การทดสอบภาวะสบายด้านอุณหภูมิ ของผนังไม้ไผ่ฉาบดินในบ้านพักอาศัย

Thermal Comfort Evaluation of Bamboo Wattle and Daub Wall in Dwelling

วารุณี ภูสนาม (Warunee Phusanam)[1]*
หวัง หุ้ยอิ๋ง (Wang Huiying)[2]

บทคัดย่อ

เทคนิคการก่อสร้างด้วยผนังไม้ไผ่มี 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ การสาน การใช้ลำไม้ไผ่วางในแนวตั้งแนวนอน และการฉาบเนื้อไม้ไผ่ ในภาคอีสานมักพบการใช้ไม้ไผ่ฉาบดินเฉพาะในผนังเล้าข้าว งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์และปรับปรุงเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสม ในการใช้เทคนิคดังกล่าวกับบ้านพักอาศัยโดยเฉพาะในชุมชนเกษตร การทดลองได้สร้างกล่องไม้ไผ่สานที่ฉาบด้านเดียวและสองด้านด้วยส่วนผสมที่มีดินประกอบ จากนั้นวัดค่าอุณหภูมิห้องและผนังของแต่ละกล่องทดลอง เปรียบเทียบกับผนังไม้ ไม้ไผ่สาน และผนังไม้ไผ่ฉาบดินแบบดั้งเดิม พบว่าผนังที่ฉาบดินทั้งสองด้านมีการนำความร้อนที่สูงกว่าผนังไม้ไผ่และไม้เล็กน้อย อย่างไรก็ตามการรักษาระดับอุณหภูมิภายในผนังดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่สุด ขณะที่อุณหภูมิห้องโดยรวมต่างใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ภาวะสบาย[3] ด้านอุณหภูมิ (Thermal comfort) สามารถปรับปรุงได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศและพื้นที่รับลมให้มากขึ้น เนื่องจากเทคนิคการก่อสร้างผนังดังกล่าว เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Ecological) ราคาไม่แพง (Economical) และคนทั่วไปสามารถก่อสร้างด้วยตนเองได้ (Exercisable) จึงสมควรได้รับการพัฒนาให้เกิดการยอมรับและนำไปใช้ อันจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมให้เกิดการพึ่งพาตนเองตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง

Abstract

Techniques worldwide for using bamboo walls in construction today consist mainly of 3 methods: weaving, vertical and horizontal culms and wattle and daub *(W&D)*. In Thailand, *W&D* techniques are mostly found in rural granary structures. This research studies the possibility of using the technique for Thai rural dwellings. The thermal evaluation of proposed single and double *W&D* walls compared with wood, traditional

[1]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; Ph.D., School of Architecture, Southeast University, Nanjing, 210096, China*
[2]*Ph.D., School of Art, Southeast University, Nanjing, 210096, China*
**corresponding author, email: hififefo@yahoo.com*

[3]*ภาวะสบาย (Comfort condition) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัยกับสภาวะแวดล้อมในอาคาร ซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกสบาย ไม่ร้อนไม่หนาว ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลกับสภาวะสบาย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม รังสีของดวงอาทิตย์ เป็นต้น สำหรับประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานภาวะสบายด้านอุณหภูมิอย่างเป็นทางการ แต่ตัวเลข 25 องศาเซลเซียส มักถูกนิยมใช้อ้างอิงเพื่อแสดงถึงภาวะน่าสบาย ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกอาคารในประเทศไทยสูงกว่า 26 องศาเซลเซียส การจะทำให้เกิดภาวะสบายภายใต้ตัวเลขดังกล่าว โดยไม่ใช้เครื่องปรับอากาศจึงเป็นไปได้น้อย อย่างไรก็ตามพบว่า ประชาชนในประเทศที่มีอากาศร้อนชื้นหรือแห้งแล้ง จะมีความเคยชินหรือสามารถเกิด ภาวะสบายที่อุณหภูมิสูงกว่าประเทศในเขตหนาว หรือมากกว่า 25 องศาเซลเซียส (Hyde, 2002)*

W&D and woven bamboo was conducted. From statistics, the proposed walls are found to have higher thermal conductivity than wood and traditional bamboo walls. However, the temperature change in the *W&D* wall was the most stable compared to other local materials. The room temperature overall was similar to wood and traditional walls. Of course comfort can be improved by architectural design: wide openings and efficient air ventilation. With its ecological, economical, and achievable advantages, more research on the subject should be carried out in order to apply the sufficiency economy philosophy into practice efficiently.

คำสำคัญ: ผนังไม้ไผ่ฉาบดิน ที่พักอาศัยในชนบท ภาวะสบายด้านอุณหภูมิ
Keywords: Wattle and daub, rural dwelling, Thermal comfort

บทนำ

บ้านไม้ไผ่ในปัจจุบันถูกมองว่าเป็นบ้านสำหรับผู้มีรายได้น้อยหรือคนจน การที่จะนำไปใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จำเป็นต้องอาศัยการปรับปรุงทั้งรูปแบบและคุณภาพความคงทน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับและถูกนำไปใช้มากขึ้น วิธีการที่ได้ผลดีที่สุดในการยืดอายุของอาคารไม้ไผ่ ควรเริ่มจากการออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม (Veleze, 2000) Boer และ Bareis ได้ให้แนวคิดว่าชายคาและการยกพื้นหรือระดับของอาคารมีบทบาทมากที่สุดในการป้องกันแดดและฝน รวมถึงความชื้นที่จะเข้ามาสู่ตัวอาคาร (Cassandra, 2000)

ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยมักพบว่า โครงสร้างของอาคารและหลังคาเป็นส่วนที่ถูกให้ความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ เนื่องจากความแข็งแรงทนทาน กันแดดและฝนได้ดีของบ้านเป็นสิ่งที่ผู้อยู่อาศัยคำนึงถึงมากที่สุด หากต้องซ่อมแซมในภายหลังกระทำได้ยาก ผนังและพื้นได้รับการจัดลำดับความสำคัญรองลงมา เพราะเป็นส่วนที่ถูกปกป้องจากหลังคาและง่ายต่อการบำรุงรักษาปรับเปลี่ยนหรือซ่อมแซมมากกว่า ดังนั้นการนำเอาไม้ไผ่มาใช้ในส่วนของผนังสำหรับบ้านพักอาศัยในปัจจุบัน โดยเฉพาะในชุมชนเกษตร น่าจะได้รับการยอมรับมากกว่าการใช้เป็นโครงสร้าง หลังคาและพื้น ซึ่งผนังไม้ไผ่ที่ใช้กันทั่วไปในบ้านพักอาศัย แม้จะได้รับการยอมรับในเรื่องความเย็นสบายและเหมาะสมกับภูมิอากาศท้องถิ่น แต่มีปัญหาความไม่คงทนของไม้ไผ่ ซึ่งในหลาย ๆ ประเทศมีการฉาบทับผนังไม้ไผ่อีกชั้นด้วยส่วนผสมของดิน จากนั้นจึงทาสีทับอีกทีเพื่อความสวยงาม เป็นการรักษาเนื้อไม้และลดความรุนแรงของอัคคีภัยที่อาจเกิดขึ้น (Janssen, 1995) ในอนาคตผนังไม้ไผ่ฉาบดินจึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเจ้าของบ้านที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับลักษณะการก่อสร้างและทรัพยากรที่มีอยู่เดิมในท้องถิ่น อันจะเป็นการส่งเสริมการใช้ไม้ไผ่ในการก่อสร้างในอนาคต ลดปริมาณการใช้ไม้ซึ่งนับวันจะมีราคาแพงและขาดแคลนมากขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดการพึ่งพาตนเองของท้องถิ่นในด้านการก่อสร้าง

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาถึงแนวทางการประยุกต์เอาผนังไม้ไผ่ฉาบดินมาใช้กับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นถึงร้อนแห้งแล้งของประเทศไทย ส่วนหนึ่งของการวิจัยได้ทำการวัดภาวะสบายจากอุณหภูมิภายในและผนังของกล่องทดลอง เพื่อศึกษาข้อดีข้อเสียของวัสดุคุณสมบัติการนำและคายความร้อนของผนังไม้ไผ่ฉาบดินเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ ที่ใช้กันทั่วไปในท้องถิ่น เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ปรับปรุงคุณภาพของวัสดุ เทคนิคและรูปแบบการก่อสร้างให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชนมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีวิจัย

การทดลองได้วัดค่าเปรียบเทียบอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิผนังภายในอาคารด้านทิศใต้ซึ่งเป็นด้านที่ได้รับแดดเกือบทั้งวัน ของกล่องทดลองขนาด 80x80 เซนติเมตร จำนวน 5 กล่อง (รูปที่ 5) เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่าง กล่องทดลองที่ *(1)* เป็นผนังไม้ตีซ้อนเกล็ด ไม้ที่ใช้เป็นไม้เนื้ออ่อน แผ่นไม้แต่ละแผ่นกว้าง 10 เซนติเมตร กล่องที่ *(2)* และ *(3)* ผนังไม้ไผ่ฉาบด้วยส่วนผสมของดิน[4] (รูปที่ 6) ซึ่งฉาบเพียงภายนอกด้านเดียว และฉาบสองด้านตามลำดับ *(4)* ผนังไม้ไผ่ฉาบด้วยดินจอมปลวกและขี้ควายสดโดยฉาบทั้งสองด้าน ใช้อัตราส่วนของดินจอมปลวกกับขี้ควายประมาณ 1:1 *(5)* ผนังไม้ไผ่สานแบบที่ใช้เป็นผนังบ้านทั่วไป ไม้ไช้ที่ใช้ในการสานทั้งหมดเป็นไม้ไผ่บ้านหรือไผ่สีสุก ทั้งหมดจักตอกและสานด้วยมือ (รูปที่ 7) กล่องทดลองที่ *(2)*, *(3)* และ *(4)* ใช้ตอกไม้ไผ่หนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร กล่องทดลองที่ *(5)* จักตอกหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 2.0-2.5 เซนติเมตร กล่องทดลองทั้งหมดนี้อยู่ภายใต้สภาวะควบคุมดังต่อไปนี้

- กล่องทดลองทั้งหมดเป็นหลังคาจั่ว วัสดุมุงเป็นเหล็กรีดสีบรอนซ์ (metal sheet) หนา 1.20 มิลลิเมตร หลังคาของกล่องทดลองที่เป็นผนังไม้ *(1)*, ผนังฉาบดินด้านเดียวและสองชั้น *(2, 3)* บุด้วยโฟมหนา 10 เซนติเมตร ตามแนวลาดของหลังคาซึ่งชัน 30 องศา เพื่อทดสอบอิทธิพลของฉนวน ที่มีต่ออุณหภูมิภายในอาคาร พื้นกล่องทดลองทั้งหมดกรุด้วยแผ่นไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร นำไปตั้งบนโครงเหล็กสี่เหลี่ยมสูงจากระดับพื้น 80 เซนติเมตร ตำแหน่งของการวางกล่องทดลองไม่ได้รับอิทธิพลจากเงาของกันและกัน

- ผนังไม้ไผ่ฉาบทั้งสามแบบ ฉาบให้มีความหนาพอไม่ให้เห็นเนื้อไม้ไผ่ กล่องทดลองทั้งหมดมีการเปิดช่องขนาด 30x30 เซนติเมตร ในทิศเหนือและใต้ เพื่อจำลองช่องเปิดของบ้านทั่วไป เนื่องจากบ้านในภูมิอากาศของประเทศไทย ใช้การเปิดหน้าต่างเมื่อต้องการการรับลมและระบายอากาศ อีกทั้งลักษณะโดยพื้นฐานของวัสดุที่ได้รับการฉาบผิวจะมีแนวโน้มในการนำและดูดความร้อนมากกว่าวัสดุที่เปิดให้มีช่องระบายอากาศในเนื้อวัสดุได้ เช่น ผนังไม้ไผ่สาน หรือผนังไม้ซ้อนเกล็ด เป็นต้น จากการพิจารณาถึงข้อด้อยดังกล่าว การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุจึงกำหนดลักษณะควบคุมให้มีช่องเปิดเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานจริง

- การวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบ วัดระหว่างวันที่ 8-13 กุมภาพันธ์ 2550 รวม 6 วัน สภาพอากาศทั่วไปท้องฟ้าปลอดโปร่ง เย็นสบายในตอนเช้าและร้อนถึงร้อนจัดในเวลาบ่าย ความเร็วลม ณ สถานที่ทดลอง วัดโดยเครื่อง Anemometer มีค่าประมาณ 0-3.0 เมตรต่อวินาที การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) วัดโดยใช้ Pyronometer การวัดอุณหภูมิใช้เครื่องมือหลักได้แก่ เครื่องเก็บและบันทึกข้อมูล (Data Logger) รุ่น Fluke: Hydra Series II ร่วมกับ Thermometer-hygrometer โดย Data Logger ใช้ Sensor ทั้งหมด 13 จุด ในที่นี้เป็นการวัดอุณหภูมิภายนอกแบบที่โล่งแจ้งและในที่ร่มรวม 2 จุด เพื่อวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นโดยตั้งความถี่ในการเก็บข้อมูลทุก 15 นาที เพื่อความสะดวกในการแสดงข้อมูลจึงใช้ฐานข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ในการแสดงกราฟและตารางสรุปผลการทดลอง

อนึ่งข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุที่นำมาเปรียบเทียบเหล่านี้ คำนึงถึงการเป็นวัสดุที่ทำจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่และเป็นวัสดุที่สามารถหรือนิยมใช้เป็นผนังชั้นสอง

---

[4]ดิน, ทราย, ปูนขาว อย่างละ 25% ยางบง 0.6% แกลบ 0.1% ของปริมาตรน้ำหนัก ผสมเข้ากับแป้งข้าวเหนียว (2%) ที่ตั้งไฟกวนกับน้ำสะอาด ยางบง (Persea kurzii Kosterm) เป็นต้นไม้พื้นบ้าน แต่เดิมพบทั่วไปในป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ของภาคอีสาน ภายในเปลือกมียางเหนียวอยู่มาก การถากเอาเปลือกไปใช้ประโยชน์ จะถากได้ไม่เกิน 1ใน 4 ของความยาวลำต้น ไม่เช่นนั้นต้นไม้จะตาย โดยเมื่อถากออกแล้ว จะมีการผลิตเปลือกใหม่ทดแทนของเดิมได้ในเวลาประมาณ 1-2 ปี เมื่อก่อนชาวบ้านนำเปลือกมาตากให้แห้งก่อนจะนำไปบด ทำธูป เครื่องหอม หรือยารอยรั่วต่าง ๆ ขอมโบราณนำยางบง มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อก่ออิฐของปราสาทขอมให้ก้อนอิฐแนบแน่นสนิทเข้าด้วยกัน เปลือกบงบดเป็นผงสำเร็จรูปปัจจุบันสามารถหาซื้อได้ในราคาขายปลีก ประมาณ 20 บาทต่อกิโลกรัม (วารุณี, 2546) การทดลองใช้ส่วนผสมดังกล่าวแทนการใช้ดินเหนียวแบบที่ใช้กันดั้งเดิมเนื่องจากต้องการปรับปรุงคุณภาพของดินให้มีความเหนียวมากขึ้น อีกทั้งดินส่วนใหญ่ในภาคอีสานเป็นดินปนทราย ในบางพื้นที่ดินเหนียวหาได้ไม่ง่ายนัก ส่วนผสมนี้จึงมีวัตถุประสงค์ให้สามารถนำดินซึ่งมีคุณสมบัติใด ๆ ก็สามารถนำมาใช้ได้ สำหรับข้าวเหนียวในประเทศจีนสมัยโบราณได้ใช้ข้าวเหนียวเปียกที่เคี่ยวผสมกับปูนขาวแล้วเป็นส่วนผสมที่สำคัญของปูนก่อ สิ่งก่อสร้าง เช่น กำแพงเมืองจีนได้ใช้วิธีนี้ ทำให้อิฐมีการประสานกันได้เป็นพันปี (วารุณี, 2550)

ของที่พักอาศัย เนื่องจากบ้านยกพื้นใต้ถุนสูงยังคงเป็นที่นิยมทั่วไปในชุมชนเกษตรกรรม ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการเปรียบเทียบผนังก่ออิฐฉาบปูนและผนังสังกะสีไว้ในงานวิจัย

ผลการศึกษา

ในเวลากลางวัน อุณหภูมิภายในของกล่องทดลองไม้ไผ่สาน *(5)* มีอุณหภูมิต่ำสุด โดยเมื่อเทียบจากการวัดค่าอุณหภูมิภายในกล่องทดลองทั้งห้า (ตารางที่ 1) อุณหภูมิที่สูงที่สุดภายในกล่อง *(5)* โดยเฉลี่ยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอกในแต่ละวัน ประมาณ 0.8–3.5 องศาเซลเซียส กล่องทดลองที่ผนังฉาบด้วยดินจอมปลวกผสมกับขี้ควาย *(4)* มีอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันต่ำรองลงมาจากกล่อง *(5)* เนื่องมาจากในขี้ควายที่นำมาผสมดินฉาบ มีเส้นใยของพืชและหญ้าอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีการระบายอากาศในเนื้อวัสดุได้ดี อนึ่งอุณหภูมิห้องและผนังของไม้ไผ่ฉาบดินด้านเดียว *(2)* มีค่าต่างกันมากที่สุดโดยอยู่ระหว่าง 13–16 องศาเซลเซียส ขณะที่ผนังแบบอื่น ๆ มีค่าต่างกันที่ประมาณ 9–12 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากผนัง *(2)* ซึ่งด้านนอกฉาบด้วยดิน มีการนำความร้อนได้เร็วกว่าไม้และไม้ไผ่ ผนังภายในเป็นไม้ไผ่ไม่ได้มีการฉาบ ความหนาของผนังจึงบางกว่าที่ฉาบสองด้าน การคายความร้อนจึงเร็วกว่าเช่นกัน สำหรับผนังที่ฉาบสองด้าน *(3)* จะเห็นว่าความร้อนที่ผ่านเข้ามาจะผ่านชั้นของดินที่ฉาบ ตามด้วยไม้ไผ่ที่อยู่ตรงกลางซึ่งทำหน้าที่เป็นกึ่งฉนวน แล้วจึงผ่านชั้นดินอีกด้าน ก่อนจะคายความร้อนเข้าสู่ภายในห้อง จึงทำให้ความร้อนที่ออกจากผนัง *(3)* มีปริมาณน้อยกว่าและช้ากว่าการฉาบผนังด้านนอกเพียงด้านเดียว

สำหรับกลางคืน ระหว่างเวลา 4.00–7.00 น. เป็นช่วงที่อากาศเย็นมากที่สุด โดยเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศในที่โล่งแจ้งกับผนังของกล่องทดลองพบว่า ผนังไม้ไผ่ *(5)* และผนังฉาบดินจอมปลวก *(4)* มีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอกเฉลี่ย 0.5–1.5 และ 0.5–1.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่วัสดุอื่น ๆ โดยเฉลี่ยมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอก 0.25– 3.5 องศาเซลเซียส

ผนังภายในด้านทิศใต้ของกล่องทดลอง *(1)* มีอุณหภูมิต่ำสุด (รูปที่ 1) ที่ 16.53 องศาเซลเซียส กล่องทดลอง *(2)* มีอุณหภูมิสูงสุดที่ 53.69 องศาเซลเซียส และมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในผนังมากที่สุด ที่ 32.02 องศาเซลเซียส ขณะที่กล่องทดลองที่ *(3)* อุณหภูมิมีความแตกต่างน้อยที่สุดที่ 24.07 องศาเซลเซียส โดยรวมทั้ง 6 วันแล้ว ผนังด้านทิศใต้ของกล่องทดลอง *(2)* มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่างกันมากที่สุดที่ประมาณ 30.44–35.02 องศาเซลเซียส กล่องทดลอง *(5)* มีความแตกต่างเฉลี่ยน้อยที่สุด ที่ 24.37–26.82 องศาเซลเซียส ขณะที่กล่องทดลองที่เหลือมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอยู่ที่ 24.5–31.0 องศาเซลเซียส (รูปที่ 3) โดยรวมแล้วอุณหภูมิผนังของกล่องทดลอง *(3)* มีอุณหภูมิแทบจะไม่ต่างจากไม้และวัสดุท้องถิ่นอื่น ๆ (รูปที่1)

อุณหภูมิภายในกล่องทดลองภายใต้สภาวะที่มีฉนวนและไม่มีฉนวน พบว่ากล่องทดลองผนังไม้ไผ่และผนังฉาบดินจอมปลวก แม้จะไม่ได้ใส่แผ่นโฟมเป็นฉนวนให้หลังคา แต่อุณหภูมิภายในยังต่ำกว่ากล่องที่ติดตั้งโฟมไว้ใต้หลังคา (ตารางที่ 1) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วการใช้ผนังไม้ไผ่จะทำให้เกิดภาวะสบายแก่ผู้อาศัยมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ที่นำมาทดลอง กล่าวคือมีความเย็นสบายในหน้าร้อนและอบอุ่นในหน้าหนาว

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิของผนังของกล่องทดลองทั้งห้า (รูปที่ 1, 2) จะพบว่าในช่วงเที่ยงวันถึงบ่ายสี่โมงเย็นเป็นช่วงที่อุณหภูมิภายในสูงที่สุด และจะลดลงไปเรื่อย ๆ ตามลักษณะของการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงวันเวลา (รูปที่ 4) ซึ่งจะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 12.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่ดวงอาทิตย์ทำมุมตรงกับศีรษะของเรามากที่สุด ค่านี้จะลดลงเรื่อย ๆ จนเป็น 0 เมื่อพระอาทิตย์ตก ดังนั้นหลังเวลา 12.00 น. เป็นต้นมา จะพบว่าผนังไม้ไผ่ฉาบดิน *(2, 3)* มีอุณหภูมิผนังสูงกว่าไม้และไม้ไผ่

อย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 1) นอกจากนี้หลังเวลาประมาณ 15.00 น. ผนังทุกชนิดจะเริ่มคายความร้อน เห็นได้จากอุณหภูมิของห้องที่ลดลงในแนวดิ่ง โดยที่ผนังฉาบดินสองด้าน *(3)* มีอุณหภูมิห้องสูงขึ้นกว่าผนังอื่น ๆ เล็กน้อยในช่วงเวลาประมาณ 18.00–21.00 น.

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิห้องของผนังไม้ *(1)* ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมใช้เป็นผนังของบ้านมากที่สุดในชนบท และไม้ไผ่ฉาบสองด้าน *(3)* (รูปที่ 3) จะพบว่าอุณหภูมิห้องของกล่องทดลองทั้งสอง มีจังหวะการขึ้นลงของอุณหภูมิที่ผกผันตลอดเวลาจากอิทธิพลของลมและสภาพแวดล้อม แต่จังหวะการผกผันและอุณหภูมิโดยรวมไม่ต่างกันมาก เพียงแต่ช่วงเวลาของอุณหภูมิเท่านั้นที่ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ช่วงของอุณหภูมิที่ต่างกัน ณ เวลาใด ๆ สูงสุดไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส

หลังเวลาประมาณ 10.30 น. อุณหภูมิภายในกล่องทดลองทุกกล่อง จะเพิ่มขึ้นสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส หลังเวลา 21.00 น. จึงเริ่มลดลงจนใกล้เคียงกับ 25 องศาเซลเซียส จากตารางที่ 2 พบว่ากล่องทดลอง *(3)* มีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 25 องศาเซลเซียส น้อยชั่วโมงที่สุด คิดเป็นจำนวนวันได้ 4 วัน อันดับรองลงมา ได้แก่ ไม้ไผ่ (3 วัน) ดังนั้น กล่องทดลอง *(3)* มีแนวโน้มในการรักษาระดับอุณหภูมิภายอาคารให้เกิดภาวะสบายมากที่สุด แม้ว่าจะไม่สามารถคงอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 25 องศาเซลเซียสได้ตลอด แต่สำหรับเขตร้อนชื้นถึงร้อนแห้งแล้ง อุณหภูมิระหว่าง 18–27 องศาเซลเซียส อยู่ในระดับภาวะสบายที่คนทั่วไปยอมรับได้ หรือปรับตัวอย่างง่าย ๆ โดยใช้ลักษณะของเครื่องนุ่งห่ม

ระดับความชื้นและความเร็วลมมีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด ระดับความชื้นในช่วงที่ทำการทดลองผนังของกล่องทดลอง *(3)* พบว่าความชื้นภายในต่ำกว่ากล่องทดลองอื่น ๆ ขณะที่กล่องผนังไม้ *(1)* มีความชื้นสูงสุด เพราะมีความชื้นจากลมที่ผ่านเข้ามาตามช่องที่ตีซ้อนเกล็ดมากที่สุด ตามด้วยกล่องทดลองที่ *(5)* และ *(4)* ตามลำดับ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในช่วงที่ทำการทดลองแต่ละวันมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4) แต่ความชื้นภายในกล่องทดลองมีระดับการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในวันที่ 3 ของการทดลอง ดังนั้นสรุปได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างลมและการแผ่รังสีของอาทิตย์แล้ว ลมมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องมากกว่า

วิจารณ์การทดลอง

การวัดค่าดังกล่าวยังขาดข้อมูลเปรียบเทียบอุณหภูมิของสามฤดู โดยฤดูหนาวควรทำการวัดค่าอุณหภูมิในช่วงระหว่างปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคมซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ฤดูร้อนควรวัดระหว่างปลายเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤษภาคม และฤดูหนาวควรวัดในเดือนกันยายนเนื่องจากมีปริมาณความชื้นสูงสุด แต่ข้อจำกัดหลายประการ รวมถึงเงื่อนไขด้านเวลา ทำให้การศึกษาครั้งนี้กระทำในช่วงปลายฤดูหนาว อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้พอจะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในภูมิภาคที่อุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวต่างกันไม่มากนัก และค่าความแตกต่างมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากอิทธิพลของภาวะโลกร้อน

กล่องทดลองยิ่งมีขนาดใหญ่เท่าไหร่จะมีผลให้ค่าที่วัดได้มีความแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การวัดอุณหภูมิโดยเปิดช่องเปิดในผนังของกล่องทดลองควรกระทำควบคู่กับการปิดช่องดังกล่าวด้วย รวมถึงปรับขนาดช่องเปิดให้เล็กลงกว่านี้เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ อันจะทำให้สามารถสรุปผลการทดลองได้ชัดเจนขึ้น

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

แม้ว่าจากการทดลองพบว่า การใช้ผนังไม้ไผ่สานจะทำให้เกิดภาวะสบายแก่ผู้อาศัยมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามวัสดุชนิดนี้ไม่ได้รับความนิยมแล้วในปัจจุบัน เนื่องจากความไม่ทนทานและไม่เหมาะสมกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันที่ผู้อยู่อาศัยต้องการความเป็นส่วนตัวมากขึ้น ผนังไม้ไผ่จึงไม่สามารถสนองตอบเรื่องการเก็บและกันเสียง รวมถึงการป้องกันการมองเห็นจากภายนอกได้

สำหรับผนังฉาบในวิถีเกษตรแบบดั้งเดิมซึ่งต้องใช้ขี้ควายและดินจอมปลวกเป็นหลัก *(เนื่องจากขี้วัวเมื่อผสมกับดินแล้วเนื้อจะเหลว ดินไม่จับตัวกันดีเหมือนขี้ควาย)* ถึงแม้ในสมัยก่อนจะเป็นส่วนผสมที่ไม่ต้องซื้อหา แต่ปัจจุบันพบว่าปริมาณควายที่เลี้ยงตามชนบททั่วไป ได้ลดลงเป็นอย่างมาก อีกทั้งดินจอมปลวกไม่สามารถหาได้ทั่วไปในปริมาณมากเช่นกัน ที่สำคัญที่สุดคือทัศนคติของบุคคลทั่วไปซึ่งเห็นว่า ผนังดังกล่าวไม่มีความคงทนถาวรและสวยงาม มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากมูลสัตว์และไม่เข้ากับวิถีชีวิตในปัจจุบัน

ผนังไม้ไผ่หากไม่คำนึงถึงความทนทานเป็นปัจจัยหลักแล้ว เป็นวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ทั้งในด้านภาวะสบายและด้านเศรษฐศาสตร์ (Economical) เนื่องจากเป็นวัสดุในท้องถิ่นที่หาได้ไม่ยาก และราคาถูก อีกทั้งไม่มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม (Ecological) จากกระบวนการผลิต การใช้งานและการย่อยสลายมากนัก แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการปรับปรุงคุณภาพ ความคงทนและความสวยงามของไม้ไผ่ให้เป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป

บ้านที่สร้างด้วยผนังไม้ไผ่ฉาบด้วยดินทั้งภายนอกและภายใน เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงหรือก่อสร้างบ้านพักอาศัยในชนบทที่มีศักยภาพในการเข้าถึงวัสดุและแรงงานได้ดีกว่าบ้านในเมือง ก่อสร้างด้วยตัวเองได้ง่าย (Exercisable) (รูปที่ 8) อีกทั้งราคาค่าก่อสร้างโดยพื้นฐานแล้วยังต่ำกว่าการใช้ผนังไม้ เพียงแต่ต้องคำนึงถึงเรื่องการระบายอากาศ ทิศทางลม ตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดมากกว่าบ้านไม้หรือบ้านผนังไม้ไผ่ทั่วไป เนื่องจากลมเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ โดยความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิอากาศลดลงได้อย่างรวดเร็ว แต่ขณะเดียวกันจะทำให้ระดับความชื้นเพิ่มขึ้น

อนึ่งการฉาบทำให้วัสดุที่ฉาบมีอัตราการนำความร้อนและสะสมความร้อนมากกว่าผนังแบบอื่น ๆ เนื่องจากไม่มีการระบายอากาศภายในวัสดุ ไม่เหมือนกับผนังไม้ที่ตีเกล็ดซ้อนทำให้อากาศถ่ายเทได้ระหว่างแผ่นไม้ หรือผนังไม้ไผ่สานที่มีรูพรุนอยู่ทั่วไปจากการนำเอาตอกไม้ไผ่มาสานขัดกันไปมา แต่การฉาบสองด้านจะมีข้อดีในแง่ของความคงทนของเนื้อไม้ไผ่ เนื่องจากหากเลือกไม้ไผ่ที่ยังไม่แก่พอมาก่อสร้าง เนื้อไม้ไผ่ที่ไม่ได้ฉาบจะได้รับความเสียหายจากมอดหรือราได้ง่าย อย่างไรก็ตามการที่ฉาบสองด้านมีข้อด้อยในด้านของวัสดุและแรงงานที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งหากเป็นบ้านเก่าซึ่งมีโครงเคร่าไม้อยู่เดิมแล้ว ต้องคำนึงถึงการรับน้ำหนักของโครงไม้ด้วย การแก้ปัญหาสามารถกระทำได้โดยการเสริมโครงเคร่าผนังเพิ่มเข้าไป

จากการศึกษาข้อดีของดินฉาบแบบดั้งเดิม น่าจะสามารถพัฒนาให้ส่วนผสมดินที่นำมาฉาบมีค่าการนำและสะสมความร้อนลดลง รวมถึงลดอัตราการแตกร้าวจากการฉาบผนังไม้ไผ่ได้ โดยการเพิ่มปริมาณเส้นใยจากวัสดุธรรมชาติเข้าไปนอกเหนือจากแกลบ เช่น ฟางข้าว วัชพืชในท้องถิ่น เป็นต้น ซึ่งการวิจัยชนิดและอัตราส่วนของเส้นใยควรจะได้กระทำในลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

วารุณี ภูสนาม. 2546. **รายงานการวิจัย เทคโนโลยีการก่ออิฐในศาสนาคาร, อาคารพักอาศัยและอาคารพาณิชย์ กรณีศึกษา: หนองคาย, นครพนม, มุกดาหาร และยโสธร.** ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วารุณี ภูสนาม. 2550. บ้านดินในสาธารณรัฐประชาชนจีน. **วารสารสังคมลุ่มน้ำโขง** 2(2): 1-21.

Cassandra, A., Editor. 2000. **Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods.** New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Hyde, R. 2002. **Climate responsive design: A study of buildings in moderate and hot humid climates.** London: Spon Press.

Janssen, Jules J.A. 1995. 2nd edition. **Building with bamboo: A handbook.** Warwickshire: Practical Action Publishing.

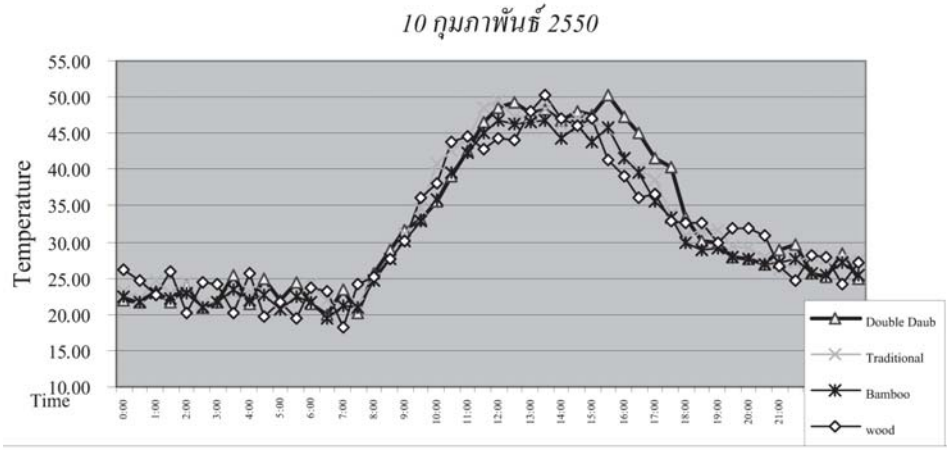
Veleze, S. 2000. **Grow your own house: Simon Velez and bamboo architecture.** Weil am Rhein: Vitra Design Museum.

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุด สูงสุดภายในกล่องทดลองและอุณหภูมิของอากาศในที่โล่งแจ้ง (°C) และช่วงเวลา ณ อุณหภูมินั้นๆ (t)

วันที่	อุณหภูมิภายนอก				ไม้ *(1)*				ฉาบด้านเดียว *(2)*			
	Min (°C/t)		Max (°C/t)		Min (°C/t)		Max (°C/t)		Min (°C/t)		Max (°C/t)	
8	18.28	07.00	35.51	15.30	18.30	05.00	35.09	14.30	18.47	05.00	34.40	12.30
10	21.22	06.30	39.88	15.30	20.51	07.00	38.33	13.30	18.83	07.00	39.07	15.30
11	20.04	05.00	37.02	14.00	21.04	07.30	36.09	15.30	19.70	05.30	37.54	15.00
13	21.60	04.00	39.44	15.00	20.99	07.00	38.41	15.30	20.58	06.30	37.92	15.30
วันที่	ฉาบสองด้าน *(3)*				ฉาบดินดั้งเดิม *(4)*				ไม้ไผ่สาน *(5)*			
	Min (°C/t)		Max (°C/t)		Min (°C/t)		Max (°C/t)		Min (°C/t)		Max (°C/t)	
8	18.25	08.00	35.67	15.00	19.26	08.00	33.52	15.00	19.79	07.00	33.69	15.30
10	20.01	07.00	38.90	15.00	21.01	07.00	37.25	15.00	20.85	06.30	36.58	15.30
11	20.71	06.30	37.85	15.00	21.38	06.30	35.86	15.00	21.54	06.30	35.37	14.00
13	21.41	05.30	36.64	15.00	22.25	06.30	36.10	15.30	23.08	05.30	36.50	13.30

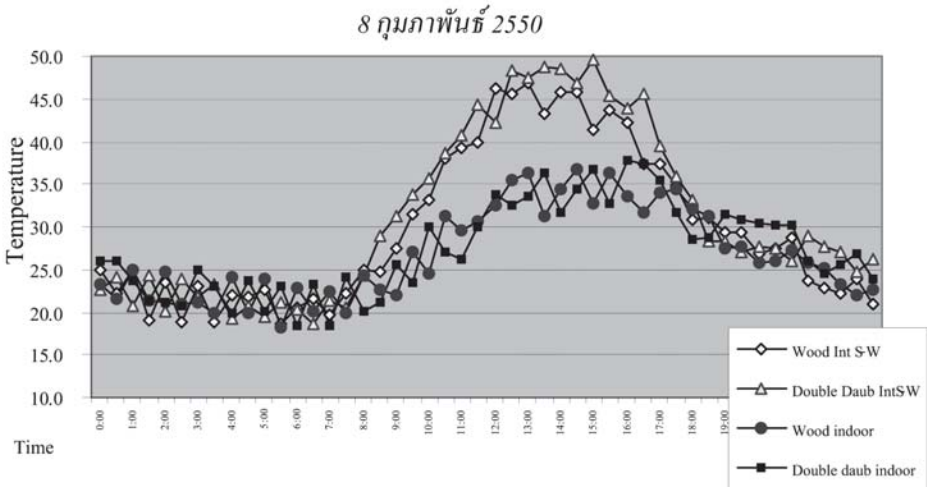
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนชั่วโมงที่อุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียสภายในกล่องทดลองทั้งห้า

วันที่ ชั่วโมง	ไม้	ฉาบด้านเดียว	ฉาบสองด้าน	ฉาบดั้งเดิม	ไม้ไผ่สาน	ภายนอก
2007-02-07	14.0	13.0	***12.0***	13.0	***12.0***	***12.0***
2007-02-08	13.0	13.0	***12.0***	14.5	14.0	13.0
2007-02-09	***12.5***	13.5	14.5	15.0	14.5	16.0
2007-02-10	18.5	16.5	16.0	***14.5***	15.0	16.5
2007-02-11	***17.5***	20.0	***17.5***	***17.5***	18.0	***17.5***
2007-02-12	16.5	16.0	17.0	16.5	16.0	***15.0***
2007-02-13	19.0	***18.0***	***18.0***	18.5	***18.0***	18.5

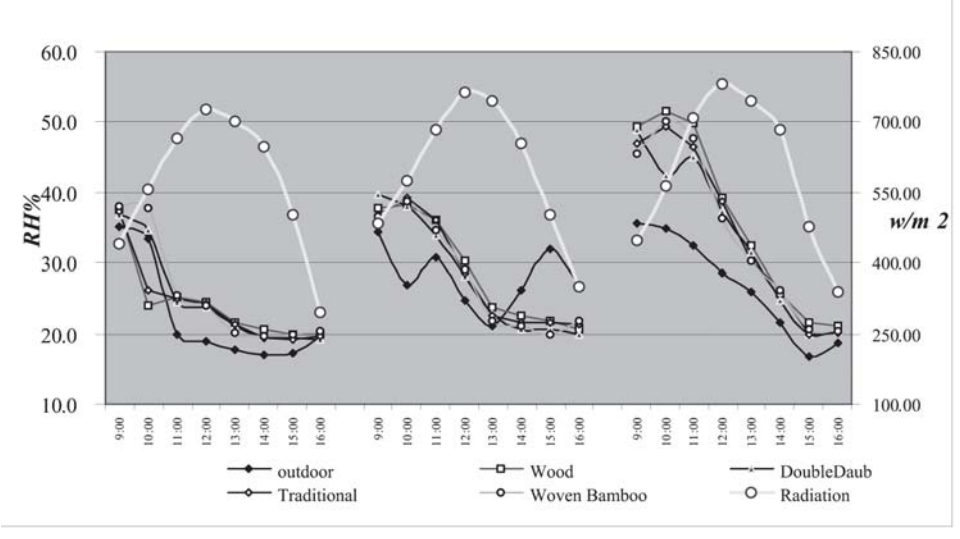


รูปที่ 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิผนังภายในด้านทิศใต้ของผนังไม้ไผ่ฉาบสองด้าน *(2)*, ไม้ *(1)*, ผนังฉาบดินแบบดั้งเดิม *(4)* และผนังไม้ไผ่สาน *(5)*

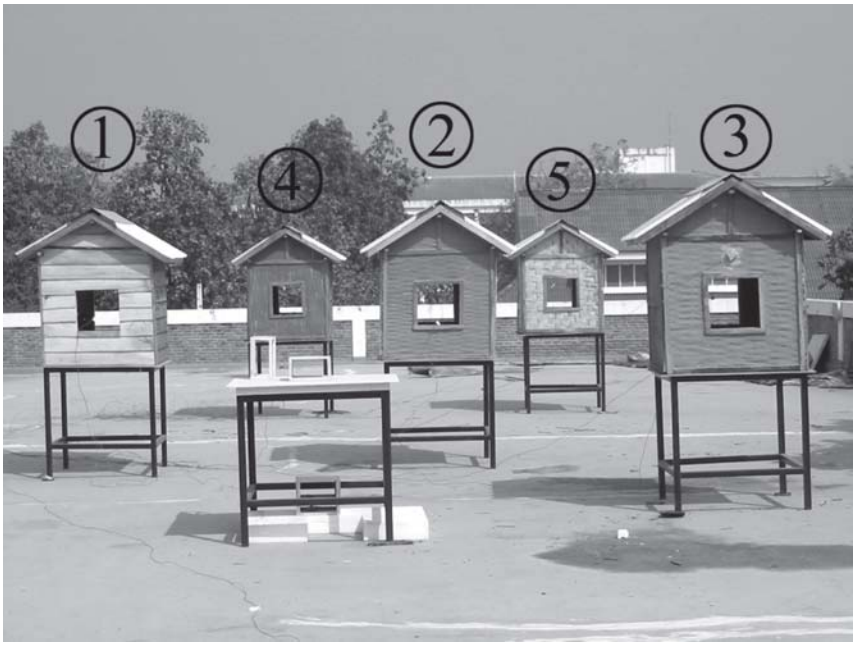
รูปที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิห้องภายในกล่องทดลองทั้งห้าชนิด



รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิ ภายในกล่องทดลอง ของผนังไม้ *(1)* กับอุณหภูมิผนังภายในและภายนอก รวมถึงอุณหภูมิห้องของ ผนังไม้ไผ่ฉาบดินทั้งสองด้าน *(3)*



รูปที่ 4 แสดงปริมาณความชื้นในกล่องทดลองที่ *(1)*, *(3)*, *(4)*, *(5)* เปรียบเทียบกับภายนอกในช่วงเวลาต่าง ๆ และการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในวันที่ 8, 9, 10 กุมภาพันธ์ 2550



รูปที่ 5 ผนังทั้ง 5 ชนิดระหว่างการทดลอง ได้แก่ ผนังไม้ *(1)*, ผนังไม้ไผ่ฉาบดินด้านนอกและฉาบทั้งสองด้าน *(2) (3)*, ผนังไม้ไผ่ฉาบดินแบบดั้งเดิม *(4)* และผนังไม้ไผ่สาน *(5)*

รูปที่ 6 ดินที่นำมาฉาบ

รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการสานตอกไม้ไผ่และแผ่นผนังทดลองที่ทำขึ้นเพื่อหาส่วนผสมดินที่เหมาะสมในการฉาบเนื้อไม้ไผ่

รูปที่ 8 แสดงการฉาบผนังไม้ไผ่ด้วยส่วนผสมดิน