



แผ่นดินเบาและใยมะพร้าว เพื่อดูดความชื้นสำหรับห้องปรับอากาศ
Natural Clay and Coconut Fiber Board for Humidity Absorbition in
Air-Conditioned Room

ณรงค์ชัย พ่วงคง¹ ดร.ภัทรนันท์ ทักขนนท์² ดร.โสภา วิเศษศักดิ์³

ภาควิชาวิศวกรรมทางอาคาร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เสนอผลการออกแบบ และทดลองผนังจากวัสดุธรรมชาติที่มีความสามารถดูดความชื้น เพื่อนำมาใช้ลดความชื้นภายในอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยการนำดินเบาและใยมะพร้าวที่ศักยภาพในการดูดซับความชื้นภายในอาคารในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิคงที่ การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบแผ่นผนังจากดินเบาและใยมะพร้าว 3 แผ่นตัวอย่าง เพื่อหาแผ่นที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการดูดความชื้น ในกล่องทดลอง ขั้นตอนที่ 2 นำแผ่นตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดมาทดลองในห้องทดลองที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจากการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความสามารถการดูดความชื้นพบว่า แผ่นตัวอย่างที่มีส่วนผสมของดินเบา 2 กิโลกรัมและใยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพสูงสุดของการดูดซับความชื้นในระยะเวลา 4 ชั่วโมงแรกสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% และเมื่อนำไปทดลองในห้องทดลองขนาด 16 ตารางเมตร พบว่า จำนวนพื้นที่ของแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว 3.24 ตารางเมตรต่อพื้นที่ผิวภายในห้องทดลอง 48 ตารางเมตร ที่เปิดเครื่องปรับอากาศ ช่วงที่มีความชื้นภายนอกห้องทดลองสูงสุดที่ 91% ภายในห้องทดลองที่ติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวสามารถควบคุมความชื้นอยู่ที่ 52.8% ในขณะที่ห้องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวมีความชื้นอยู่ที่ 60.5% ในช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 03:00-05:00 น. แผ่นดินเบาและใยมะพร้าวจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นภายนอกอาคารสูงสุด และแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวรักษาระดับความชื้นให้คงที่ได้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืนดีกว่าห้องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นผนังชนิดนี้

คำสำคัญ: ความชื้น ดินเบา ใยมะพร้าว ห้องปรับอากาศ

Abstract

The study presents the results of design and experiment of using natural clay and coconut fiber as humidity-absorbing board for air-conditioned rooms under temperature controlled conditions. The experiment was divided into two stages, namely, Stage 1 involving the testing of three sample boards made of clay and coconut fiber in order to determine which board has the highest efficiency in absorbing humidity, and Stage 2 where the sample board with the best efficiency was tested in an air-conditioned laboratory. Results show that the sample board composed of 2 kilograms of natural clay and 0.5 kilograms of coconut fiber gave the highest rate of efficient humidity absorption during the first four hours and was able to control humidity under 65%. Furthermore, when the board was tested in a 16-square-meter laboratory, the area of the natural fiber board was 3.24-square-meter per 48-square-meter surface area in the air-conditioned room. While the maximum humidity outside the laboratory was 91%, the humidity inside the air-conditioned laboratory with the natural

¹ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

clay and coconut fiber humidity-absorbing board was 52.8% and the humidity in laboratory with no natural clay and coconut fiber humidity-absorbing board was 60.5% during the period from 3:00-5:00 am. The natural clay and coconut fiber humidity-absorbing board was most efficient during this time, which was when the humidity outside the room was highest. The room with natural clay and coconut fiber humidity-absorbing board installed was able to maintain humidity at all time, both day and night, better than the room without this type of board installed.

Keywords: Humidity Natural Clay Coconut Fiber Air-Conditioned Room

บทนำ

การใช้พลังงานในอาคารเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งในการก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารของกรุงเทพมหานครที่สำคัญได้แก่ การใช้พลังงานเพื่อการควบคุมอุณหภูมิภายในอาคาร ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงประมาณ 60-70% ของการใช้พลังงานของอาคารเฉลี่ย โดยพลังงานที่ใช้เกี่ยวกับแสงสว่างเป็นการใช้พลังงานส่วนที่รองลงไป การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารของกรุงเทพมหานครปัจจุบันนี้สูงประมาณ 29,200 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ซึ่งก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 14.86 ล้านตันต่อปี และจากการคาดการณ์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานพบว่า หากไม่มีการดำเนินการใดๆ การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึงประมาณ 16 ล้านตันต่อปี ภายในปี พ.ศ. 2554 (แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร, 2550) พลังงานการทำความเย็นที่เกิดขึ้นแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน เดือนที่มีภาระการทำความเย็นสูงที่สุดในรอบปีคือเดือนเมษายน และเมื่อวิเคราะห์ถึงค่าพลังงานแล้ว พบว่าพลังงานที่ต้องใช้ในการลดความชื้นจะมีปริมาณที่สูงกว่าการลดความร้อนอยู่ประมาณ 4 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารปรับอากาศเป็นอย่างมาก และเมื่อต้องการการควบคุมสภาวะที่สมบูรณ์แล้วการพิจารณากระบวนการปรับอากาศส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานในส่วนของการทำความเย็น (สุนทร, 2542)

วิธีการลดความชื้นภายในอาคารอย่างหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้คือ การใช้เครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศจะใช้พลังงานลดอุณหภูมิของอากาศที่มีความชื้นให้มีอุณหภูมิเท่ากับหรือต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศนั้น ส่งผลให้อากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ อัตราส่วนของความชื้นภายในอากาศจึงลดลง แต่วิธีการที่ต้องใช้พลังงานมากเนื่องจากเปลี่ยนสถานะของไอน้ำในอากาศไปเป็นหยดน้ำ (ความร้อนแฝง) ต้องใช้พลังงานสูงถึง 608 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส โดยในเครื่องปรับอากาศทั่วไปจะใช้พลังงานในการลดความชื้นภายในอากาศจากภายนอกที่เข้ามา มากกว่าลดอุณหภูมิถึง 2-3 เท่า (สุนทร, 2542)

จากการนำวัสดุธรรมชาติมาใช้ในการดูดความชื้น เพื่อใช้ในระบบปรับอากาศโดยการดูดความชื้นแบบวัฏจักรเปิด พบว่าสามารถนำดินธรรมชาติ (Natural Clay) ผลิตภัณฑ์จากดินไดอะตอมเมเชียสเอิร์ธ (Diatomaceous Earth) หรือเรียกว่า ดินเบา มีลักษณะคล้ายกรวดขนาดเล็กสีเทาหรือสีน้ำตาลผ่านกระบวนการผลิตอย่างพิถีพิถัน เนื่องจากดินเบาเป็นสารจากธรรมชาติจึงไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และภายในโครงสร้างของดินเบาจะมีรูพรุนนับล้านๆ รูทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับและกักเก็บน้ำไว้ได้มาก และมีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นได้ประมาณ 35-40% ของน้ำหนักตัวเอง มีความเร็วในการดูดและคายความชื้นต่ำกว่าซิลิกาเจล ทำให้ดินเบาเหมาะสำหรับใช้งานในระยะเวลาสั้นๆ (บริษัท เพาเวอร์ทราย จำกัด, 2557) และยังมีการนำเส้นใยมะพร้าวมาใช้แทนซิลิกาเจลได้ เนื่องจากความร้อนสัมผัสที่เกิดขึ้นในระบบการดูดความชื้นน้อยกว่า ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังประหยัดต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบเนื่องจากเปลือกมะพร้าวเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตร (รัตนกร, 2544)

เพื่อหาแนวทางในการลดความชื้นในห้องปรับอากาศด้วยดินเบาและใยมะพร้าว การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น ศึกษาแผ่นผืนจากดินเบาและเส้นใยมะพร้าวที่ศักยภาพในการดูดซับความชื้นภายในอาคารในสภาวะที่มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส เพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเขตอากาศแบบร้อนชื้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อหาแนวทางการนำดินเบาและไยมะพร้าวมาทำแผ่นผนังดูดความชื้นเพื่อลดความชื้นภายในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการลดความชื้นของแผ่นดินเบาและไยมะพร้าวในการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพการดูดความชื้นของดินเบาและไยมะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถทำเป็นแผ่นผนัง ที่มีประสิทธิภาพในการดูดความชื้น และลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ โดยกำหนดขั้นตอนการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การกำหนดสัดส่วนวัสดุของผนังดูดความชื้น

เตรียมวัตถุดิบ ดินเบาที่ผ่านกรรมวิธีการเผา และอบด้วยวิธีทางอุตสาหกรรมการผลิต รวมถึงการคัดเลือกขนาดไยมะพร้าวที่มีความยาว 10-20 เซนติเมตร และแผ่นอะลูมิเนียมที่ไม่มีปัจจัยต่อการดูดความชื้นของดินเบาและไยมะพร้าว



รูปที่ 1 เตรียมวัสดุสำหรับทำแผ่นตัวอย่างและทำการอบด้วยตู้อบเพื่อลดความชื้นในเนื้อของวัสดุก่อนทำการขึ้นแผ่น

ทดลองการขึ้นแผ่น ขนาด 60x60 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร โดยการใช้ดินเบาและไยมะพร้าวความยาว 10-20 เซนติเมตร ในอัตราส่วนผสมต่างๆ จำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 9 แผ่น เพื่อหามาตรฐานที่เที่ยงตรงของแผ่นตัวอย่าง ก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพการดูดความชื้นที่เหมาะสม ดังนี้

- ตัวอย่าง A อัตราส่วนผสม จำนวน 9 แผ่น
 - ดินเบา 2 กิโลกรัม
 - ไยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม
 - แผ่นอะลูมิเนียม 1.5 กิโลกรัม เป็นแผ่นห่อหุ้มไม่มีผลต่อการดูดความชื้น
 - น้ำหนักรวมของแผ่นตัวอย่าง 4 กิโลกรัมต่อแผ่น
- ตัวอย่าง B อัตราส่วนผสม จำนวน 9 แผ่น
 - ดินเบา 1.5 กิโลกรัม
 - ไยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม
 - แผ่นอะลูมิเนียม 1.5 กิโลกรัม เป็นแผ่นห่อหุ้มไม่มีผลต่อการดูดความชื้น
 - น้ำหนักรวมของแผ่นตัวอย่าง 3.5 กิโลกรัมต่อแผ่น

ตัวอย่าง C อัตราส่วนผสม จำนวน 9 แผ่น
ดินเบา 1 กิโลกรัม
ใยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม
แผ่นอะลูมิเนียม 1.5 กิโลกรัม เป็นแผ่นห่อหุ้มไม่มีผลต่อการดูดความชื้น
น้ำหนักรวมของแผ่นตัวอย่าง 3 กิโลกรัมต่อแผ่น

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการดูดความชื้นของแต่ละส่วนผสมในสภาพไม่ปรับอากาศเพื่อเปรียบเทียบ

กล่องทดลอง ขนาด 1x1x1 เมตร จำนวน 3 กล่อง ยกสูงจากพื้นดิน 0.50 เมตร ผนังทั้ง 6 ด้านภายในกรุด้วยโฟม EPS หนา 2 นิ้ว ปิดทับด้วยแผ่นสมาร์ทบอร์ด หนา 10 มิลลิเมตร ด้านบนมุงหลังคากระเบื้องลอนคู่ เพื่อป้องกันน้ำตกค้างด้านบนกล่องทดลอง

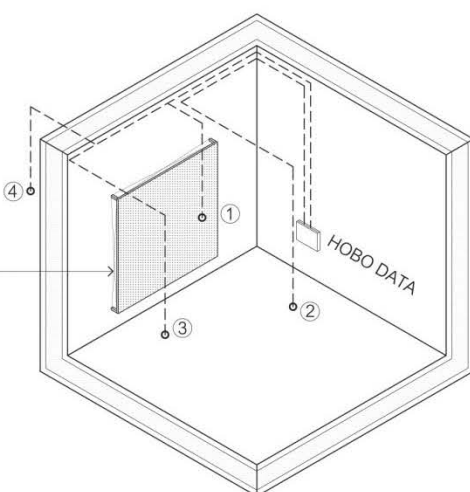


รูปที่ 2 กล่องทดลองจำนวน 3 กล่อง สำหรับทดลองการดูดความชื้นของแผ่นตัวอย่าง

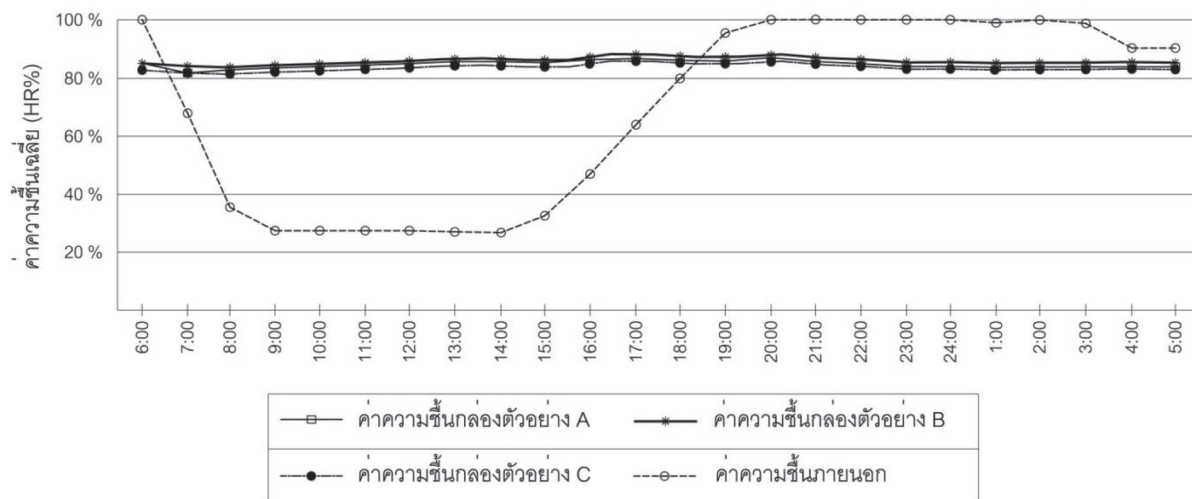
ทดสอบมาตรฐานความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดความชื้น กล่องทดลอง A กล่องทดลอง B และกล่องทดลอง C ก่อนที่จะนำแผ่นตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง มาทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการดูดซับความชื้น โดยติดตั้ง Hobo RTR-50 กล่องทดลองละ 3 เครื่อง รวมถึงติดตั้งภายนอกกล่องทดลองเพื่อเก็บค่าความชื้นภายนอกกล่องทดลอง ทำการเก็บข้อมูล 1 วัน ตั้งแต่ 18:00-18:00 น. ของเดือน ตุลาคม

ตำแหน่งการติดตั้งหัวบันทึกข้อมูล
① ติดตั้งบริเวณด้านหน้าแผ่นผนัง
② ติดตั้งบริเวณกลางกล่องทดลอง
③ ติดตั้งบริเวณริมผนังกล่องทดลอง
④ ติดตั้งภายนอกกล่องทดลอง

ติดตั้งแผ่นผนังห่างจากผนังห้องทดลอง 10 CM.



รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งเครื่อง Hobo RTR-50 เพื่อตรวจวัดค่าความชื้นภายใน และภายนอกกล่องทดลอง



รูปที่ 4 แสดงผลการตรวจวัดความชื้นของกลองทดลอง A, B, C เพื่อหาความเที่ยงตรงของกลองทดลอง

เปรียบเทียบแผ่นผนังที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ของแผ่นตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 9 แผ่น สำหรับการทดลองกับห้องทดลองที่ติดระบบปรับอากาศ



รูปที่ 5 แสดงแผ่นตัวอย่าง A, B, C

ปริมาณความเหมาะสมของดินเบา ต่อพื้นที่ห้องทดลอง ขนาด 4x4x3 เมตร โดยหาได้จากสมการที่ 1

$$W = (Rh \times A \times M) / 16$$

สมการที่ 1

โดยที่ W คือ น้ำหนักของดินเบาที่ต้องใช้

Rh คือ ความชื้นในอากาศภายในอาคาร >80% Rh แทนค่า 2

ความชื้นในอากาศภายในอาคาร <80% Rh แทนค่า 1

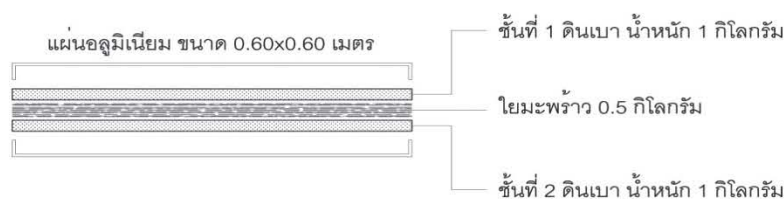
A คือ พื้นที่ภายในอาคาร

M คือ ระยะเวลาที่ต้องควบคุมความชื้น (เดือน)

แทนค่า

$$\begin{aligned} W &= (2 \times 48 \times 3) / 16 \\ &= 18 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

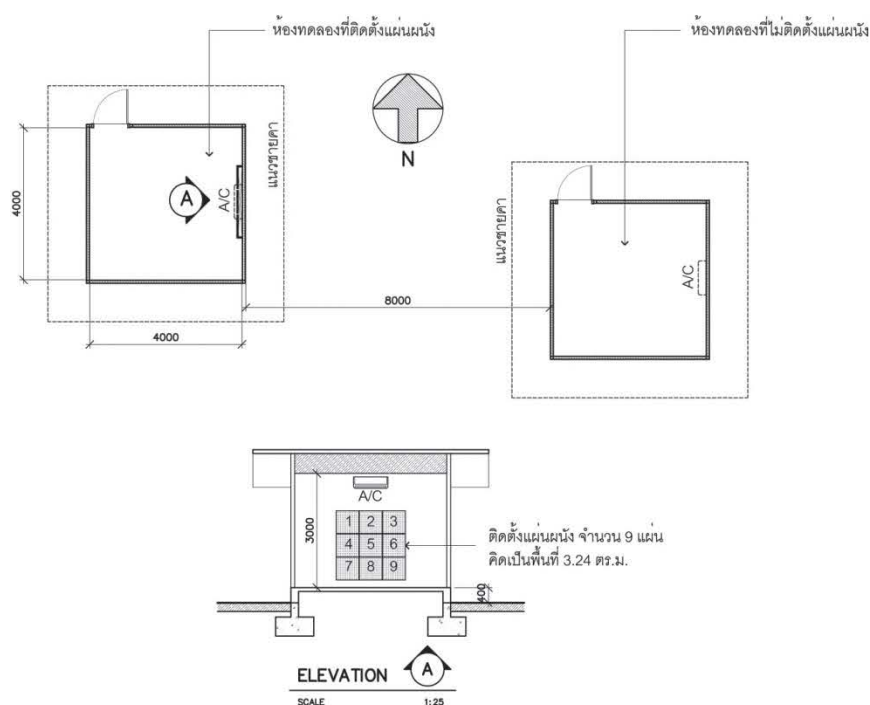
ปริมาณดินเบาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ได้จากการทดลองในห้องทดลอง คือน้ำหนัก 2 กิโลกรัมต่อ 1 แผ่น ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้แผ่นผนัง จำนวน 9 แผ่น คิดเป็นพื้นที่ 3.24 ตารางเมตร ต่อพื้นที่ห้องทดลอง 48 ตารางเมตร สำหรับติดตั้งในห้องทดลองที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (บริษัท เพาเวอร์เทรด จำกัด, 2557)



รูปที่ 6 แสดงแผ่นตัวอย่าง และส่วนผสมของดินเบาและใยมะพร้าวที่ใช้ในการทดสอบในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นผนังดูดความชื้นการใช้งานจริงในห้องปรับอากาศ

สร้างห้องทดลอง ขนาด 4x4x3 เมตร จำนวน 2 ห้อง โดยติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 15,000 บีทียู ควบคุมอุณหภูมิคงที่ 25 องศา ช่วงเวลาตั้งแต่ 20:00-05:00 น. ทั้ง 2 ห้องเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพการดูดความชื้นของแผ่นดินเบาและเส้นใยมะพร้าว โดยมีการติดตั้งแผ่นผนัง จำนวน 9 แผ่น พื้นที่ 3.24 ตารางเมตร ต่อพื้นที่ห้อง 48 ตารางเมตร คิดเป็น 6.75% ของพื้นที่ผนังห้องทดลอง ระยะเวลาการบันทึกผล 3 เดือน (ตุลาคม-ธันวาคม)



รูปที่ 7 แสดงทิศทาง และตำแหน่งห้องทดลองที่ติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ



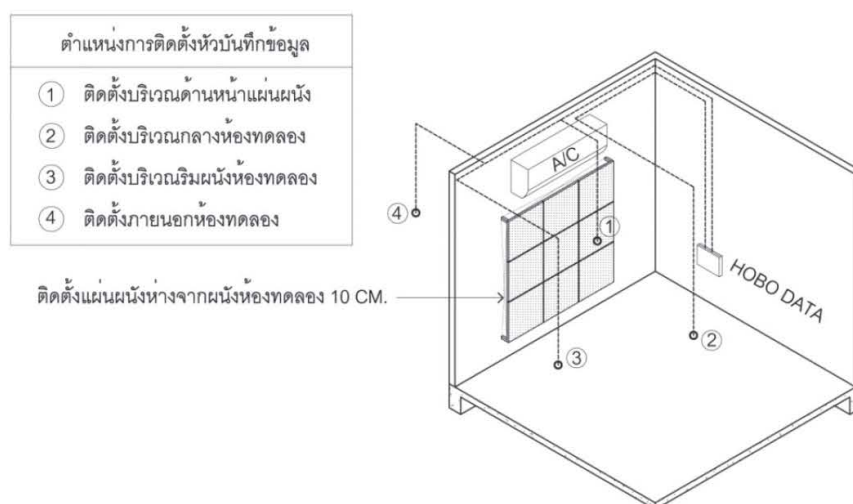
รูปที่ 8 ติดตั้งแผ่นบริเวณใต้เครื่องปรับอากาศ พื้นที่ของแผ่นผนัง 3.24 ตารางเมตรต่อพื้นผิวผนังอาคาร 48 ตารางเมตร

การบันทึกข้อมูลกำหนดเครื่องวัดความชื้น Hobo RTR-50 ให้ทำการบันทึกทุก 5 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 90 วัน โดยกำหนดตำแหน่งตั้งหัววัด ดังนี้

วัดความชื้นภายในห้องทดลอง A ที่ทำการติดตั้งแผ่นผนังดูดซับความชื้นจากวัสดุธรรมชาติ 3 จุด จุดที่ 1 ติดตั้งด้านหน้าแผ่นผนังดูดซับความชื้นจากธรรมชาติ จุดที่ 2 ติดตั้งบริเวณกลางห้องทดลอง และจุดที่ 3 บริเวณริมผนังห้องทดลอง

วัดความชื้นภายในห้องทดลอง B ที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นผนังดูดซับความชื้นจากวัสดุธรรมชาติ 3 จุด จุดที่ 1 ติดตั้งบริเวณผิวผนังห้องทดลองบริเวณใต้เครื่องปรับอากาศ จุดที่ 2 ติดตั้งบริเวณกลางห้องทดลอง จุดที่ 3 ติดตั้งบริเวณริมผนังห้องทดลอง และวัดความชื้นภายนอกห้องทดลอง 1 จุด

ติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าดิจิตอลยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น SX-1 ในห้องทดลอง A และห้องทดลอง B บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการเปิดเครื่องปรับอากาศของห้องทดลองทั้งสองห้อง เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 9 แสดงการติดตั้งเครื่อง Hobo RTR-50 เพื่อตรวจวัดค่าความชื้นภายในและภายนอกห้องทดลอง

4. ผลการทดลอง

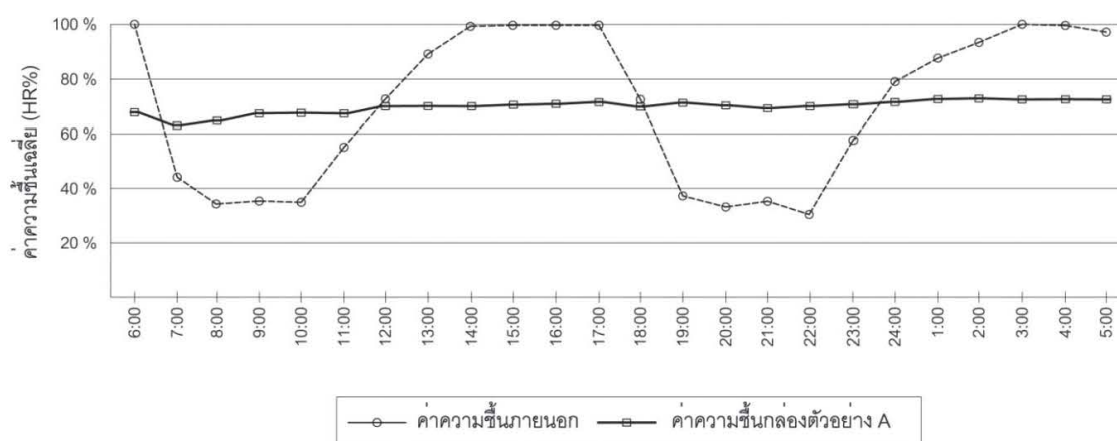
ผลการทดลองในการดูดซับความชื้นของผนังดูดซับความชื้นจากวัสดุธรรมชาติ โดยแยกเป็นผลการทดลอง 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการบันทึกผลในกล่องทดลองของแผ่นผนังตัวอย่าง และส่วนที่ 2 เป็นการบันทึกผลในห้องทดลองที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยผลการทดลองมีดังนี้

4.1 ผลการวิจัยในกล่องทดลอง A B และ C

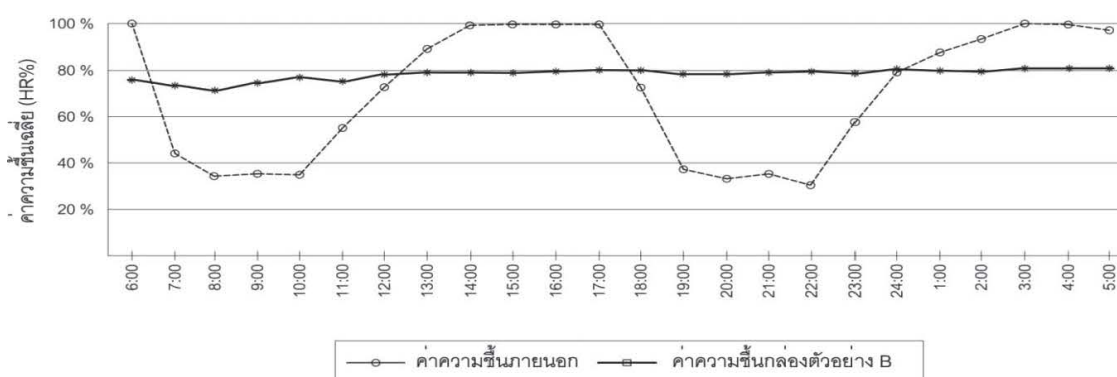
ในการบันทึกผลค่าความชื้นตั้งแต่เวลา 6.00-6.00 น. ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในวันที่ 29-31 ตุลาคม เป็นเวลา 3 วัน โดยมีการติดตั้ง Hobo RTR-50 ภายในกล่องทดลอง และภายนอกกล่องทดลอง จำนวน 4 หัววัด บันทึกค่าความชื้นเฉลี่ยทุก 5 นาที ซึ่งผลการทดลองการดูดซับความชื้นของผนังดูดซับความชื้นของแผ่นดินเผา และโยมะพร้าวมีดังนี้

4.1.1 กล่องทดลอง A แผ่นตัวอย่าง ที่มีส่วนผสม ของดินเผา 2 กิโลกรัมและโยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม ประสิทธิภาพสูงสุดของการดูดซับความชื้นในระยะเวลา 4 ชั่วโมง แรกสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65% ช่วงเวลาที่มีค่าความชื้นสูงสุดของภายนอกกล่องทดลองที่ 93% มีค่าเฉลี่ยในการควบคุมความชื้นใน 24 ชั่วโมงอยู่ที่ 72% (รูปที่ 10)

4.1.2 กล่องทดลอง B แผ่นตัวอย่าง ที่มีส่วนผสม ของดินเผา 1.5 กิโลกรัมและโยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม ประสิทธิภาพสูงสุดของการดูดซับความชื้นในระยะเวลา 4 ชั่วโมง แรกสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 71% ช่วงเวลาที่มีค่าความชื้นสูงสุดของภายนอกกล่องทดลองที่ 93% มีค่าเฉลี่ยในการควบคุมความชื้นใน 24 ชั่วโมงอยู่ที่ 75% (รูปที่ 11)

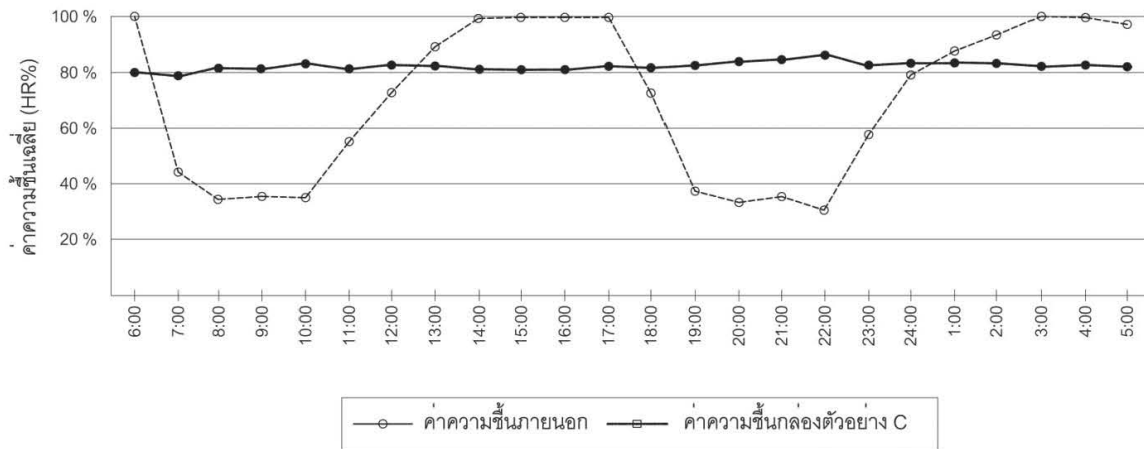


รูปที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดซับความชื้นของแผ่นตัวอย่างกล่องทดลอง A



รูปที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดซับความชื้นของแผ่นตัวอย่างกล่องทดลอง B

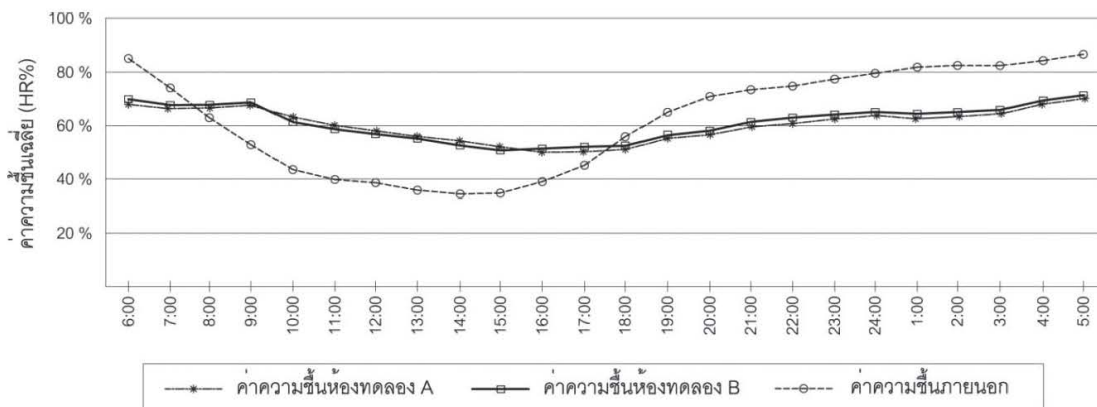
4.1.3 กล้องทดลอง C แผ่นตัวอย่าง ที่มีส่วนผสม ของดินเบา 1.0 กิโลกรัมและใยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม ประสิทธิภาพสูงสุด ของการดูดซับความชื้นในระยะเวลา 4 ชั่วโมง แรกสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 78% ช่วงเวลา ที่มีค่าความชื้นสูงสุดของภายนอกกล้องทดลองที่ 93% มีค่าเฉลี่ยในการควบคุมความชื้นใน 24 ชั่วโมงอยู่ที่ 81% (รูปที่ 12)



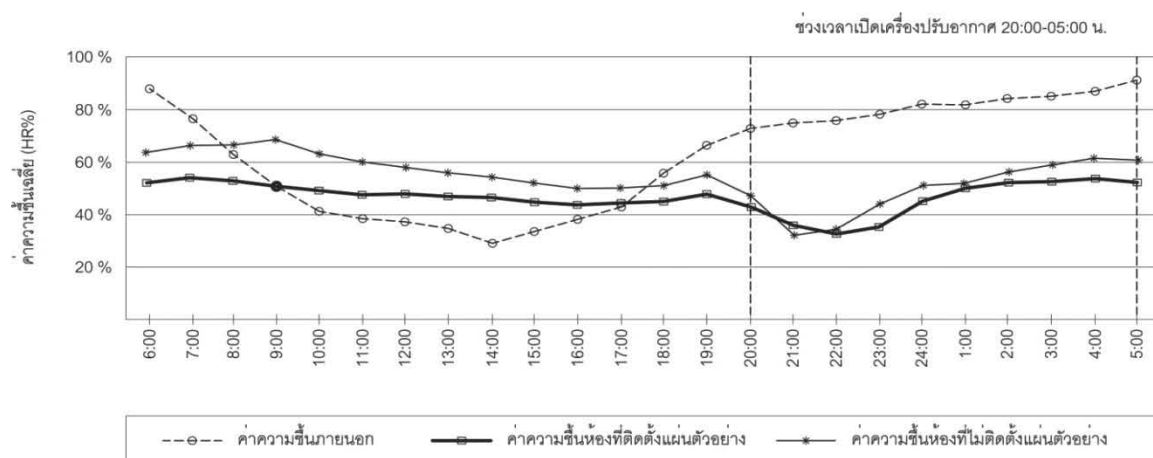
รูปที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดซับความชื้นของแผ่นตัวอย่างกล้องทดลอง C

4.2 ผลการวิจัยในห้องปรับอากาศ

จากทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นตัวอย่าง ที่มีส่วนผสม ของดินเบา 2 กิโลกรัมและใยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม ประสิทธิภาพสูงสุดของการดูดซับความชื้นในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีการตรวจวัดความเที่ยงตรงของห้องทดลอง ก่อนที่จะทำการติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวได้ค่าความเที่ยงตรงของห้องดัง (รูปที่ 13) และเมื่อติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว นำไปทดลองในห้องทดสอบขนาด 16 ตารางเมตร พบว่า จำนวนพื้นที่ของแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว 3.24 ตารางเมตร ต่อ พื้นที่ผิวภายในห้องทดสอบ 48 ตารางเมตร คิดเป็น 6.75% ต่อพื้นที่ผนังห้อง ที่เปิดเครื่องปรับอากาศ ช่วงที่มีความชื้น ภายนอกห้องทดลองสูงสุดที่ 91% ภายในห้องทดลองที่ติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว ควบคุมความชื้นคงที่ 52.8% ในขณะที่ ห้องทดลองที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว ความชื้นคงที่ 60.5% ในช่วงเวลาตั้งแต่ เวลา 03:00-05:00 น. แผ่นดินเบา และใยมะพร้าวจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นภายนอกอาคารสูงสุด และแผ่นดินเบาและใยมะพร้าวรักษา ระดับความชื้นให้คงที่ได้ตลอดทั้งกลางวัน และกลางคืนดีกว่าห้องที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว (รูปที่ 14)



รูปที่ 13 แสดงค่ามาตรฐานของห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ก่อนทำการติดตั้งแผ่นดินเบาและใยมะพร้าว



รูปที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยการดูดซับความชื้นของแผ่นดินเบาและโยมะพร้าว ในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

5. อภิปรายและสรุปผล

ผลทดสอบการนำดินเบาและโยมะพร้าวเพื่อมาทำเป็นแผ่นผนังที่มีความสามารถดูดความชื้นเพื่อลดความชื้นภายในห้องที่ใช้เครื่องปรับอากาศแสดงให้เห็นได้ว่ามีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนซึ่งสามารถควบคุมระดับความชื้นได้สม่ำเสมอ ทั้งขณะที่เปิดเครื่องปรับอากาศและไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศทำให้เกิดสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำการวิจัยในครั้งนี้

5.1 ทางด้านความสามารถดูดความชื้น

พบว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้นภายในให้คงที่ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืนสามารถควบคุมความชื้นคงที่ 52.8% โดยที่ปัจจัยของความชื้นภายนอกไม่คงที่ก็ตาม ดีกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวที่มีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นและลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศสอดคล้องกับ (ASHRAE, 2001) กล่าวถึงแนวทางและความสำคัญของการป้องกันความชื้น เพราะความชื้นนอกจากจะมีอิทธิพลต่อพลังงานที่ใช้ในอาคารแล้วยังมีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุรวมถึงสุขภาพของผู้ใช้อาคารด้วยเมื่อทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวที่ติดตั้งภายในห้องปรับอากาศ และห้องปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งซึ่งมีการควบคุมตัวแปรภายในเหมือนกันทั้งสองอาคาร พบว่าความชื้นภายในแตกต่างกัน ห้องที่มีการติดตั้งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าทั้งกลางวันและกลางคืนตลอดเวลา 3 เดือน หลังจากนั้นประสิทธิภาพของแผ่นดินเบาก็จะลดลงตามระยะเวลา จึงต้องมีการเปลี่ยนดินเบา และโยมะพร้าว เมื่อแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวหมดประสิทธิภาพในการใช้งานสามารถสลายได้ในธรรมชาติโดยไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับสารลดความชื้นจากสารเคมีตามท้องตลาดที่นิยมใช้กัน นอกจากนี้จากการทดลองครั้งนี้พบว่าแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวสามารถควบคุมให้ความชื้นภายในห้องคงที่สม่ำเสมอ ทั้งขณะที่เปิดเครื่องปรับอากาศ และไม่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเหมาะสมกับห้องที่ต้องการควบคุมความชื้น เช่น ห้องหนังสือ หรือห้องเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

5.2 ทางด้านราคาและการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

พบว่าจากการทดสอบประสิทธิภาพของการดูดความชื้นควบคู่กับการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยแยกออกเป็น ต้นทุนของแผ่นดินเบาและโยมะพร้าว และการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

จากข้อมูลการนำดินเบาและโยมะพร้าวมาทำเป็นแผ่นผนังเพื่อดูดความชื้น โดยที่ไม่นำแผ่นอะลูมิเนียมมาติดต้นทุน สามารถนำมาคำนวณต้นทุนการผลิต จะเห็นได้ว่าต้นทุนในการผลิตเฉลี่ย 403 บาทต่อ ตารางเมตร ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงราคาของต้นทุนแผ่นดินเบาและไยมะพร้าว

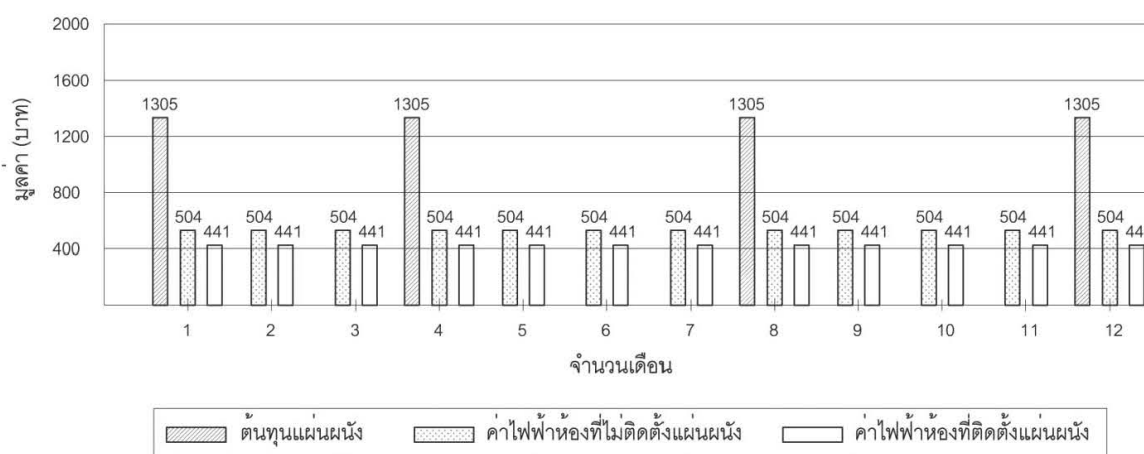
วัตถุดิบ	ปริมาณ	ราคา/หน่วย	รวมราคา
ดินเบา	2 กิโลกรัม	70	140
ไยมะพร้าว	0.5 กิโลกรัม	10	5
รวมราคาต่อแผ่น			145
จำนวน 9 แผ่น			1,305

จากการเก็บบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของห้องทดลองทั้งสองห้อง พบว่าห้องที่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและไยมะพร้าวมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน ห้องที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและไยมะพร้าว ตลอดเวลา 3 เดือนที่ทำการทดลอง โดยที่ห้องทดลองที่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและไยมะพร้าวใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 196 หน่วย และห้องที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและไยมะพร้าวอยู่ที่ 219 หน่วย แตกต่างกัน 23 หน่วย และเมื่อนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ามาคำนวณค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศใน 1 เดือน ของห้องที่ติดตั้งแผ่นผนัง และห้องที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นผนัง

การใช้ไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า/เดือน	
	บาท/หน่วย	ห้องที่ติดตั้งแผ่นผนัง	ห้องที่ไม่ติดตั้งแผ่นผนัง
เริ่มแรก		40.90	40.90
หน่วยที่ 0-150	1.804	270.71	270.71
หน่วยที่ 151-400	2.778	129.46	193.08
หน่วยที่ 400 ขึ้นไป	2.978		
รวมค่าบริการ		441.06	504.68

จากข้อมูลการใช้พลังงานและต้นทุนการผลิตสามารถนำข้อมูลหาค่าประมาณการในการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี เนื่องจากแผ่นดินเบาและไยมะพร้าวมีอายุ 3 เดือน จึงต้องมีการเปลี่ยนดินเบาและไยมะพร้าวทุกๆ 3 เดือน ดังนั้นจะมีค่าใช้จ่ายตลอดทั้งปี (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 แสดงค่าประมาณการต้นทุนแผ่นดินเบาและไยมะพร้าว และการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ากับต้นทุนแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวมาเปรียบเทียบค่าประมาณการตลอดทั้งปี จะเห็นว่าต้นทุนเฉลี่ยในการเปลี่ยนดินเบาและโยมะพร้าวมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 5,220 บาท ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องที่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวตลอดทั้งปีอยู่ที่ 5,292 บาท และห้องที่ไม่มีการติดตั้งแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 6,048 บาท เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว ห้องที่มีการติดตั้งจะประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า 756 บาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบการลงทุนกับผลตอบแทนอยู่ที่ 14.44 % ภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งการผลิตแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวเป็นการผลิตเพื่อการทดลอง ไม่ใช่เป็นการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมทำให้การผลิตแผ่นมีราคาค่อนข้างสูง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การทดสอบครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบ 3 อัตราส่วนผสมของดินเบาและโยมะพร้าว ซึ่งยังสามารถปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของดินเบาและโยมะพร้าวนอกเหนือจากอัตราส่วนในการทดลองในครั้งนี้ได้อีกด้วย เพื่อหาประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น

6.2 ตำแหน่งการติดตั้งแผ่นดินเบาและโยมะพร้าว เป็นการทดลองเพียงด้านเดียวของผนังอาคารยังไม่สามารถควบคุมผนังทั้งหมดของห้อง ซึ่งตำแหน่งและทิศทางมีผลต่อการดูดความชื้นของแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวภายในห้อง

6.3 ช่วงการทดลองเป็นการทดลองในฤดูกาลเดียวช่วงเดือน (ตุลาคม-ธันวาคม) ยังไม่สามารถทดลองได้ตลอดทั้งปี ซึ่งฤดูกาลมีผลต่อปริมาณความชื้นที่มีผลต่อห้องที่ทำการทดลอง ถ้ามีการทดลองครอบคลุมทุกๆ ฤดูกาลตลอดทั้งปีทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการดูดความชื้นของแผ่นดินเบาและโยมะพร้าวในแต่ละฤดูกาล

เอกสารอ้างอิง

- ชนาชัย จงสุวรรณ์ไพศาล. 2549. **ผนังดูดซับความชื้นด้วยซิลิกาที่สกัดจากแกลบ**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- บริษัท วิคตอรีอินดัสเตรียล จำกัด. 2553. **คุณสมบัติของโยมะพร้าว**. แหล่งที่มา www.victoryindustrial.co.th
- บริษัท เพาเวอร์ดราย จำกัด. 2557. **ความรู้เกี่ยวกับสารดูดความชื้น**. แหล่งที่มา www.powerdry.co.th
- ไพบุลย์ หังสพฤกษ์ และเฮโอโซ โซโต. 2535. **การปรับอากาศ**. สำนักพิมพ์ดวงกมล, กรุงเทพมหานคร
- รัตนกร ระวิงกุล. 2544. **การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเส้นใยจากธรรมชาติแทนสารดูดความชื้นเพื่อใช้ในระบบปรับอากาศตัวจักรเปิด**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- รังสิมา กาญจนสมบัติ. 2541. **ผลกระทบของการดูดซับความร้อนและความชื้นของวัสดุภายในอาคารต่อการกระทำ ความเย็นของระบบปรับอากาศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล
- รัชนิวรรณ เจริญวัฒน์. 2544. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดความชื้นในอากาศในระบบปรับอากาศเขตร้อน สำหรับประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- สุนทร บุญญาธิการ. 2542. **เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร
- สมพงษ์ เหยียบสุญ. 2546. **แนวทางการสร้างแบบประเมินการดูดซับความร้อนและความชื้นของวัสดุอาคารและ เครื่องเรือนเพื่อการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร. 2550. **แผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร 2550-2555**. กรุงเทพมหานคร
- ASHRAE. 2001. **ASHRAE Handbook Fundamental**. Atlanta Georgia.
- Areemit N., & Sakamoto Y., 2007. **Numerical and Experimental Analysis of a Passive Room-dehumidifying System Using the Sorption Property of a Wooden Attic Space**. Journal of Energy and Building.



- Dopont M., Celestine B., Nguyen P. H., Merigoux J., & Brandon B. 1994. **Desiccant Solar Air Conditioning in Topical Climates: I-Dynamic Experiment and Numerical Studies of Silica Gel and Activated Alumina.** Journal Solar Energy.
- Mantell C. L. 1951. **Adsorption, The Unit Operation of Adsorption.** McGraw-Hill.
- Patnaik, P. 2003. **Handbook of Inorganic Chemicals.** McGraw-Hill.
- Ruthven D. M. 1984. **Principles of Adsorption and Adsorption Processes.** John Wiley & Sons.
- Techajunta S., Chirarattananon S., & Exell R. H. B, 1999. **Experiments in a Solar Simulator on Solid Desiccant Regeneration and Air Dehumidification for Air Conditioning in a Tropical Humid Climate.** Journal of Renewable Energy.