หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ช่วงระยะเวลาไม่ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการเจริญเติบโตในทางเศรษฐกิจไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้มีการพัฒนาขยายตัวกันมากขึ้นในด้านอุตสาหกรรม และพาณิชยกรรมโดยเฉพาะการก่อสร้างมีการเติบโตอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ อาคารที่พักอาศัย โรงงาน อาคารสำนักงาน ที่เกิดขึ้นมากมาย และสิ่งที่ตามมาก็คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลคาดว่าในอนาคตก็ยังคงมีการขยายตัวในอัตราที่สูง ทำให้ต้องเพิ่มจำนวนอัตราการผลิตและสิ้นเปลืองวัตถุดิบ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่อย่างจำกัด(Nonrenewable Energy) เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง และถ่านหิน เป็นต้น ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้คาดการณ์ไว้ว่า ถ้าหากยังคงมีการให้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องต่อไป ก๊าซธรรมชาติจะหมดไปจากโลกภายใน 35 ปี น้ำมันเชื้อเพลิงภายใน 50 ปี และถ่านหินภายใน 350 ปี [1] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้พลังงานในอนาคต ซึ่งแนวโน้มการใช้พลังงานกลับมีแต่จะสูงขึ้น เชื้อเพลิงธรรมชาติที่สะสมไว้ในโลกมีแต่จะหมดไปในอนาคตอันใกล้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การอนุรักษ์หรือประหยัดการใช้พลังงานจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยยืดอายุการใช้พลังงานเชื้อเพลิงให้ยาวนานออกไปได้ ในปัจจุบันจะพบว่ามีการรณรงค์ในการหาแนวทางเพื่อการประหยัดพลังงานโดยเร่งด่วนออกมาหลายรูปแบบ ซึ่งเรามักจะพบเห็นกันมาก เช่น สื่อทางโทรทัศน์ เพื่อหันมาใช้เครื่องใช้หรืออุปกรณ์ที่มีค่าประหยัดไฟฟ้าสูงสุด และที่สำคัญเพื่อช่วยปลุกจิตสำนึกการหันมาใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่า

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้ศึกษาตรวจเก็บข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้า ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ที่ได้สรุปเรื่องราวทั้งหมด แล้วนำเสนอเป็นรายงานในหัวข้อ " การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ของ อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย " ของนักศึกษาปริญญาโท ชั้นปีที่ 2 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาคต้น ปีการศึกษา 2539 ซึ่งผลสรุปที่ออกมามีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า

---

[1] นิวัติ เรืองพานิช. การอนุรักษ์ทรัพยากรพลังงาน "การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม " (กรุงเทพ : โครงการตำราชุดการจัดการ และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เล่มที่ 1 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537) หน้า 129.

ในทิศทางสูงขึ้นในหลายอาคาร เป็นผลให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ อยู่ในเกณฑ์สูงขึ้นทุกๆปี ซึ่งส่วนใหญ่การใช้พลังงานไฟฟ้ามาจากเครื่องปรับอากาศ ที่ให้ความเย็นสบายแก่ผู้ใช้อาคาร ซึ่งนับวันก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทั้งอาคารที่อยู่เดิมและอาคารที่เกิดขึ้นใหม่ โดยมากนิยมใช้การออกแบบติดตั้งระบบปรับอากาศ ให้กับอาคารพร้อมๆกัน เพื่อสนองตอบผู้ใช้งานอาคาร

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ควรจะเริ่มศึกษา ถึงตัวแปร ที่ทำให้ต้องเพิ่มอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องปรับอากาศ ภายในอาคารที่เป็นอาคารใช้งานในปัจจุบัน เพื่อแนวทางการปรับปรุง ให้เกิดประสิทธิ-ภาพในการใช้งานอย่างเต็มที่ และที่สำคัญคือ ช่วยลดปัญหาค่าใช้จ่ายให้พลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการที่สอดคล้องกับหลักวิชาการ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งประเด็นสำคัญอยู่ที่การลดภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ให้แก่อาคาร คือในส่วนพื้นที่อาคารที่ได้พยายามนำเครื่องปรับอากาศ มาช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นภายอาคาร ให้อยู่ภายใต้สภาวะกำลังสบาย โดยตัวแปรที่ว่านี้ที่ได้จากปัจจัยภายนอกที่ถ่ายเทความร้อนมาสู่ภายในอาคารทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น (External Heat Gains) ซึ่งมีการผ่านเข้ามาได้หลายทาง เช่น Transmission Gains หรือ Heat Flow อันได้แก่ การถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนัง และหลังคา เข้ามาสู่อาคารโดยการนำความร้อน (conduction) การแผ่ความร้อน (Radiation)ที่ทะลุทะลวงผ่านเข้ามาทางช่องเปิด เช่น กระจก โดยมาในรูปของรังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) มาเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) ที่ไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านช่องเปิดกลับออกไปได้ และเกิดสะสมความร้อนบนพื้นผิวรวมทั้งวัสดุภายในอาคาร (Thermal Mass) ถ่ายเทความร้อนที่ผิวอาคารที่มีรอยรั่วซึม (infiltration) เป็นผลให้ นอกจากความร้อนที่นำเข้ามาแล้ว ที่สำคัญก็มีความชื้นที่ตามมาด้วย หรือการผ่านของ Ventilation ของพัดลมดูดอากาศ ก็มีผลเช่นเดียวกันกับกรณีของ infiltration เป็นต้น ซึ่งจากที่กล่าวมาในเรื่องของตัวแปรเหล่านี้ เป็นปัจจัยตัวแปรเพียงคร่าวๆ ซึ่งยังมีตัวแปรอื่นๆที่เข้ามาประกอบได้แก่ ปัจจัยภายใน (Internal Gains) ดังเช่น ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมไปถึงตัวคน เป็นต้น

อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่จะใช้คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นโครงสร้างและผนังทึบแสงเป็นระบบก่ออิฐฉาบปูน เป็นวัสดุที่มีมวลมาก (Heavy Mass Material) ซึ่งมีค่าความจุความร้อนสูง(High Thermal Heat Capacity) หรือค่าการสะสมความร้อนสูง อีกทั้งมีการใช้ผนังโปร่งแสง(Fenestration)หรือช่องเปิดกระจกด้วย ซึ่งทั้งหมดจะมีการนำความร้อน (Conduction) และการแผ่ความร้อนคลื่นรังสีแสงอาทิตย์(Solar Radiation) โดยส่วนหนึ่งของพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกเก็บและสะสมไว้ในมวลสารของอาคาร (Thermal Mass) และอีกส่วนหนึ่งของพลังงานซึ่งไม่ได้ถูกเก็บสะสมในอาคาร เป็นเหตุให้มีการนำเครื่องปรับอากาศมาใช้เป็นภาระการทำความเย็นให้แก่อาคาร(Cooling Load) ดังนั้นการออกแบบปรับปรุงผนังเปลือกของอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานที่ดี ควรจะต้องพิจารณาค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน

(ค่า"U") ที่มีมวลน้อยและมีค่าความจุความร้อนต่ำ เพราะใช้พลังงานไม่มากในการจัดการความร้อนที่สะสมอยู่ในวัสดุ ไว้ที่ผนังด้านในของอาคาร ในขนาดและสัดส่วนของผนังที่เหมาะสม และการเลือกใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา(Shading Coefficient)หรือค่า"SC"ที่ช่วยลดปริมาณแสงแดดที่ผ่านพอเหมาะ และมีค่าMean Radient Temperatureไม่สูง สามารถจะนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้เพียงพอแก่ภายในอาคาร

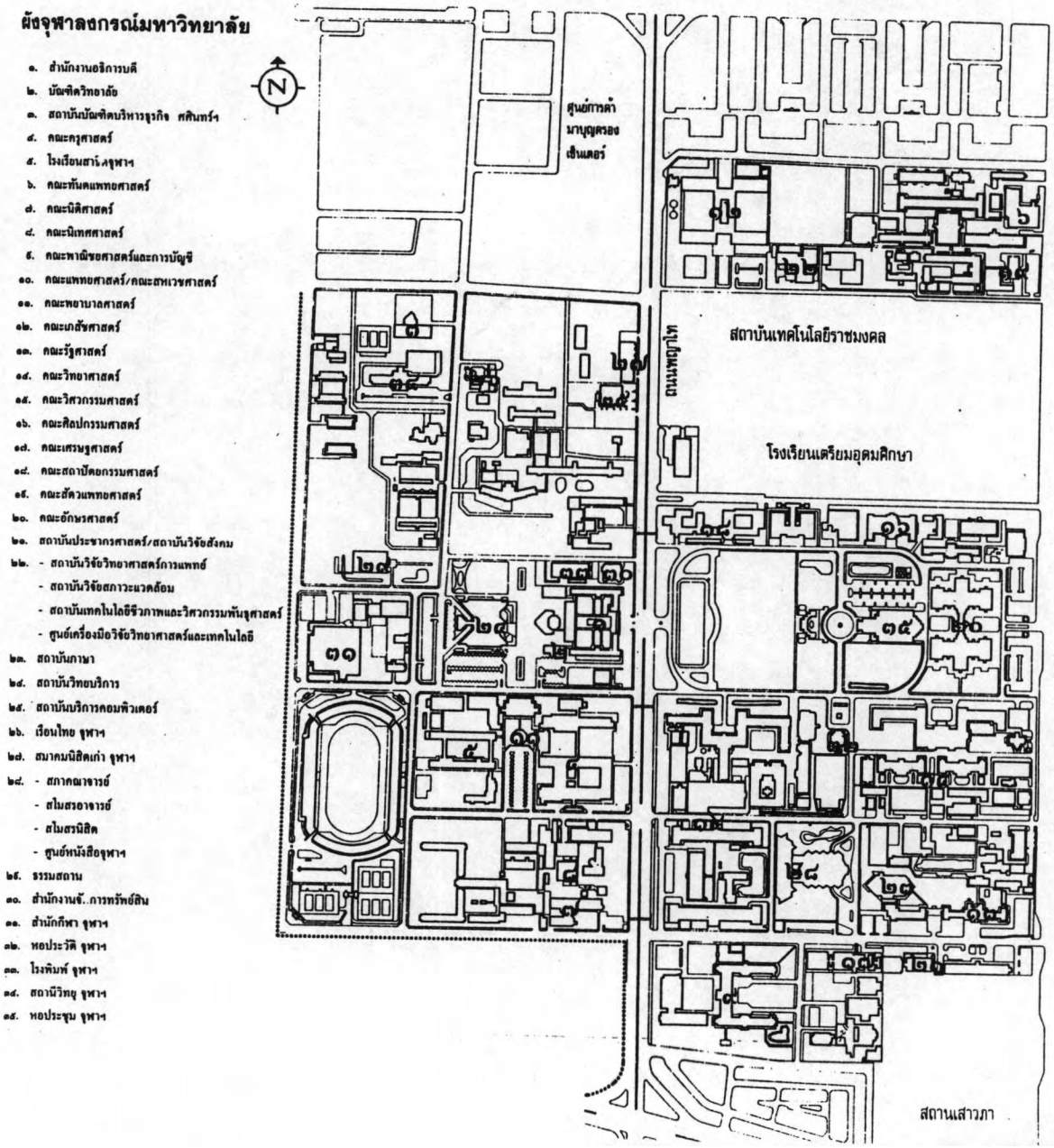
แต่ในความสำคัญ ของเนื้อหาการวิจัยค้นคว้าฉบับนี้ มุ่งเน้นไปที่ปัจจัยภายนอก (External Factor) หมายถึงแสงอาทิตย์และอุณหภูมิภายนอก ทำใ13-ห้เกิดการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านเข้ามาสู่อาคาร (Heat Transmission) ซึ่งจากการศึกษาอาคารตัวอย่าง พบว่าภาระการปรับอากาศในส่วนของ External Loads มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 - 60 ของภาระการปรับอากาศทั้งหมด (พงศ์พัฒน์ มั่งคั่ง, 2536) ในส่วนที่เป็นผนังทึบและผนังโปร่งแสงหรือช่องเปิด และนำมาพิจารณาศึกษาถึงประสิทธิ-ภาพของระบบผนังที่เหมาะสม เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผนังอาคาร ช่วยลดภาระการทำความเย็นให้แก่อาคารของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีพื้นที่ปรับอากาศลง

ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

เนื่องจากมีการสำรวจเก็บข้อมูลเป็นตัวเลขที่บ่งชี้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ อาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนกลายเป็นภาระค่าใช้จ่ายที่สูงมากในแต่ละปี ซึ่งมาจากการเจริญเติบโตพัฒนาภายในมหาวิทยาลัย ได้เกิดการสร้างอาคารเรียนใหม่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศมาทำความเย็นและแสงสว่างให้แก่อาคารมากขึ้น ประกอบกับอาคารเดิมที่ใช้งานอยู่บางอาคารมีอายุนับสิบปีทำให้ประสิทธิภาพระบบผนังของเปลือกอาคาร (Building Envelope) ด้อยลง เช่นเกิดรั่วซึมตามรอยต่อระหว่างช่องเปิดกับผนังทำให้ภาระการทำความเย็นมีเพิ่มขึ้น เป็นต้น อีกทั้งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของประเทศ มีกิจกรรมด้านการเรียน การสอน การวิจัย และอย่างอื่นอีกจำนวนมาก การดำเนินกิจกรรมเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายจึงทำให้ต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐาน สาธารณูปโภคต่างๆ สูงขึ้น สิ่งสำคัญที่ตามมา คือ การบริโภคพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มปริมาณขึ้นทุกๆปี ซึ่งสามารถดูข้อมูลที่สำรวจเก็บมาได้ จากรายงานการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นักศึกษาปริญญาโท ชั้นปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2539 สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ในรายงานแสดงถึงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็นแต่ละกลุ่มและประเภทของอาคาร โดยเฉพาะในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ดูได้จากตารางที่ 1) นับตั้งแต่ปี 2537 - 2538 มีอัตราการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 6.35% คิดเป็นเงิน 13.84 ล้าน (จำนวนเงินเพิ่มขึ้น 31.28%)และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ถ้า

ลองใช้อัตราการเพิ่มขึ้นระดับเท่าเดิมที่ 6.35% จะได้ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าปี พ.ศ.2539 อยู่ที่ 64.24 ล้านบาท(พ.ศ.2538 อยู่ที่ 58 ล้านบาท) ซึ่งมีทางเป็นไปได้ โดยมีสาเหตุเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย ที่เห็นเด่นชัด คือ การเจริญเติบโตด้านวิชาการศึกษาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ทำให้มีการเพิ่มเติมของวิชาการเรียนการสอน และการขยายตัวของอาคารเรียนภายในมหาวิทยาลัย เกิดขึ้นมาใหม่อย่างมากเพื่อทดแทนอาคารเรียนเดิม ที่สำคัญเป็นอาคารที่มีระบบปรับอากาศมีเพิ่มขึ้น เพื่อปรับสภาพอากาศภายในให้น่าสบาย ส่งผลให้เกิดบริโภคการใช้พลังงานไฟฟ้าและสาธารณูปโภคด้านต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นจากเดิม สิ่งสำคัญที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราที่สูงขึ้น ดังดูได้จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 (แผนภูมิที่ 1)ที่แสดงกลุ่มอาคารที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมามาก ตั้งแต่ปี 2533-2538 และตารางที่ 3 (แผนภูมิที่ 2)
ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารฝั่งอธิการบดี ตั้งแต่ปี 2533-2538

รูปที่ 1. ผังอาคารโดยรวมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่1.1แสดงจำนวนหน่วยของยูนิต(KWH) และค่าไฟฟ้าในแต่ละปี(บาท)

เดือน/ปี	จำนวนยูนิต	จำนวนเงิน	เดือน/ปี	จำนวนยูนิต	จำนวนเงิน	เดือน/ปี	จำนวนยูนิต	จำนวนเงิน	เดือน/ปี	จำนวนยูนิต	จำนวนเงิน
ม.ค.36	-	-	ม.ค.37	2,242,279	3,759,502.75	ม.ค.38	2,182,645	3,631,770.47	ม.ค.39	2,330,668	4,806,966.00
ก.พ.36	-	-	ก.พ.37	2,143,758	3,616,412.50	ก.พ.38	2,372,326	3,824,123.26	ก.พ.39	2,085,281	4,134,431.00
มี.ค.36	-	-	มี.ค.37	2,421,173	3,988,933.50	มี.ค.38	1,945,666	4,957,984.50	มี.ค.39	2,227,664	4,402,739.00
เม.ย.36	1,363,312	2,979,249.75	เม.ย.37	1,941,673	3,058,204.90	เม.ย.38	2,327,979	3,908,263.50	เม.ย.39	-	-
พ.ค.36	1,870,107	3,162,673.75	พ.ค.37	1,589,914	3,271,642.50	พ.ค.38	2,816,172	4,733,713.50	พ.ค.39	-	-
มิ.ย.36	2,100,027	3,490,068.00	มิ.ย.37	2,516,727	4,227,442.80	มิ.ย.38	3,015,558	6,080,156.25	มิ.ย.39	-	-
ก.ค.36	2,449,667	3,973,867.95	ก.ค.37	2,718,577	4,166,359.80	ก.ค.38	2,890,483	5,358,649.26	ก.ค.39	-	-
ส.ค.36	2,179,072	3,570,502.50	ส.ค.37	2,355,084	3,821,956.90	ส.ค.38	2,868,537	5,344,710.59	ส.ค.39	-	-
ก.ย.36	1,597,675	3,692,577.75	ก.ย.37	2,517,930	3,231,979.90	ก.ย.38	2,940,159	5,472,663.00	ก.ย.39	-	-
ต.ค.36	1,924,848	3,186,597.26	ต.ค.37	3,280,593	2,922,338.00	ต.ค.38	2,556,465	4,719,936.50	ต.ค.39	-	-
พ.ย.36	2,084,074	3,409,917.50	พ.ย.37	2,639,422	4,145,015.30	พ.ย.38	2,801,518	5,138,723.25	พ.ย.39	-	-
ธ.ค.36	1,874,038	2,898,807.75	ธ.ค.37	2,759,551	4,040,450.30	ธ.ค.38	2,261,353	4,922,132.00	ธ.ค.39	-	-
รวม	17,442,820	30,364,262.21	รวม	29,126,681	44,250,239.15	รวม	30,976,861	58,092,826.08	รวม	6,643,613	13,344,136.00

ตารางที่I.2 แสดงค่าการใช้พลังงาน (kWh./sq.m.) ของกลุ่มอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก

กลุ่มอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก	ค่าการใช้พลังงาน (kWh./sq.m.)						ค่าไฟฟ้า	กลุ่มอาคารที่มีการใช้ไฟฟ้ามาก	ค่าไฟฟ้า (บาท/ตร.ม./ปี)					
	พ.ศ.2533	พ.ศ.2534	พ.ศ.2535	พ.ศ.2536	พ.ศ.2537	พ.ศ.2538	บ/ตร.ม/ปี		พ.ศ.2533	พ.ศ.2534	พ.ศ.2535	พ.ศ.2536	พ.ศ.2537	พ.ศ.2538
สถิติ 4,หอประชุม	116.616	111.427	115.051	105.394	112.282	208.742	407.05	สถิติ 4,หอประชุม	227.40	217.28	224.35	205.52	218.95	407.05
สน.อธิการบดี ทิศเหนือ	138.529	134.608	185.637	222.647	207.990	195.784	381.78	สน.อธิการบดี ทิศเหนือ	270.13	262.49	361.99	434.16	405.58	381.78
ทรัพย์สิน	171.145	165.849	179.896	212.846	201.201	182.089	355.07	ทรัพย์สิน	333.73	323.40	350.80	415.05	392.34	355.07
สน.อธิการบดี ทิศใต้	128.056	125.026	133.197	179.041	211.535	180.153	351.30	สน.อธิการบดี ทิศใต้	249.71	243.80	259.73	349.13	412.49	351.30
นิติศาสตร์ 2	149.285	160.362	150.009	176.498	202.136	172.127	335.65	นิติศาสตร์ 2	291.11	312.71	292.52	344.17	394.16	335.65
โรงพิมพ์จุฬาฯ	140.971	142.717	139.203	169.083	145.859	158.003	308.11	โรงพิมพ์จุฬาฯ	274.89	278.30	271.45	329.71	284.43	308.11
สถาบัน3	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	153.060	156.482	305.14	สถาบัน3	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	298.47	305.14
ประมวลข้อมูล	167.960	164.895	144.675	152.811	151.555	#VALUE!	295.53	ประมวลข้อมูล	327.52	321.55	282.12	297.98	295.53	#VALUE!
ศาลาพระเกี้ยว	121.809	129.622	126.650	134.519	139.976	147.674	287.96	ศาลาพระเกี้ยว	237.53	252.76	246.97	262.31	272.95	287.96
รัฐศาสตร์ 3	82.886	64.566	69.479	107.177	187.666	105.994	206.69	รัฐศาสตร์ 3	161.63	125.90	135.49	208.99	365.95	206.69
เปรมบุรฉัตร	65.642	66.137	71.425	98.059	110.202	101.577	198.07	เปรมบุรฉัตร	128.00	128.97	139.28	191.21	214.89	198.07
บริหารการศึกษา(เก่า)	81.839	101.400	106.249	118.175	133.252	99.951	194.90	บริหารการศึกษา(เก่า)	159.59	197.73	207.18	230.44	259.84	194.90
บริหารการศึกษา(ใหม่)	83.884	88.843	84.298	95.868	98.709	97.934	190.97	บริหารการศึกษา(ใหม่)	163.57	173.24	164.38	186.94	192.48	190.97
รัฐศาสตร์ 1 + โรงอาหาร	61.553	72.063	70.996	78.902	74.729	87.373	170.38	รัฐศาสตร์ 1 + โรงอาหาร	120.03	140.52	138.44	153.86	145.72	170.38
คุรุศาสตร์ 4	63.221	69.447	72.275	88.812	90.723	87.306	170.25	คุรุศาสตร์ 4	123.28	135.42	140.94	173.18	176.91	170.25

ที่มา: -ดร. บิณฑิต เอื้ออาภรณ์ สถาบันวิจัยพลังงาน เอื้อเฟื้อข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งแต่ปีพ.ศ.2533 เป็นต้นมา

-คุณ อดิศักดิ์ ดรปัญญา ผู้บันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละเดือน เจ้าหน้าที่ฝ่ายซ่อมบำรุงกองอาคาร และสถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

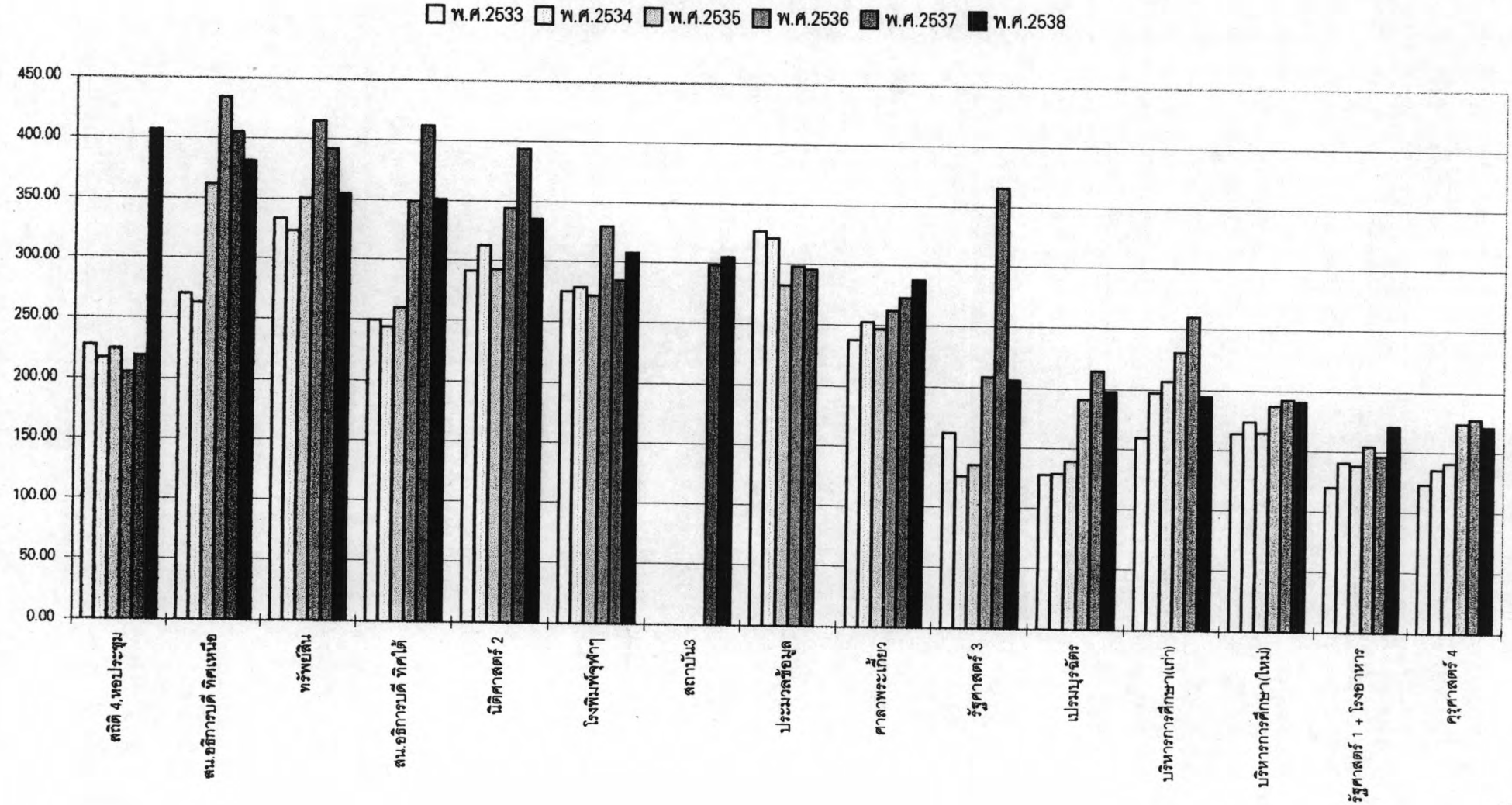
ตารางที่.3 แสดงค่าการใช้พลังงาน (kWh./sq.m.) ของกลุ่มอาคารที่ทำการวิจัย

กลุ่มอาคารที่ทำการวิจัย	ค่าการใช้พลังงาน (kWh./sq.m.)						ค่าไฟฟ้า	กลุ่มอาคารที่ทำการวิจัย	ค่าไฟฟ้า (บาท/ตร.ม./ปี)					
	พ.ศ.2533	พ.ศ.2534	พ.ศ.2535	พ.ศ.2536	พ.ศ.2537	พ.ศ.2538	บ/ตร.ม/ปี		พ.ศ.2533	พ.ศ.2534	พ.ศ.2535	พ.ศ.2536	พ.ศ.2537	พ.ศ.2538
สน.อธิการบดี ทิศเหนือ	138.529	134.608	185.637	222.647	207.990	195.784	381.78	สน.อธิการบดี ทิศเหนือ	270.13	262.49	361.99	434.16	405.58	381.78
ทรัพย์สิน	171.145	165.849	179.896	212.846	201.201	182.089	355.07	ทรัพย์สิน	333.73	323.40	350.80	415.05	392.34	355.07
สน.อธิการบดี ทิศใต้	128.056	125.026	133.197	179.041	211.535	180.153	351.30	สน.อธิการบดี ทิศใต้	249.71	243.80	259.73	349.13	412.49	351.30
โรงพิมพ์จุฬาฯ	**140.971**	**142.717**	**139.203**	169.083	145.859	158.003	308.11	โรงพิมพ์จุฬาฯ	274.89	278.30	271.45	329.71	284.43	308.11
บริหารการศึกษา(เก่า)	81.839	101.400	106.249	118.175	133.252	99.951	194.90	บริหารการศึกษา(เก่า)	159.59	197.73	207.18	230.44	259.84	194.90
บริหารการศึกษา(ใหม่)	83.884	88.843	84.298	95.868	98.709	97.934	190.97	บริหารการศึกษา(ใหม่)	163.57	173.24	164.38	186.94	192.48	190.97
หน่วยอนามัย	71.379	72.132	70.533	83.981	75.799	79.655	155.33	หน่วยอนามัย	139.19	140.66	137.54	163.76	147.81	155.33
บัณฑิตวิทยาลัย	#VALUE!	#VALUE!	66.019	69.458	67.776	62.654	122.18	บัณฑิตวิทยาลัย	#VALUE!	#VALUE!	128.74	135.44	132.16	122.18
สถาบันวิทยบริการ	#VALUE!	#VALUE!	29.702	27.457	28.854	31.482	61.39	สถาบันวิทยบริการ	#VALUE!	#VALUE!	57.92	53.54	56.27	61.39
คุรุศาสตร์ 4	63.221	69.447	72.275	88.812	90.723	87.306	170.25	คุรุศาสตร์ 4	123.28	135.42	140.94	173.18	176.91	170.25
คุรุศาสตร์ 1 ,2,3,5	48.312	52.141	51.044	71.389	64.390	55.813	108.83	คุรุศาสตร์ 1 ,2,3,5	94.21	101.67	99.54	139.21	125.56	108.83
คุรุศาสตร์ 6 + พยาบาล	25.743	29.595	29.566	33.996	71.795	37.934	73.97	คุรุศาสตร์ 6 + พยาบาล	50.20	57.71	57.65	66.29	140.00	73.97
สาธิตประถม	21.283	24.079	21.493	26.022	16.550	27.918	54.44	สาธิตประถม	41.50	46.95	41.91	50.74	32.27	54.44

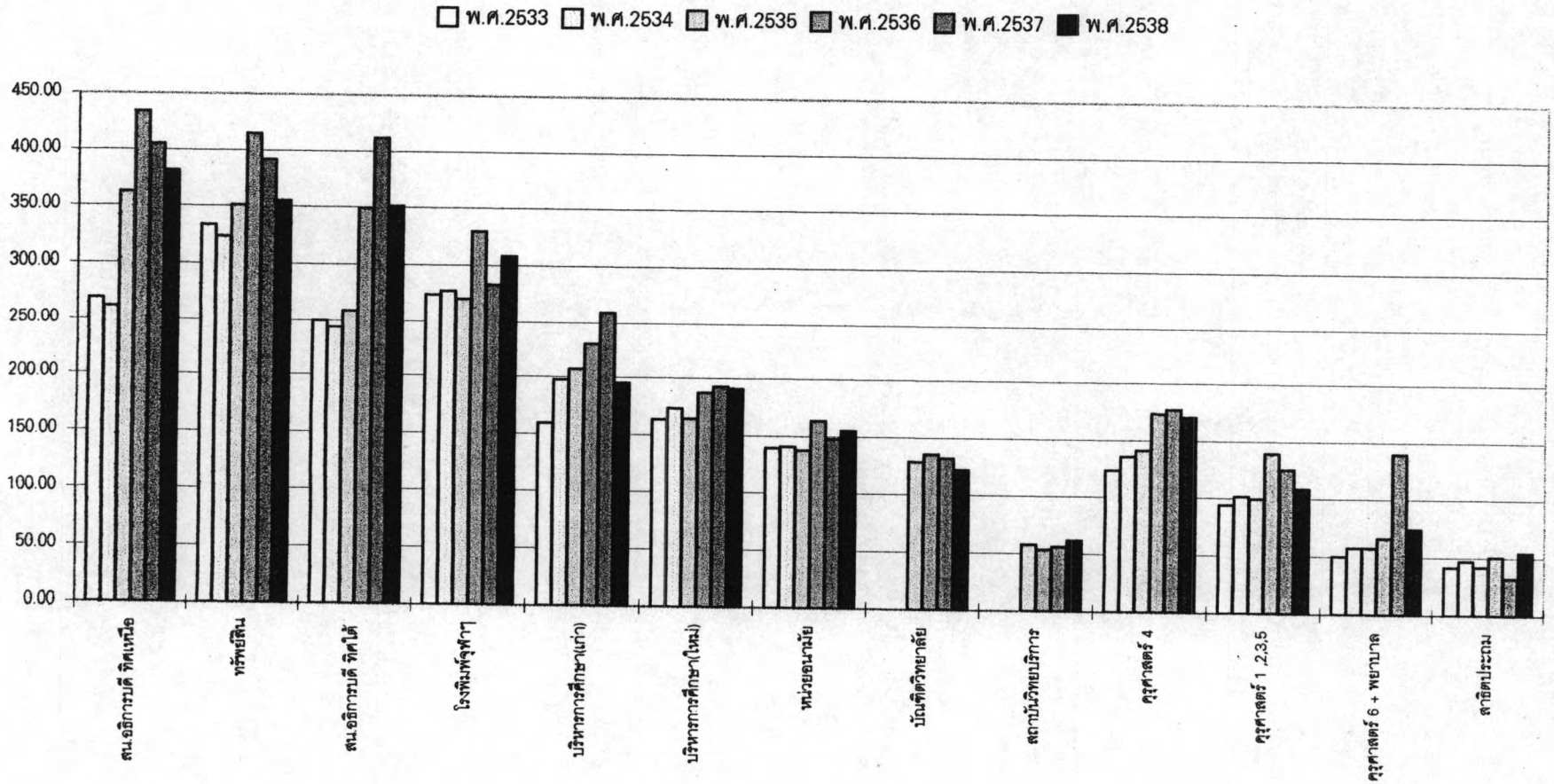
ที่มา: -ดร. บิณฑิต เอื้ออาภรณ์ สถาบันวิจัยพลังงาน เอื้อเฟื้อข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งแต่ปีพ.ศ.2533 เป็นต้นมา

-คุณ อดิศักดิ์ ดรปัญญา ผู้บันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละเดือน เจ้าหน้าที่ฝ่ายซ่อมบำรุงกองอาคาร และสถานที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 1.1 ค่าไฟฟ้าของกลุ่มอาคารที่ใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่มาก (บาท/ตร.ม./ปี)



แผนภูมิที่I.2. ค่าไฟฟ้าของกลุ่มอาคารฝั่งอธิการบดี (บาท/ตร.ม./ปี)



1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษามุ่งเน้นหาวิธีการปรับปรุงผนังทึบแสงของอาคารเดิมในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านเข้ามาสู่ภายในอาคาร ส่งผลให้ลดภาระการทำความเย็น (cooling load) ของระบบปรับอากาศ ซึ่งเป็นทางนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่อาคารลง ตลอดจนช่วยส่งเสริมแนวทางอนุรักษ์พลังงานให้เกิดขึ้นแก่ประเทศ โดยสามารถลำดับวัตถุประสงค์ที่เป็นสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

1. ประเมินความเหมาะสมในการปรับปรุงผนังทึบแสง ของอาคารเดิม ให้มีการถ่ายเทความร้อนลดลง ด้วยการนำฉนวนกันความร้อนมาใช้ และเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพ กับ ความเหมาะสม ในด้าน

- เทคนิคการก่อสร้างกับความเป็นไปได้ในการใช้งาน
- พิจารณาความคุ้มทุน

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบราคาวัสดุที่เป็นฉนวนในแบบต่างๆ ที่ใช้กับผนัง กับช่วงเวลาคืนทุน (Payback Period) เพื่อพิจารณาดูความเหมาะสมสำหรับการลงทุน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ความสำคัญในการเลือกหรือปรับปรุงคุณสมบัติและชนิดของวัสดุใหม่ ที่นำมาใช้ร่วมกับวัสดุเดิมที่เป็นอยู่ของผนังทึบ ของอาคารที่ปรับอากาศให้เหมาะสม ทั้งด้านคุณภาพ ผู้ใช้อาคาร และเศรษฐกิจ (ค่าใช้จ่ายและค่าบำรุงรักษาในระยะยาว)

ซึ่งตัวแปรที่สำคัญอยู่ที่ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านเข้ามาในอาคาร (Heat Gain) ของผนังทึบ ทำให้อิทธิพลของความร้อนที่สะสมเต็มที่ถึงระดับหนึ่ง เกิดเป็น Heat transfer โดยวิธีการนำความร้อน (Conduction) และค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาจากผนัง ที่เรียก Thermal Inertia ไม่มีการสะสมความร้อนกับวัสดุภายในอาคาร ดังนั้นอุณหภูมิภายในห้องจึงร้อนขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเกิดภาระการทำความเย็น (Cooling Load) จึงเป็นกลวิธีหรือการปรับปรุงเพื่อสามารถเข้ากับแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เกิด ก่อให้เกิดผลสูงสุด และช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลงได้ (เนื่องจากปัจจัยการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนที่สูง อยู่ที่การใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศ) จึงได้พิจารณาหาแนวทางปรับปรุงผนังทึบ โดยใช้วัสดุที่มีความเป็นฉนวน ในแบบต่างๆที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน "U"ต่ำ และมีความเหมาะสม ในด้านการใช้งานกับด้านราคา ดังนี้

1. การใช้คุณสมบัติความเป็นฉนวนของวัสดุ ที่มีความเหมาะสม ในด้านการใช้งานกับด้านราคา คือ 2 นิ้ว ประกอบเข้ากับผนังเดิม (ผนังก่ออิฐฉาบปูน) ทั้งภายในและภายนอกของผนังอาคาร

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาวิจัยมีความชัดเจนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครอบคลุมตามเนื้อหา จึงกำหนดแนวทางทำการศึกษา ไว้ดังนี้

1. ชนิดของผนังที่คัดเลือกมาใช้เป็นผนังทดสอบ ได้กำหนดจากผนังที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งยังเป็นวัสดุสามารถพบเห็นกับผนังของอาคารโดยทั่วไป ได้แก่ " ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน " และเทียบกับค่า การถ่ายเทความร้อนระบบของผนังที่มีฉนวนชนิดเดียวกัน หนาแตกต่างกัน 1-3 ประเภท ได้แก่ ฉนวนที่หนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว

2. เลือกคุณสมบัติความเป็นฉนวนให้กับผนังของอาคาร ที่มีค่าความต้านทานความร้อน ("R") ที่ดีเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป และมีการใช้งานได้จริงกับผนังอาคารในปัจจุบัน ได้แก่ ค่าความเป็นฉนวนของโฟม ค่า Thermal Resistance ประมาณเท่ากับ 3.85 - 4 hr.Sq.ft.°F / BTU ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ตร.ฟุต

3. ทดสอบการใช้ฉนวนกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี แยกออกได้ 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ที่ผิวผนังภายนอกของผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน

แบบที่ 2 ที่ผิวผนังภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน

โดยทั้ง 2 แบบ เลือกค่าความเป็นฉนวนที่ขนาดความหนาแตกต่างกันตั้งแต่ 1-3 แบบ ได้แก่ 1 นิ้ว, 2 นิ้ว หรือ 3 นิ้ว ตามลำดับ

ข้อตกลงเบื้องต้น

เพื่อให้การวิจัยสำเร็จบรรลุเป้าหมาย ภายใต้ความเหมาะสมในเรื่องของระยะเวลา และปัจจัยอันจำกัด จึงกำหนดได้เป็นดังนี้

1. ทำการศึกษาลดการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังอาคารโดยเฉพาะอาคารที่มีการปรับอากาศ

2. ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร หรือ Shading Devices ไม่นำมาพิจารณากับการทำวิจัยในครั้งนี้

3. อาคารที่ศึกษาอยู่ในกลุ่มอาคารขนาดกลาง ไม่รวมอาคารสูง

4. ศึกษาเฉพาะปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังของอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิภายนอก และแสงแดด ด้วยวิธีการทดลองเก็บข้อมูลจากแบบทดลองสภาพจริง ของผนังทึบในทิศทั้ง 4 (เหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก)

5. ศึกษาวิจัยในการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อน ในช่วงเวลาของแต่ละวัน 24 ชั่วโมงภายใน 2วัน โดยการเก็บข้อมูลทุกๆ 1/2 ชั่วโมง ตลอดวัน เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพวัสดุของค่าการถ่ายเทความร้อน ที่ใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน

6. ด้วยข้อจำกัดในด้านงบประมาณการวิจัย จึงทดสอบตัวอย่างที่โครงเคร่าชนิดเดียวกันกับทุกประเภทของระบบผนัง

1.5 ระเบียบการทำวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นหาวิธีการปรับปรุงผนัง เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ โดยเฉพาะ*ผนังก่ออิฐฉาบปูน* ให้ได้ศักยภาพที่เหมาะสมเกิดประโยชน์ในการใช้งานในสภาพจริงได้ ซึ่งอาศัยหลักการพิจารณาการเลือกใช้คุณสมบัติของวัสดุอ้างอิงจากบทความ " การเลือกวัสดุเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน " ของรศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ [2] เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษา สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนการศึกษาวิจัยของผนังทึบแสง ออกได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพผนังของอาคารที่ใช้งาน

การปรับปรุงอาคารภายหลังสร้างเสร็จแล้วเป็นงานที่ยากโดยที่สามารถคงรูปแบบสถาปัตยกรรมเดิมไว้ให้มากที่สุด ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงอาคาร จึงเลือกคุณสมบัติวัสดุของผนังใช้ที่ภายในอาคาร แต่ต้องกระทำอย่างรอบครอบ หรือทำการศึกษาวิจัยก่อนการตัดสินใจ โดยคัดเลือกวัสดุใหม่ใช้ร่วมกับวัสดุเดิม(ผนังก่ออิฐฉาบปูน)ไว้ดังนี้

การเลือกคุณสมบัติวัสดุของผนังใช้ที่ภายในอาคาร

วัสดุที่ใช้เป็นฉนวนร่วมกับผนังของวัสดุเดิมภายในอาคารที่มีระบบปรับอากาศ เป็นการลดภาระความเย็น(Cooling Load)อย่างมาก (เพราะการที่เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิลดลง1 ^{0}Cจะเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 10%(การไฟฟ้าฝ่ายผลิต,2539) ความร้อนจะสะสมอยู่ภายในอาคาร รวมถึงวัสดุภายในอาคาร จึงจำเป็นที่ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของวัสดุที่จะนำไปใช้ คุณสมบัติที่ต้องคำนึงถึงมีดังนี้

- วัสดุที่มีมวลสารน้อย และไม่สะสมความร้อนหรือความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ (เพราะใช้พลังงานไม่มากในการขจัดความร้อน)
- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี มีค่า R-Value สูง (ค่า"U"ต่ำ)
- เสียพื้นที่ใช้สอยภายในไม่มาก
- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว

---

[2] สุนทร บุญญาธิการ, "การเลือกวัสดุเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน", เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตร **ข้อกำหนดมาตราฐานการออกแบบและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน** (กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,2539) หน้า 16-42

- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว
- ไม่ดูดหรืออมความชื้น
- กันน้ำได้ดี
- มีน้ำหนักเบา
- มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
- สามารถต้านทานการสั่นสะเทือน
- สามารถกันเสียงได้
- ค่าการบำรุงรักษาต่ำและความทนทานสูง
- ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
- อัตราการทนไฟสูงหรือไม่ติดไฟ
- หาง่าย
- ราคาประหยัด

การที่จะหาวัสดุที่มีคุณสมบัติครบถ้วนดังกล่าวเป็นไปได้ยาก จึงควรมองหาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุดกับสภาวะแวดล้อมเมืองไทย ที่ผ่านการ Simulate และมีคุณสมบัติใกล้เคียง

ตัวอย่างเช่น โครงสร้างที่บางเบา คือ ผนังเบาระบบ EIFS (Exeterior Insulation and Finish Systems) เป็นผนังด้านนอกปูด้วยแผ่นโฟมหนา1 นิ้ว และมีการเคลือบผิวแบบมีผสมทราย

แต่การวิจัยครั้งนี้ได้เลือก วัสดุฉนวน ที่มีคุณสมบัติเทียบเคียงมาใช้ คือ โฟมที่ค่อยๆ เพิ่มขนาดความหนาต่างๆกับผนังก่ออิฐฉาบปูน ทั้งภายนอกและภายในอาคาร กับคุณสมบัติของวัสดุที่ยอมรับผ่านการวิจัยมาใช้พิจารณาเพื่อเป็นทางเลือก

วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณความร้อนได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

$Q = U*A*\Delta T$ และ

$Q = U*A*CLTD$

Q คือ **ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารของผนังทึบ** (Watt/M^2)

U คือ **สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน** (Watt/M^2 .°C)

A คือ **พื้นที่ที่ถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ** (M^2)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างความร้อนระหว่างภายนอกกับภายใน(^{0}C)

CLTD คือ Cooling Load Temperrature Difference (°C)

(ตัวแปรที่สำคัญในที่นี้ คือ ค่า "U" ซึ่งตัวแปรตัวอื่นมีการควบคุมให้คงที่ ภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน จึงนำมาวิเคราะห์ปริมาณความร้อนได้จากสูตรการคำนวณข้างต้น เปรียบเทียบวัสดุที่ค่า "U" ต่างๆกัน)

ผนังอาคารที่พบเห็นกัน ภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมากมักเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนที่แตกต่างจากนี้มีไม่มากในส่วนของผนังทึบแสง ดังนั้นเพื่อความที่ต้องการทราบศักยภาพของค่าการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังปัจจุบันที่เป็นอยู่ จึงได้ทำการสำรวจจากอาคารที่มีผนังแตกต่างกันอย่างกว้างๆ ได้ 4 ประเภท ที่พบมาของพื้นที่ภายในอาคารที่มีการปรับอากาศดังนี้

1. ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี ตัวอย่างอาคารครุศาสตร์ทดแทน 3 (สำหรับอาคารใหม่)
อาคารจามจุรี 1 (สำหรับอาคารเก่า)
2. ผนังวัสดุผิวมัน ตัวอย่างเช่น การบุผิวด้วยกระเบื้องโมเสดของอาคารสถาบันวิทยบริการ
3. วัสดุผิวนูน ตัวอย่างเช่น การใช้สีนูนอาคารสำนักงานทรัพยสิน
4. ผนังวัสดุผิวขรุขระ ตัวอย่างเช่น การใช้กรวดล้างของอาคารสถาบันวิจัย 3

(เนื่องจาก ส่วนผนังวัสดุผิวขรุขระเป็นห้องเครื่องและช่อง SHAFT จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ สามารถดูจากบทวิเคราะห์เปรียบวัสดุที่ห้องทดสอบ)

ซึ่งเก็บบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำงานปกติ (8.00 - 16.00 น.) ของค่าอุณหภูมิอากาศภายใน - ภายนอกอาคาร อุณหภูมิผิวภายใน - ภายนอกอาคาร ตลอดจนความชื้นสัมพัทธ์ และรังสีจากแสงอาทิตย์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าการถ่ายเทความชื้นที่ผ่านผนังอาคาร และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การเลือกวัสดุทางกายภาพด้านคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี ทั้งด้านราคา และการติดตั้ง

ศึกษาเปรียบเทียบ ค่าการถ่ายเทความร้อน (Q) และ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U) กับผนังก่ออิฐฉาบปูน กับราคาการลงทุนต่อหน่วยให้ได้ตามวัตถุประสงค์ และ สมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อหาแนวทางความเป็นไปได้ในเบื้องต้นของแบบต่างๆ 8 ประเภท ทั้งพื้นที่ผิวภายในและภายนอกผนังก่ออิฐฉาบปูนดังนี้

พื้นผิวภายนอกผนังก่ออิฐฉาบปูน

1. ระบบผนังภายนอกกันความร้อนภายนอกสีสำเร็จ +โฟม หนา 1 นิ้ว+ผนังก่ออิฐฉาบปูน
2. ระบบผนังภายนอกกันความร้อนภายนอกสีสำเร็จ +โฟม หนา 2 นิ้ว+ผนังก่ออิฐฉาบปูน
3. ระบบผนังภายนอกกันความร้อนภายนอกสีสำเร็จ +โฟม หนา 3 นิ้ว+ผนังก่ออิฐฉาบปูน

พื้นผิวภายในผนังก่ออิฐฉาบปูน

1. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + โฟม หนา 1 นิ้ว + แผ่นยิบซั่มบอร์ด
2. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + โฟม หนา 2 นิ้ว + แผ่นยิบซั่มบอร์ด
3. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + โฟม หนา 3 นิ้ว + แผ่นยิบซั่มบอร์ด

และ 4. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + ช่องว่างอากาศ+ แผ่นยิบซั่มบอร์ดชนิดบุอลูมิเนียมฟอยล์

5. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + ช่องว่างอากาศ+ ไฟเบอรกลาสหนา 1 นิ้วชนิดบุอลูมิเนียมฟอยล์ + แผ่นยิบซั่มบอร์ด
6. ผนังก่ออิฐฉาบปูน + ช่องว่างอากาศ+ ไฟเบอรกลาสหนา 2 นิ้วชนิดบุอลูมิเนียมฟอยล์ + แผ่นยิบซั่มบอร์ด

(แต่ในทางปฏิบัติการปรับปรุงผนังที่มีพื้นที่ผิวภายในของอาคาร ขณะที่มีการใช้งานอยู่ดูจะเป็นวิธีการทำงานที่ยุ่งยากเปลืองเวลา อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการขนย้ายของ และยังเสียพื้นที่ของการใช้งานภายในอาคาร ส่วนข้อดีคือ ไม่เสียรูปแบบสถาปัตยกรรมของเดิม)

และการประมาณด้านราคาคร่าวๆ ของผนังทั้ง 8ประเภท และวิธีการติดตั้งกับพื้นที่ผิวภายนอกของผนังอาคารก่ออิฐฉาบปูน

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาผนังทดสอบจากอาคารจำลองในสภาพจริง

เพื่อดูอิทธิพลของตัวแปรด้านอุณหภูมิ และแสงอาทิตย์แต่ละเวลาในช่วง 1 วัน ทั้ง 4 ทิศ (เหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก) ของผนังแต่ละประเภท เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณความร้อน ที่ผ่านผนังเข้ามา ในแต่ละด้าน โดยการทดสอบในห้องจำลอง ขนาด 4 X 4 ตร.ม. บนดาดฟ้าชั้นที่ 11ของอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ด้านทิศตะวันออก มีการปรับอากาศภายในอาคารเพื่อเป็นการควบคุมตัวแปร มีการทดสอบที่มีสภาพแวดล้อมเดียวกันของผนังทั้ง 8 ประเภท เทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทั้ง 4 ด้าน และการทดลองศึกษาตัวอย่างเปรียบเทียบของวัสดุที่ผิวภายนอกแตกต่างกัน 2 ประเภท เทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน ที่ด้านทิศใต้ อิฐฉาบปูน ได้แก่

เทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทั้ง 4 ด้าน และการทดลองศึกษาตัวอย่างเปรียบเทียบของวัสดุที่ผิวภายนอกแตกต่างกัน 2 ประเภท เทียบกับผนังก่ออิฐฉาบปูน ที่ด้านทิศใต้ อิฐฉาบปูน ได้แก่

1. ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุผิวด้วยวัสดุผิวมัน
2. ผนังก่ออิฐฉาบปูนบุผิวด้วยวัสดุผิวขรุขระ
3. ผนังก่ออิฐฉาบปูน

เพื่อสามารถใช้เป็นข้อมูล ในการปรับปรุงผนังที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียง กับผนังทดสอบในอนาคตต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ดูสัดส่วนของผนังทึบแสงที่ใช้ปรับปรุงกับค่า "SC" ของกระจก

พิจารณาสัดส่วนของผนังทึบแสง กับ ค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น ระหว่างผนังทึบแสงที่เลือก และช่องเปิดกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด ("SC") เพื่อให้อยู่ภายใต้มาตรฐาน พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานค่า OTTV อาคารเก่า = 55 W/m^2 โดยเทียบผนังช่องเปิดกระจกที่เลือก และที่นิยมใช้งานมีดังนี้

1. กระจกใสชั้นเดียว SC = 0.98
2. กระจกสีชา SC = 0.64
3. กระจกติดฟิลม์สะท้อนแสง SC = 0.33
4. กระจกใสเคลือบสารสะท้อนแสง SC = 0.30

ขั้นตอนที่ 5 ทำข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

วิเคราะห์หาข้อสรุปและเสนอแนะ ถึงผลที่ได้และความเหมาะสมด้านค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงของค่าภาระการทำความเย็นภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ เพื่อเปรียบเทียบกับการลงทุน และการคืนทุนในระยะยาวของวัสดุผนังที่เลือกมาปรับปรุง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ช่วยประเมินประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับการใช้แนวทางการลดภาระค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า หรือใช้เป็นแนวทางกับอาคารอื่นๆ ที่มีการใช้งานมาแล้ว เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจนขึ้น

2.ช่วยการตัดสินใจเลือกการปรับปรุงผนังทึบที่เหมาะสมทั้งในระดับราคา และระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

3.เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ค่า"U"ของผนังทึบ สำหรับการติดตั้งฉนวน (Building Insulation)ที่ขั้นตอนการออกแบบปรับปรุงอาคาร (Building Renovation) ก่อนการก่อสร้างจริงในอนาคต เมื่อต้องการปรับปรุงอาคาร

4.ช่วยการตัดสินใจเลือกการปรับปรุงผนังทึบที่เหมาะสมทั้งในระดับราคา และระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period)

5.เป็นแนวทางประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบในด้านสถาปัตยกรรมควบคู่กับการอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ค่าพลังงานการถ่ายเทความร้อนรวมสอดคล้อง ภายใต้กฎกระทรวง พ.ศ.2538 กำหนดค่ามาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ของอาคารที่มีการปรับอากาศ (อาคารเก่า = 55 Watt/ M^2) เปรียบเทียบกับสัดส่วนของช่องเปิด