การประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคาร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

The Assessment of Building Energy Performance: Thammasat University, Rangsit Campus

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ
Awiroot Srisutapan

การประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคาร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

The Assessment of Building Energy Performance: Thammasat University, Rangsit Campus

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ

Awiroot Srisutapan

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathum Thani 12121, Thailand,

E-mail: awi_cl@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และเสนอแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคารให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยดำเนินการโดยการสำรวจข้อมูลจากอาคารจริง ทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของอาคารในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน จากผลการวิจัยพบว่า อาคารที่ทำการศึกษามีสมรรถนะด้านการประหยัดพลังงานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก 1) อาคารส่วนหนึ่งเป็นอาคารเก่าที่สร้างก่อนที่จะมีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงยังไม่มีกรอบความคิดในการออกแบบให้เป็นแนวทาง 2) การที่ไม่ได้มีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของอาคารไว้อย่างชัดเจน ทำให้อาคารใหม่ถูกออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องสมรรถนะด้านพลังงาน 3) วิธีการปรับสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนจากการใช้ระบบธรรมชาติมาใช้ระบบปรับอากาศ ในขณะที่องค์ประกอบอาคารไม่ได้มีการปรับปรุงให้สอดคล้องกัน 4) ขาดคณะทำงานที่มีความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานเข้าไปมีส่วนร่วมในช่วงกระบวนการออกแบบและพัฒนา 5) ในเชิงของการบริหารจัดการ พฤติกรรมที่ละเลยของผู้ใช้อาคารส่งผลโดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงาน ทั้งนี้การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการปรับปรุงโดยเร่งด่วน ทั้งโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังและหลังคา การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เกิดความร่มรื่น และการบริหารจัดการการใช้ระบบปรับอากาศ

Abstract

This research aims to assess buildings in terms of energy performance and propose the appropriate guidelines to renovate buildings in Thammasat University, Rangsit Campus. By investigating, collecting, and analyzing data of the selected buildings in present condition in various aspects, the results indicated that the overall energy performances of buildings were lower than minimum criteria. Principal causes of failure can be concluded as follows 1) some buildings were designed before the Energy Conservation Promotion Act B.E. 2535 was announced, so the architects had no guidelines to follow 2) because the policy of energy conservation of buildings in campus had not been clearly defined, the energy performance of the new buildings were not considered 3) the cooling technique was changed from natural ventilation to air conditioning, but the building

components were not improved 4) no energy conservation-expert team participated in design and development processes and 5) in terms of management, neglectful behaviors directly affected on energy consumption. For better performance, thermal heat gain must be decreased by 1) adding insulation to walls and roofs 2) providing effective shading devices 3) shading the buildings and surrounding with vegetations and 4) air conditioning using must be managed.

คำสำคัญ (Keywords)

การประเมินอาคาร (Building Assessment)
สมรรถนะอาคาร (Building Performance)
การอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation)
การออกแบบเชิงบูรณาการ (Integrated Design)

1. บทนำ

สำหรับวิชาชีพสถาปัตยกรรมแล้ว ปัญหาที่เป็นประเด็นสำคัญในปัจจุบันคงไม่สามารถหลีกเลี่ยงเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและการรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบของปัญหาภาวะโลกร้อน แนวคิดส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกคือการออกแบบอาคารให้ลดปริมาณการใช้พลังงานลง พร้อม ๆ กับการทำให้เกิดสมรรถนะของอาคารเพิ่มขึ้น ซึ่งสมรรถนะของอาคารนั้นสามารถพิจารณาได้จากหลายองค์ประกอบ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งพื้นที่ใช้งาน การใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อม การระบายอากาศ ความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัย อัตราการบริโภคพลังงาน การเลือกใช้วัสดุ การป้องกันมลพิษจากภายนอก คุณภาพอากาศในอาคาร ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคาร เป็นต้น

สำหรับบางอาคารที่ได้รับการออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องการอนุรักษ์พลังงานย่อมมีสมรรถนะการประหยัดพลังงานต่ำ แต่ในขณะเดียวกันแม้ว่าบางอาคารจะมีการนำแนวคิดเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานมาใช้ในกระบวนการออกแบบแล้วก็ตาม แต่ยังลดการบริโภคพลังงานได้ไม่มากนัก สิ่งเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นในการออกแบบและการใช้งานอาคารซึ่งทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงานตามที่คาดหวังไว้

อีกทั้ง ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2548 ได้เห็นชอบยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของประเทศตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ โดยถือเป็นวาระที่ทุกภาคส่วน ทุกหน่วยงานต้องร่วมดำเนินงานอย่างเคร่งครัดและทันที สำหรับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ซึ่งเป็นรากฐานของระบบการศึกษาในสังคม จึงควรให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้นและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขทันทีเพื่อลดค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้า รักษาสิ่งแวดล้อม และเป็นแบบอย่างที่ดีในสังคม

2. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบของการอนุรักษ์พลังงาน

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ (Boonyatikarn, 1993)

2.1.1 ที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศ

นับเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร เนื่องจากสภาพของที่ตั้งในแต่ละโครงการมีลักษณะแตกต่างกัน หากที่ตั้งหรือสภาพแวดล้อมมีข้อจำกัด เช่น ที่ตั้งอยู่ใกล้ถนนหลักที่มีฝุ่นละอองมาก ทำให้ไม่สามารถใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ หรืออยู่ในสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิสูงตลอดทั้งปี เป็นต้น ทำให้อาจต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

2.1.2 ตัวอาคารและงานระบบ

เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบสถาปัตยกรรม เช่น การจัดและออกแบบพื้นที่ใช้สอย การวางตำแหน่งของอุปกรณ์งานระบบ สัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง การเลือกใช้กระจกที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่สอดคล้องกับพื้นที่ใช้งาน การคำนวณภาระการปรับอากาศ และเทคนิคการออกแบบอื่น ๆ เป็นต้น

2.1.3 ผู้ใช้อาคารและการบริหารจัดการ

เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารและการดูแลรักษาอาคารเมื่อมีการเข้าไปใช้งานอาคารแล้ว เช่น การไม่ปิดระบบปรับอากาศหรือระบบไฟฟ้าแสงสว่างเมื่อเลิกใช้งาน ไม่มีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า การหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (on peak) เป็นต้น

เพื่อให้อาคารมีสมรรถนะที่ดี สถาปนิกจำเป็นต้องพิจารณารายละเอียดย่อยและภาพรวมขององค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน เพื่อทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่สมบูรณ์ขององค์ประกอบอาคาร ซึ่งแนวคิดนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับการออกแบบเชิงบูรณาการ คือ องค์ประกอบย่อยของอาคารแต่ละส่วนต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามหน้าที่ และเมื่อนำองค์ประกอบแต่ละส่วนมาทำงานร่วมกันแล้ว จะทำให้ภาพรวมของอาคารเกิดความสมบูรณ์ขึ้นมาได้

2.2 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคาร

ในการประเมินสมรรถนะอาคารจะใช้เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องจากหลายองค์ประกอบ คือ พระราชบัญญัติ

การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตรฐานระดับความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย และคู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยของกระทรวงพลังงาน ซึ่งในปัจจุบันเกณฑ์เหล่านี้เป็นเกณฑ์ที่มีการนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและการประเมินอาคารอยู่แล้ว

3. กระบวนการวิจัยและเครื่องมือ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะเบื้องต้นของอาคารด้านการประหยัดพลังงาน และเสนอแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคารต่อไป

งานวิจัยดำเนินการโดยการสำรวจ บันทึกข้อมูลจากอาคารจริง ทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของอาคารในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน และนำมาประมวลผลโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและข้อกำหนดในการออกแบบที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการเสนอแนวทางการปรับปรุงเฉพาะของแต่ละอาคาร

อาคารกรณีศึกษาในการวิจัยนี้เป็นอาคารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จำนวน 4 อาคาร คือ อาคารหอสมุดป๋วย อึ้งภากรณ์ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ อาคารเรียนรวมสังคมศาสตร์ และอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง โดยมีขอบเขตการศึกษาคือ 1) ที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ การวางทิศทางอาคาร การวิเคราะห์แสงอาทิตย์ในที่ตั้ง การปรับปรุงสภาพแวดล้อมของที่ตั้ง และ 2) ตัวอาคารและงานระบบ ได้แก่ การป้องกันความร้อนให้กับอาคาร การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ การสร้างสภาวะน่าสบายให้กับอาคาร และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. ผลการวิจัย

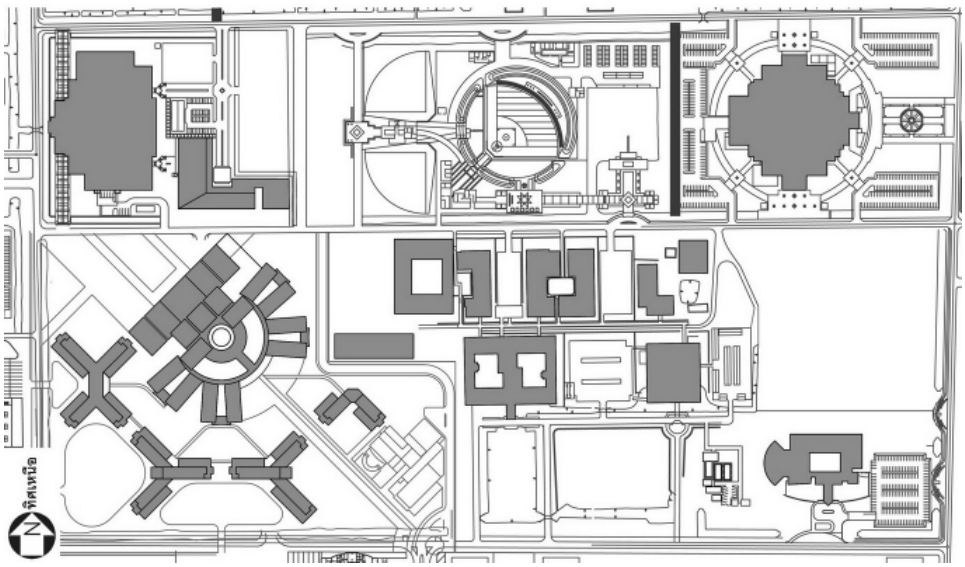
จากการดำเนินการศึกษา สำรวจ และบันทึกข้อมูลอาคาร ได้ผลดังนี้

4.1 ที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศ

4.1.1 การวางทิศทางอาคาร

ที่ตั้งอาคารนับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการออกแบบอาคารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากในแต่ละทิศทางมีการถ่ายเทความร้อนไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์

จากการสำรวจพบว่ามีลักษณะการวางอาคาร 2 ลักษณะ คือ การวางอาคารอ้างอิงตามแนวถนนซึ่งเป็นแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ และการวางอาคารตามแนวอื่น ๆ (รูปที่ 1) การวางทิศทางอาคารควรพิจารณาการ



รูปที่ 1 ส่วนหนึ่งของลักษณะการวางผังอาคารภายในมหาวิทยาลัยซึ่งมีหลายรูปแบบ ทั้งการวางอาคารอ้างอิงตามแนวถนนซึ่งเป็นแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ และการวางอาคารตามแนวอื่น ๆ

ออกแบบองค์ประกอบของอาคารเพื่อลดอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ไปพร้อม ๆ กัน เช่น การให้ส่วนของอาคารเกิดการบังเงาซึ่งกันและกัน การวางพื้นที่ส่วนที่เป็นผนังทึบ ทางเดิน บันได ห้องน้ำ หรือห้องเก็บของให้หันไปทางทิศใต้หรือทิศตะวันตก การเปิดช่องเปิดเพื่อรับแสงธรรมชาติจากทางทิศเหนือเป็นหลัก การลดพื้นที่ช่องเปิดในแต่ละทิศทางให้น้อยลงตามความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เป็นต้น

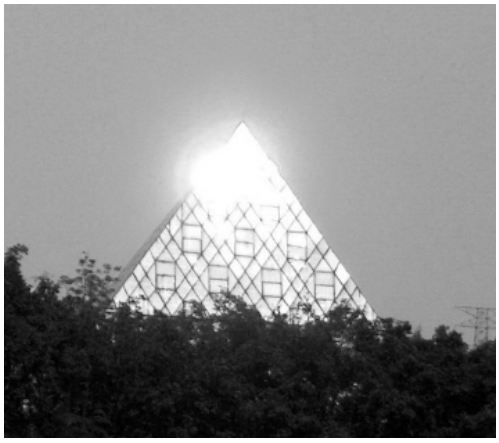
แต่เนื่องจากการวางทิศทางอาคารและการออกแบบองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่สามารถป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ จึงทำให้ส่วนของอาคารที่หันไปทางทิศตะวันตกหรือทิศใต้ได้รับแสงอาทิตย์มากกว่าส่วนอื่น ๆ ของอาคารที่หันไปทางทิศเหนือหรือทิศตะวันออกนอกจากจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารมากขึ้นซึ่งส่งผลต่อสภาวะน่าสบายในอาคารและภาระการปรับอากาศของระบบปรับอากาศแล้ว ยังทำให้ปริมาณแสงอาทิตย์เข้ามาในอาคารมากเกินไปซึ่งส่งผลต่อความไม่สบายในการมองเห็นด้วย

4.1.2 การวิเคราะห์แสงอาทิตย์ในที่ตั้ง

ในกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรม นอกจากการวิเคราะห์ตำแหน่งและทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์แล้ว ควรวิเคราะห์แสงอาทิตย์ในที่ตั้ง (site solar analysis) ซึ่งเป็นการพิจารณาผลกระทบของแสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมโดยรอบที่ส่งผลต่ออาคาร เช่น ในช่วงเช้า ไม่ใช่เพียงส่วนของอาคารที่หันไปทางทิศตะวันออกที่จะได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์เท่านั้น แต่อาคารที่หันไปทางทิศตะวันตกก็อาจได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ได้เช่นกัน เนื่องจากแสงอาทิตย์เกิดการสะท้อนที่ผนังของอาคารข้างเคียงหรือสภาพแวดล้อมโดยรอบ และสะท้อนเข้ามาในอาคาร (รูปที่ 2 และ 3) เป็นต้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร

แม้ว่าในความเป็นจริงอาจไม่สามารถป้องกันการสะท้อนของแสงอาทิตย์จากสภาพโดยรอบอาคารได้ทั้งหมด แต่การออกแบบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น การสะท้อนแสงจากสระน้ำหรืออาคารข้างเคียงที่คาดว่าอาจส่งผลกระทบต่ออาคาร เป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารและผลกระทบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอาคารได้

รูปที่ 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์แสงอาทิตย์ในที่ตั้งจะเห็นว่าช่องเปิดของห้องประชุมที่หันไปทางทิศตะวันออก ในช่วงเช้าจะไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ แต่ในช่วงบ่ายจะได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์จากทางทิศตะวันตกที่สะท้อนจากผนังกระจกจากส่วนอื่นของอาคาร



รูปที่ 3 แสงอาทิตย์ที่สะท้อนจากอาคารโดยรอบ นอกจากจะส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานของอาคารแล้วยังทำให้เกิดความไม่สบายในการมองเห็นอีกด้วย

4.1.3 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมของที่ตั้ง

สภาพแวดล้อมของอาคารนับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมนั้นควรมีศักยภาพในการลดการดูดซับความร้อนและการสะท้อนความร้อน รวมถึงความสามารถในการทำให้สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเย็นลงด้วย (Boonyatikarn, 1993, 2002)

สภาพแวดล้อมโดยรอบของอาคาร ดังรูปที่ 4 มีทั้งส่วนที่เป็นพืชคลุมดิน ไม้พุ่มเตี้ย และไม้ยืนต้นหลากหลายขนาด ทั้งส่วนที่มีการจัดภูมิทัศน์แล้ว และที่ปล่อยให้ขึ้นตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมที่มีอยู่ไม่สามารถทำให้สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเย็นลงได้ เนื่องจากมีพืชพรรณน้อย ปลูกกระจัดกระจายเป็นหย่อม ๆ อยู่ห่างจากตัวอาคารมากเกินไป และอยู่ในทิศทางที่ไม่สามารถป้องกันแสงอาทิตย์ได้ จึงไม่เกิดผลต่ออาคารเท่าไรนัก (Department of Alternative Energy Development and Efficiency & Chulalongkorn University [DEDE], 2007) และอีกส่วนหนึ่งคือส่วนของลานคอนกรีตสำหรับจอดรถที่ไม่มีหลังคาปกคลุม ทำให้พื้นคอนกรีตเกิดการสะสมความร้อนและพาความร้อนเข้าสู่อาคาร

แนวทางที่ควรดำเนินการคือการป้องกันไม่ให้แสงอาทิตย์ตกกระทบลงบนพื้นผิวที่สามารถสะสมความร้อนได้ โดยวิธีการปลูกพืชคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นในดิน การปลูกไม้ยืนต้นที่มีความสูงเพียงพอเพื่อให้ร่มเงาแก่พื้นที่โดยรอบ การทำสิ่งปกคลุมเพื่อให้ร่มเงาแก่ลานจอดรถ และการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำ เป็นต้น

รูปที่ 4 พื้นที่ที่ไม่มีการให้ร่มเงาจะเกิดการสะสมความร้อนและส่งผลให้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารสูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม การปลูกต้นไม้หรือพืชพรรณในปริมาณมากจะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำมากขึ้น (DEDE, 2007) รวมถึงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษามากขึ้นตามไปด้วย จึงควรพิจารณาความเหมาะสมในประเด็นนี้ด้วยเช่นกัน

4.2 ตัวอาคารและงานระบบ

4.2.1 การป้องกันความร้อนให้กับอาคาร

- *การป้องกันความร้อนโดยการใช้องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม*

สำหรับผู้ออกแบบ การใช้องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไม่ว่าจะเป็นการใช้ตัวอาคารบังเงาให้กันและกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ชายคายื่นยาวและการใช้อุปกรณ์บังแดดเพื่อป้องกันไม่ให้แสงอาทิตย์ส่องกระทบอาคารหรือพื้นที่ช่องเปิดโดยตรง เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ซึ่งส่งผลต่อสภาวะน่าสบายในอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ และสามารถลดการใช้พลังงานในอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศได้

จากการวิเคราะห์พบว่า อุปกรณ์บังแดดของอาคารส่วนใหญ่และองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ควรจะเป็น เช่น ชายคาและอุปกรณ์บังแดดไม่สามารถป้องกันแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (รูปที่ 5) เช่นเดียวกันกับการออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่มีขนาดเท่ากันและมีลักษณะเหมือนกันในทุกด้านของอาคาร ทั้ง ๆ ที่ในบางทิศทางของอาคารไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์เท่ากับทิศทางด้านอื่น ๆ

ดังนั้น ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดดจึงควรใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น แผนผังการโคจรของดวงอาทิตย์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯลฯ แทนการออกแบบโดยวิธีประมาณการ เนื่องจากการยื่นอุปกรณ์บังแดดหรือชายคาที่มีความยาวประมาณ 1.00-1.50 เมตร ตามที่ปฏิบัติโดยทั่วไปอาจไม่สามารถป้องกันแสงอาทิตย์ได้ตามที่ต้องการ

- *การป้องกันความร้อนโดยการเลือกใช้วัสดุ*

การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างที่มีศักยภาพในการป้องกันความร้อนเปรียบเสมือนกับการสร้างเกราะป้องกันความร้อนให้กับอาคาร อาคารที่มีการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนสูงย่อมมีความ

รูปที่ 5 ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดแบบต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่สามารถป้องกันแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สามารถในการป้องกันหรือลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าอาคารที่มีการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนต่ำ

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพบว่า ผนังอาคารส่วนใหญ่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน (รูปที่ 6) ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนไม่ดีเท่าไรนัก โดยค่าความต้านทานความร้อน (R-value) ของผนังอิฐชั้นเดียว (ค่า k = 0.807 W /m^2 °C) ฉาบปูนมีค่า R = 0.31 m^2 °C/W เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ๆ ในปัจจุบันที่มีอยู่ในตลาดซึ่งมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม เช่น ผนังมวลเบา (ค่า k = 0.15 W /m^2 °C) หนา 10 เซนติเมตร มีค่า R = 0.88 m^2 °C/W รวมทั้งการติดตั้งผนังที่กั้นระหว่างพื้นที่ปรับอากาศที่มีค่า R = 0.83 m^2 °C/W (หรือค่า U = 1.2 W/m^2 °C)

รูปที่ 6 ผนังส่วนใหญ่ที่ใช้ยังคงเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนต่ำ จึงไม่สามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากนัก และไม่ช่วยประหยัดพลังงาน

นอกจากการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนไม่ดีแล้ว ยังพบว่าไม่มีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่เพียงพอให้กับส่วนของผนัง พื้น ฝ้าเพดาน หรือหลังคา ซึ่งจากเกณฑ์ในคู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยได้เสนอให้ติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่หลังคาที่มีค่า R มากกว่า 3.9 m^2 °C/W (DEDE, 2007) หรือเทียบเท่ากับฉนวนใยแก้วที่มีความหนาประมาณ 10 เซนติเมตร จึงจะสามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

ดังนั้น การที่จะเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม ผู้ออกแบบควรมีความเข้าใจในเรื่องคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุ เช่น ค่าความต้านทานความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน สำหรับผนังทึบ และค่าสัมประสิทธิ์การบังเงา ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน สำหรับผนังกระจก รวมถึงประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้น การดูแลรักษา และวิธีการติดตั้งที่เหมาะสมสำหรับวัสดุแต่ละชนิดด้วย

4.2.2 แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์

- *การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ*

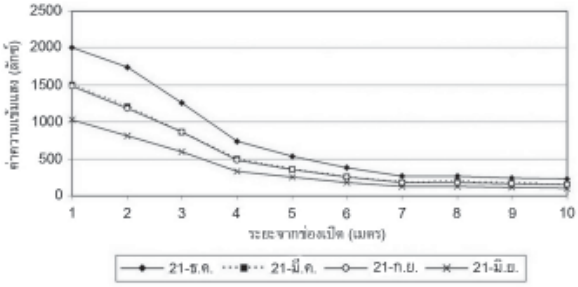
อาคารหลายอาคารได้มีการนำแนวคิดเรื่องการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคาร ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องที่ดีที่จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง แต่หากนำแสงธรรมชาติมาใช้งานอย่างไม่เหมาะสมแล้วอาจทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาได้เช่นกัน

การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในส่วนของพื้นที่ที่ไม่ต้องการความละเอียดอ่อนในการควบคุมระดับความส่องสว่างมากนัก เช่น โถงกลาง (รูปที่ 7) ทางเดิน ห้องน้ำ เป็นต้น แม้ว่าระดับความส่องสว่างที่วัดได้ตลอดช่วงวันจะมีค่าระหว่าง 30-3,500 ลักซ์ และในบางพื้นที่ได้รับทั้งแสงอาทิตย์โดยตรงและแสงสะท้อน แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานของผู้ใช้อาคารเท่าไรนัก เนื่องจากผู้ใช้งานไม่ได้ใช้สายตาในการเพ่งมองมาก และส่วนใหญ่เป็นการใช้พื้นที่เพียงชั่วคราว (Boonyatikarn, 1998)

สำหรับพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของอาคาร เช่น ห้องเรียน ห้องทำงาน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต้องใช้สายตาเพ่งมองในการทำงาน มักจะเกิดปัญหาคือผู้ใช้อาคารไม่สามารถควบคุมปริมาณแสงธรรมชาติในระดับที่ต้องการ ทำให้มีระดับความส่องสว่างมากเกินไปหรือน้อยเกินไป และไม่มีความสม่ำเสมอของแสง จึงทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานตามที่ต้องการ จากการตรวจวัดความสว่างที่ระนาบทำงานในห้องเรียนพบว่ามีค่าต่ำสุดและสูงสุดภายในห้องระหว่าง 20-2,000 ลักซ์ (รูปที่ 8) ซึ่งตามมาตรฐาน Illuminating Engineering Society of North America (1981) ควรมีค่า 300-750 ลักซ์ เท่านั้น วิธีการแก้ไขที่ปฏิบัติโดยทั่วไปคือการติดมู่ลี่ (รูปที่ 9) ซึ่งทำให้ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้น้อยลงและเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ นอกจากนี้ ปัญหาเรื่องความร้อนที่เข้ามาพร้อมกับแสงธรรมชาติยังส่งผลต่อภาระการปรับอากาศที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ในกระบวนการออกแบบ นอกจากต้องคำนึงถึงมาตรฐานระดับความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ใช้งานแล้ว ยังต้องพิจารณาเรื่องสัดส่วนของพื้นที่ช่องเปิดต่อผนังทึบ (Window to Wall Ratio: WWR) ประกอบกันไปด้วย จากเกณฑ์ในคู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย ได้เสนอให้มีสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อผนังทึบระหว่าง 25-35 (DEDE, 2007) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ทำให้เกิดความเหมาะสมของปริมาณแสงและความร้อนที่เข้ามาในอาคาร

รูปที่ 7 ลักษณะการนำแสงธรรมชาติผ่านโถงกลางอาคาร ซึ่งระดับความส่องสว่างที่ได้จะแปรผันตลอดทั้งวัน แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานของผู้ใช้อาคารเท่าไรนัก เนื่องจากไม่ได้ใช้สายตาในการเพ่งมองมาก



รูปที่ 8 ตัวอย่างการวัดปริมาณความสว่างที่ระดับระนาบทำงานของห้องเรียน ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริเวณริมช่องเปิดมีปริมาณแสงมากเกินความต้องการและบริเวณลึกเข้ามามีปริมาณแสงที่ไม่เพียงพอ (Saihong & Srisutapan, 2007)

รูปที่ 9 เนื่องจากมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามามากเกินความต้องการ จึงต้องติดมู่ลี่เพื่อลดปริมาณแสง ทำให้ไม่สามารถใช้แสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่

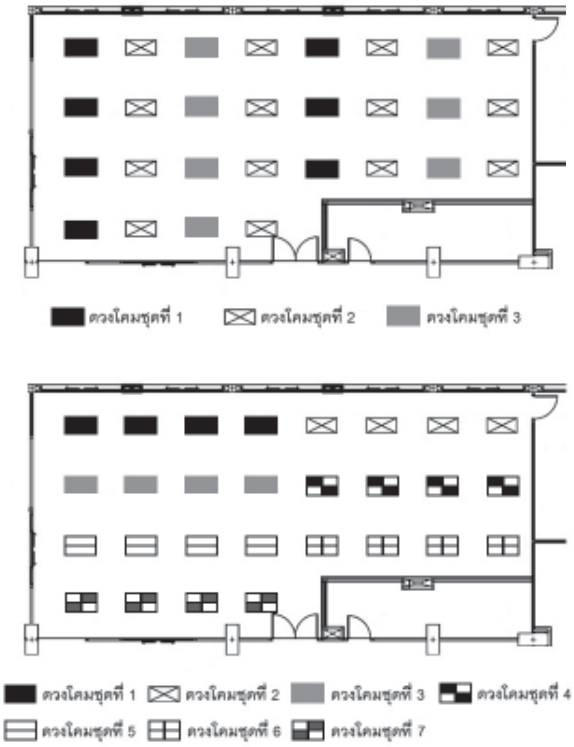
● *การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์*

สิ่งที่เป็นข้อจำกัดของการใช้แสงธรรมชาติ คือ ความไม่แน่นอนของปริมาณแสงที่ได้ในแต่ละช่วงของวัน และในแต่ละฤดูกาลของปี จึงทำให้การใช้งานแสงประดิษฐ์เป็นเรื่องที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยจะต้องพิจารณาทั้งในเรื่องปริมาณแสงที่เหมาะสมในการใช้งาน และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ปัญหาจากการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ที่พบคือ การใช้สวิตช์ควบคุมเพียงสวิตช์เดียวในการควบคุมการเปิด-ปิดดวงโคมทั้งห้อง ไม่มีการแบ่งการควบคุมออกเป็นพื้นที่ย่อย ทำให้ไม่สามารถควบคุมการเปิด-ปิดชุดดวงโคมในตำแหน่งที่เหมาะสมได้ อีกทั้งยังมีการเชื่อมวงจรของระบบแสงประดิษฐ์ภายในและภายนอกอาคารเข้าด้วยกัน ทำให้ในบางกรณีเมื่อต้องใช้งานดวงโคมเฉพาะพื้นที่ในอาคารในช่วงกลางวัน จำเป็นต้องเปิดดวงโคมภายนอกอาคารด้วย และแม้ว่าบางพื้นที่ได้มีการแบ่งสวิตช์ควบคุมออกเป็นหลายสวิตช์ แต่การกำหนดตำแหน่งการควบคุมการเปิด-ปิดดวงโคมไม่สอดคล้องกับทิศทางของแสงธรรมชาติและพฤติกรรมการใช้งาน จึงทำให้ไม่เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานมากนัก (Srisutapan & Tisavipat, 2004) (รูปที่ 10)

การออกแบบเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์นั้น ควรพิจารณาในเรื่องลักษณะพื้นที่ที่ใช้งาน มาตรฐานระดับความส่องสว่าง ตำแหน่งที่ติดตั้งดวงโคม จำนวนดวงโคม และวิธีการควบคุมการเปิด-ปิด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการใช้งานและการประหยัดพลังงานควบคู่กันไป แทนการถอดหลอดไฟหรือถอดสตาร์ตเตอร์ออก ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ

นอกจากนี้ ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ควรพิจารณา คือ การวางแผนการใช้งานแสงประดิษฐ์ในช่วงกลางคืนทั้งภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งหากไม่มีการวางแผนอาจทำให้การเปิดดวงโคมแต่ละครั้งไม่เหมาะสมกับความต้องการ ทำให้สิ้นเปลือง แนวทางที่เหมาะสมอาจทำได้โดยการวางแผนการเปิด-ปิด และควบคุมจำนวนดวงโคมให้เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา เช่น ในช่วงเวลา 18.00-22.00 น. ซึ่งอาจเป็นช่วงที่ยังมีการใช้งานอยู่ สามารถเปิดดวงโคมได้เต็มจำนวน แต่ในช่วงเวลา 22.00-06.00 น. อาจลดจำนวนการเปิดให้น้อยลง โดยอาจเปิดเฉพาะบางตำแหน่งเพื่อความปลอดภัย เป็นต้น (Srisutapan & Tisavipat, 2004)



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบแนวทางปรับปรุงการเปิด-ปิดระบบแสงประดิษฐ์ระหว่างแบบเดิม (รูปบน) และแบบใหม่ (รูปล่าง) ที่มีการคำนึงถึงความสัมพันธ์กับแสงธรรมชาติและพฤติกรรมการใช้งาน

4.2.3 การสร้างสภาวะน่าสบายให้กับอาคาร

● *การใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ*

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเป็นการใช้ประโยชน์จากความแตกต่างของอุณหภูมิและความแตกต่างของความกดอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดกระแสลมในการพาความร้อนออกจากร่างกายคน หรือระบายความร้อนที่สะสมในพื้นที่ใช้งาน ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงานและสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นได้ ปัญหาส่วนหนึ่งที่พบในอาคารที่ใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ คือ

- มีการเปิดช่องเปิดแต่ไม่มีลมพัดผ่าน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบช่องเปิดที่ไม่เหมาะสม เช่น มีช่องเปิดด้านเดียว และมีช่องเปิดในแนวตั้งฉากกัน ทำให้ประสิทธิภาพการระบายอากาศลดลง หรือการออกแบบที่พิจารณาเฉพาะตัวอาคาร แต่ไม่ได้พิจารณาสภาพแวดล้อมโดยรอบ เช่น การที่มีอาคารหรือแนวต้นไม้อยู่ใกล้อาคาร อาจทำให้เปลี่ยนแปลงทิศทางลมหรือขวางทางลมได้ นอกจากนี้การที่มีสิ่งกีดขวางภายในพื้นที่ เช่น ม่าน มู่ลี่ ตู้ ชั้นวางของต่าง ๆ ทำให้ความเร็วและปริมาณลมลดลงได้เช่นกัน

- ลมที่เข้ามาเป็นลมที่มีอุณหภูมิสูง เนื่องจากเป็นลมที่พัดผ่านสภาพแวดล้อมที่ร้อน เช่น พื้นคอนกรีต ทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบาย (Boonyatikarn, 1993)

- การออกแบบให้มีพื้นที่ช่องเปิดรอบอาคารมาก แม้ว่าทำให้ลมที่เข้ามามีปริมาณมากก็ตาม แต่ในขณะเดียวกันทำให้แสงอาทิตย์ ฝน และฝุ่นละออง เข้ามาในอาคารได้มากตามไปด้วย เช่นกัน (รูปที่ 11)

เนื่องจากกระแสลมเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นในกระบวนการออกแบบจึงควรใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ที่เหมาะสม เช่น โต๊ะจำลองของไหล (fluid mapping table) โปรแกรมการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics Program) ฯลฯ เพื่อให้ทราบแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด อย่างไรก็ตาม พื้นฐานการออกแบบเบื้องต้น เช่น การคำนึงถึงทิศทางลมประจำยังมีความจำเป็นที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน

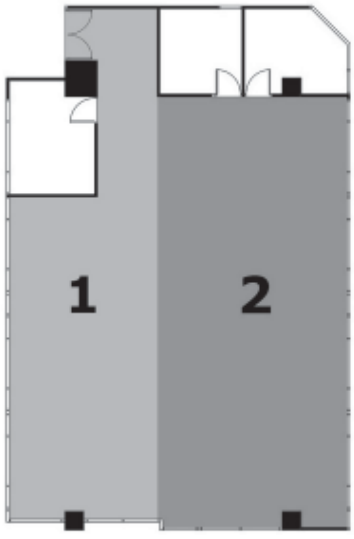
รูปที่ 11 แม้ว่าการออกแบบช่องเปิดขนาดใหญ่ช่วยให้เกิดการระบายอากาศมากขึ้น แต่ก็ทำให้ลมพัดพาฝนสาดเข้ามาในอาคารได้มากตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งอาจทำให้อาคารเกิดความเสียหายได้

- *การใช้ระบบปรับอากาศ*

สภาพภูมิอากาศในปัจจุบันที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การใช้ระบบปรับอากาศเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งเนื่องจากระบบปรับอากาศมีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่และไม่เกิดความแปรปรวนเมื่อเปรียบเทียบกับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ จึงทำให้มีความนิยมใช้งานมากขึ้น โดยเฉพาะในห้องเรียน สำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิ

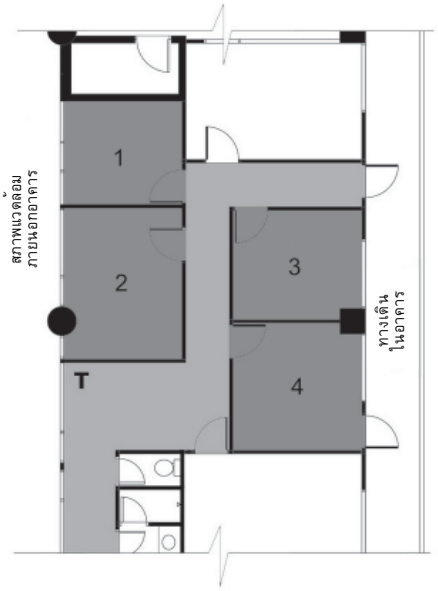
ปัญหาส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบปรับอากาศ คือ พื้นที่ใช้งานเป็นพื้นที่โล่งต่อเนื่องขนาดใหญ่ (รูปที่ 12) ทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมการใช้งาน กล่าวคือ หากมีการใช้งานเพียงบางส่วนของพื้นที่นั้นไม่สามารถเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพียงบางส่วนได้ เพราะต้องใช้เวลานานในการทำให้พื้นที่นั้นมีอุณหภูมิตามที่ต้องการ และเครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้นด้วย แต่หากเปิดใช้เครื่องปรับอากาศทั้งหมดจะทำให้มีอุณหภูมิตามที่ต้องการได้รวดเร็วขึ้น แต่จะสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงการใช้งานของห้องจากเดิมที่ใช้ระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมาเป็นระบบปรับอากาศ อาจทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศผ่านทางหน้าต่างที่เป็นแบบบานเกล็ดซึ่งเดิมได้ออกแบบเพื่อให้สามารถเปิดระบายอากาศ แต่เมื่อใช้กับระบบปรับอากาศแล้วทำให้เกิดการรั่วซึมของ



รูปที่ 12 ลักษณะห้องเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ต่อเนื่องกัน (ส่วนที่ 1 และ 2) และมีเครื่องปรับอากาศแยกควบคุมแต่ละส่วน ซึ่งทั้งสองส่วนมีการใช้งานไม่พร้อมกันเสมอไป การเปิดเพียงเครื่องใดเครื่องหนึ่งจะทำให้มีภาระการปรับอากาศมากเกินไป จึงไม่เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งาน การกั้นห้องออกจากกันนับเป็นการแก้ปัญหาทางหนึ่ง

รูปที่ 13 การใช้หน้าต่างบานเกล็ดในพื้นที่ปรับอากาศ ทำให้เกิดการรั่วซึมของอากาศในปริมาณมาก ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักและสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นด้วย



รูปที่ 14 การใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (T) เพียงตัวเดียว ที่ติดตั้งอยู่นอกพื้นที่ใช้งาน ควบคุมพื้นที่ทั้งหมด (1-4) ซึ่งมีทั้งส่วนที่สัมผัสด้านในและนอกอาคาร หากตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ผู้ที่อยู่ในส่วนที่ 1 และ 2 รู้สึกร้อนเกินไป ในขณะที่ผู้ที่อยู่ในส่วนที่ 3 และ 4 จะรู้สึกเย็นสบาย

อากาศเข้ามาได้ง่าย แม้ว่าจะมีการใช้ผ้าม่านหรือแผ่นพลาสติกปิดบานเกล็ดแล้วก็ตาม (รูปที่ 13) ซึ่งจากเกณฑ์ในคู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย ได้แนะนำให้มีค่าการรั่วซึมของอากาศต่ำกว่า 0.9 ลิตรต่อวินาทีต่อความยาวเส้นรอยรั่ว (l/s-m of carck) (DEDE, 2007)

ในบางพื้นที่ได้มีการคำนวณเผื่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศมากเกินไป ซึ่งนอกจากจะทำให้ภายในห้องมีอุณหภูมิต่ำเกินไปแล้ว ยังทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้ามากขึ้นด้วย เช่น จากการคำนวณโดยสังเขปของห้องประชุมขนาด 60 ตารางเมตร ผนังห้องเป็นผนังก่ออิฐชั้นเดียวฉาบปูน มีช่องเปิดทางด้านทิศตะวันออกและใต้ กระจกโฟลตสีเขียวหนา 6 มิลลิเมตร ผู้ใช้งานประมาณ 40 คน สามารถใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาด 60,000-72,000 บีทียู/ชั่วโมง หรือประมาณ 10-12 ตารางเมตร ต่อตันความเย็น ได้เพียงพอต่อการใช้งาน แต่ในขณะที่การใช้งานจริงได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 110,000 บีทียู/ชั่วโมง คิดเป็น 6.5 ตารางเมตร ต่อตันความเย็นซึ่งสิ้นเปลืองกว่ามาก รวมถึงการติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (thermostat) ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น อยู่ใกล้กับหน้าต่างซึ่งได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงหรืออยู่นอกพื้นที่ปรับอากาศ ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานตลอดเวลา (รูปที่ 14)

เนื่องจากได้มีการศึกษาสัดส่วนของค่าไฟฟ้าที่เกิดจากระบบปรับอากาศของอาคารประเภทสถานศึกษา โดยพบว่ามีสัดส่วนโดยเฉลี่ยร้อยละ 47 ของค่าไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร (Chindawanik, 2003) จึงมีผลโดยตรงต่อการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร ดังนั้นในกระบวนการออกแบบจึงควรพิจารณาทั้งในส่วนของการออกแบบสถาปัตยกรรม ความยืดหยุ่นในการใช้งาน การบริหารจัดการและการออกแบบระบบปรับอากาศในเชิงบูรณาการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานและประหยัดพลังงานสูงสุด

4.2.4 ระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- *ระบบประตูสองชั้น*

นอกเหนือจากวิธีการออกแบบโดยทั่วไปแล้ว การใช้ระบบประตูสองชั้นนับเป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานได้เช่นกัน ซึ่งแนวคิดของการใช้ระบบนี้คือการลดการถ่ายเทความร้อนและความชื้น

จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารจากการรั่วซึมของอากาศเมื่อมีการเปิดประตู ดังนั้น วิธีการเปิดประตูจะต้องเปิดและปิดทีละชั้นเพื่อให้มีอากาศไหลผ่านเข้ามาน้อยที่สุด

จากการศึกษาพบว่า อุปกรณ์จับสัญญาณจะจับการเคลื่อนไหวที่ระยะไกลเกินไป ทำให้ประตูอัตโนมัติเปิดก่อนที่จะมีผู้เปิดประตูชั้นแรกเข้ามา (รูปที่ 15) และเนื่องจากระยะห่างระหว่างประตูแต่ละชั้นมีน้อยเกินไป เมื่อผู้ใช้งานอาคารก้าวเข้ามาแล้ว ประตูชั้นแรกยังไม่ปิด ในขณะที่ประตูชั้นที่สองเปิดขึ้น ทำให้ประตูเปิดพร้อมกันทีเดียวทั้งสองชั้น อีกทั้งเนื่องจากมีการใช้ประตูบานเปิด ทำให้ในบางครั้งมีการเปิดประตูค้างไว้ จึงทำให้การอนุรักษ์พลังงานไม่บรรลุผล (Srisutapan & Tisavipat, 2004)

แนวทางการปรับปรุงสามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การติดตั้งอุปกรณ์จับสัญญาณจับการเคลื่อนไหวในตำแหน่งที่เหมาะสม การเว้นระยะห่างระหว่างประตูทั้งสองชั้นให้มากขึ้นเพื่อให้มีระยะเวลาให้ประตูบานใดบานหนึ่งปิดลงก่อน การติดตั้งอุปกรณ์บังคับประตูให้ปิด (door closer) การเปลี่ยนประตูเป็นประตูหมุน เป็นต้น

รูปที่ 15 การติดตั้งระบบประตูสองชั้นที่ไม่เหมาะสมไม่สามารถช่วยในการประหยัดพลังงานได้เต็มประสิทธิภาพ

5. อภิปรายผล

จากผลการสำรวจอาคารข้างต้นได้นำเสนอปัญหาหลักส่วนใหญ่ที่เป็นปัญหาร่วม โดยเป็นที่น่าสังเกตว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาพื้นฐานทั่วไปของการออกแบบ แต่กลับเป็นเรื่องที่ถูกมองข้ามและไม่ได้ใส่ใจ ทั้ง ๆ ที่เป็นเรื่องที่มีการรวบรวมและเสนอแนวทางแก้ไขไว้หลายประการ (Horayangkura et al., 2001; Chenvidyakarn, 2008; Boonyatikarn, 2007) ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการวางทิศทางอาคาร การออกแบบอุปกรณ์บังแดด การเลือกใช้วัสดุผนัง การเลือกใช้กระจก เป็นต้น แต่ยังมีการออกแบบที่ไม่เหมาะสมเกิดขึ้น

อีกทั้ง หากเปรียบเทียบการออกแบบองค์ประกอบและประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ของอาคารเก่าและอาคารที่สร้างใหม่ที่มีอายุอาคารต่างกันประมาณ 10-15 ปี พบว่า แม้ว่าอาคารที่สร้างใหม่มีการพัฒนาทางด้านรูปแบบ การเลือกใช้วัสดุ รวมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่แล้ว แต่ยังไม่สามารถตอบสนองทางด้านการประหยัดพลังงานได้ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับอาคารเก่ายังคงเกิดขึ้นในทำนองเดียวกันกับอาคารที่สร้างขึ้นใหม่ สิ่งเหล่านี้ย่อมแสดงให้เห็นว่ายังไม่เกิดความร่วมมือในการพัฒนาการออกแบบสถาปัตยกรรมระหว่างวงการวิชาการและวงการวิชาชีพสถาปนิก และวิศวกร (Thammavijitdej & Horayangkura, 2006) อย่างจริงจังดังที่คาดหวังกันไว้

ปัญหาเรื่องแนวความคิดไม่สอดคล้องกับเจ้าของโครงการ ความจำเป็นต้องใช้งบลงทุนมากขึ้นในขณะที่มีงบประมาณจำกัด ระยะเวลาการก่อสร้างสั้น การยึดติดกับรูปทรง การที่สถาปนิกไม่มีความรู้ความเข้าใจเพียงพอที่จะออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพได้ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคและข้อจำกัดสำคัญที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุถึงเป้าหมายในการประหยัดพลังงานและเป็นประเด็นที่ต้องหาทางแก้ไขและปรับ

ทัศนคติเสียใหม่ว่าการพัฒนาที่จะมุ่งไปสู่ความยั่งยืนและความเป็นสีเขียวเพื่อสิ่งแวดล้อมนั้นคงมิใช่เพียงการปลูกต้นไม้หรือการจัดภูมิทัศน์ตามที่เข้าใจกัน

ประเด็นเรื่องมาตรฐานและคุณภาพในการก่อสร้างนับเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพอาคาร แม้ว่าจะมีการออกแบบที่ดีเพียงใด แต่หากการก่อสร้างไม่ได้คุณภาพแล้วย่อมส่งผลเสียต่ออาคารนั้น ๆ ได้เช่นกัน ปัญหาอาจเกิดได้จากความผิดพลาดจากการติดตั้งไม่ถูกวิธีหรือวัสดุที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การฉาบปูนในขณะที่ผนังยังไม่อยู่ตัว ทำให้เกิดการแตกร้าว ส่งผลให้เกิดการรั่วซึมของน้ำและอากาศ หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดในการบริหารจัดการ จึงต้องเร่งการทำงานเพื่อให้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ขาดการคุมงานและการตรวจสอบที่เข้มงวด จึงทำให้การก่อสร้างไม่ได้คุณภาพ และอาคารที่สร้างเสร็จแล้วไม่มีประสิทธิภาพตามที่ได้ออกแบบไว้ หรือแม้แต่ในการปรับปรุงหรือซ่อมแซมอาคารอาจสร้างความเสียหายให้กับงานระบบอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น การซ่อมแซมกระเบื้องมุงหลังคา อาจทำความเสียหายให้กับแผ่นอะลูมินัมฟอยด์ที่หุ้มฉนวนป้องกันความร้อนที่ติดตั้งอยู่บริเวณฝ้าเพดาน ทำให้ความชื้นแทรกซึมเข้าไปได้ นอกจากจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของฉนวนป้องกันความร้อนลดลงแล้ว ยังทำให้มีโอกาสเกิดเชื้อราและการสะสมของเชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร

เมื่ออยู่ในช่วงของการใช้งานอาคาร การบริหารจัดการนับเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารได้ วิธีการบริหารจัดการอาจทำได้หลายวิธี เช่น การจัดตารางการใช้งานห้อง โดยหลีกเลี่ยงผลกระทบจากแสงอาทิตย์ โดยในช่วงเช้าอาจจัดให้มีการใช้ห้องทางทิศตะวันตก ส่วนในช่วงบ่ายใช้ห้องทางทิศตะวันออก หรือใช้พื้นที่ในทิศทางที่ได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์น้อยที่สุดเพื่อลดภาระการปรับอากาศ การหลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอัตราการบริโภคพลังงานมากในช่วงเวลาที่ต้องการไฟฟ้าสูงสุด การจัดตารางการดูแลรักษาและทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ การนำวัสดุหรือของเสียกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงการหาพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เป็นต้น วิธีการบริหารจัดการคงไม่ใช่เป็นเพียงการถอดหลอดไฟหรือปิดไฟ แนวทางที่เหมาะสมควรเป็นการคำนึงถึงการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพไปพร้อม ๆ กับการคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารและทรัพย์สินควบคู่กันไปด้วย

นอกจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ปัจจัยด้านพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารเป็นส่วนสำคัญต่อการใช้พลังงานของอาคารด้วยเช่นกัน แม้ว่าอาคารจะได้รับการออกแบบอย่างดีเพียงใด แต่หากผู้ใช้อาคารมีการปฏิบัติหรือใช้งานไม่เหมาะสม สามารถส่งผลให้สมรรถนะของอาคารนั้นลดลงได้ จากข้อมูลที่ได้ศึกษาพบว่ามีพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร เช่น

- การปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ใช้งานเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น มีการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ใหม่ การนำกระดาษปิดหน้าต่างเพื่อต้องการความเป็นส่วนตัว และป้องกันความร้อนและแสงอาทิตย์ที่มากเกินไป ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจทำให้ทิศทางการระบายอากาศเปลี่ยนแปลงไปและไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้อย่างเต็มที่

- การนำวัสดุต่าง ๆ มาบังช่องจ่ายลมเย็นของระบบปรับอากาศเพื่อลดความเร็วลมและลดปริมาณลมที่มากระทบกับร่างกายโดยตรง ซึ่งการกระทำเช่นนี้ทำให้ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศลดลง และอาจเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้

- ผู้ใช้อาคารส่วนหนึ่งมักจะเปิดหน้าต่างหรือประตูทิ้งไว้ก่อนที่จะมีการเปิดใช้งานระบบปรับอากาศ โดยเข้าใจว่าสามารถนำอากาศจากภายนอกมาระบายอากาศภายในห้องออกไปเพื่อให้อากาศมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ผลจากการกระทำดังกล่าวทำให้ระบบปรับอากาศต้องทำงานหนักและสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น เนื่องมาจากความร้อนและความชื้นที่เข้ามาสะสมภายในห้อง

- นอกจากนี้ยังพบผู้ใช้อาคารบางส่วนที่ไม่ใส่ใจและไม่รับผิดชอบในการใช้งาน เช่น ไม่ปิดประตูเมื่อออกจากห้อง เปิดประตูหรือหน้าต่างทิ้งไว้เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ ไม่ปิดไฟหรือเครื่องปรับอากาศเมื่อเลิกใช้งาน ฯลฯ ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ล้วนส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานของอาคาร

การสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง การปลุกจิตสำนึกของการอยู่ร่วมกัน และการลบทรรศนะอันเป็นอันตราย เช่น คนส่วนใหญ่มักมีความคิดว่าไม่ใช่เรื่องของตนเอง ไม่ต้องรับผิดชอบค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นและคิดว่ามีคนมาจัดการให้จึงไม่เดือดร้อน ทรัพย์สินของใครจะเสียหายไม่เป็นไร ยกเว้นของตนเอง ฯลฯ จึง

เป็นประเด็นที่ควรดำเนินการแก้ไข ซึ่งอาจทำได้โดยการกำหนดให้มีเจ้าหน้าที่ติดตาม ตรวจสอบ และควบคุมความเรียบร้อยในการใช้งานอาคาร อย่างไรก็ตาม การรณรงค์เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานและการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้งานอาคารยังเป็นสิ่งที่สำคัญและสามารถแก้ปัญหาได้ในระยะยาว

6. สรุป

จากผลการวิจัยพบว่า อาคารที่ทำการศึกษามีสมรรถนะด้านการประหยัดพลังงานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งมีสาเหตุหลัก 5 ประการ คือ 1) อาคารส่วนหนึ่งเป็นอาคารเก่าที่สร้างก่อนที่จะมีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงยังไม่มีกรอบความคิดในการออกแบบให้เป็นแนวทาง 2) การที่ไม่มีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของอาคารไว้อย่างชัดเจน ทำให้อาคารใหม่ถูกออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องสมรรถนะด้านพลังงาน 3) วิธีการปรับสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนจากการใช้ระบบธรรมชาติมาใช้ระบบปรับอากาศ ในขณะที่องค์ประกอบอาคารไม่ได้มีการปรับปรุงให้สอดคล้องกัน 4) กระบวนการทำงานขาดคณะทำงานที่มีความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานเข้าไปมีส่วนร่วมในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา 5) ในเชิงของการบริหารจัดการพฤติกรรมที่ละเลยของผู้ใช้อาคารส่งผลโดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงาน

สิ่งที่ควรมีการดำเนินการปรับปรุงโดยเร่งด่วน คือ การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ทั้งโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังและหลังคา การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เกิดความร่มรื่น และการบริหารจัดการการใช้ระบบปรับอากาศ ทั้งนี้ แนวทางการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขควรมองภาพรวมในการออกแบบให้ครบทุกด้าน ทุกองค์ประกอบ ไม่ควรพิจารณาแยกเป็นส่วน ๆ ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถผสานองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม พื้นที่ใช้งาน ระบบธรรมชาติ เทคโนโลยี และงานระบบอาคารอื่น ๆ ทั้งหมดเข้าด้วยกันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งแนวทางข้างต้นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินและปรับปรุงอาคารอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัยต่อไป สำหรับรายละเอียดของแนวทางการปรับปรุงของแต่ละอาคารนั้น จะต้องทำการวิเคราะห์ละเอียดเป็นกรณีไป

กิตติกรรมประกาศ

บางส่วนของงานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

References

Boonyatikarn, S. (1993). การออกแบบเพื่อประหยัดพลังงานในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นแบบเมืองไทย [Energy conservation design for hot-humid climate in Thailand]. *Faculty of Architecture Academic Journal,* 16-24.

Boonyatikarn, S. (1998). การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติในอาคาร [Daylighting application in building]. *ASA, 7*, 94-105.

Boonyatikarn, S. (2002). *การออกแบบประสานระบบมหาวิทยาลัยชินวัตร* [The integrated design of Shinawatara University]. Bangkok, Thailand: G M Max Media.

Boonyatikarn, S. (2007). *นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนชื้น* [The innovation of glazing for hot-humid countries]. Nontaburi, Thailand: Cool Print.

Chenvidyakarn T. (2008). Passive design for thermal comfort in hot humid climates. *Journal of Architectural/ Planning Research and Studies, 5*(1), 1-28.

Chindawanik, T. (2003). *การประหยัดพลังงานในอาคาร* [Energy conservation in building]. Retrieved December 3, 2008, from http://www.engineeringtoday.net/magazine/articledetail.asp?arid=537&pid=74

Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE). (2007). *คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย* [The manual of energy conservation and environmental friendly assessment for non-residential building]. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press.

Horayangkura, V., Inpuntung, V., & Chantavilasvong, S. (2001). *รายงานการวิจัย สถานภาพผลงานทางวิชาการสาขาสถาปัตยกรรมในประเทศไทย* [The status of academic output in architecture in Thailand]. Bangkok, Thailand: T.C.G. Printing.

Illuminating Engineering Society of North America. (1981). *IES lighting handbook, 1981 reference volume.* New York: Illuminating Engineering Society.

Saihong, N., & Srisutapan, A. (2007). แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม [Guidelines for lighting design in multimedia classroom]. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 5*(1), 65-81.

Srisutapan, A., & Tisavipat, P. (2004). *การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานอาคาร กรณีศึกษา: อาคารหอสมุดป๋วย อึ๊งภากรณ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต* [The promoting of building effiency through building modification: Puey Ungphakorn Library Thammasat University, Rangsit Campus]. Pathum Thani, Thailand: Faculty of Architecture and Planning.

Thammavijitdej, P., & Horayangkura, V. (2006). Interdisciplinary confilcts and resolution as cutural behavior among architects and engineers. *Thammasat Review, 11*(1), 50-64.

Bibliography

Department of Energy Development and Promotion, Ministry of Science and Technology. (1993). *คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร* [Energy conservation manual]. Bangkok, Thailand: Author.

Intrachooto, S. (2003). Critical success factors in the implementation of energy efficient innovation in buildings. *Journal of Energy, 4*, 101-113.

Preiser, F. E. W., & Vischer, C. J. (Eds.). (2005). *Assessing building performance.* New York: Elsevier.

Rush, D. R. (1986). *The building systems integration handbook.* London: Butterworth-Heinemann.