

ผนังอาคารกับการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัยราคาถูก

อรศิริ ปาณินท์

พฤษภาคม ๒๕๒๔

ในขณะนี้ปัจจุบันมีการตื่นตัวในเรื่องการประหยัดพลังงานกันมาก มีการทดลองใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนอื่น ๆ กับกิจกรรมประเภทต่าง ๆ อย่างมากมาย เช่น พลังงานลม พลังงานจากแก๊สชีวภาพและพลังงานจากหินน้ำมัน ทราบน้ำมัน พลังงานจากถ่านไม้กับการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ ซึ่งทางกรมป่าไม้กำลังทำการทดลอง เป็นต้น สำหรับประเทศไทยนั้นการดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนอื่น ๆ ยังเป็นการเตรียมการในขั้นทดลองเสียเป็นส่วนใหญ่ ทั้ง ๆ ที่หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนต่างให้ความสนใจสนับสนุนในการทดลองและเผยแพร่ในหลายระดับ แต่ในสายตาของผู้ที่จะต้องนำไปใช้งานหรือเกี่ยวข้องด้วย ยิ่งเห็นว่าเป็นความยุ่งยากและซับซ้อนเพราะต้องมีความเข้าใจในเรื่องเทคโนโลยีขั้นมูลฐานบ้าง จึงจะสามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ตัวอย่างเช่นการใช้เครื่องอบพลังแสงอาทิตย์ก็ดี การใช้แก๊สชีวภาพเพื่อหุงต้มก็ดี เครื่องมือต่าง ๆ มิใช่ออกมาสำเร็จรูปแบบเคลื่อนย้ายง่าย แต่ทว่าต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีในการดำเนินการและปรับปรุง ดังนั้นการเผยแพร่สู่ประชาชนจึงไปได้ไม่ไกลเท่าที่ควร เพราะความต้องการของผู้ใช้งานคือประชาชนทั่วไปโดยเฉพาะผู้มีรายได้น้อย หรือชาวชนบทที่ห่างไกล มิใช่ความเจริญทางเทคโนโลยี แต่เป็นการพยายามประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ที่รวมเทคโนโลยีเข้าไว้ในลักษณะเบ็ดเสร็จที่นำมาใช้ได้ทันที ลักษณะเดียวกับการหุงต้มแก๊สหุงต้มเข้าครัวเสียบสายกับเตาจุดไฟใช้ได้ทันที ซึ่งต้องการพัฒนาทางเทคโนโลยีอีกระดับหนึ่งผสมผสานกับการผลิตในลักษณะอุตสาหกรรมซึ่งประหยัด

สำหรับเรื่องราวของพลังงานที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมก็เช่นเดียวกัน ปัจจุบันในประเทศไทยเริ่มมีผู้ใช้เครื่องอุปกรณ์จากพลังงานแสงอาทิตย์แทนพลังงานไฟฟ้า เช่นการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทแผ่นรับแสง (Flat Plate Collector) กับอาคารต่าง ๆ ทั้งประเภทอาคารพักอาศัย และอาคารสาธารณะ เพื่อนำความร้อนที่ได้จากเครื่องอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในอาคาร ในรูปของน้ำร้อนสำหรับห้องสุขภัณฑ์ครัว หรือเครื่องซักผ้า สำหรับอาคารพักอาศัย หรือนำมาใช้กับเครื่องอบหนึ่ง สำหรับโรงพยาบาล หรือโรงแรม ซึ่งสามารถประหยัดใน

ระยะยาวได้มากกว่าใช้ไฟฟ้าหรือแก๊ส แต่ทว่าสำหรับอาคารพักอาศัยโดยทั่วไปโดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ซึ่งอากาศร้อนอบอ้าว การติดตั้งแผ่นรับแสงอาทิตย์เพื่อทำความร้อนแก่อาคารกลายเป็นความฟุ่มเฟือยที่ไม่ได้ให้ประโยชน์ที่แท้จริงเลย โดยเฉพาะหากเพิ่งเลี้ยงถึงอาคารพักอาศัยราคาถูก สำหรับผู้มีรายได้น้อยปานกลางค่อนข้างต่ำ หรือรายได้ต่ำแล้ว การพึ่งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนโดยตรง (Active System) เพื่อทำให้เกิดอุณหภูมิที่สบายในอาคารเป็นความหวังที่เลื่อนลงมาก เพราะราคาของอุปกรณ์และการติดตั้งทั้งการทำความร้อนและการทำความเย็นให้แก่อาคารนั้น ใกล้เคียงกับราคาอาคารพักอาศัยราคาถูกซึ่งได้มาตรฐาน ทั้งยังต้องการเนื้อที่ของการเก็บความร้อน (Heat Storage) เพื่อนำมาใช้ในรูปต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น จากการทดลองของคณะพลังงานและวัสดุของสถาบันเทคโนโลยี วิทยาเขตธนบุรี การเตรียมเนื้อที่เก็บความร้อน (Heat Storage) ของตู้เย็นพลังแสงอาทิตย์ขนาดประมาณ ๑๑ คิว ต้องการเนื้อที่ประมาณ ๙^(๑) ตารางเมตร สูงประมาณ ๒.๕๐ เมตร ซึ่งถ้าใช้เครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ มากขึ้น เนื้อที่ของอาคารจะสูงขึ้นตามลำดับซึ่งเป็นการตรงกันข้ามกับความต้องการประหยัดเนื้อที่อาคารของอาคารพักอาศัยราคาถูก ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงอาคารพักอาศัยราคาถูก การพึ่งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนโดยตรง (Active System) เป็นไปได้ยาก

ดังนั้นจึงควรพิจารณาย้อนหลังทบทวนว่าในอาคารพักอาศัยราคาถูกนั้น ผู้ใช้อาคารพึ่งพลังงานประเภทใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับสภาวะสบายของร่างกาย (Comfort Zone) ในอาคาร ซึ่งพอจะประมาณได้ว่าพลังงานที่จำเป็นสำหรับชีวิตประจำวันในอาคารพักอาศัยราคาถูก คือ

- พลังงานไฟฟ้า เพื่อแสงสว่าง
- พลังงานไฟฟ้า เพื่อการปรับอากาศภายในห้อง

(Interior Temperature) เพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาวะสบาย (Comfort Zone) สำหรับพลังงานไฟฟ้าซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับอากาศในห้องมิได้หมายความว่าต้องใช้เครื่องปรับอากาศ เพราะในกรณีที่เพิ่งเลี้ยงเฉพาะอาคารพักอาศัยราคาถูก การใช้เครื่องปรับอากาศอยู่เกินความสามารถของรายได้ที่จะรับได้ ดังนั้นการปรับอากาศภายในห้องสำหรับในกรณีนี้คือการใช้พัดลมไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ซึ่งบางอาคารต้องใช้พลังงานดังกล่าวในระยะเวลาอันนานมากถึง ๑๘-๒๐ ชั่วโมงต่อวันในกรณีที่ผู้พักอาศัยทำงานอยู่ในอาคารตลอดเวลา

ในทางทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่า คนจะอยู่ในสภาวะสบายในอาคารเมื่ออุณหภูมิและความชื้นในอาคารอยู่ในระดับพอเหมาะ คือไม่มีเหงื่อในตัวยุติขณะที่อากาศค่อนข้างหนึ่ง หรือถ้ามีเหงื่อในตัวยุติก็ยังไม่อาจอยู่ในสภาวะสบายได้ หากมีลมพัดให้เหงื่อในตัวยุติแห้งไปได้ กล่าวคือ สภาวะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

และความชื้นของอากาศซึ่งอยู่ภายใต้ร่มเงา^(๒) ของแต่ละสภาพภูมิอากาศซึ่งมีพิสัย (range) ต่างกันตามสภาพภูมิอากาศโลก

การประหยัดพลังงานสำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารพักอาศัยราคาถูกควรพิจารณาการใช้ระบบพลังงานทดแทนทางอ้อม (Passive System) เพื่อปรับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะสบาย การพิจารณาระบบดังกล่าวสถาปนิกสามารถวิเคราะห์ เพื่อช่วยให้ผู้ที่อยู่ในอาคารพักอาศัยราคาถูกพบสภาวะสบายมากขึ้น หากสถาปนิกสามารถออกแบบให้อุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในพิสัยของสภาวะสบาย (Comfort Zone Range) จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อปรับอุณหภูมิน้อยลง เป็นการประหยัดพลังงานในทางอ้อมได้ และในการเล็งผลระยะยาวจะได้ผลทั้งในด้านการประหยัดพลังงาน และประหยัดในด้านเศรษฐกิจไปในขณะเดียวกันด้วย

ปัญหาที่ให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงเกินกว่าพิสัยของสภาวะสบายนั้น สาเหตุใหญ่หนึ่งมาจากความร้อนจากแสงอาทิตย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ตัวอาคารได้รับนั่นเอง

- ส่วนที่รับแสงแดดตรงมากที่สุดคือส่วนของหลังคาเพราะเป็นส่วนที่มีพื้นที่ที่รับความร้อน (Surface of Conductance) มากที่สุด ทั้งยังมีระยะเวลาที่ถูกแสงแดดมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของอาคารด้วย
- ส่วนรองลงมาที่รับแสงแดดตรงและความร้อนจากการสะท้อนคือผนังด้านใต้ตะวันตกและตะวันออก

การพิจารณาเรื่องราวของการออกแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการเตรียมการเพื่อให้อาคารอยู่ในสภาวะสบายนี้ สถาปนิกจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของการถ่ายเทความร้อนในทางทฤษฎีบ้าง เพื่อวิเคราะห์การแก้ไขปัญหาก็ได้ถูกต้อง การศึกษาเรื่องราวของความร้อนในวัสดุก่อสร้างในแง่ของการออกแบบแม้ว่าจะไม่ต้องการตัวเลขในการคำนวณแน่นอนเท่ากับการประดิษฐ์เครื่องอุปกรณ์ในการปรับอุณหภูมิ แต่ทว่าหลักเบื้องต้นในการศึกษาเป็นทฤษฎีเดียวกันกล่าวคือลักษณะของความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่กระทบหลังคาและผนังของอาคารจะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ คือ^(๓)

- ปริมาณผิววัสดุที่ได้รับความร้อน (Surface of Conductance)
- คุณสมบัติในการนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity)
- ความหนาและความหนาแน่น (Thickness & Density)

- ลักษณะการวางฉนวนหรือปริมาณความโปร่งระหว่างชั้นของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง
(Position of insulation layers or cavities within the construction)
- การดูดซึมความร้อนในตัววัสดุ (Absorbitivity of solar radiation)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ทางทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อนแล้วจะพบว่าสถาปนิกมีโอกาที่จะช่วยออกแบบหรือเลือกวัสดุก่อสร้างที่จะทำให้ผู้อยู่ในอาคารพักอาศัยราคาถูกลงสามารถประหยัดพลังงานและเศรษฐกิจได้แน่นอนหากเล็งผลในระยะยาว

เมื่อทราบแน่ชัดว่าปริมาณแสงอาทิตย์ตรงที่หลังคาได้รับจะมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของอาคาร และการลดปริมาณผิววัสดุที่ได้รับความร้อนคือลดปริมาณของหลังคาลงในขณะที่สภาพดินฟ้าอากาศของไทยต้องการการกันฝนพร้อม ๆ กับการกันแดดย่อมเป็นไปได้ การลดปริมาณพื้นที่หลังคาอาจจะทำได้โดยการเพิ่มชั้นของอาคาร เช่นในกรณีที่เป็นอาคารชั้นเดียวซึ่งมีเนื้อที่ใช้สอยเท่ากับอาคารสองชั้น ปริมาณของหลังคาคลุมอาคารชั้นเดียวย่อมมากกว่าอาคารสองชั้นประมาณหนึ่งเท่า ซึ่งทำให้ปริมาณของพื้นที่นำความร้อน (Surface of Conductance) มากกว่าด้วยความร้อนที่สะสมอยู่บนหลังคาของอาคารชั้นเดียวซึ่งพร้อมจะถ่ายเทเข้าสู่ภายในย่อมมากกว่าความร้อนที่สะสมอยู่บนหลังคาของอาคารสองชั้น แต่ทว่าการแก้ปัญหาดังกล่าวอาจขัดกับความต้องการของราคาก่อสร้าง เพราะทำให้ราคาก่อสร้างในส่วนรวมสูงขึ้น ดังนั้นหากสถาปนิกไม่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ก็อาจพิจารณาแก้ไขปัญหานี้ในลักษณะต่อไป คือ พิจารณาคูณสมบัติในการนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity) โดยการคัดเลือกวัสดุตามที่มีความเป็นไปได้ทั้งในแง่ราคาและการก่อสร้างนำมาเปรียบเทียบและประเมินคุณค่าหาข้อสรุปที่ให้ผลในด้านการช่วยเหลือสภาวะสบายในอาคารที่สุด เช่นเมื่อสถาปนิกเปรียบเทียบลักษณะวัสดุผนังหลังคาซึ่งควรใช้กับอาคารพักอาศัยราคาถูกลงอาจพอสรุปได้ว่าวัสดุผนังหลังคาที่มีโอกาสเลือกใช้ คือ สังกะสี และกระเบื้องแผ่น ซึ่งหากพิจารณาลักษณะการเป็นตัวนำความร้อน (Thermal Conductivity) แล้ว สังกะสีจะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนมากกว่ากระเบื้อง^(๔) แต่ทว่าราคาถูกกว่ามาก^(๕) ดังนั้นสถาปนิกจำเป็นต้องเปรียบเทียบว่าหากอาคารพักอาศัยราคาถูกนั้นเน้นเรื่องราคาก่อสร้างมาก สถาปนิกควรตัดสินใจเลือกวัสดุประเภทใด หากเลือกใช้สังกะสีซึ่งมีคุณสมบัติการนำความร้อน (Thermal Conductivity) สูงมีโอกาสนำความร้อนเข้าภายในมาก จะแก้ไขประการใด หากแก้ไขด้วยการตีฝ้าเพดานเพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างวัสดุผนัง (Cavity between layer) เข้ามาช่วยจะให้ผลเพียงใด จะสิ้นเปลืองน้อยหรือมากกว่าการใช้กระเบื้องผนังโดยไม่ตีฝ้าเพดานเพียงไร และให้ปัญหากับการปรับสภาวะสบายภายในแตกต่างกันเพียงใดเมื่อ

เปรียบเทียบได้ผลดีที่สุดแล้วจึงควรเลือกใช้ หรือหากจำเป็นต้องใช้ราคาต่ำสุดโดยเลือกสังกะสีและไม่ตีฝ้าเพดานด้วย จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ การใช้ร่วมเงากับหลังคาสังกะสีทั้งผืนจะให้ผลเพียงไร เรื่องราวทั้งหมดที่สถาปนิกสามารถช่วยคิดและวิเคราะห์ให้เกิดสภาวะสบายตามอัตราภาพแก่ผู้มีรายได้น้อยได้

สำหรับการพิจารณาความหนาและความหนาแน่นของวัสดุ (Thickness & Density) นั้น มีผลต่อระยะเวลาที่ความร้อนจะผ่านจากผิววัสดุภายนอกผ่านเนื้อวัสดุเข้าสู่ภายใน (time lag) หากสถาปนิกสามารถเลือกวัสดุหรือวิธีการต่าง ๆ ให้ได้ time lag สูง สภาวะสบายในอาคารจะมีขึ้นได้ ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศได้

เมื่อสถาปนิกพิจารณาข้อสรุปเกี่ยวกับหลังคาได้แล้ว ส่วนสำคัญที่ควรพิจารณาคือ ลักษณะของผนังและการเลือกวัสดุผนัง ซึ่งมีวัสดุเปรียบเทียบให้เลือกหลายประเภทผิดไปจากหลังคา ซึ่งมีวัสดุน้อยประเภท ผนังที่รับแสงอาทิตย์มาตลอดวันสำหรับกรุงเทพฯ คือผนังด้านใต้ และเนื่องจากมุมของแสงอาทิตย์ที่ทำต่อพื้นระนาบต่ำมาก^(๖) การจะกันแดดไม่ให้ส่องเข้าอาคารทั้งหมดต้องยื่นชายคายาวซึ่งสิ้นเปลืองมาก ดังนั้นหากสถาปนิกคำนึงถึงราคาก่อสร้างสำหรับอาคารพักอาศัยราคาถูกจำเป็นต้องเลือกลักษณะการแก้ปัญหา อาจต้องยอมสิ้นเปลืองเฉพาะส่วนจำเป็นจริง ๆ เช่นผนังด้านใต้ ซึ่งต้องรับทั้งแดดและฝนจำเป็นต้องป้องกันมากที่สุดคือยอมให้ชายคายาวที่สุด แต่ผนังด้านตะวันออกตะวันตกซึ่งเป็นทิศทางที่ไม่มีฝนเข้าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะการกันความร้อนเท่านั้น สำหรับผนังทางด้านทิศใต้ซึ่งเป็นทิศทางที่ลมพัดเข้านั้น ในกรณีที่สถาปนิกเจาะช่องหน้าต่างและประตูได้มากก็เป็นการลดพื้นผิวรับแสงอาทิตย์ (Surface of Conductance) ไปได้ในตัวพร้อมทั้งเพิ่มการระบายอากาศตรง (Cross Ventilation) ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิภายในให้อยู่ในสภาวะสบายได้ เมื่อพิจารณาการแก้ปัญหาผนังด้านใต้ได้แล้ว ยังเหลือผนังด้านตะวันออกและตะวันตกที่ต้องพิจารณา สำหรับผนังด้านเหนือมีปัญหาน้อยที่สุด เพราะไม่ถูกแดดและฝนเท่ากับด้านอื่น ๆ สำหรับผนังด้านตะวันออกตะวันตกหากจะทำการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับผนังด้านใต้ ก็อาจทำได้ตามทฤษฎีเกี่ยวกับการกระจายความร้อน กล่าวคือ ให้ร่วมเงาผนัง (shade) ลดปริมาณพื้นผิวที่รับความร้อน (Surface of Conductance) ลงโดยเจาะช่องหน้าต่างให้มีการถ่ายเทอากาศตรง (Cross Ventilation) มากที่สุด แต่ทว่าเมื่อพิจารณาลักษณะประโยชน์ใช้สอยแล้วเป็นไปได้ยาก เพราะการอยู่อาศัยต้องการความเป็นส่วนตัว (Privacy) ในบางส่วน ดังนั้นผนังต้นอาจมีความจำเป็นในการออกแบบ และผนังต้นยังสามารถลดปริมาณชายคาที่จะต้องยื่นมาบังแดดส่วนเปิดลงได้อีกด้วย ดังนั้นในกรณีที่ต้องการประหยัด

การใช้ผนังตันสำหรับผนังด้านตะวันออกตะวันตก และการเปิดโล่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้สำหรับด้านเหนือใต้จะเป็นการเหมาะสมที่สุด

เมื่อพิจารณาผนังตันและชายคาสั้นสำหรับผนังด้านตะวันออกตะวันตกย่อมมีปัญหาเกี่ยวกับความร้อนตรง (direct sun) ซึ่งกระทบผนังและความร้อนจากการสะท้อน (Reflection) จากพื้นและสภาพรอบด้านซึ่งจะมายังผนัง หน้าที่ของสถาปนิกคือ พิจารณาลักษณะวัสดุที่เลือกใช้กับผนังอย่างถ่วงประการแรก คือ เลือกวัสดุที่มีสภาพการนำความร้อน (Thermal Conductivity= K) ต่ำประการหนึ่ง และอาจพิจารณาการนำผนังสองชั้น (Cavity Wall) สำหรับผนังด้านตะวันออกตะวันตกด้วย เพื่อพยายามให้ผนังและความโปร่งของผนังสามารถรับภาวะเกี่ยวกับความร้อนไว้ในตัวให้มากที่สุดที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อยืดระยะเวลาของการกระจายความร้อนจากผิวนอกผนังถึงผิวในผนังให้มากที่สุด (Time lag) หากวัสดุและกรรมวิธีการเตรียมผนังด้านตะวันออกตะวันตกสามารถทำให้ Time lag สูงและสถาปนิกจัดเตรียมการระบายอากาศตรงได้ดีพอ เป็นที่แน่นอนว่าสภาวะสบาย (Comfort Zone) จะสามารถเกิดขึ้นได้ในอาคารพักอาศัยราคาถูก ซึ่งจะทำให้สามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าซึ่งใช้ปรับอุณหภูมิในอาคารลงได้ หรืออาจไม่ต้องใช้เลย

จากการพิจารณาตามการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า การเตรียมผนังสองชั้นกับผนังด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกสำหรับอาคารพักอาศัยราคาถูก มีแนวโน้มที่จะพิสูจน์ได้ว่าสามารถประหยัดพลังงานในแง่ของพลังงานไฟฟ้าปรับอุณหภูมิได้

จากความสนใจในเรื่องราวของผนังสองชั้น ผู้เขียนกำลังหาข้อพิสูจน์เกี่ยวกับอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจริงในอาคารซึ่งเปรียบเทียบระหว่างการใช้ผนัง ๒ ชั้น (cavity Wall) และผนังชั้นเดียวของอาคารซึ่งใช้วัสดุก่อสร้างต่างประเภทคือ

- ไม้
- อิฐมวลเบา
- อิฐโปร่ง
- คอนกรีตบล็อก
- กระเบื้องกระดาด

โดยการเปรียบเทียบสภาวะ ๔ สภาวะ คือ

๑. อุณหภูมิซึ่งมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม (Effective Temperature) ของสภาวะในกรุงเทพฯ โดยใช้วิธีการของ Mahoney^(๗) ได้ตัวเลขตามชั่วโมงต่าง ๆ ของแต่ละเดือน

๒. อุณหภูมิอากาศที่ผิวผนังด้านนอกที่ถูกต้อง

๓. อุณหภูมิอากาศที่ผิวผนังด้านนอกในร่มเงา

๔. อุณหภูมิอากาศที่ผิวผนังด้านใน

ระยะเวลาของชั่วโมงที่ทำการทดลองใช้ระยะเวลาที่แสงอาทิตย์ร้อนแรงที่สุดที่ตกลงผนังแต่ละด้าน คือ เวลา ๑๐.๐๐–๑๑.๐๐ น. สำหรับผนังด้านตะวันออกและ ๑๔.๐๐–๑๕.๐๐ น. สำหรับผนังด้านตะวันตก

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิดังกล่าวซึ่งขณะนี้ยังไม่ได้ข้อมูลครบตลอดปี มีแนวโน้มที่จะแสดงให้เห็นว่าผนังสองชั้นให้สภาวะสบายกว่ามาก ผนังสองชั้นในที่นี้เป็นผนังสองชั้นที่ไม่มีฉนวนภายใน เช่น ผนังอิฐมวลเบาที่มีช่องโปร่ง ๓.๕–๕ ซม. ผนังไม้หรือกระเบื้องกระดามีช่องโปร่ง ๓.๕ ซม. เท่ากับความหนาของคร่าวไม้ที่มีได้สนใจการใช้ฉนวนเพิ่มในช่องว่าง เนื่องจากได้ฟังเสียงไว้แต่แรกว่าต้องการวิเคราะห์เพื่อให้ผนังใช้งานกับอาคารพักอาศัยราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อย ดังนั้นจึงตัดความคิดคำนึงเกี่ยวกับการใช้ฉนวนอื่น ๆ ออกโดยสิ้นเชิงเมื่อได้ข้อสรุปครบถ้วนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอุณหภูมิแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเปรียบเทียบราคาค่าลงทุนในการก่อสร้างซึ่งสูงขึ้นในการลงทุนเริ่มแรกกว่าเมื่อเปรียบเทียบในระยะยาวจะให้ผลในการประหยัดพลังงานและเศรษฐกิจสำหรับผู้มีรายได้น้อยเพียงไร

หากความพยายามและความสนใจดังกล่าวสามารถช่วยเหลือผู้ที่มีรายได้น้อย ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยอาคารพักอาศัยราคาถูกได้พบสภาวะสบาย (Comfort Zone) และสามารถประหยัดทั้งพลังงานและเศรษฐกิจครอบครัวได้บ้าง จะเป็นหนทางหนึ่งที่สถาปนิกสามารถให้บริการทางวิชาการแก่สังคมซึ่งควรเป็นสำนักอันหนึ่งในวิชาชีพ ซึ่งนอกเหนือจากการให้บริการทางวิชาชีพตามวิถีทางปกติ

หมายเหตุ บทความนี้เป็นข้อคิดจากงานวิจัย เรื่องการออกแบบอาคารพักอาศัยราคาถูกซึ่งใช้พลังงานต่ำ ซึ่งกำลังดำเนินการและจะเสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติในเดือนธันวาคม ๒๕๒๔

เชิงอรรถ

๑. เปรียบเทียบการใช้เนื้อที่จากการคำนวณ ทดลองปฏิบัติงานของอาจารย์และนักศึกษาระดับปริญญาโทของคณะ
พลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี
๒. Department of Economic and Social Affairs. *Climate and House Design*. Design of low Cost
Housing and Community Facilities, Volume I. United Nation Publication, 1971 p.23
๓. Ibid p.81
๔. ความสามารถในการนำความร้อน สังกะสี ๒๐,๐๐๐
กระเบื้องกระดาด ๔๐
จากคู่มือทางเคมีและฟิสิกส์ : Rubber Chemical Publishing Co.,
๕. เวลาจากการสำรวจราคาจริงวัสดุก่อสร้าง เดือนพฤษภาคม ๒๕๒๑
เวลากระเบื้องกระดาดแพงกว่าสังกะสีในพื้นที่เท่ากัน ประมาณ ๒.๕ เท่า
๖. ประมาณ ๒๒ : ตรังใจ บุณสมภพ การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย
สำนักวิชาการพิมพ์, ๒๕๒๑
๗. Mahoney : Carl T. Mahoney A.A. dipl. A.R.I.B.A. Department of Tropical Studies, Architec-
tural Association, London.