีษะในเวลานั่ง ประมาณ 1.00 เมตรจากพื้นห้อง ระดับโต๊ะจะได้รับลมบ้างเพียงเล็กน้อย

ความกว้างของช่องเปิด

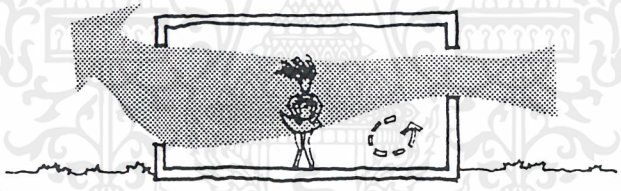
การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้มีทางลมผ่านเข้าห้องแล้ว จะต้องจัดให้มีทางลมออกจากห้องด้วย หรืออีกนัยหนึ่งคือให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ ทำให้มีการระบายถ่ายเทอากาศ การมีช่องเปิดแต่ในด้านที่รับลมจะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้อง เพราะผนังที่ปิดตันในด้านตรงกันข้ามกับทางลมเข้าจะเป็นเสมือนฉากบังลม และเกิดความกดอากาศสูงภายในห้องบริเวณใกล้ผนัง การออกแบบโดยทั่วไปในปัจจุบันมักจะนึกแต่ทางลมเข้า แต่ขาดทางออกที่เพียงพอทำให้ไม่ได้รับลมภายในห้องเท่าที่ควร เพื่อจะให้ได้ลมจำนวนมากที่สุดจะต้องจัดทางลมออกในทิศทางตรงกันข้าม ให้มีขนาดเท่ากับทางลมเข้าซึ่งผ่านช่องเปิดกว้างเต็มที่ สำหรับการถ่ายเทอากาศที่คิดถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของลมในที่ ๆ ต้องการกระแสลมแรงเพื่อช่วยให้เย็นขึ้นจะต้องมีทางลมออกใหญ่และกว้างกว่าทางลมเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

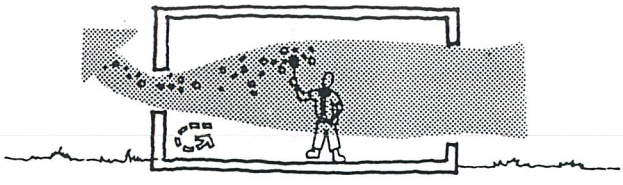
ถ้าอาคารมีช่องเปิดทางด้านลมเข้าเพียงทางเดียว ไม่มีช่องทางลมออก ลมจะไม่พัดเข้าไปในอาคาร



ช่องเปิดทางด้านลมเข้าเล็ก ทางลมออกใหญ่ จะทำให้แรงลมเข้ามาในห้องสูงขึ้น



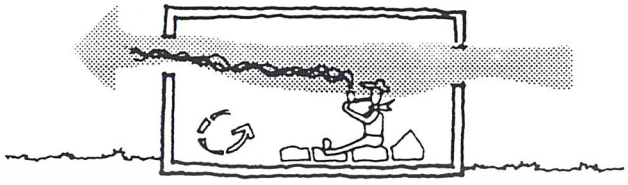
ช่องเปิดทางด้านลมเข้าใหญ่ ทางลมออกเล็ก จะทำให้แรงลมเข้ามาในห้องต่ำลง



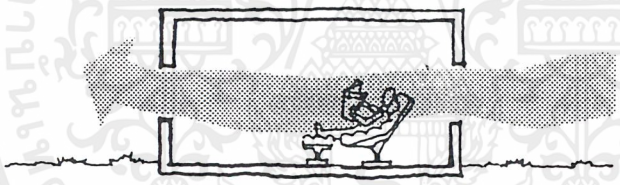
รูปที่ 10.4 แสดงผลของช่องเปิดกับกระแสลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

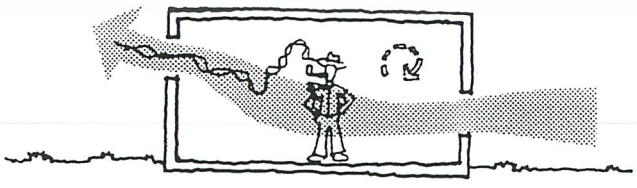
ช่องเปิดสูงอยู่ตรงกันทั้งทางลมเข้าและออก ทำให้เนื้อที่ส่วนล่างบริเวณพื้นห้องอับลม



ช่องเปิดทางลมเข้าเท่ากับทางลมออก จะทำให้จำนวนลมเข้ามาในห้องได้มากที่สุด



ช่องเปิดทางด้านลมเข้าต่ำ ทางลมออกสูง จะทำให้ได้รับกระแสลมที่เย็นสบาย



รูปที่ 10.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนัง Partition ตู้ ฯลฯ จะเป็นส่วนที่เปลี่ยนการไหลของกระแสลม และลดจำนวนและแรงลม ส่วนที่ไม่ได้รับลมจะร้อนและอับ ที่ผนังกั้นห้องจึงต้องมีบานเปิด เช่น ประตู บานเกล็ด แรงลมจะมากที่สุดเมื่อช่องเปิดทางลมเข้าและทางลมออกอยู่ตรงกันและไม่มีเครื่องกีดขวาง อาคารแคบตื้นจะมีทางระบายลมดีกว่าอาคารลึก

รูปที่ 10.5 แสดงถึงการไหลของกระแสลมเมื่อมีผนังภายในห้อง

เพื่อที่จะให้เกิดความรู้สึกเย็นสบาย เราจึงต้องให้อากาศพัดผ่านรอบ ๆ ร่างกาย แต่ในบางเวลาเป็นการยากที่จะบังคับทิศทางได้ตามความต้องการ โดยเฉพาะถ้าใช้ชนิดของหน้าต่างที่ผิด หน้าต่างบางชนิดจะบังคับทิศทางของลมให้ผ่านสูงเหนือศีรษะไป เช่นหน้าต่างบานพลิกบังแดด

รูปแบบการไหลของกระแสลม (Air Flow Pattern)

จะบังคับรูปแบบการไหลของกระแสลมให้พัดขึ้นเพดานแทนที่จะพัดลงสู่พื้น ลมที่พัดขึ้นเพดานเหมาะสำหรับฤดูหนาวเพราะมันจะพัดอากาศเย็นและบริสุทธิ์เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องก่อนที่จะวกลงสู่เบื้องล่าง แต่ในฤดูร้อนลมควรจะพัดผ่านร่างกายโดยตรงเลย ฉะนั้นการจัดการไหลของกระแสลมจึงมีความสำคัญมาก

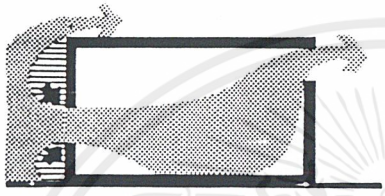
รูปแบบการไหลของกระแสลมจะเกิดขึ้นได้โดยช่องทางเข้า ซึ่งช่องทางเข้าของอากาศนี้ก็มีหน้าที่เหมือนกับหัวฉีดที่ใช้ฉีดน้ำ เพราะจะสามารถบังคับการไหลของกระแสลมให้ลมพัดสูงขึ้นสู่เพดานหรือต่ำลงสู่พื้น รวมทั้งพัดไปทางซ้ายหรือขวาได้ อากาศจะเคลื่อนผ่านตลอดห้องไปตามทิศทางที่บังคับโดยทางเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

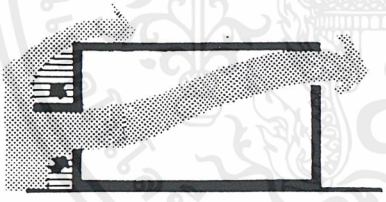
เงนี้ไม่ต้องคำนึงถึงทางออกเลย อย่างไรก็ตามถ้าบังคับให้การไหลของกระแสลมพัดขึ้นสูเพดาน และมีช่องทางออกในทิศทางตรงกันข้ามที่พื้น ลมก็จะพัดขึ้นเพดานอยู่นั่นเอง แล้วจึงพัดลงสูพื้นเพื่อออกไปในช่องทางออกทีหลัง

การออกแบบช่องเปิดเพื่อควบคุมการไหลของกระแสลมภายในห้อง

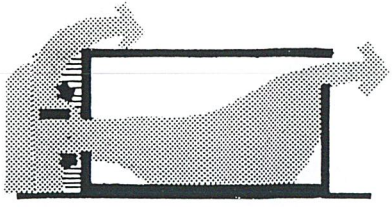
แสดงการเปิดหน้าต่างที่ทำให้ได้รับลมผ่านในระดับความสูงของร่างกาย



เมื่อมีแผงบังแดดสำหรับหน้าต่างยื่นติดกับผนังทางตั้งหรือนอน จะทำให้เกิดแรงดันของอากาศบริเวณผนังบังคับให้ลมพัดขึ้น (หรือเบนไปข้าง ๆ สำหรับแผงบังแดดทางตั้ง)



ถ้ายื่นแผงบังแดดห่างออกไปจากผนัง โดยมีช่องว่างระหว่างแผงบังแดดกับผนังจะทำให้ได้รับลมในระดับความสูงของร่างกายเช่นเดิม

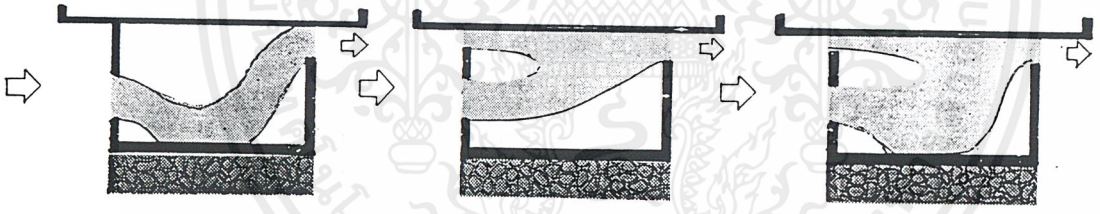


รูปที่ 10.6 แสดงถึงการควบคุมการไหลของกระแสลมโดยช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดัดแปลงแก้ไขการไหลของกระแสลมให้อยู่ในรูปที่ต้องการได้โดยการกะระยะช่องเปิดบนผนัง การเปิดประตู หน้าต่าง และการทำแผงบังแดด ลมที่ผ่านเข้ามาในห้องจะถูกบังคับโดยความดันของอากาศบริเวณส่วนปิดทึบโดยรอบช่องเปิด

ถ้าต้องการลมให้พัดผ่านร่างกายในระดับต่ำ เช่น เวลานั่ง นอน การเปิดแต่หน้าต่างในระดับความสูงของร่างกาย ในบางครั้งยังไม่เป็นการเพียงพอ หน้าต่างบานล่างควรจะเป็นบานเกล็ดที่หมุนปรับได้เพื่อเปลี่ยนทิศทางลมให้พัดลงต่ำตามต้องการ

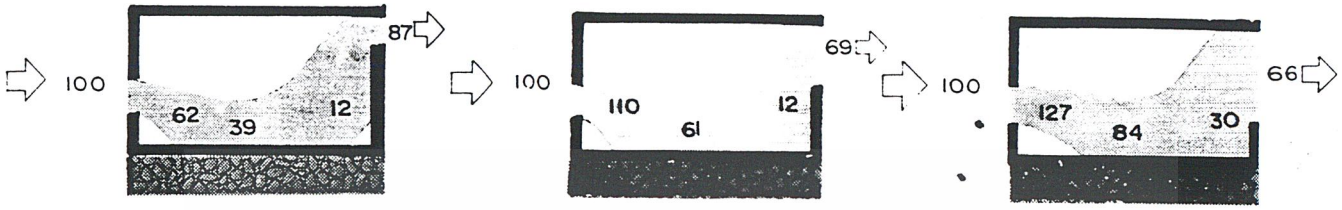


การมีช่องเปิดทางด้านลมเข้าต่ำและทางลมออกสูงก็จะเป็นการช่วยได้

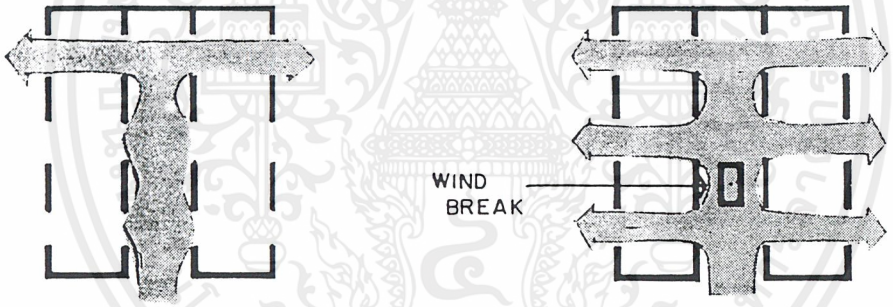
รูปที่ 10.6 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

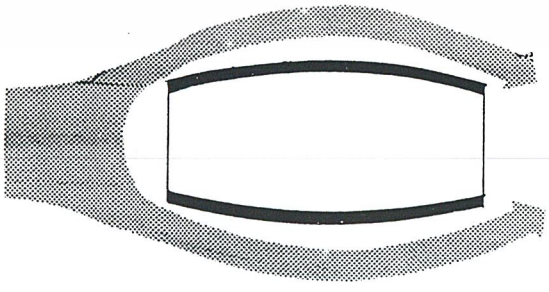
ภาพแสดงแรงลมเมื่อทางลมออกใหญ่หรือสูงกว่าทางลมเข้า สมมติแรงลมนอกอาคาร = 100 แรงลมภายในห้องได้แสดงเป็นอัตราเปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน



ในอาคารที่ไม่มีทางระบายอากาศโดยตลอด การนำเอาหุ่นรูปปั้น หรือฉากมาช่วยเป็น Wind Break ก็จะทำให้ได้รับลมอย่างทั่วถึง



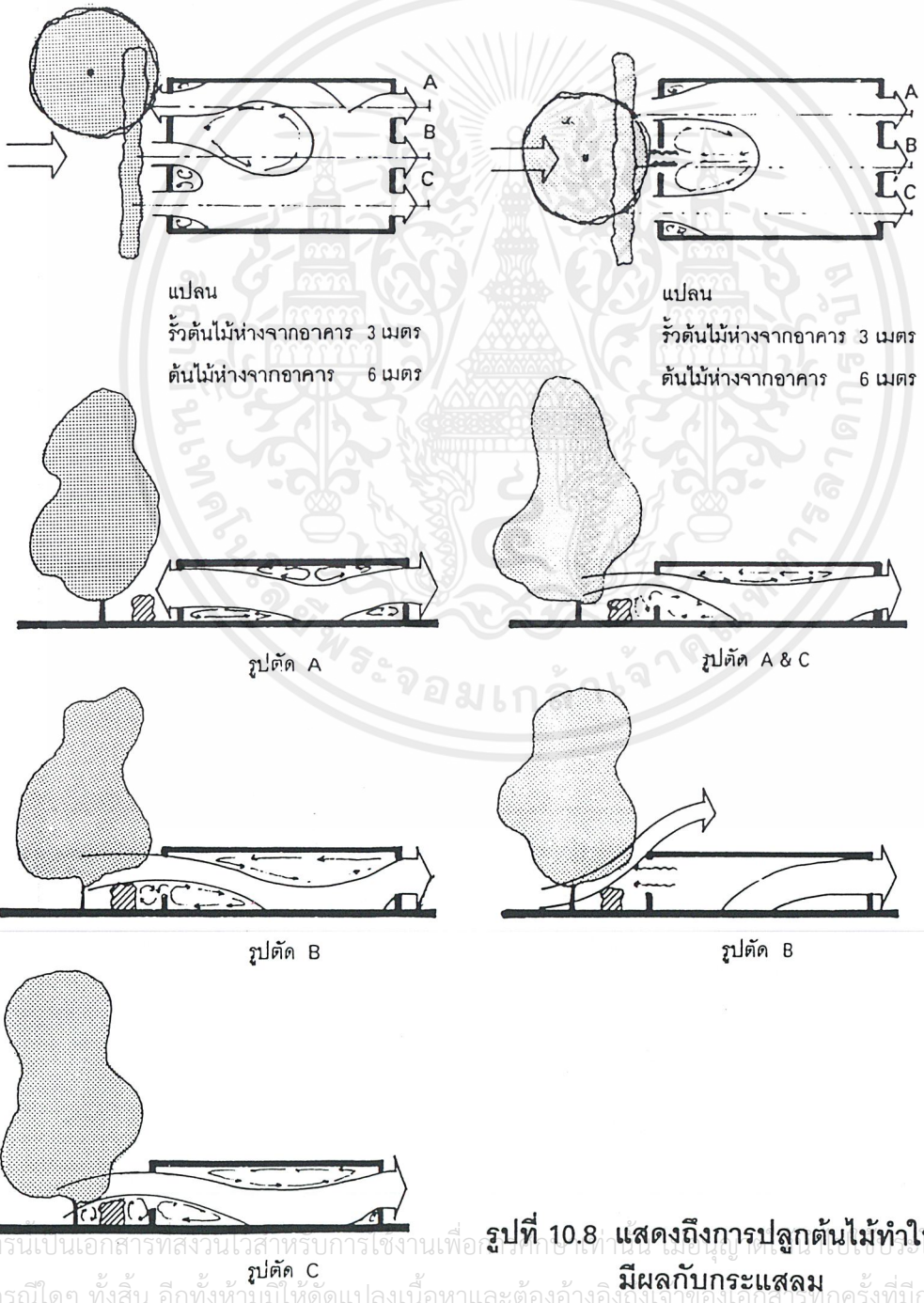
รูปร่างอาคารที่ช่วยให้ภายในเย็นลงได้โดยมีกระแสลมพัดโอบโดยรอบ



รูปที่ 10.7 แสดงถึงการออกแบบอาคารทำให้มีผลกับกระแสลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

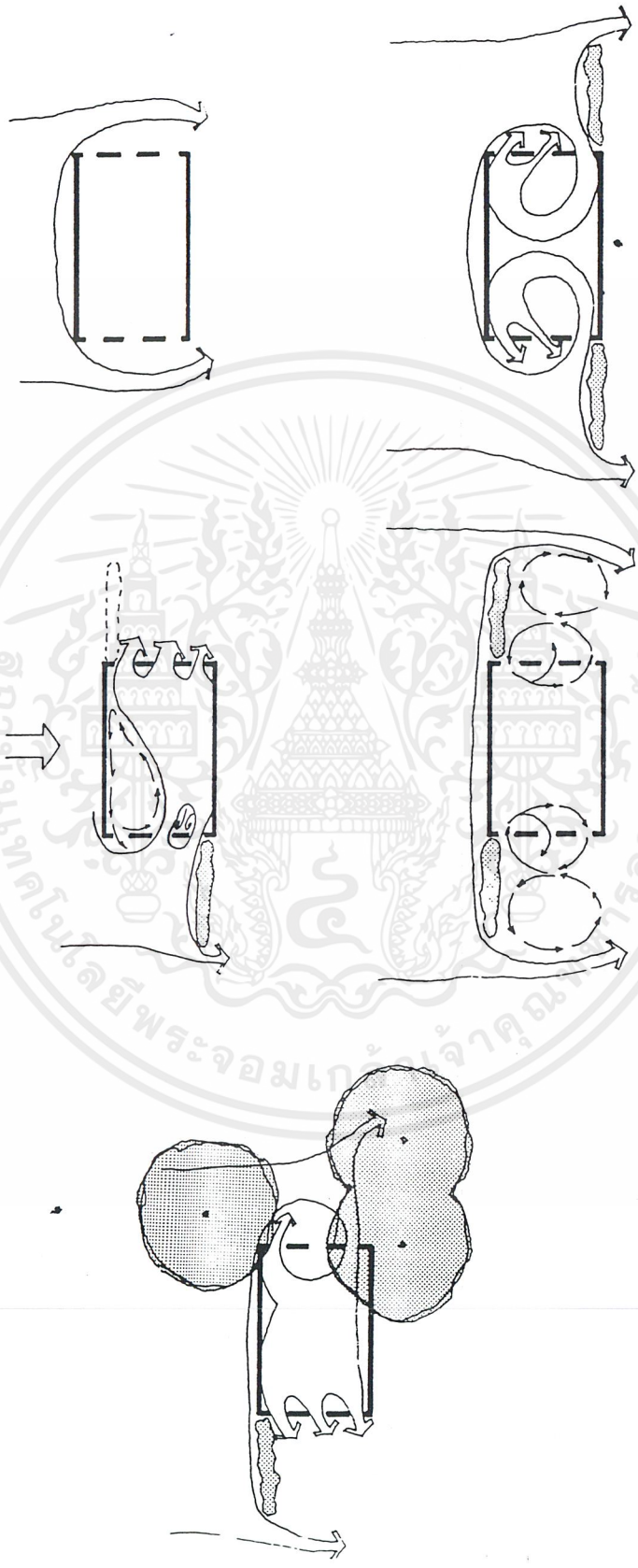
การปลูกต้นไม้ในบริเวณใกล้อาคาร จะมีผลต่อการไหลของกระแสลมสามารถทำให้ลมเบนเข้าอาคารได้มากขึ้น หรือลดจำนวนลมที่ผ่านเข้าในอาคาร แต่อย่างไรก็ดีต้นไม้จะทำให้ลมที่พัดผ่านเข้าไปในอาคารเย็นขึ้น และสามารถทำให้การไหลของกระแสลมภายในอาคารเปลี่ยนไป ต้นไม้ที่อยู่ในด้านทางลมออกของอาคารจะมีผลต่อกระแสลมเพียงส่วนน้อยหรือไม่มีเลย นอกจากต้นไม้เหล่านั้นจะอยู่ในที่ซึ่งกั้นขวางทางลมออก ชนิดของต้นไม้อาจจะเป็นต้นไม้ทึบสูง พุ่มไม้ สน ปาล์ม รั้วต้นไม้ ฯลฯ ดังนั้นการจัดสวนปลูกต้นไม้นอกจากจะทำให้สวยงาม ช่วยบังแดด เพิ่มความร่มรื่น ให้ความสบายแก่ผู้อยู่อาศัยภายในอาคารแล้ว ยังทำให้ส่วนพักผ่อนภายนอกอาคารสดชื่นน่าอยู่ ตำแหน่งและขนาดของต้นไม้ยังช่วยทำให้ลมพัดผ่านเข้าอาคารได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 10.8 แสดงถึงการปลูกต้นไม้ทำให้มีผลกับกระแสลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าอาคารไม่มีช่องเปิดในด้านที่รับลม การปลูกต้นไม้และรั้วต้นไม้จะช่วยให้ลมเข้าไปในอาคารได้



รูปที่ 10.8 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายอากาศทางปล่อง (Stack Ventilation)

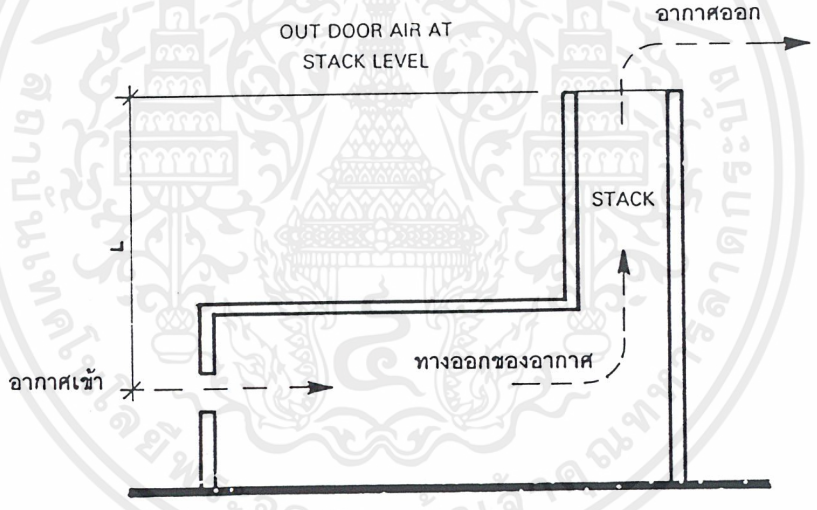
การระบายอากาศทางปล่องเป็นระบบการระบายอากาศอีกชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศ ระบบนี้นำมาใช้เพื่อช่วยในการระบายถ่ายเทอากาศสำหรับในที่ ๆ อัดแอไม่มีบริเวณที่ว่างด้านทางลมเข้าและออก หรือในที่ ๆ ต้องการความเป็นส่วนตัวไม่ต้องการเปิดหน้าต่างในด้านที่รับลม ในที่ ๆ ไม่สามารถมีช่องเปิดกว้างเช่นในแถบเมืองร้อนแห้งซึ่งมีแสงแดดอันร้อนแรง ต้องทำกำแพงปิดหนาป้องกันความร้อน หรือการมีฝุ่นในอากาศมาก ทำให้ต้องการช่องเปิดเพียงเล็กน้อยแต่ก็ยังต้องการการระบายอากาศภายในห้องที่ดี ซึ่งวิธีนี้ไม่จำเป็นจะต้องทำช่องเปิดในด้านรับลม เป็นการป้องกันฝุ่นได้ดี

ส่วนประกอบสำคัญของระบบนี้คือ

ช่องทางอากาศเข้า

บริเวณที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น

ช่องทางอากาศออกซึ่งอยู่ในที่สูง

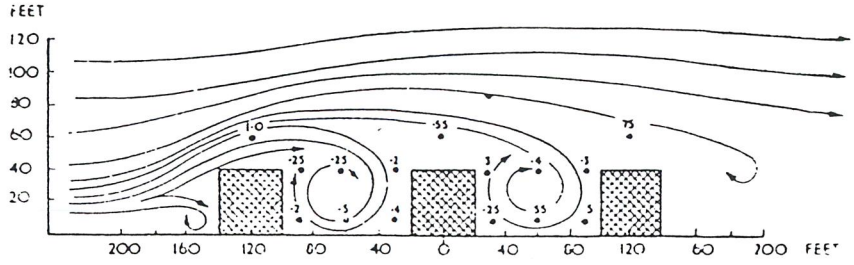


รูปที่ 10.9 แสดงการระบายอากาศทางปล่อง

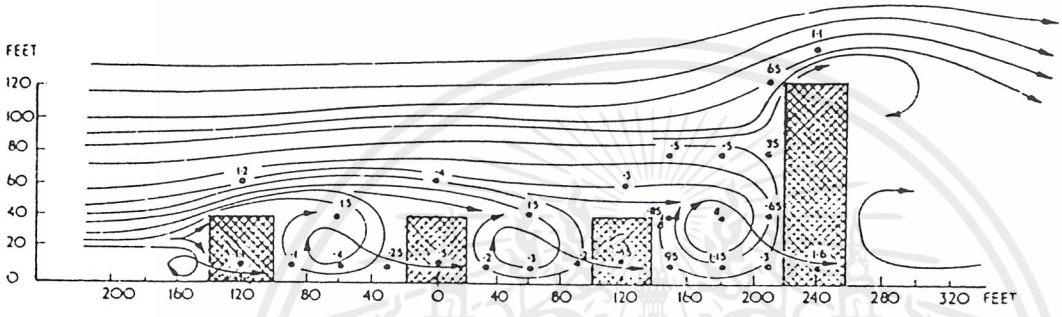
เมื่ออากาศภายนอกไหลเข้าสู่ภายในอาคารผ่านบริเวณที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น อาจใช้เป็นผนังกระจก หรือตั้งเตาผิงจุดไฟเล็กน้อย ความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวบางลงและลอยตัวสูงขึ้นอยู่บนอากาศที่มีความหนาแน่นกว่า ดังนั้นอากาศที่เข้ามาภายในจะลอยตัวขึ้นข้างบนออกไปทางปล่อง อากาศภายนอกซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิดการหมุนเวียนระบายถ่ายเทอากาศภายในขึ้น แต่ทั้งนี้ความสูงของปลายปล่องควรอยู่ในระดับซึ่งสูงกว่าสิ่งก่อสร้างหรืออาคารข้างเคียง เพื่อให้พ้นจากบริเวณความกดอากาศสูง

การระบายอากาศทางแนวสูงนี้ อาจใช้พัดลมดูดอากาศติดบนส่วนปลายของปล่องเพื่อช่วยระบายอากาศให้ดีขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

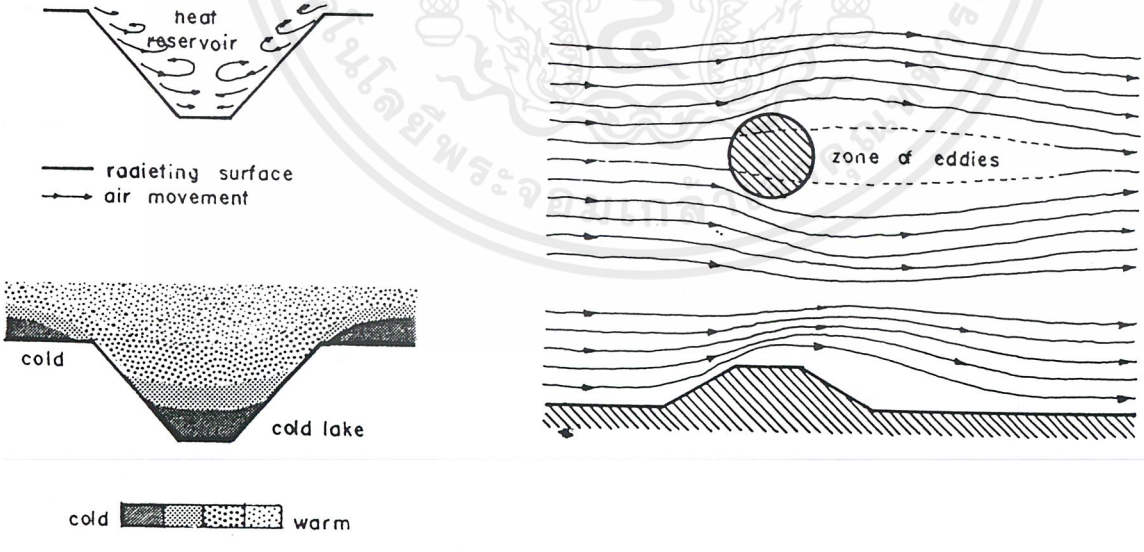


ภาพแสดงแรงลมสำหรับอาคารเรียงกัน 3 หลัง



ภาพแสดงแรงลมสำหรับอาคารเตี้ย 3 หลังและอาคารสูง

รูปที่ 10.10 แสดงแรงลมในพื้นที่ที่มีอาคารสิ่งก่อสร้าง



รูปที่ 10.11 แสดงกระแสลมในพื้นที่เอียงลาด เช่น หุบเขา เนินเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้