การระบายอากาศโดยธรรมชาติร่วมกับการใช้มวลอุณหภาพในอาคารพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงาน

Natural Ventilation Integrated with Thermal Mass in Residential Building for Energy Saving

ภัชราวดี ขุนทอง[1] และ ชนิกานต์ ยิ้มประยูร[2]

Patcharavadee Khuntong and Chanikarn Yimprayoon

[1] นิสิตปริญญาโท สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร,

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: n_patcharavaee@hotmail.com

(บทความนี้เคยนำเสนอในที่ประชุมวิชาการเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 1 ประจำปี 2557 ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแนวทางที่จะใช้วัสดุมวลอุณหภาพร่วมกับการระบายอากาศตามธรรมชาติ โดยการศึกษาผ่านการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TAS for Environmental Design Solutions Limited (EDSL) ของอาคารพักอาศัยในกรุงเทพมหานครที่มีการเปิด – ปิด ประตูและหน้าต่างในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของวันทำงาน (จันทร์ – ศุกร์) และวันหยุด (เสาร์ – อาทิตย์) ร่วมกับผนังมวลอุณหภาพน้อย (ความหนาแน่น 600 kg/m^3) มวลอุณหภาพปานกลาง (ความหนาแน่น 1,872 kg/m^3) และมวลอุณหภาพสูง (ความหนาแน่น 2,400 kg/m^3) ที่มีพื้นไม้ พื้นปูกระเบื้องเซรามิค และพื้นหินอ่อน พบว่าการใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในช่วงเวลากลางวัน (06:00 น. – 18:00 น.) สำหรับห้องนอน ร่วมกับการใช้ผนังมวลอุณหภาพน้อยและพื้นไม้ สามารถช่วยลดภาระการทำความเย็นได้มากที่สุด ส่วนห้องนั่งเล่นที่มีการใช้งานในช่วงกลางวัน ผนังมวลอุณหภาพสูงและพื้นหินอ่อนจะช่วยลดค่าภาระการทำความเย็นได้มากที่สุด

Abstract

This research explored the potential of using thermal mass integrated with natural ventilation for housing in Bangkok, Thailand by simulation with TAS for Environmental Design Solutions Limited (EDSL) program. Opening and closing window and door patterns for weekdays and weekends were investigated with various materials for walls and floors. Three types of exterior wall materials were selected based on their thermal masses which are low mass materials (density 600 kg/m^3), medium mass materials (density 1,872 kg/m^3) and high mass materials (density 2,400 kg/m^3). It has been found that for bed room, daytime ventilation (06:00 am – 06:00 pm) with low mass material exterior walls and laminated floors were the best option. For living room occupied during day time, high thermal mass exterior walls and marble floors would be a better option.

คำสำคัญ: การระบายอากาศโดยธรรมชาติ, มวลอุณหภาพ, การประหยัดพลังงาน

Keywords: Natural ventilation, Thermal mass, Energy saving

บทนำ

วัสดุก่อมวลเบาได้รับความนิยมมากขึ้นในการสร้างอาคารในปัจจุบัน เนื่องมาจากผู้ออกแบบมีแนวคิดที่ว่าวัสดุก่อมวลเบาช่วยให้การก่อสร้างง่ายและรวดเร็วขึ้น อีกทั้งวัสดุมวลเบายังเป็นฉนวนที่ดีที่จะช่วยป้องกันการส่งผ่านความร้อนจากภายนอกอาคารสู่ภายในอาคาร แต่จากการศึกษาของ สรญา (2543) พบว่า แบบผนังสำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม. และแบบผนังสำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางวัน ที่ทำให้ผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุดคือ ผนังมวลอุณหภาพมาก และสำหรับอาคารที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางคืน รูปแบบผนังที่ทำให้ค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด คือผนังมวลอุณหภาพน้อย ดังนั้นการเลือกวัสดุผนังจึงควรที่จะคำนึงถึงสภาวะการใช้งานของอาคารด้วย เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น การออกแบบอาคารเพื่อให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบาย มักใช้เครื่องปรับอากาศช่วย แต่ทั้งนี้การออกแบบควรต้องคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างประหยัดควบคู่ไปด้วย ซึ่งรวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับผนังภายนอกอาคาร เพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยความร้อนที่ถูกผนังกักเก็บไว้ในช่วงเวลากลางวันจะถูกคายออกมาในช่วงเวลากลางคืน และจะเข้าสู่ภาวะที่คายความร้อนทั้งหมดเป็นศูนย์ได้ต้องใช้เวลาถึงเที่ยงคืน ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านพักอาศัยยังคงสูงอยู่ในช่วงเวลาสำหรับการพักผ่อน (18:00-21:00 น.) เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกตัวอาคาร (สมชาย และสาทินี, 2554) โดยปกติแล้วอากาศภายในอาคารจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกอาคาร เนื่องจากมีความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน (Internal Heat Gain) และความร้อนที่ผ่านเปลือกอาคารเข้ามา ซึ่งความร้อนเหล่านี้นอกจากจะทำให้เพิ่มภาระการทำความเย็นและส่งผลต่อการใช้พลังงานที่มากขึ้นแล้ว ยังทำให้ผู้ที่อาศัยภายในอาคารมีความสบายลดลงด้วย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปในการหาแนวทางเพื่อ ใช้ประโยชน์จากการไหลเวียนอากาศธรรมชาติในการช่วยลดความร้อนภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการคายความร้อนของมวลอุณหภาพของเปลือกอาคาร ในช่วงเวลากลางคืนที่ก่อให้เกิดค่าการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ โดยการวิจัยนี้จะใช้การจำลองผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ TAS for Environmental Design Solutions Limited (EDSL)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษารูปแบบ การเปิด–ปิด อาคารพักอาคาร ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารที่มีปริมาณมวลอุณหภาพที่แตกต่างกัน

2. ศึกษาแนวทางในการใช้การไหลเวียนอากาศตามธรรมชาติภายในอาคารพักอาศัย ที่เหมาะสมกับสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายใน เพื่อการประหยัดพลังงาน

วิธีการทดลอง

การวิจัยชิ้นนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุมวลสารของผนัง คู่กับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติของอาคารพักอาศัย ผลจากการศึกษานี้นำไปสู่การเสนอแนะแนวทางในการใช้การไหลเวียนอากาศตามธรรมชาติภายในอาคารพักอาศัยควบคู่กับผนังมวลสาร ที่เหมาะสมกับสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายใน เพื่อก่อให้เกิดสภาวะน่าสบายและการประหยัดพลังงาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะด้านมวลสารของวัสดุและและช่วงเวลาในการเปิด-ปิด ประตูและหน้าต่าง

2. จำลองสภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารและการใช้พลังงานของอาคารตัวแทนโดยใช้ฐานข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาเป็นฐานการใช้พลังงาน

3. คุณลักษณะด้านมวลสารของวัสดุ (Thermal Mass) โดยวัสดุเปลือกอาคารที่จะนำมาใช้ในการศึกษา เลือกวัสดุก่อสร้างที่หาได้ทั่วไปในท้องตลาด วัสดุผนังในการทดลองคุณสมบัติชนิดดังตารางที่ 1 และวัสดุพื้นมีคุณสมบัติดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของผนังที่ใช้ในทดลอง

Thermal mass Type	Layer Material Type	Depth (cm)	Density (kg/m^3)	ค่าการต้านทานความร้อน ($m^2°C/W$)	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (kcal/kg°C)
ผนังมวลอุณหภาพน้อย	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านนอก	-	-	0.044	-
	ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลาง	0.5	1,104	0.01824	0.18
	วัสดุก่อมวลเบา	7.5	600	0.84269	0.19
	ปูนฉาบน้ำหนักขนาดกลาง	0.5	1,104	0.01824	0.18
	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านใน	-	-	0.12	-
ผนังมวลอุณหภาพปานกลาง	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านนอก	-	-	0.044	-
	ปูนผสมทราย	0.5	1,104	0.01824	0.18
	อิฐมอญ	7	1,872	0.0578	0.19
	ปูนผสมทราย	0.5	1,104	0.01824	0.18
	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านใน	-	-	0.12	-
ผนังมวลอุณหภาพมาก	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านนอก	-	-	0.044	-
	คอนกรีต	12.5	2,400	0.08668	0.2
	ฟิล์มอากาศที่ผนังด้านใน	-	-	0.12	-

ที่มา: กฎกระทรวงกำหนดประเภทและขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (2552)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของพื้นชนิดต่าง ๆ

คุณสมบัติ	case1		case2		case3	
	คอนกรีต	ไม้	คอนกรีต	กระเบื้องเซรามิค	คอนกรีต	หินอ่อน
ความหนา (m)	0.1	0.015	0.1	0.005	0.1	0.025
ค่าการนำความร้อน (W/m°C)	1.95	0.167	1.95	0.338	1.95	1.25
ความหนาแน่น (kg/m^3)	2,240	600	2,240	2,100	2,240	2,700
ค่าความจุความร้อน (kcal/kg°C)	0.96	0.2	0.96	0.8	0.96	0.8

ที่มา: กฎกระทรวงกำหนดประเภทและขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (2552)

4. อาคารพักอาศัยที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดให้มีผู้พักอาศัย 3 คน เป็นผู้ใหญ่ 2 คน และเด็ก 1 คน เป็นที่พักอาศัย 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 79.60 ตร.ม. มีรายละเอียดดังนี้

ชั้น 1 ประกอบด้วย ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร ครัว และห้องน้ำ

ชั้น 2 ประกอบด้วย ห้องนอนใหญ่ ห้องนอนเล็ก และห้องน้ำ

หลังคาคอนกรีต คลุมด้วยเมทัลชีท ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด ไม่มีฉนวนกันความร้อน ประตูเป็นประตูไม้เนื้อแข็ง และหน้าต่างเป็นบานสไลด์ ทำจากกระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Safety Glass)

ในการศึกษานี้ไม่คิดค่าการสะสมความร้อนเนื่องจากเฟอร์นิเจอร์ (Furniture)

ภาพที่ 1 อาคารอ้างอิงที่ใช้ในการศึกษา

5. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนจากอาคาร โดยพิจารณาช่วงเวลาเปิด-ปิด ประตูและหน้าต่าง 9 กรณี ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปิด - ปิด ประตู หน้าต่าง และเครื่องปรับอากาศ ของห้องนั่งเล่น และห้องนอนกรณีต่าง ๆ

ชั่วโมงที่ / วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
กรณีที่ 1																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 2																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 3																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรณีที่ 4																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 5																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 6																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กรณีที่ 7																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 8																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
กรณีที่ 9																								
วันทำงาน	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
วันหยุด	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

เมื่อกำหนดให้

ช่วงเวลาสำหรับวันทำงาน (Weekdays) มีการใช้งานห้องนั่งเล่นตั้งแต่เวลา 17:00-23:00 น. และเวลา 23:00-07:00 น. สำหรับห้องนอน

ช่วงเวลาสำหรับวันทำงาน (Weekends) มีการใช้งานห้องนั่งเล่นตั้งแต่เวลา 08:00-24:00 น. และเวลา 24:00-08:00 น. สำหรับห้องนอน

0 คือ ปิด ประตู และหน้าต่าง

1 คือ เปิด ประตู และหน้าต่าง

คือมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องนอน

คือ มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องนั่งเล่น

คือ ไม่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลมวลสาร (Thermal Mass) ทำโดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก (Average Outside Temperature) กับอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในห้อง (Average Inside Temperature) ที่มีการปรับอากาศในช่วงที่มีผู้พักอาศัย สามารถวิเคราะห์โดยพิจารณาจากภาพได้ดังนี้

จากภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องนอนเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง โดยแยกเป็นวันทำงานและวันหยุด ของผนังแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับพื้นชนิดต่าง ๆ ที่มีการเปิด – ปิด ประตูและหน้าต่างในกรณีต่าง ๆ ของเดือนเมษายน พบว่าใช้การระบายอากาศกรณีที่ 9 คือ การเปิด ประตู และหน้าต่างในช่วงเวลา 06:00-18:00 น. สำหรับวันทำงาน และเปิด ประตู-หน้าต่าง 09:00-11:00 น. ให้ผลที่ดีที่สุด จึงนำมาวิเคราะห์ละเอียดโดยพบว่า

วันหยุด

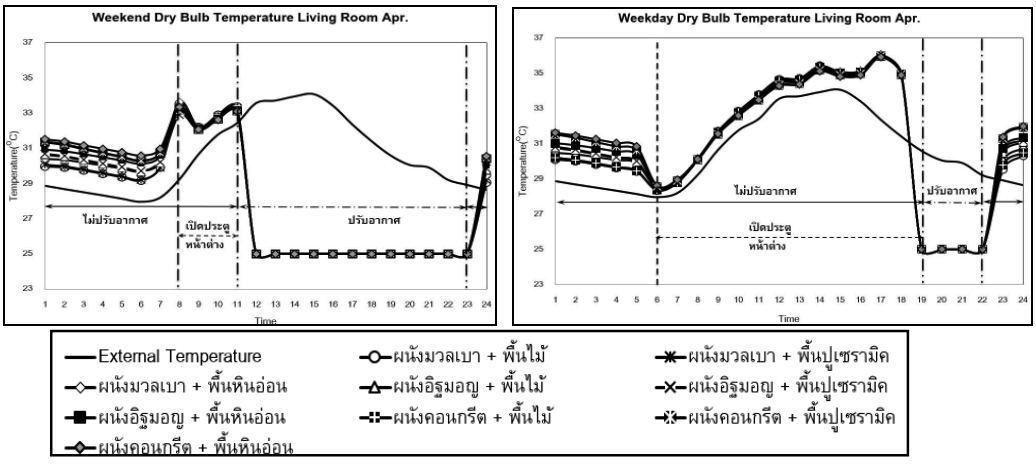
อาคารที่มีผนังคอนกรีตหนา 12.5 ซม. และพื้นปูหินอ่อนหนา 2.5 ซม. จะมีอุณหภูมิภายในอาคารช่วงกลางวันเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผนังและพื้นในกรณีศึกษาอื่นๆ โดยมีค่า 33.07, 32.64 และ 33.08 องศาเซลเซียส ในช่วงเปิด ประตู-หน้าต่างเวลา 09:00, 10:00 และ 11:00 น. ตามลำดับ

อาคารที่มีผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม. และพื้นไม้ หนา 1.5 ซม. จะมีอุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยสูงที่สุดโดยมีค่า 32.22, 32.89 และ 33.36 องศาเซลเซียส ในช่วงเปิดประตู-หน้าต่างเวลา 09:00, 10:00 และ 11:00 น. ตามลำดับ

วันทำงาน

การใช้ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา 7.5 ซม. และพื้นปูหินอ่อน หนา 2.5 ซม. จะให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยในช่วงที่เปิดประตูและหน้าต่างเวลา 17:00 น. และ 18:00 น. ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผนัง และพื้นในกรณีศึกษาต่าง ๆ โดยมีค่า เท่ากับ 35.92 องศาเซลเซียส และ 34.87 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอก อยู่ 3.55 องศาเซลเซียส และ 3.45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าในเวลากลางคืนสำหรับห้องที่ไม่มีการปรับอากาศและระบายอากาศ อาคารที่ใช้ผนังมวลเบาและพื้นไม้จะให้ค่าอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าผนังและพื้นชนิดอื่น ๆ



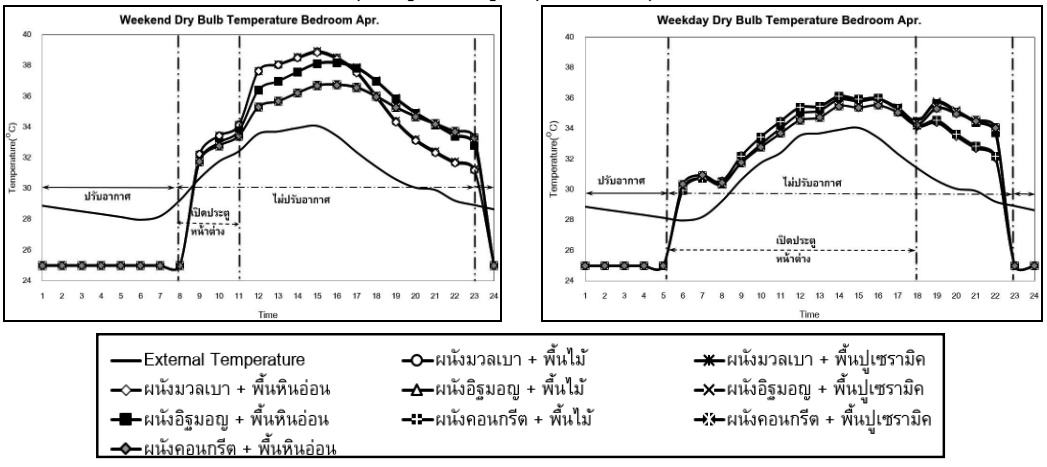
a) วันหยุด เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 09:00-11:00 น. b) วันทำงาน เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 06:00-18:00 น.

ภาพที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง ของพื้นและผนังในกรณีศึกษาต่างของห้องนั่งเล่น สำหรับเดือนเมษายน a) สำหรับวันหยุด b) สำหรับวันทำงาน

จากภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องนอนเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง โดยแยกเป็นวันทำงานและวันหยุด ของผนังแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับพื้นชนิดต่าง ๆ ที่มีการเปิด – ปิดประตูและหน้าต่าง ของกรณีที่ 9 ในเดือนเมษายน

วันหยุด ห้องนอนมีการเปิดประตูและหน้าต่างน้อยกว่าวันทำงาน จะส่งผลทำให้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องนอนสูงกว่าวันทำงานที่ มีช่วงเวลาการเปิด ประตูและหน้าต่างไว้นานกว่า โดยที่อุณหภูมิสูงที่สุดคือเวลา 15.00 น. และในช่วงที่ปิดประตู-หน้าต่างกลางวัน อุณหภูมิภายเฉลี่ยภายในห้องของอาคารที่มีผนังมวลเบาพื้นหินอ่อน มีค่าสูงกว่ากรณีอื่น ๆ คือมีค่าเท่ากับ 38.86 องศาเซลเซียส ส่วนผนังคอนกรีต พื้นหินอ่อน มีค่าน้อยสุดคือ 36.70 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน 2.16 องศาเซลเซียส

วันทำงานที่มีการเปิดประตูและหน้าต่างในช่วงกลางวัน พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดภายในอาคารจะอยู่ที่ เวลา 14.00 น. โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง ของผนังมวลเบา พื้นหินอ่อน มีค่าเท่ากับ 36.14 องศาเซลเซียส ส่วนผนังคอนกรีต พื้นหินอ่อน มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 35.49 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดและต่ำที่สุดต่างกัน 1.55 องศาเซลเซียส



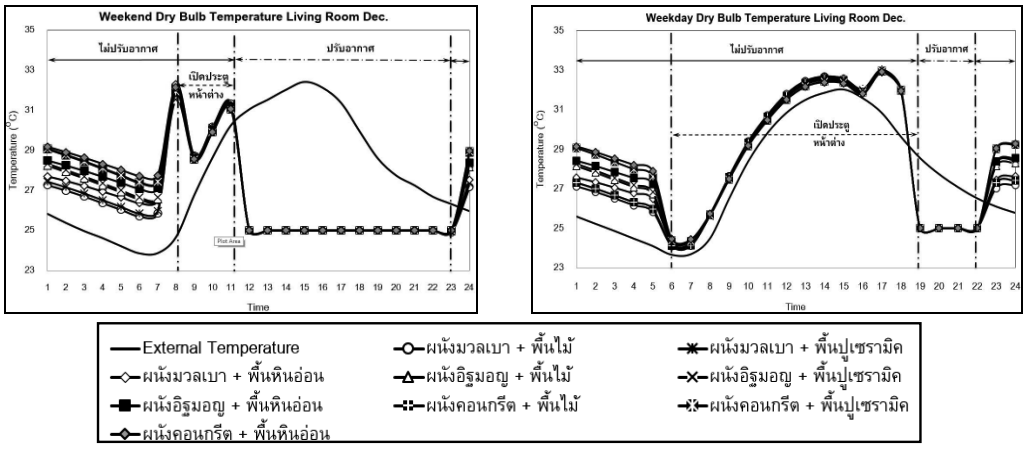
a) วันหยุด เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 09:00-11:00 น. b) วันทำงาน เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 06:00-18:00 น.

ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง ของพื้นและผนังในกรณีศึกษาต่างของห้องนอน สำหรับเดือนเมษายน a) สำหรับวันหยุด b) สำหรับวันทำงาน

จากภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องนอนเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง โดยแยกเป็นวันทำงานและวันหยุด ของผนังแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับพื้นชนิดต่าง ๆ ที่มีการเปิด–ปิดประตูและหน้าต่างในกรณีต่าง ๆ ของเดือนธันวาคม ใช้การระบายอากาศกรณีที่ 9 พบว่า

วันหยุดที่มีการเปิด ประตูและหน้าต่างช่วง 09:00–11:00 น. อาคารที่ใช้ผนังคอนกรีต และพื้นปู-กระเบื้องเซรามิค จะมีอุณหภูมิภายในอาคารช่วงกลางวันเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผนัง และพื้นในกรณีศึกษาอื่นๆ โดยมีค่า 28.55, 29.91 และ 31.05 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่ ผนังวัสดุก่อมวลเบา และพื้นไม้ จะมีอุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยสูงที่สุดโดยมีค่า 29.72, 30.13 และ 31.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

วันทำงานที่มีผู้อาศัยในช่วงเวลา 17:00-22:00 น. ที่มีใช้ระบบปรับอากาศเชิงกลในเวลา 19:00-22:00 น. ส่วนเวลา 17:00 -18:00 น. ใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งพบว่าการใช้ผนังวัสดุก่อมวลเบาหนา และพื้นปูหินอ่อน จะให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผนัง และพื้นในกรณีศึกษาต่าง ๆ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคาร ในช่วงเวลา 17:00 น. และ 18:00 น. มีค่า เท่ากับ 32.88 องศาเซลเซียส และ 31.96 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่อาคารที่ใช้ผนังผนังคอนกรีตหนา และพื้นปู-หินอ่อน จะมีอุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 32.91 องศาเซลเซียส และ 31.95 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



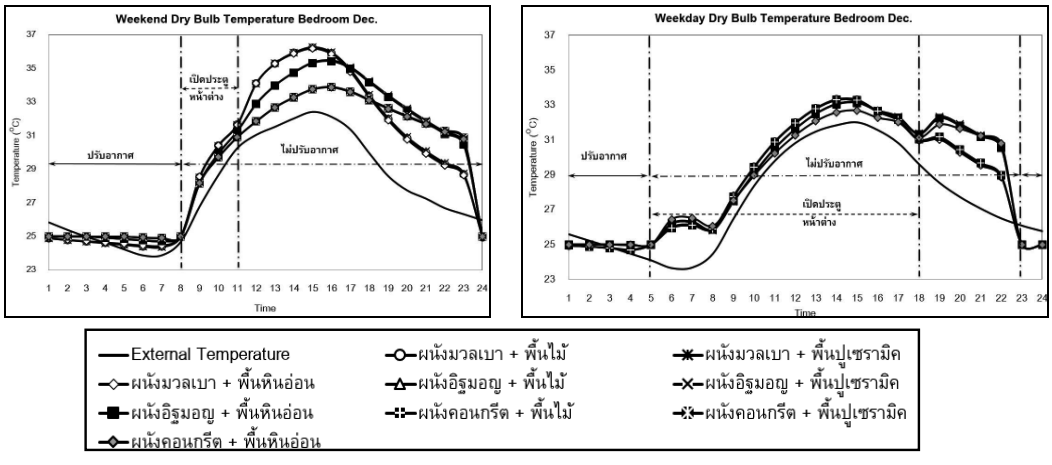
a) วันหยุด เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 09:00 – 11:00 น. b) วันทำงาน เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 06:00 – 18:00 น.

ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงของพื้นและผนังในกรณีศึกษาต่างของห้องนั่งเล่น สำหรับเดือนธันวาคม a) สำหรับวันหยุด b) สำหรับวันทำงาน

จากภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องนอนเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง โดยแยกเป็นวันทำงานและวันหยุด ของผนังแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับพื้นชนิดต่าง ๆ ที่มีการเปิด-ปิดประตูและหน้าต่าง ของกรณีที่ 9 ในเดือนธันวาคม

วันหยุด มีการเปิดประตูและหน้าต่างที่มีชั่วโมงน้อยกว่าจะส่งผลทำให้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องนอนสูงกว่าวันทำงานที่มีช่วงเวลาการเปิด ประตูและหน้าต่างไว้นานกว่า โดยที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในสูงที่สุดในวันหยุด ที่ปิดประตูและหน้าต่างกลางวัน พบว่าอาคารที่มีผนังมวลเบา พื้นเซรามิค มีค่าอุณหภูมิภายในเฉลี่ยสูงกว่ากรณีอื่นๆ คือมีค่าเท่ากับ 36.28 องศาเซลเซียส

วันทำงาน ที่มีการเปิดประตูและหน้าต่างในช่วงกลางวัน พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดภายในอาคารจะอยู่ที่ ในเวลา 14.00 น. โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง ของผนังมวลเบาและพื้นไม้มีค่าเท่ากับ 33.34 องศาเซลเซียสในขณะที่ส่วนผนังคอนกรีตและพื้นหินอ่อน มีค่าน้อยสุดคือในเวลา 15:00 น. คือมีค่าเท่ากับ 32.69 องศาเซลเซียส ซึ่งในเวลานี้อุณภูมิเฉลี่ยภายนอกมีค่าสูงที่สุด คือ 32.00 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าหลังเวลา 18:00 น. ไปแล้วค่าอุณหภูมิภายในเฉลี่ย ของอาคารผนังมวลเบา พื้นหินอ่อน จะมีค่าต่ำกว่าพื้นและผนังกรณีอื่น ๆ

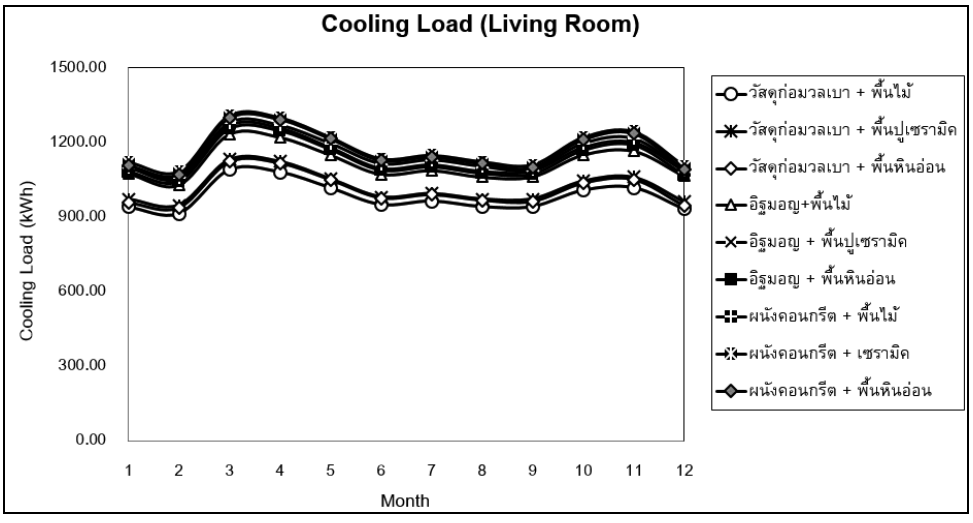


a) วันหยุด เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 09:00-11:00 น. b) วันทำงาน เปิดประตู-หน้าต่างเวลา 06:00-18:00 น.

ภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมง ของพื้นและผนังในกรณีศึกษาต่างของห้องนอน สำหรับเดือนธันวาคม a) สำหรับวันหยุด b) สำหรับวันทำงาน

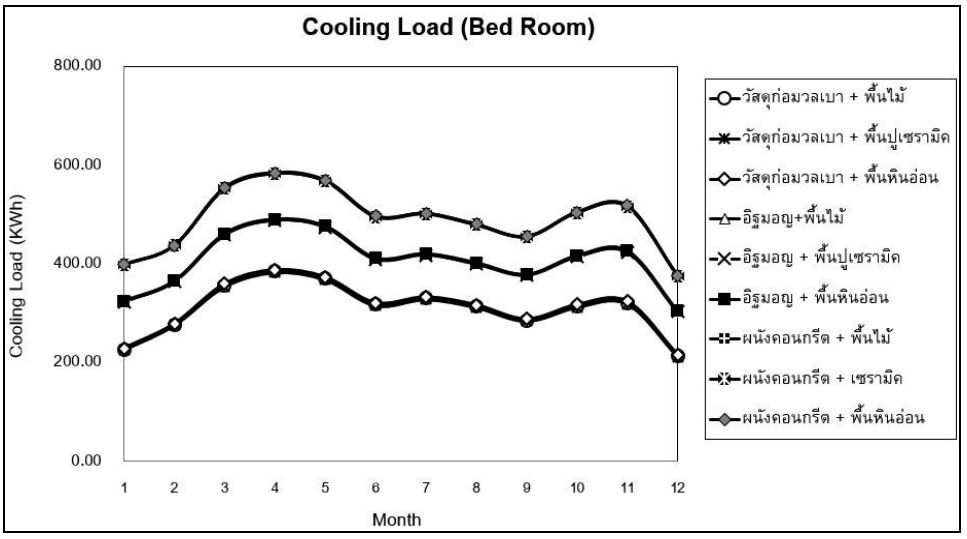
2. การวิเคราะห์อิทธิมวลสารผนังภายนอก (Thermal Mass) และพื้นชนิดต่าง ๆ กับค่าการใช้พลังงาน (Cooling Load) ทำโดยการเปรียบเทียบจากผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือน สามารถวิเคราะห์โดยพิจารณาจากภาพได้ดังนี้

จากภาพที่ 5 แสดงค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของ ห้องนั่งเล่น สำหรับอาคารพักอาศัย ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยใช้การระบายอากาศกรณีที่ 9 คือ การเปิด ประตู และหน้าต่าง ในช่วงเวลา 06:00-18:00 น. สำหรับวันทำงาน และเปิด ประตู และหน้าต่าง 09:00-11:00 น. สำหรับวันหยุด พบว่าค่าผลรวมของภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของอาคารที่ใช้ผนังวัสดุมวลเบา และพื้นไม้ จะมีภาระการทำความเย็นน้อยกว่ากรณีศึกษาอื่น ๆ ในทุกเดือน โดยผลรวมของภาระการทำความเย็นใน 1 ปีมีค่าเท่ากับ 11,798.19 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ส่วนอาคารที่มีภาระการทำความเย็นสูงที่สุดคืออาคารที่ใช้ผนังคอนกรีต และพื้นเซรามิค โดยผลรวมของภาระการทำความเย็นใน 1 ปีมีค่าเท่ากับ 14,123.32 กิโลวัตต์-ชั่วโมง



ภาพที่ 5 แสดงค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของ ห้องนั่งเล่น สำหรับอาคารพักอาศัย ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

จากภาพที่ 6 แสดงค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของห้องนอนสำหรับอาคารพักอาศัย ที่มี การใช้เครื่องปรับอากาศโดยใช้การระบายอากาศกรณีที่ 9 สำหรับวันหยุด พบว่าค่าผลรวมของภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของอาคารที่ใช้ผนังวัสดุมวลเบา และเซรามิค จะใช้ภาระการทำความเย็นกว่ากรณีศึกษาอื่น ๆ ในทุกเดือน โดยผลรวมของภาระการทำความเย็นใน 1 ปีมีค่าเท่ากับ 3,690.63 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ส่วนอาคารที่มีภาระการทำความเย็นสูงที่สุดคืออาคารที่ใช้ผนังคอนกรีต และพื้นหินอ่อน โดยผลรวมของภาระการทำความเย็นใน 1 ปีมีค่าเท่ากับ 5,878.93 กิโลวัตต์-ชั่วโมง



ภาพที่ 6 แสดงค่าภาระการทำความเย็นในแต่ละเดือนของ ห้องนอนสำหรับอาคารพักอาศัย ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

บทสรุป

การศึกษานี้ได้พยายามค้นหาความเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับบ้านในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ร่วมกับการใช้ผนังมวลอุณหภาพ พบว่าระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาตินี้มีประสิทธิภาพในช่วงฤดูหนาวระหว่างปลายเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ และในการออกแบบเพื่อนำผนังมวลอุณหภาพมาใช้ควรจะคำนึงถึง ช่วงเวลาการใช้งานของห้อง หรืออาคารร่วมด้วย โดยจากการศึกษาสังเกตได้ว่าผนังมวลอุณหภาพต่ำเหมาะสมกับห้องที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนมากกว่า อาจจะเนื่องมาจากผนังมวลอุณหภาพน้อยเก็บความร้อนได้น้อย ในเวลากลางคืนที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการคายความร้อนจึงน้อยตามไปด้วย ส่งผลให้ค่าภาระการทำความเย็นน้อยกว่าผนังชนิดอื่นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zhu, L, Hurt, R, Correia, D, Boehm, R. (2009) ที่ว่าผนังมวลอุณหภาพจะเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางวัน ทำให้อุณหภูมิในห้องเย็น แต่จะคายความร้อนกลับออกมาในเวลากลางคืน ซึ่งการเปิดประตูและหน้าต่างในช่วงเวลากลางวัน เพื่อให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในอาคารน่าจะเป็นวิธีที่ช่วยลดการเก็บความร้อนไว้ในผนังอาคารได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าห้องที่มีการใช้งานในช่วงเวลากลางวันผนังมวลอุณหภาพสูงน่าจะเหมาะสมมากกว่าการใช้ผนังมวลอุณหภาพน้อย เนื่องจากสามารถป้องกันการส่งผ่านความร้อนได้มากกว่า และในช่วงฤดูหนาวจะสังเกตได้ว่าการใช้ผนังมวลอุณหภาพสูง โดยไม่มีการเปิดประตู-หน้าต่างและเครื่องปรับอากาศ ในช่วงเช้า อุณหภูมิภายในห้องก็ยังอยู่ในช่วงที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ogoli, D.M. (2002) ที่ศึกษาผลกระทบของผนังมวลอุณหภาพต่ออุณหภูมิภายในห้องในสภาวะที่ไม่มีการเปิด – ปิดประตูและหน้าต่าง ซึ่งพบว่าการใช้ผนังมวลอุณหภาพสูง จะทำให้ค่าอุณหภูมิภายในอาคารต่ำกว่าการใช้ผนังมวลอุณหภาพน้อยในเวลากลางวัน แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เน้นบ้านที่ใช้พักอาศัยช่วงกลางวันเฉพาะวันหยุดซึ่งชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศน้อยจึงทำให้ค่าภาระของการทำความเย็นของผนังมวลอุณหภาพน้อยให้ค่าภาระการทำความเย็นที่น้อยกว่า

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงกำหนดประเภทและขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552. **ราชกิจจานุเบกษา 126.**

สมชาย สุพิสาร และ สาทินี ว่องกี่. 2554. **ศึกษาการระบายอากาศโดยธรรมชาติที่สัมพันธ์กับช่องเปิดเพื่อลดภาระความร้อนในบ้านพักอาศัยในช่วงเวลากลางคืน.** รายงานการวิจัยสาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

สรญา ประวิตรางกูร. 2543. **อิทธิพลของมวลสารผนังภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบายและภาระการปรับอากาศ**

ในการออกแบบอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ogoli, D.M. 2003. Predicting indoor temperatures in closed buildings with high thermal mass. **Energy and Buildings**. 35: 851-862.

Zhu, L, Hurt, R, Correia, D, Boehm, R. 2009. Detailed energy saving performance analyses on thermal mass walls. **Energy and Buildings.** 41: 303-310.