

การพัฒนาเทคโนโลยีผลิตวัสดุก่อสร้างจากวัสดุเหลือทิ้งเพื่อการประหยัดพลังงาน

Building Material Development from Agricultural Waste for Energy Saving

ศรายุทธ วิทยุฒิ^{*}, วัฒนพงศ์ รัชวีเชียร^{*}, พิชัย วงศ์หาญ^{**}, ธเนศ อุติธรรม^{**} และ บิรสุทธิ์ จันทรวงศ์ไพศาล^{**}

คณะบัณฑิตวิทยาลัยสาขาวิชาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ วิทยา บริการกรุงเทพมหานคร 65000

โทรศัพท์ : 0-5526-1208 , โทรสาร: 0-5526-1208 e-mail : sarayooth_v@hotmail.com

Sarayooth Vaivudh^{*} Wattanapong Rakwichian^{*}

Graduate School ,M.S.Renewable Energy, Naresuan University , Bangkok Campus ,Bangkok 10330, Thailand

Tel: 0-2655-3700 Fax: 0-2655-3699 E-mail: sarayooth_v@hotmail.com

Pichai Wongham^{**} Thaness Utistham^{**}Borisut Chantharawongphaisam^{**}

Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35 Mu 3 ,Khlong Ha, Khlong Luang,Pathum Thani 12120, Thailand

Tel:0-2577-9000 Fax: 0-2577-9009 E-mail: tistr@tistr.or.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อหาศักยภาพการประหยัดพลังงานในภาคที่พักอาศัย โดยใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ โดยวัสดุประหยัดพลังงานดังกล่าวทำมาจากวัสดุเหลือทิ้งและเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างแบบเดิม รวมทั้งการทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนและทางกลของวัสดุ รวมทั้งการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานเมื่อ เปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของวัสดุทั้งสองชนิด ผลการวิเคราะห์ทำให้สามารถประเมินการประหยัดพลังงานในที่พักอาศัย การออกแบบการทดลองนี้ โดยการสร้างบ้านจำลองที่ทำมาจากวัสดุประหยัดพลังงานกับอิฐบล็อก หรือ อิฐมอญ บ้านแต่ละหลังมีขนาด กว้าง 2.40 ม. ยาว 3.00 ม. สูง 2.40 ม. ตัวแปร ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิภายนอก ผัง อุณหภูมิบรรยากาศ ผลการทดลองทำให้วิเคราะห์ภาระการทำความเย็นของบ้านทั้งสองหลัง เพื่อเปรียบเทียบการประหยัดจากการใช้วัสดุทั้งสองชนิด

คำสำคัญ : ฉนวนกันความร้อน ค่าการนำความร้อนค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร

Key words : Thermal Insulation, Thermal Conductivity ,(K) ,The Over all Thermal Transfer Value,(OTTV)

Abstract

This research is focusing on the identification of potential energy saving in residential sector using energy saving construction material with low thermal conductivity. The materials are made from organic wastes, i.e. residues from aged rubber tree. Both physical and thermal properties, factors relevant to energy saving including with cooling load of materials are studied and compared to properties of commercialized construction materials. Two model-houses (i.e. 2.4 x 2.4 x 3 m) built with energy saving and commercialized construction materials are used as tool for the study. Ambient air temperature including

with outside wall temperature and cooling load of both model-houses are recorded 24-7.

1. บทนำ

จากปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจ ปัจจุบันนี้ทำให้ทุกฝ่ายต่างเล็งเห็นถึงความสำคัญในการพึ่งพาตนเอง เพื่อพัฒนาประเทศชาติอย่างยั่งยืน มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) เช่นการนำเศษวัสดุจากธรรมชาติซึ่งเป็นชีวมวล ใช้เป็นส่วนผสมหลักทดแทนซีเมนต์และทราย ในวัสดุก่อสร้างผนังเพื่อเป็นฉนวนความร้อนของอาคารที่พักอาศัย ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะถูกใช้งานเกือบตลอดเวลา ปริมาณการใช้พลังงานของประเทศไทยในภาคที่พักอาศัยในปี 2545 คิดเป็นร้อยละ 14.9 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด[1.] แนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งส่วนใหญ่การใช้พลังงานจะอยู่ในกลุ่มของเครื่องปรับอากาศ อย่างไรก็ตามการลดภาระความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะสามารถทำได้โดยการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยเฉพาะอาคารสร้างใหม่สามารถทำได้ง่าย และประสิทธิภาพสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารเก่า การออกแบบจะคำนึงถึงการวางอาคารในทิศทางที่รับลมธรรมชาติและลดปริมาณแสงแดด การออกแบบกันสาดที่เหมาะสม และการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่มีค่าการนำความร้อนต่ำนับเป็นปัจจัยสำคัญ ส่วนของอาคารเก่า สามารถจะติดตั้งฉนวนหลังคาแบบวางบนฝ้า การติดฉนวนหรือฟิล์มกรองแสง ความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้น้อยลง

วัสดุก่อสร้างที่มีค่าการนำความร้อนต่ำมากๆ จะมีราคาแพงกว่าวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิม เช่น อิฐมอญ อิฐบล็อกซีเมนต์ เป็นต้น การศึกษาอาคารจำลองสำหรับทดสอบค่าภาระการทำความเย็นระหว่างการใช้วัสดุฉนวนที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ กับวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิมเปรียบเทียบด้านการลงทุน เป็นข้อมูลเพื่อ ตัดสินใจเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง

ผลการศึกษาสัดส่วนความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่พักอาศัยของ ระบบปรับอากาศมี สัดส่วนสูงสุด การศึกษาแนวทางการลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ กับระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพนับเป็นสิ่งจำเป็นในสภาวะแนวโน้มแหล่งพลังงานจำกัดและราคาพลังงานสูงขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติ เชิงความร้อน(Thermal Conductivity,K) หาประสิทธิภาพ ของการป้องกันความร้อนสูญเสียของแผ่นผนังกันความร้อน

1.1.2. เพื่อสร้างวัสดุฉนวนกันความร้อนและความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมต่อการลงทุนและผลตอบแทน

1.1.3. เพื่อหาอัตราการลดค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศที่ใช้ฉนวนที่สร้างขึ้นเป็นผนัง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1.1 อุปกรณ์สำหรับวัดอุณหภูมิ RTD

2.1.2 เครื่องเก็บหรือบันทึกข้อมูล DATA LOGGER

2.1.3 เครื่องวัดค่าการนำความร้อน (Quick Thermal Conductivity Meter, Kemtherm, Model QTM-500, Japan)

2.1.4 เครื่องวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า

2.1.5 เครื่องมือวัดการทดสอบกำลังรับแรงกดอัด (Compressive Strength Test, Universal Testing Machine)



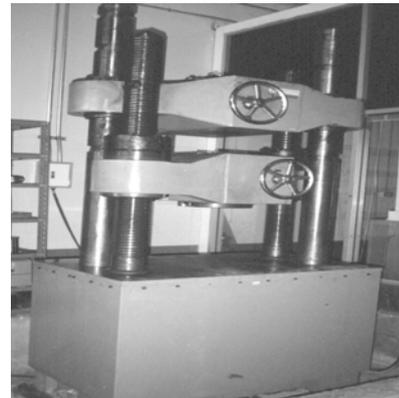
รูปที่ 1 เครื่องมือวัด DATALOGGER ขนาด 60 ช่องสัญญาณ



รูปที่ 2 เครื่องวัดค่าการนำความร้อน (Quick Thermal Conductivity Meter, Kemtherm, Model QTM-500, Japan)

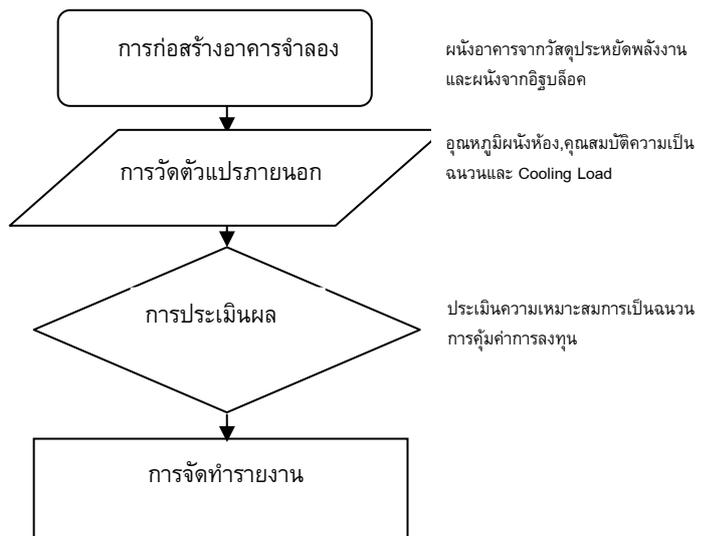


รูปที่ 3 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า



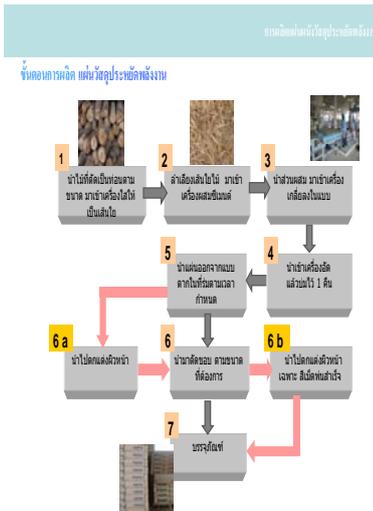
รูปที่ 4 เครื่องมือวัดการทดสอบกำลังรับแรงกดอัด

2.2 การออกแบบการทดลองและการเก็บรวบรวมบันทึกข้อมูลผลการทดลอง



รูปที่ 5 กระบวนการออกแบบการทดลอง

2.2.1 ขั้นตอนการผลิตวัสดุประหยัดพลังงาน



รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการผลิต วัสดุประหยัดพลังงาน



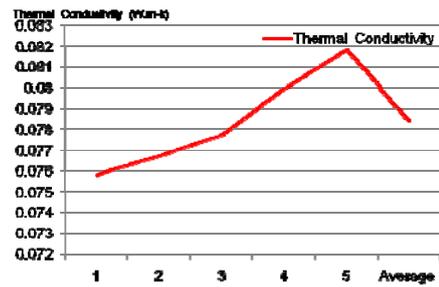
รูปที่ 7 แผ่นฉนวนจาก กระบวนการผลิตวัสดุประหยัดพลังงาน

2.2.2.เปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุ

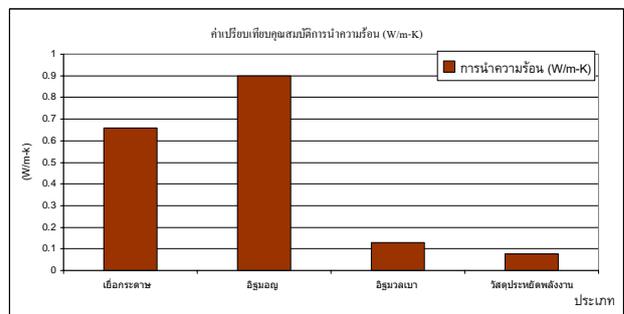
ประเภทวัสดุ	ค่าการนำความร้อน (W/m-K)
ฉนวนจากเยื่อกระดาษ[2.]	0.6568
ฉนวนจากอิฐมวล[2.]	0.9
ฉนวนจากอิฐมวลเบา[3]	0.13
ฉนวนจากวัสดุประหยัดพลังงาน	0.078

ตารางที่ 1 แสดงผลทดสอบการวัดสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ของวัสดุประหยัดพลังงาน

Set point	Mean	Delta	Thermal	Thermal	Temperature	Test time
	Temp.	Temp.	Conductivity	Resistance	Gradient	
1	19.66	19.96	0.076	0.68	383.89	01.57.1 5
2	24.25	20.00	0.077	0.67	384.67	00.49.0 4
3	30.89	20.01	0.078	0.66	384.89	01.10.0 5
4	35.44	20.02	0.080	0.65	385.02	00.47.0 4
5	40.88	20.02	0.082	0.63	384.97	00.50.0 0
Avg.	30.224	20.002	0.078	0.66	384.68	



รูปที่ 8 ผลทดสอบการวัดสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ของวัสดุประหยัดพลังงาน



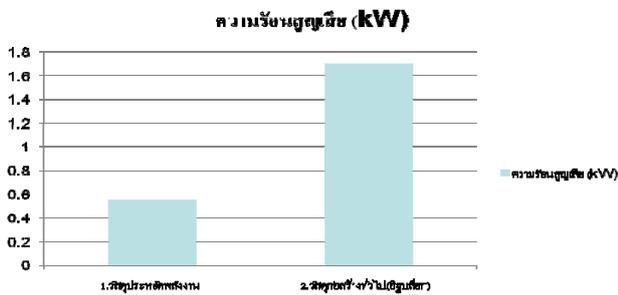
รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ของวัสดุประหยัดพลังงานกับวัสดุประเภทอื่น

2.2.3. เปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุค่ากำลังอัด

ประเภทวัสดุ	ค่ากำลังอัด (กก./ตร.ซม.)
ฉนวนจากเยื่อกระดาษ[2.]	18.13
ฉนวนจากอิฐมวล[3]	15 - 40
ฉนวนจากอิฐมวลเบา[3]	30 - 80
ฉนวนจากวัสดุประหยัดพลังงาน	18.5

ตารางที่ 2 แสดงผล เปรียบเทียบค่าความร้อนสูญเสีย ของวัสดุประหยัดพลังงานเทียบกับวัสดุอิฐบล็อก

ชนิดของผนัง	ความร้อนสูญเสีย (kW)	ร้อยละเปอร์เซ็นต์ (%)
1. วัสดุประหยัดพลังงาน	0.557	32.67
2. วัสดุอิฐบล็อก	1.705	-



รูป 10 กราฟแสดง เปรียบเทียบค่าความร้อนสูญเสีย ของวัสดุประหยัดพลังงานเทียบกับวัสดุอิฐบล็อก

การออกแบบการทดลองนี้ นำเอาวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน (ผลิตจากเส้นใยไม้ยางพารา ผสมกับซีเมนต์เป็นแผ่น หรือเรียกว่าแผ่นเซลโลกรีต) เพื่อนำแผ่นมาสร้างเป็นผนังอาคารบ้านจำลองกับอาคารจำลองที่ผนังสร้างจากอิฐบล็อก อาคารจำลองมีขนาด กว้าง 2.40 ม. ยาว 3.00 ม. สูง 2.40 ม. เพื่อเปรียบเทียบค่า การถ่ายเทความร้อน และการหาตัวแปร ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิภายนอก ผนัง อุณหภูมิบรรยากาศ และ Cooling Load



รูปที่ 11 แสดงอาคารจำลองสองหลังเพื่อเปรียบเทียบ ค่าการทดลอง

2.3 การศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร (The Overall Thermal Transfer Value (OTTV))[4]

ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTV_i) ที่หันสู่ทิศทางต่างกันคำนวณได้จาก สมการ(OTTV_i) [4]

$$OTTV_i = (U_w) \cdot (1 - WWR) \cdot (TD_{eq}) + (SC) \cdot (WWR) \cdot (SF) + (U_g) \cdot (WWR) \cdot (\Delta T) \quad (1)$$

ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาแต่ละส่วน คำนวณได้จาก สมการ (RTTV_i) [4]

$$RTTV_i = (U_r) \cdot (1 - SRR) \cdot (TD_{eq}) + (SC) \cdot (SRR) \cdot (SF) + (U_g) \cdot (SRR) \cdot (\Delta T) \quad (2)$$

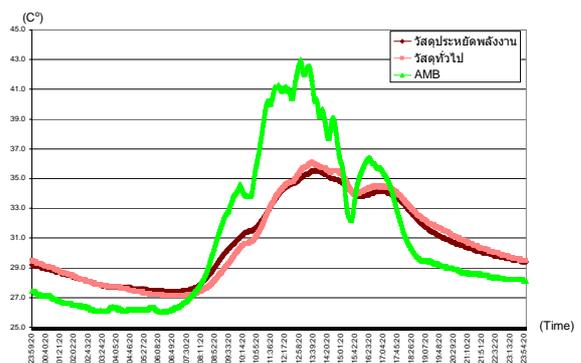
ตารางที่ 3 ผลการทดลอง

ผนังอาคาร	ค่า OTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)	ค่า RTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)
วัสดุประหยัดพลังงาน	10.90	73.55
วัสดุทั่วไป	12.6	73.55

2.4 การทดสอบเพื่อหาค่าการประหยัดพลังงานของอาคารจำลอง



รูปที่ 12 แสดงตำแหน่งวัดอุณหภูมิผนังภายนอกห้องอาคารจำลอง



รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิภายในอาคารจำลอง

การพัฒนาแผ่นผนังกรอบอาคาร จากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นความแตกต่างของ อุณหภูมิภายในห้องอาคารจำลอง แตกต่างกันประมาณ 1 องศาเซลเซียส ดังนั้นวัสดุฉนวนสร้างจากวัสดุประหยัดพลังงาน มีคุณสมบัติเชิงความร้อน ดีกว่า ทำหน้าที่ป้องกันความร้อนสูญเสียของแผ่นผนังกันความร้อน ผ่านเข้าไปในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 32.67 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับผนังอาคารจากอิฐบล็อก

3. สรุป

ในการศึกษาการพัฒนาแผ่นผนังวัสดุทางเลือกใหม่สำหรับทำกรอบอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงานในภาคที่พักอาศัยโดยใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานที่มีค่าการนำความร้อนต่ำจาก เศษลำต้น กิ่งตอไม้ของต้นยางพารา นำมาตัดสับย่อยด้วยเครื่องจักร ให้ได้เส้นใยมีขนาดหน้ากว้าง 4 มม. แผ่นเส้นใยนี้้นำไป ผสมรวมกับซีเมนต์อัดรวมเข้าด้วยกันเป็นแผ่นแน่น เนื้อเดียวกันขนาดหนา 3 นิ้ว กว้าง 1.20 เมตร ยาว 1.20 เมตร อัดด้วยเครื่องจักร ใช้เวลาผลิต 8 ชั่วโมง ต่อวัน ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมหลายประการ อาทิ มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ฉาบปูนตกแต่ง ผิวหน้าได้เช่นเดียวกับอิฐก่อ ทั้งยังเลื่อย ไส และตีตะปู ได้เหมือนไม้ เป็นวัสดุทางเลือกชนิดหนึ่งนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพิ่ม (Additive) ในวัสดุก่อสร้างผนังเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนเข้าในอาคารหรือพักอาศัย ทำให้ลดการใช้พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมผลการทดลองนี้ ทำให้เห็นศักยภาพการใช้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานได้ จึงสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.การพัฒนาแผ่นผนังกรอบอาคาร จากวัสดุประหยัดพลังงานพบว่าค่าคุณสมบัติเชิงความร้อน(Thermal Conductivity,K) เท่ากับ 0.078 (W.m-k) มีประสิทธิภาพ ของการป้องกันความร้อนสูญเสียของแผ่นผนังกันความร้อน น้อยกว่า 32.67 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับผนังอาคารจากอิฐบล็อก

2.การพัฒนาฉนวนด้วยการนำวัสดุเหลือทิ้งเช่นเศษไม้ กิ่งและลำต้นของต้นไม้ นำมาออกแบบเป็นแผ่นผนังประหยัดพลังงาน ทำหน้าที่ป้องกันความร้อนผ่านเข้าในอาคาร ใช้เป็นผนังภายในอาคารเนื่องจากการติดตั้งง่าย และคุณสมบัติการป้องกัน ความร้อนได้ดี เปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของวัสดุผนังที่ใช้ทั่วไปในห้องตลาด เช่นอิฐบล็อก อิฐมวล และวัสดุมวลเบาชนิดอื่นๆ

3.ผนังวัสดุประหยัดพลังงาน มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเลือกใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ดีกว่าผนังอาคารอิฐบล็อก มีค่าต้นทุน 2,300 บาทต่อตารางเมตร ผนังจากวัสดุประหยัดพลังงานสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในของเครื่องปรับอากาศสูงถึง ร้อยละ 12 คิดเป็นจำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 3888 บาทต่อปีและคืนทุนได้ภายใน 4.25ปี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ให้ความรู้ แนวทางการศึกษา แก่ ไขชีและจุฑกพร่องมาตลอดตั้งแต่เริ่มศึกษามาได้แก่ ผศ.ดร.ศรายุทธ วิทยุฒิ ,รศ.ดร. วัฒนพงษ์ รักรัษวิเชียร ,ดร.ธเนศ อุธิธรรมและ ดร.บริสุทธิ์ จันทรวงศ์ไพศาล** อาจารย์ที่ปรึกษา บทความนี้ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมาก จึงขอกราบขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. บริสุทธิ์ สุทธิสงค์, “ การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำวัสดุเหลือใช้ประเภทผลไม้เพื่อทำเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, คณะพลังงานและวัสดุ,1999.
2. วีรชัย สุนทรรังสรรค์, การศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานเชิงพาณิชย์จากวัสดุชีวมวลประเภทเส้นใยเหลือทิ้ง,สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,2549
3. เปรียบเทียบลักษณะคุณสมบัติอิฐมวลเบา คอนกรีตมวลเบา Q-CON ไทยโฮมมาสเตอร์ <http://www.thaihomemaster.com/showinformation.php?TYPE=11&ID=150,30> เมษายน 2553
4. คู่มือการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงาน กระทรวงพลังงาน บทที่4 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร(OTTV) หน้าที่ 1-8,2553