

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยและสภาวะสบายของผู้ใช้อาคาร ก่อนและหลังการเปลี่ยนเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาในประเทศไทย ให้สอดคล้องกับกลุ่มประเทศอาเซียน*

A comparative study of energy consumption and occupant thermal comfort in higher education buildings in Thailand after changing the term dates to coincide with other ASEAN countries

ดร.ณิ มงคลสวัสดิ์ (Darunee Mongkolsawat)**

ปรีชญา มหัทธนะทวี (Prechaya Mahattanatawe)**

ทยากร จารุชัยมนตรี (Tayagorn Charuchaimontri)**

นนท์ คุณคำชู (Non Khuncumchoo)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย ก่อนและหลังการเปลี่ยนเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาแบบอาเซียน และผลกระทบต่อสภาวะสบายของผู้ใช้อาคาร เพื่อเสนอแนะแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อาจเพิ่มขึ้น โดยคณะผู้วิจัยได้เลือกอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม เป็นกรณีศึกษา 3 อาคาร ผลการจำลองปริมาณการใช้ไฟฟ้าของทั้ง 3 อาคาร พบว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลง การใช้ไฟฟ้ามีปริมาณสูงขึ้น 2,234-4,063 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็น 0.58-1.04% ต่อปี ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนการเปลี่ยนแปลง ส่วนผลการประเมินสภาวะสบายของผู้ใช้อาคารในพื้นที่ไม่ปรับอากาศเฉพาะในช่วงภาคการศึกษาต้นและปลาย ซึ่งคำนวณโดยใช้ Adaptive comfort model จาก ASHRAE Standard 55-2013 พบว่า ภายหลังการเปลี่ยนแปลง จำนวนชั่วโมงทำการที่มีอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย มีแนวโน้มลดลงจาก 44% เหลือ 36% ในขณะที่มีจำนวนชั่วโมงที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปและยากแก่การปรับตัว เพิ่มขึ้นจาก 12% เป็น 27% ของจำนวนชั่วโมงทำการทั้งหมด ซึ่งหากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารเดิมในส่วนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ด้วยการเพิ่มฉนวนให้กับกรอบอาคาร จะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 1,389-4,725 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ส่วนการจัดการพลังงานด้วยการเลี่ยงหรือลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนหรือช่วงบ่ายจะช่วยลดจำนวนองศาชั่วโมงการทำความเย็น (Cooling degree hours) ลงได้ 2% และ 24%

คำสำคัญ: การจำลองการใช้พลังงานในอาคาร, สภาวะสบายทางอุณหภูมิ, มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย, อาเซียน

* บทความนี้เป็นบทความจากผลงานวิจัยในชื่อเดียวกัน ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

** ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Department of Architectural Technology, Faculty of Architecture, Silpakorn University, E-mail:
mongkolsawat_d@silpakorn.edu

Abstract

This research aimed to compare electricity consumption in higher education buildings in Thailand, before and after changing the academic-term dates to coincide with other ASEAN countries. Additional objective was to indicate the impact of the change on occupant thermal comfort. The findings would be used for proposing approaches to reduce energy consumption that may result from the change. Three buildings, located in Silpakorn University, Sanamchandra campus, were selected as the case studies of this research. The building energy simulation results showed that after the change the electrical usage in all three buildings had increased by 2,234-4,063 kWh per year or 0.58-1.04%. On the user side, Adaptive comfort model from ASHRAE Standard 55-2013 was adopted to evaluate the occupant thermal comfort in non-air-conditioned areas. The results suggested that after the change the number of working hours in term 1 and 2 that fall within the comfort zone decreased from 44% to 36%. Considering uncomfortable hours, the percentage of working hours when the outdoor temperatures became unacceptably hot increased from 12% to 27% of the total working hours. This study suggested that by improving the thermal insulation of existing building envelopes to comply with the OTTV and RTTV regulations, it could reduce the energy usage by 1,389-4,725 kWh per year. In addition, by managing time of use, for example, to avoid or reduce the usage of air conditioning during the months with a high temperature or in the afternoon hours, the cooling degree hours could be reduced by 2% and 24%.

Keyword: Building energy simulation, thermal comfort, higher education building, Thailand, ASEAN

บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) คณะกรรมการการอุดมศึกษา (กกอ.) ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย (ทปอ.) ที่ประชุมอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (ทปอ.มทร.) และสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.) ได้มีมติร่วมกันให้เปลี่ยนเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาของสถานศึกษาในประเทศไทย เพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มประเทศอาเซียนและประเทศสากลทั่วโลก โดยจะเปลี่ยนช่วงเวลาการเรียนการสอนภาคการศึกษาต้นจากเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม เป็นกลางเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนธันวาคม และภาคการศึกษาปลายจากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม เป็นกลางเดือนมกราคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม และให้สถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยนำมตินี้ไปปฏิบัติตั้งแต่ปีการศึกษา 2557 เป็นต้นมา (ศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงศึกษาธิการ, 2555)

การเปลี่ยนเวลาการเปิดภาคการศึกษานี้ ทำให้มีการใช้อาคารเรียนในฤดูร้อนเต็มเวลา ซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้การใช้พลังงานในการปรับอากาศในอาคารสถานศึกษาเพิ่มสูงขึ้น ในปี 2557 สาขาธุรกิจการค้า (ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล โรงแรม สถานศึกษา) ใช้พลังงานทั้งสิ้น 5,477 ktoe แบ่งเป็นการใช้ไฟฟ้าสูงสุดคิดเป็น 5,052 ktoe รองลงมาเป็นน้ำมันสำเร็จรูป (412 ktoe) พลังงานหมุนเวียน (12 ktoe) และก๊าซธรรมชาติ (1 ktoe) ตามลำดับ โดยสถิติการใช้พลังงานดังกล่าวตั้งแต่ปี 2550-2557 พบว่าการใช้ไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าการใช้พลังงานในภาพรวมจะมีแนวโน้มลดลงในบางปี (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558)

นอกจากนี้ การใช้อาคารสถานศึกษาในช่วงฤดูร้อน จะทำให้ได้รับอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) อย่างชัดเจน อำนาจ ชิดไธสง (2552) ระบุว่า จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศของไทย ในช่วง พ.ศ.2497-2553 (56 ปี) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น ประมาณ 0.5-1 องศาเซลเซียส และคาดว่าในช่วงปลายศตวรรษนี้ อุณหภูมิโดยรวมจะสูงขึ้นอีก 0.6-2 องศาเซลเซียส และจำนวนวันที่มีอุณหภูมิอากาศสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสจะเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้จะกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศมากที่สุด ส่วนพื้นที่ที่ยังไม่มีการปรับอากาศ อัตราการเกิดสภาวะไม่สบายของผู้ใช้อาคารอาจสูงขึ้น และอาจส่งผลต่อเนื่องให้มีความต้องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ หรือการออกแบบอาคารปรับอากาศอย่างสมบูรณ์ (Fully air-conditioned buildings) เพิ่มขึ้นอีกในอนาคต

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยและสภาวะสบายของผู้ใช้อาคารก่อนและหลังการเปลี่ยนเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาในประเทศไทยให้สอดคล้องกับกลุ่มประเทศอาเซียน โดยตั้งสมมติฐานว่า ภายหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนจะสูงขึ้น และมีโอกาสเกิดสภาวะไม่สบายสูงขึ้นด้วย ซึ่งผลการศึกษานี้จะถูกนำไปใช้เสนอแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่อาจเพิ่มขึ้นต่อไป

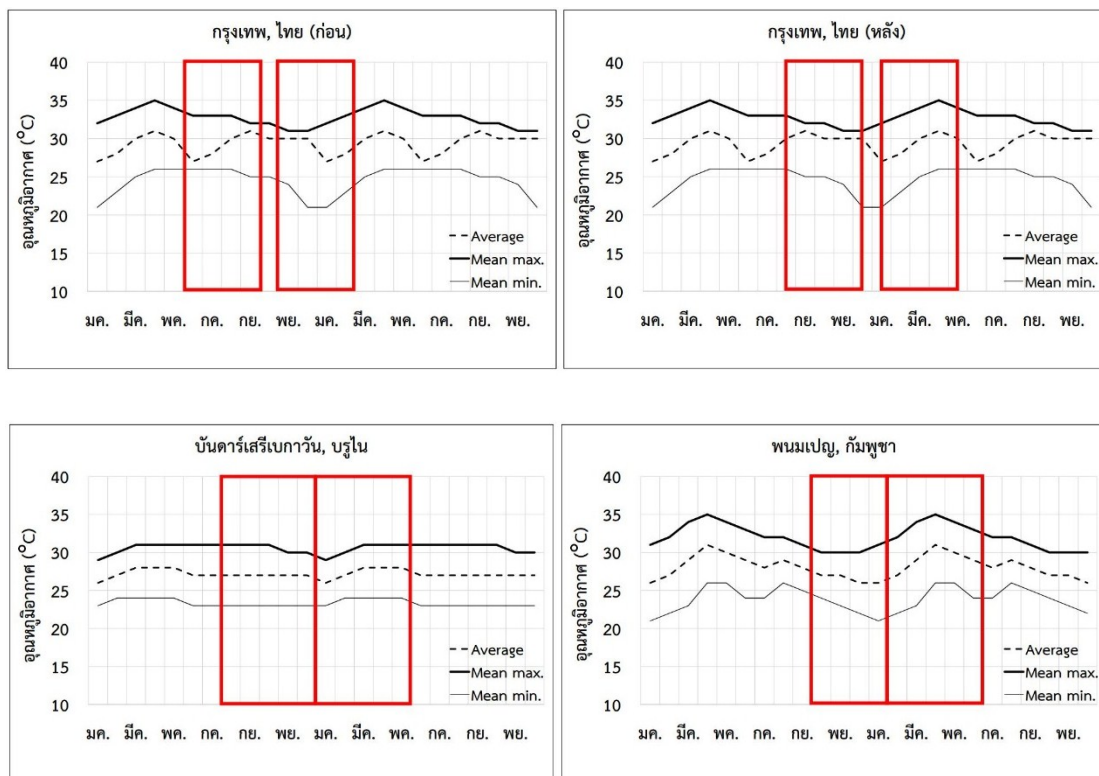
1. ช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศในกลุ่ม AEC

ประเทศสมาชิกในกลุ่ม ASEAN Economic Community (AEC) ประกอบด้วย ไทย บรูไน กัมพูชา อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ และ เวียดนาม ซึ่งอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นเป็นส่วนใหญ่ และมีอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกัน

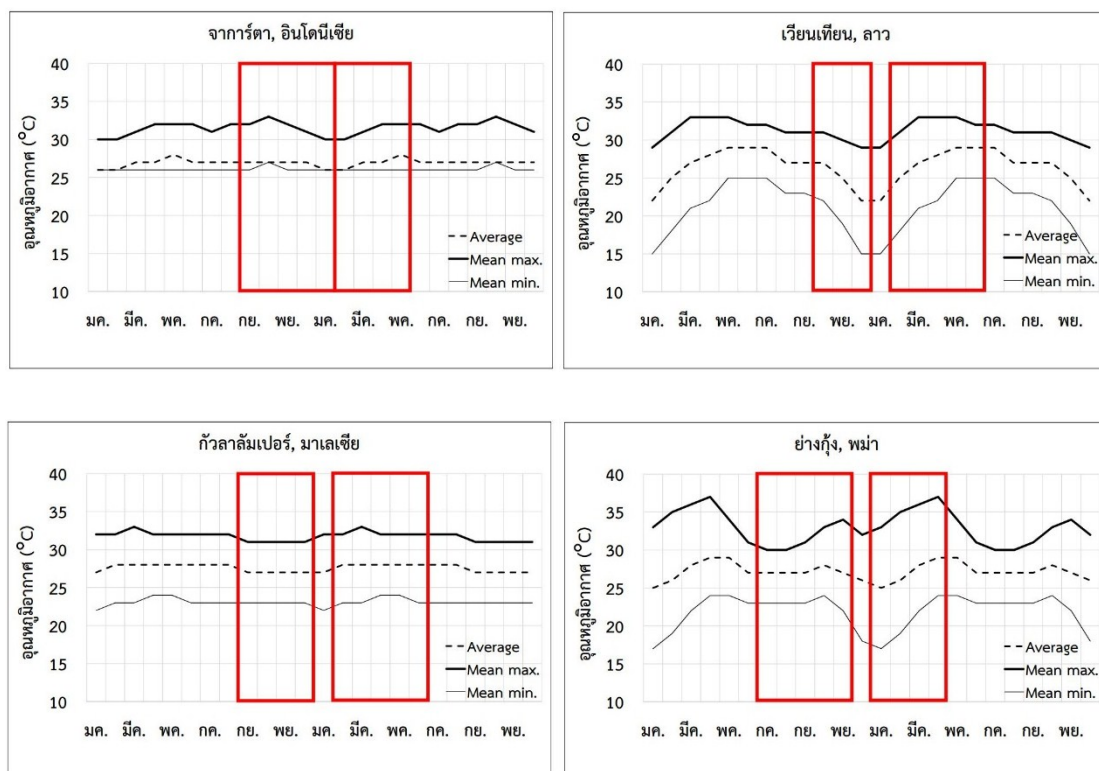
คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาในกลุ่มประเทศ AEC และความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศในแต่ละเดือน เพื่อวิเคราะห์ความเหมือนหรือความแตกต่างกันในแต่ละประเทศ โดยเก็บข้อมูลช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของมหาวิทยาลัยสำคัญในแต่ละประเทศเป็นกรณีศึกษา ได้แก่

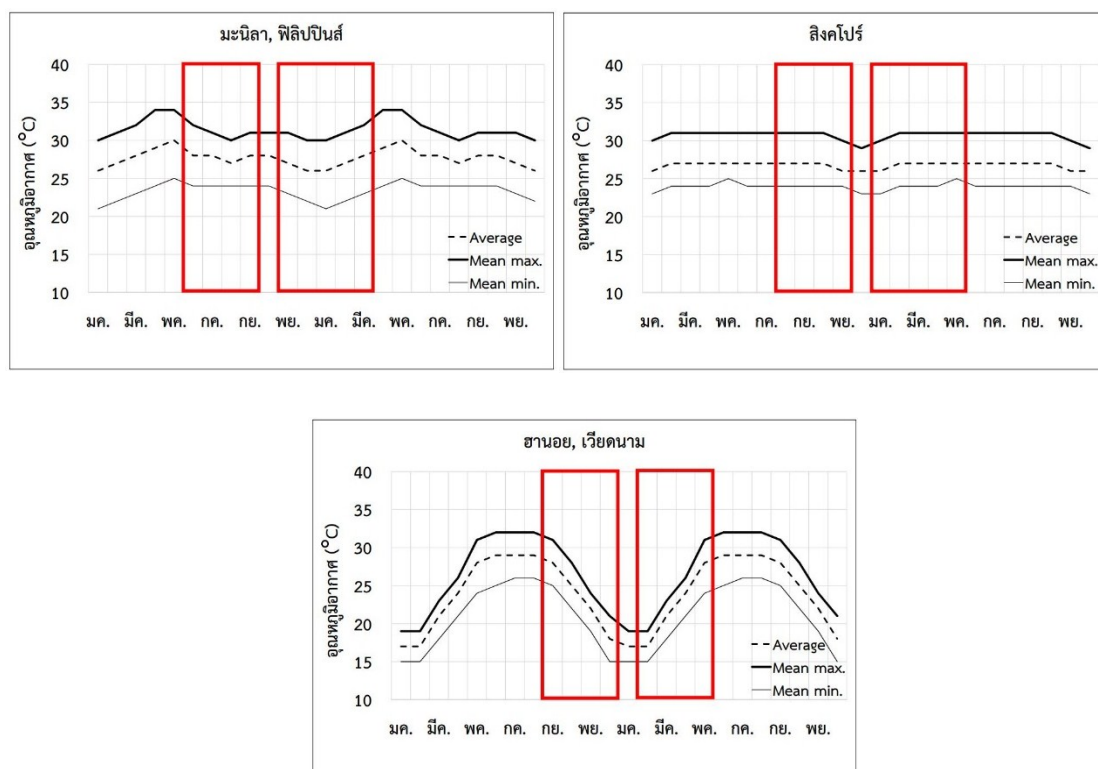
- 1) .ไทย – มหาวิทยาลัยศิลปากร
- 2) .บรูไน – Universiti Brunei Darussalam
- 3) .กัมพูชา – The Royal University of Phnom Penh
- 4) .อินโดนีเซีย – Universitas Gadjah Mada
- 5) .ลาว – National University of Laos
- 6) .มาเลเซีย – University of Malaya
- 7) .พม่า – University of Yangon
- 8) .ฟิลิปปินส์ – University of the Philippines
- 9) .สิงคโปร์ – National University of Singapore
- 10) เวียดนาม – Vietnam National University

ภาพที่ 1 แสดงช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาต้นและปลาย (ในรอบสี่เหลี่ยม) ของสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาในกลุ่มประเทศ AEC และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน (จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาของแต่ละประเทศ) ของเมืองที่เป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยสำคัญในประเทศนั้นๆ



ภาพที่ 1 ช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของมหาวิทยาลัยในกลุ่มประเทศ AEC และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน (แสดงรอบ 2 ปีต่อเนื่อง)





ภาพที่ 1 (ต่อ) ช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของมหาวิทยาลัยในกลุ่มประเทศ AEC และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน (แสดงรอบ 2 ปีต่อเนื่อง)

จากข้อมูลเบื้องต้นในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าในภาพรวม ช่วงเวลาการเปิด-ปิดภาคเรียนของแต่ละประเทศยังมีความแตกต่างกันทั้งช่วงเดือนและระยะเวลาในแต่ละภาคการศึกษา เมื่อพิจารณาสภาพอากาศจะพบว่า กรุงเทพฯ ประเทศไทย มีอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยที่ 35 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน สูงกว่าเมืองหลวงของประเทศส่วนใหญ่ในกลุ่ม AEC 1-4 องศา เป็นรองจากเมืองย่างกุ้ง ประเทศพม่า ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยที่ 37 องศาเซลเซียส โดยที่ก่อนการเปลี่ยนแปลง สถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทยไม่มีการเรียนการสอนในช่วงนี้ ในขณะที่ประเทศอื่นเกือบทุกประเทศจะมีการเรียนการสอนคาบเกี่ยวในช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ยกเว้นเพียง 2 ประเทศ ได้แก่ ฟิลิปปีนส์ และเวียดนาม และมี 2 ประเทศที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุดเฉลี่ยกินช่วงเวลาหลายเดือน (8-9 เดือน) จึงไม่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาเรียน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าประเทศส่วนใหญ่จะมีการเรียนการสอนในช่วงอากาศร้อน แต่ประเทศที่มีอุณหภูมิอากาศสูงกว่า (35 องศาเซลเซียส ขึ้นไป) ย่อมมีความเสี่ยงที่จะเกิดสภาวะไม่สบายมากกว่า และมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานในการปรับอากาศสูงกว่า ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ ประเทศพม่า ไทย และกัมพูชา ตามลำดับ

2. ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารสถานศึกษา

จากข้อมูลอ้างอิงในปี 2550 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารสถานศึกษาคิดเป็น 6% (1,102 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาคอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ทั้งหมด 19,125 กิกะวัตต์-ชั่วโมง โดยดัชนีการใช้พลังงานของสถานศึกษาที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงคิดเป็น 102 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/ปี (กระทรวงพลังงาน, 2554) จากการคาดการณ์ของกระทรวงพลังงานเพื่อจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554-2573) พบว่าในปี 2573 หากโครงสร้างทางเศรษฐกิจและความต้องการใช้พลังงานไม่เปลี่ยนแปลง อาคารสถานศึกษาจะมี

ความต้องการการใช้พลังงานสูงถึง 12,947 กิกะวัตต์-ชั่วโมง สูงเป็นอันดับหนึ่ง ตามด้วยกลุ่มอาคารสำนักงาน (11,211 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) และห้างสรรพสินค้า (8,466 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) ในขณะเดียวกันก็จัดเป็นประเภทอาคารที่มีศักยภาพการประหยัดไฟฟ้าสูงเป็นอันดับที่ 2 ของกลุ่มอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ คือ ยังสามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 25% รองจากกลุ่มอาคารสำนักงาน (ลดได้ 26%) หากมีการปรับปรุงหรือออกแบบอาคารที่สามารถลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร และการเพิ่มประสิทธิภาพการปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ให้สูงขึ้น (กระทรวงพลังงาน, 2554: 3-12) แสดงให้เห็นว่ากรอบอาคารและงานระบบต่างๆ ในอาคารสถานศึกษาในปัจจุบันยังมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไม่สูงนัก ถึงแม้ว่าในปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้มีการปรับปรุงแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558-2579 (กระทรวงพลังงาน, 2558) และวางมาตรการต่างๆ โดยกำหนดเป้าหมายการลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity – EI) สำหรับอาคารลงร้อยละ 30 ในปี พ.ศ.2579 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553 แต่พบว่าผลการดำเนินงานในปัจจุบัน (พ.ศ.2559) ยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายนัก คือ ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคธุรกิจ 44,639 กิกะวัตต์-ชั่วโมง (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2560: 4) สูงกว่าเมื่อปี พ.ศ. 2553 (35,980 กิกะวัตต์-ชั่วโมง) (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2554: 26) และมาตรการที่มุ่งเน้นที่กลุ่มอาคารสร้างใหม่หรือการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ มักทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงกรอบอาคารที่เป็นปัญหาอยู่

ในปัจจุบันการดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารสถานศึกษา เป็นไปภายใต้กฎหมาย กล่าวคือ อาคารสถานศึกษาที่เข้าข่ายเป็นอาคารควบคุม ตามพระราชบัญญัติกำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (ฉบับแก้ไข พ.ศ.2550) ต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงที่ออกตามพระราชบัญญัตินี้ดังกล่าว ซึ่งควบคุมทั้งอาคารเดิมและอาคารสร้างใหม่หรือดัดแปลง โดยมีกฎกระทรวงที่สำคัญ 2 ฉบับ ได้แก่ 1) กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2552 และ 2) กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552

หลังจากประกาศกฎกระทรวงดังกล่าว กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้จัดทำโครงการส่งเสริมและกำกับอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง ขอบเขตงานส่วนหนึ่งของโครงการคือการตรวจประเมินประสิทธิภาพของอาคารตามเกณฑ์กฎกระทรวง มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารตามกฎกระทรวงฯ ในการดำเนินงานโครงการดังกล่าวในปี พ.ศ.2553-2554 ได้มีการตรวจประเมินประสิทธิภาพของอาคารจากแบบอาคาร จำนวน 79 อาคาร ในจำนวนนี้เป็นอาคารสถานศึกษา จำนวน 13 อาคาร มีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 2,568-12,027 ตารางเมตร ความสูงอาคาร ตั้งแต่ 3-13 ชั้น ผลการตรวจประเมินพบว่าสำหรับระบบกรอบอาคาร อาคารสถานศึกษาที่ตรวจประเมินมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (Overall thermal transfer value – OTTV) ตั้งแต่ 30.2-106.2 วัตต์/ตารางเมตร โดยมีอาคารที่ผ่านเกณฑ์ค่า OTTV (ไม่เกิน 50 วัตต์/ตารางเมตร) จำนวน 6 อาคาร และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 อาคาร ส่วนผลการตรวจประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (Roof thermal transfer value – RTTV) พบว่ามีค่าตั้งแต่ 5.4-80.9 วัตต์/ตารางเมตร โดยอาคารที่ผ่านเกณฑ์ค่า RTTV (ไม่เกิน 15 วัตต์/ตารางเมตร) มีจำนวน 4 อาคาร และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 อาคาร ส่วนระบบแสงสว่าง พบว่ามีค่าตั้งแต่ 2.6-21.2 วัตต์/ตารางเมตร โดยมีอาคารที่ผ่านเกณฑ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 13 อาคาร และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 อาคาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) ผลการประเมินประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของกรอบอาคารนี้ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาก่อนหน้านั้น ซึ่งพบว่าอาคารเรียนเก่าที่สร้างขึ้นก่อนที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 จะมีผลบังคับใช้ มีกรอบอาคารที่มีค่าการต้านทานความร้อนต่ำ และมีการรั่วซึมของอากาศผ่านช่องเปิดสูง เนื่องจากไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นอาคารปรับอากาศ

แต่เมื่อมีการติดตั้งระบบปรับอากาศก็ไม่ได้มีการปรับปรุงกรอบอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานที่เปลี่ยนไป (อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ, 2552: 28)

จากผลการศึกษาดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศสถานศึกษาส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอาคารเก่า ยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น เมื่อสถานศึกษาต้องปรับเปลี่ยนเวลาเรียนไปเป็นช่วงที่อากาศร้อน อาคารกลุ่มนี้จะได้รับผลกระทบมาก หากไม่มีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนให้กับกรอบอาคารเดิม

การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เริ่มดำเนินการหลังจากที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาไปแล้ว จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลบางอย่างจากสถานที่จริงได้ เช่น พฤติกรรมการใช้อาคารจริงก่อนมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงกำหนดกระบวนการดำเนินการวิจัย เป็นการจำลองปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการคำนวณสถานะสบาย แทนการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงโดยตรง ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้ดีกว่า โดยได้เลือกอาคารเรียนกรณีศึกษาตามเกณฑ์ดังนี้ 1) เป็นอาคารที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เดียวกัน เพื่อจำกัดความแตกต่างด้านสภาพอากาศภายนอกและสภาพแวดล้อมรอบๆ อาคาร 2) เป็นอาคารที่มีห้องบรรยายเป็นหลัก หลีกเลี่ยงอาคารที่มีการใช้งานเฉพาะทาง เพื่อให้อาคารที่เลือกสามารถเป็นตัวแทนของอาคารเรียนโดยทั่วไปได้ และ 3) เป็นอาคารที่มีการใช้งานสม่ำเสมอในช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมา เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังได้

จากเกณฑ์ดังกล่าว จึงได้เลือกอาคารเรียนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูน ในมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม เป็นกรณีศึกษา 3 อาคาร (ภาพที่ 2) ได้แก่

กรณีศึกษาที่ 1 อาคาร 50 ปี อายุอาคาร 23 ปี สูง 8 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 11,168 ตารางเมตร

กรณีศึกษาที่ 2 อาคาร 36 ปี อายุอาคาร 14 ปี สูง 6 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 7,200 ตารางเมตร

กรณีศึกษาที่ 3 อาคารคณะศึกษาศาสตร์ 3 อายุอาคาร 10 ปี สูง 6 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 7,442

ตารางเมตร



ภาพที่ 2 อาคารกรณีศึกษาที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

เมื่อกำหนดอาคารกรณีศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในสภาพอากาศแบบเดียวกัน และใช้สำหรับบรรยายเป็นหลัก ได้แล้ว คณะผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการศึกษาออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพการอบอาคาร การจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า และการคำนวณสภาวะสบาย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินประสิทธิภาพการอบอาคาร

ในเบื้องต้นอาคารกรณีศึกษาทั้ง 3 หลัง จะถูกประเมินค่าการส่งผ่านความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV และ RTTV) ด้วยโปรแกรม BEC V.1.0.6 เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของกรอบอาคาร เนื่องจากกรอบอาคารเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศภายนอก และมีผลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศโดยตรง และข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้วิเคราะห์แนวทางการประหยัดพลังงานในส่วน of กรอบอาคารต่อไป

2. การจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา คือ โปรแกรม EnergyPlus 8.3 และ โปรแกรม OpenStudio 1.9.0 ในการจำลองได้แบ่งโซนอาคารออกเป็น 17 ประเภทที่มีลักษณะการใช้พื้นที่แตกต่างกัน และกำหนดจำนวนผู้ใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า จากการสำรวจจริงหรือตามมาตรฐานที่ทำได้ ส่วนการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง การรั่วซึมของอากาศ การระบายอากาศ ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ เป็นไปตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1 2007 (ASHRAE, 2007) หรือเกณฑ์กฎกระทรวงฯ ที่เกี่ยวข้อง ช่วงเวลาการใช้สอยอาคารที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบกับ ยึดตามปฏิทินการศึกษาปีการศึกษา 2556 (ก่อน) และ 2557 (หลัง) ของมหาวิทยาลัยศิลปากร และทำการจำลองให้มีการเรียนการสอนในภาคการศึกษาต้นและปลาย ไม่รวมภาคฤดูร้อน ตั้งแต่วันจันทร์-ศุกร์ ไม่นับวันเสาร์-อาทิตย์และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ซึ่งมีการเข้ามาใช้อาคารน้อย เวลาทำการเป็น 9:00-17:00 น. ทั้งนี้ ในการจำลองได้กำหนดอัตราการใช้พื้นที่ห้องเรียนเป็น 60% (จากการหาค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ห้องเรียนตามตารางสอน) และพื้นที่สำนักงานเป็น 100% ของเวลาทำการ ส่วนพื้นที่อื่นๆ ใช้การประมาณอัตราการใช้พื้นที่ตามความเหมาะสม ส่วนข้อมูลสภาพอากาศที่ใช้ในการจำลองได้จาก Weather data ของโปรแกรม Meteonorm

3. การคำนวณสภาวะสบาย

สมการการคำนวณสภาวะสบายสำหรับพื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศที่เลือกใช้มาจาก Adaptive model comfort zone ใน ASHRAE Standard 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (สมการที่ 1 และ 2) และใช้เกณฑ์ 80% Acceptable คือ สภาวะสบายที่คน 80% ที่ใช้พื้นที่นั้นยอมรับได้ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไปเมื่อผู้ใช้อาคารเป็นผู้มีสุขภาพดี และสามารถปรับตัวได้พอสมควร โดยมีรายละเอียดและเงื่อนไข ดังนี้ (ASHRAE, 2013: 12-13)

ขอบเขตล่างของสภาวะสบายที่ 80% ของผู้ใช้อาคาร (°C) = $0.31 * \overline{t_{pmo(out)}} + 14.3$ สมการที่ 1

ขอบเขตบนของสภาวะสบายที่ 80% ของผู้ใช้อาคาร (°C) = $0.31 * \overline{t_{pmo(out)}} + 21.3$ สมการที่ 2

เมื่อ $t_{pmo(out)}$ คือ Prevailing mean outdoor air temperature ได้จากการคำนวณค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศแห้ง (Dry bulb temperature – DBT) เฉลี่ยรายวัน ของ 7-30 วัน ก่อนหน้าวันที่จะคำนวณสถานะสบาย แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายเดือนจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครปฐม แทน เนื่องจากสภาพอากาศในแต่ละวันมีความแปรปรวนน้อย และเมื่อคำนวณขอบเขตสถานะสบายได้แล้ว จะนำไปเปรียบเทียบกับสภาพอากาศรายชั่วโมง เฉลี่ย 10 ปี ของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อหาจำนวนชั่วโมงที่อยู่ในขอบเขตสถานะสบายต่อไป การคำนวณสถานะสบายคิดเฉพาะภาคการศึกษาต้นและปลาย ทุกวันรวมวันหยุด ตั้งแต่เวลา 9:00-17:00 น. การคิดรวมวันหยุดเพราะนักศึกษาในระดับอุดมศึกษามักใช้เวลาช่วงเสาร์-อาทิตย์ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วย แม้ว่าจะไม่ได้เข้ามาใช้อาคารเรียนของมหาวิทยาลัย จึงได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศเช่นเดียวกับวันทำการปกติ

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของกรอบอาคารเบื้องต้น พบว่ายังมีส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 (ตารางที่ 1) เนื่องจากกรอบอาคารส่วนใหญ่ใช้วัสดุหรือฉนวนป้องกันความร้อนที่มีค่าการต้านทานความร้อนไม่เพียงพอ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของกรอบอาคาร

ค่าประเมิน	เกณฑ์	อาคาร 50 ปี	อาคาร 36 ปี	อาคารศึกษา 3
OTTV (วัดต/ตร.ม.)	50.00	55.15 (ไม่ผ่าน)	48.90 (ผ่าน)	60.83 (ไม่ผ่าน)
RTTV (วัดต/ตร.ม.)	15.00	18.78 (ไม่ผ่าน)	35.47 (ไม่ผ่าน)	11.46 (ผ่าน)

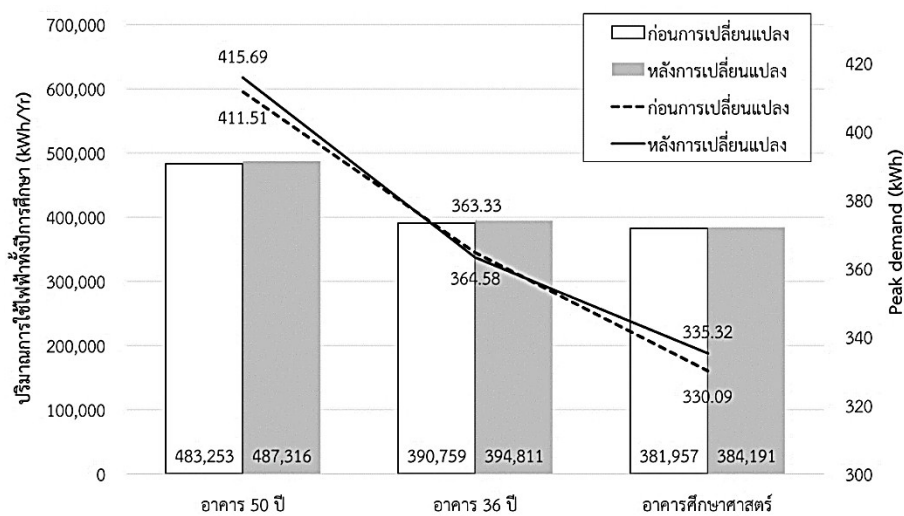
ผลการประเมินค่า OTTV และ RTTV นี้ต่ำกว่าความเป็นจริง โดยจากการศึกษาของ ธารา จำเริญดำรงการ (2556) พบว่าการใช้โปรแกรม BEC อาจมีความคลาดเคลื่อน $\pm 2\%$ ในการคำนวณส่วนผนังหรือหลังคาทึบ และอาจมีความคลาดเคลื่อนถึง -42% ในส่วนผนังหรือหลังคาโปร่งแสงที่มีอุปกรณ์บังแดด หมายความว่า ค่า OTTV และ RTTV ที่แท้จริงมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงกว่า หรือมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้

ผลการจำลองปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม EnergyPlus 8.3 และ OpenStudio 1.9.0 ของทั้ง 3 อาคาร (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน มีการใช้พลังงานในอาคาร 50 ปี อาคาร 36 ปี และอาคารศึกษาศาสตร์ 3 เพิ่มขึ้น 4,063 ; 4,052 และ 2,234 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ตามลำดับ หรือคิดเป็น 0.58-1.04%

ภายหลังการเปลี่ยนแปลง ช่วงที่มีช่วงเวลาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น 4.17-5.24 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 1.01-1.59% ยกเว้นกรณีของอาคาร 36 ปี ซึ่งมีช่วงเวลาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ลดลง 1.26 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 0.34% และช่วงเวลาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด เปลี่ยนจากช่วงเดือนมิถุนายน เป็นเดือนเมษายน ณ เวลา 9:00-10:00 น. เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า Cooling degree hours (CDH) หรือ ผลรวมของแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกในช่วงเวลาที่ใช้อาคาร (คำนวณเป็นรายชั่วโมงตั้งแต่ 9:00-17:00 น. ของทุกวัน) และอุณหภูมิภายในที่กำหนด (Set point temperature) ซึ่งกรณีที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิภายในที่กำหนด จะต้องมีการปรับอากาศให้เย็นลง โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้อุณหภูมิภายในเป็น 25 องศาเซลเซียส พบว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลง ค่า CDH สูงขึ้น 1,117.2 degrees (จาก 8,660.6 เป็น 9,777.8 degrees) หรือประมาณ 13% ซึ่งการประเมินค่า CDH นี้ เป็นการเปรียบเทียบภาระในการทำความเย็นให้กับ

อาคาร ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง ที่มีสาเหตุมาจากการปรับเปลี่ยนไปใช้อาคารเรียนในช่วงเดือนที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นโดยตรง

สาเหตุที่ทำให้อาคาร 36 ปี มีค่าการใช้พลังงานสูงสุดหลังเปลี่ยนภาคการศึกษา ต่ำกว่าก่อนเปลี่ยนภาคการศึกษานั้น คาดว่าส่วนหนึ่งเนื่องมาจากอาคารหลังนี้มีห้องประชุมที่ใช้บรรยายขนาดใหญ่ 2 ห้อง ซึ่งมีการปรับอากาศและระบายอากาศ ประกอบกับมีวัสดุผนังที่ต้านทานความร้อนได้ดี และมีพื้นที่ทางเดินด้านข้างห้องประชุมที่ช่วยป้องกันความร้อนจากภายนอกก่อนเข้าสู่ห้องประชุม จากข้อมูลสภาพอากาศพบว่า ช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ก่อนเปลี่ยนภาคการศึกษา (20 มิถุนายน 9:00-10:00) อากาศภายนอกมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด หลังเปลี่ยนภาคการศึกษา (8 เมษายน 9:00-10:00) ก่อนการเปลี่ยนแปลงจึงมีภาระความเย็นแฝง (Latent cooling load) ที่สูงกว่า ทำให้ผลรวมของการใช้พลังงานของอาคาร หลังเปลี่ยนภาคการศึกษามีค่าต่ำกว่าก่อนเปลี่ยนภาคการศึกษา



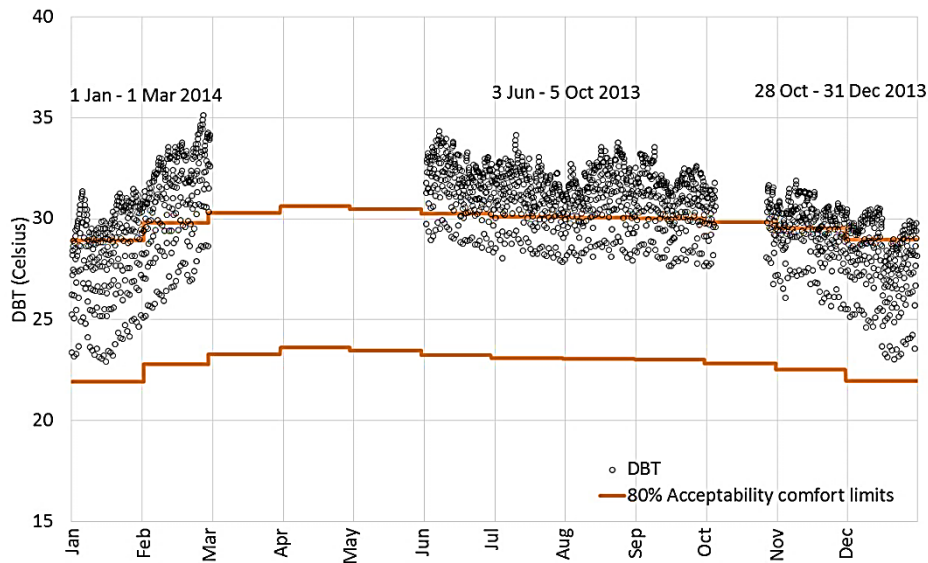
ภาพที่ 3 ผลการจำลองปริมาณการใช้พลังงานก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน (กราฟแท่ง แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า แกนซ้าย และกราฟเส้น แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด แกนขวา)

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนกันค่อนข้างมาก ยกตัวอย่างเช่น การจำลองปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปีการศึกษา 2557 สูงกว่าค่าจริง 32-192% เพราะในการจำลองฯ ต้องการทดสอบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียนเพียงตัวแปรเดียว และควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการใช้อาคารให้เป็นไปตามมาตรฐาน เหมือนกันทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่ามาตรฐานที่ใช้ในการจำลองอาจสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง เช่น อัตราการใช้พื้นที่ห้องเรียนในความเป็นจริงมีค่าตั้งแต่ 34-72% แต่ในการจำลองกำหนดให้เป็น 60% ทั้งหมด หรืออัตราการระบายอากาศในความเป็นจริงอาจต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ใช้ในการจำลอง ซึ่งการปรับปรุงผลการจำลองกับการใช้งานจริงให้มีความใกล้เคียงกันมากยิ่งขึ้นนั้น อาจต้องใช้วิธีการบันทึกการใช้อาคารที่เกิดขึ้นจริงอย่างละเอียด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการจำลองการใช้พลังงานในอาคาร

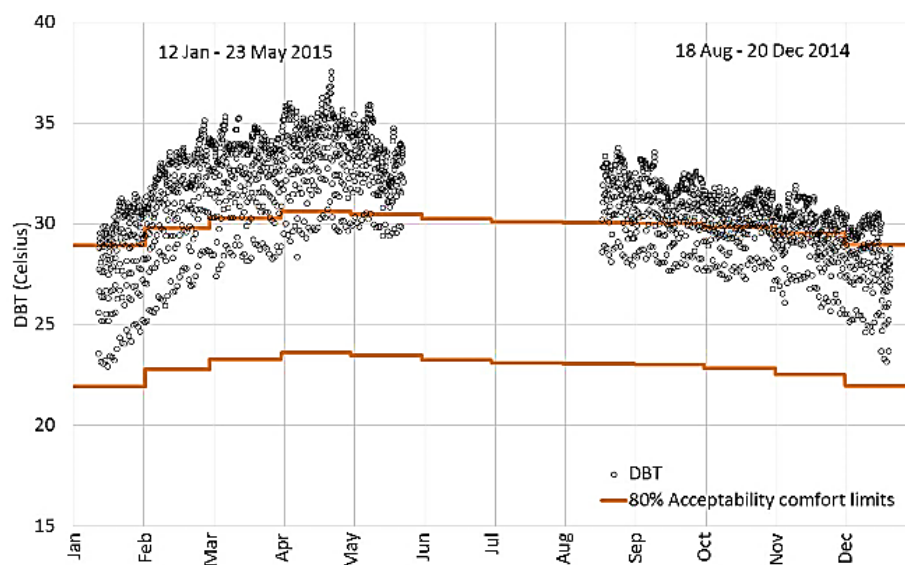
ประเด็นที่น่าสังเกตเพิ่มเติมจากการพิจารณาปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงในปีการศึกษา 2557 เปรียบเทียบกับปีการศึกษา 2556 เพียงปีเดียว พบว่าในปีการศึกษา 2557 มีการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น 4-26% ซึ่งอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ในปีการศึกษา 2556 พบว่าเป็นปีที่มีสภาพอากาศเย็นกว่าปีอื่นๆ ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มีปริมาณการใช้

ไฟฟ้าต่ำ และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงย้อนหลังไปอีกถึงปีการศึกษา 2555 และ 2554 ซึ่งมีสภาพอากาศใกล้เคียงกับปีการศึกษา 2557 มากกว่า กลับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของความสบายของผู้ใช้อาคารที่อาจเปลี่ยนแปลงไป ผลการคำนวณสภาวะสบายด้วย Adaptive comfort model สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศหรือพื้นที่ภายนอกอาคาร เปรียบเทียบกับอุณหภูมิในช่วงพักทำการ (ภาพที่ 4 และ 5 และ ตารางที่ 2) พบว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลงจะมีช่วงพักทำการรวมทั้ง 2 ภาคการศึกษาที่อยู่ในสภาวะสบายลดลง 154 ชั่วโมง (จาก 990 เหลือ 836 ชั่วโมง) หรือลดลง 8% ของช่วงพักทำการทั้งหมด



ภาพที่ 4 อุณหภูมิอากาศในช่วงภาคการศึกษา 1 และ 2 กับขอบเขตสภาวะสบาย
ก่อนการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน



ภาพที่ 5 อุณหภูมิอากาศในช่วงภาคการศึกษา 1 และ 2 กับขอบเขตสภาวะสบาย
หลังการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียน

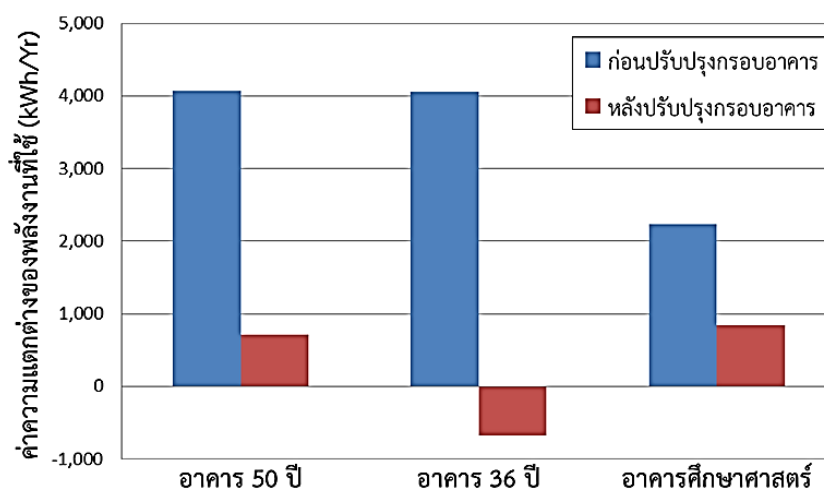
ตารางที่ 2 จำนวนชั่วโมงทำการ แจกแจงตามระดับอุณหภูมิ ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง

ระดับอุณหภูมิ	จำนวนชั่วโมงทำการ (ชั่วโมง)					
	ก่อนเปลี่ยนแปลง			หลังเปลี่ยนแปลง		
	ภาคต้น	ภาคปลาย	รวม	ภาคต้น	ภาคปลาย	รวม
สภาวะสบาย	336 (30%)	654 (58%)	990 (44%)	542 (48%)	294 (25%)	836 (36%)
นอกสภาวะสบาย แต่ไม่เกิน 32°C	602 (53%)	390 (35%)	992 (44%)	526 (47%)	329 (28%)	855 (37%)
นอกสภาวะสบาย 33°C ขึ้นไป	187 (17%)	81 (7%)	268 (12%)	57 (5%)	565 (47%)	622 (27%)
รวมชั่วโมงทำการ ทั้งหมด	1,125 (100%)	1,125 (100%)	2,250 (100%)	1,125 (100%)	1,188* (100%)	2,313 (100%)

หมายเหตุ * จำนวนชั่วโมงทำการของภาคปลายภายหลังการเปลี่ยนแปลงมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากมีวันหยุดมากขึ้น ทำให้ต้องขยายเวลาเรียน

สำหรับอุณหภูมิที่อยู่นอกขอบเขตสภาวะสบาย Baker and Standeven (1997) กล่าวว่า การปรับตัวทางอุณหภูมิเพื่อรักษาสภาวะสบายในสภาพอากาศร้อนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ ไม่ว่าจะเป็นการใช้พัดลม การเปิดหน้าต่าง การปรับเครื่องแต่งกาย การลดกิจกรรม อาจจะช่วยขยายขอบเขตบนของสภาวะสบายออกไปได้อีก 2.2 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาความสามารถในการปรับตัวของผู้ใช้อาคารดังกล่าว สรุปได้ว่า ภายหลังจากเปลี่ยนแปลง มีชั่วโมงทำการที่ร้อนแต่ปรับตัวได้ (ไม่เกิน 32 องศาเซลเซียส) ลดลง 137 ชั่วโมง (จาก 992 เหลือ 855 ชั่วโมง) หรือ 7% ของชั่วโมงทำการทั้งหมดในขณะที่มีจำนวนชั่วโมงทำการที่ร้อนเกินไป ปรับตัวได้ยาก (ตั้งแต่ 33 องศาเซลเซียส ขึ้นไป) สูงขึ้นถึง 354 ชั่วโมง (จาก 268 เป็น 622 ชั่วโมง) หรือ 15% ของชั่วโมงทำการทั้งหมด ทั้งนี้ นอกจากปัจจัยด้านอุณหภูมิอากาศแล้ว พบว่า ภายหลังจากเปลี่ยนแปลง ได้มีการขยายปฏิทินการศึกษาในภาคปลายซึ่งตรงกับฤดูร้อนให้ยาวนานขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากมีวันหยุดมากขึ้น จึงน่าจะเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้จำนวนชั่วโมงทำการที่อยู่นอกสภาวะสบายสูงขึ้น ซึ่งเป็นความเสี่ยงสำหรับผู้ที่ต้องทำกิจกรรมในพื้นที่ไม่ปรับอากาศหรือนอกอาคารเรียน โดยผลจากงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (เช่น Hancock, Ross and Szalma, 2007: 851-877; Tanabe, Haned and Nishipana, 2007: 26-31) แสดงให้เห็นว่า ความไม่สบายทางอุณหภูมิส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้อยู่อาศัย

จากผลการศึกษา คณะผู้วิจัยได้ทดลองแนวทางการลดการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนี้ ด้วยการจำลองการปรับปรุงกรอบอาคารให้ผ่านเกณฑ์กฎกระทรวงฯ โดยการเพิ่มฉนวนใยแก้วความหนาแน่น 16 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร หนา 5 เซนติเมตร และแผ่นยิปซัม ที่ผนังและหลังคาส่วนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์และจำลองปริมาณการใช้ไฟฟ้า จะทำให้ค่า OTTV ของกรณีศึกษาที่ 1-3 ลดลงเหลือ 32.21, 27.43 และ 45.11 วัตต์/ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนค่า RTTV ของกรณีศึกษาที่ 1-3 ลดลงเหลือ 10.79, 14.35 และ 11.46 วัตต์/ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 1,389-4,725 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี (ภาพที่ 6) มากพอที่จะชดเชยปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาได้เกือบทั้งหมด หากมีการปรับปรุงวัสดุผนังจากอิฐมวลเบา (ค่า OTTV ประมาณ 45 วัตต์/ตารางเมตร) เป็นอิฐมวลเบาชั้นเดียว (ค่า OTTV ประมาณ 29 วัตต์/ตารางเมตร) หรือสองชั้น (ค่า OTTV ประมาณ 14 วัตต์/ตารางเมตร) จะยิ่งช่วยลดการใช้พลังงานลงได้มากยิ่งขึ้น (พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์, 2553)



ภาพที่ 6 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นหลังเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษา เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงอาคาร

ส่วนอีกแนวทางหนึ่ง คือ การหลีกเลี่ยงการเรียนการสอนในช่วงที่มีอากาศร้อน โดยปรับภาคการศึกษาไปเป็นระบบไตรภาคเหมือนมหาวิทยาลัยในกลุ่มประเทศยุโรป สอดคล้องกับความต้องการที่จะให้ช่วงเวลารับการเรียนการสอนของประเทศไทยเป็นสากลอย่างแท้จริง โดยจำลองพฤติกรรมการศึกษาของประเทศอังกฤษเป็น 3 ภาคการศึกษา ดังนี้

- ภาคการศึกษาที่ 1 28 กันยายน 2558 – 18 ธันวาคม 2558 (12 สัปดาห์)
- ภาคการศึกษาที่ 2 11 มกราคม 2559 – 24 มีนาคม 2559 (11 สัปดาห์)
- ภาคการศึกษาที่ 3 25 เมษายน 2559 – 10 มิถุนายน 2559 (7 สัปดาห์)

หากพิจารณาทั้งระบบ การสอนระบบไตรภาคจะทำให้มีจำนวนสัปดาห์โดยรวมลดลงเหลือ 30 สัปดาห์ เนื่องจากจะไม่ตรงกับช่วงที่มีวันหยุดหลายวันในเดือนมกราคม เมษายน กรกฎาคม และธันวาคม แต่ยังเป็นไปตามเกณฑ์ของระบบทวิภาคที่แต่ละภาคต้องมีการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ รวมเป็น 30 สัปดาห์ เมื่อวิเคราะห์ผลการใช้ระบบไตรภาคซึ่งมีการเรียนการสอนในช่วงฤดูร้อนน้อยลง พบว่าสามารถช่วยให้อาคารลดความต้องการทำความเย็น (Cooling degree hours – CDH) รวมทุกภาคการศึกษาลงได้ถึง 3,353 degrees (จาก 13,814.3 เป็น 10,461.15 degrees) หรือคิดเป็น 24%

ในกรณีที่ใช้ระบบทวิภาคเหมือนเดิม แต่ลดการเรียนการสอนในช่วงบ่ายที่มีอากาศร้อนจัด จากเวลา 13:00-16:00 น. เป็น 15:00-18:00 น. จะสามารถลด CDH ลงได้เพียง 2% ของ CDH ของทั้งปีการศึกษา

สรุปผล

จากการศึกษาตัวอย่างอาคารเรียนในมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 อาคาร พบว่าผลที่ได้ค่อนข้างเป็นไปตามสมมติฐาน โดยผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าภายหลังการเปลี่ยนแปลง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น 2,234-4,063 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือคิดเป็น 0.58-1.04% ต่อปี ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าที่คาดไว้ แต่หากพิจารณาตัวเลขการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงานในกลุ่มอาคารสถานศึกษาทั้งหมดในปี 2573 ซึ่งจะมีความต้องการการใช้พลังงานสูงถึง 12,947 กิกะวัตต์-ชั่วโมง หากยังคงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาแบบอาเซียนนี้ อาจมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีกถึง 135 กิกะวัตต์-

ชั่วโมง ส่วนผลการคำนวณสภาวะสบาย พบว่าความเสี่ยงในการเกิดสภาวะไม่สบายหลังเปลี่ยนแปลงเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษา สูงกว่าก่อนการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ จำนวนชั่วโมงทำการอยู่ในขอบเขตสภาวะสบายลดลง 8% (จาก 44% เหลือ 36% ของจำนวนชั่วโมงทำการทั้งหมด) และจำนวนชั่วโมงที่ร้อนตั้งแต่ 33 องศาเซลเซียส ขึ้นไป เพิ่มขึ้นจากเดิม ถึง 2.25 เท่า (จาก 12% เป็น 27% ของจำนวนชั่วโมงทำการทั้งหมด) หรือ ซึ่งเป็นความเสี่ยงสำหรับผู้ที่ต้องทำกิจกรรมในพื้นที่ไม่ปรับอากาศหรือนอกอาคารเรียนซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ ซึ่งมหาวิทยาลัยอาจป้องกันหรือแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ด้วยการปรับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารให้อยู่ในสภาวะสบายมากขึ้น

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นหลังการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถชดเชยได้ด้วยการปรับปรุงกรอบอาคารที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์กฎกระทรวงฯ ส่วนการปรับระบบภาคการศึกษาจากแบบทวิภาคเป็นแบบไตรภาค จะมีแนวโน้มที่จะช่วยลด CDH ในช่วงที่มีการเรียนการสอนลงได้ 24% อย่างไรก็ตาม แนวทางนี้อาจเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องจากกระทบต่อโครงสร้างและระบบการศึกษาของมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ในประเทศไทยซึ่งใช้ระบบทวิภาค

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยและสภาวะสบายของผู้ใช้อาคารก่อนและหลังการเปลี่ยนเวลาการเปิด-ปิดภาคการศึกษาในประเทศไทยให้สอดคล้องกับกลุ่มประเทศอาเซียนได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). การใช้พลังงานในสาขารัฐกิจการค้า. เข้าถึงเมื่อ 18 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก http://www.dede.go.th/download/state_58/sit_57_58/Commercial.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2554). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการส่งเสริมและกำกับการณ์อนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง จัดทำโดย มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (2554). แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554 – 2573). กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558 - 2579. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

ธารา จำเนียรดำรงการ. (2556). “การพัฒนาโปรแกรมประมาณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV).” *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. ปีที่ 6, ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน): 847-866.

พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์. (2553). “การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานในการปรับอากาศระหว่างผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวและสองชั้น” *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. ปีที่ 3, ฉบับที่ 1 (กรกฎาคม): 37-47.

ศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงศึกษาธิการ. (2555). เปลี่ยนภาคเรียนอุดมศึกษาให้ตรงกับพ.ท.อาเซียนมีผลแล้วปี 57. เข้าถึงเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2557. เข้าถึงได้จาก <http://203.146.15.115/menu-detail.php?m=11&id=393>

- ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน. (2554). **สถานการณ์พลังงานไทย ปี 2555**. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน. (2560). **สถานการณ์พลังงานไทย ปี 2559**. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2552), "การประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคาร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต." **Journal of Architectural/Planning Research and Studies**. ปีที่ 6, ฉบับที่ 1: 13-29.
- อำนาจ ชิดไธสง. (2552). **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ภาษาต่างประเทศ

- ASHRAE. (2007). **ASHRAE Standard 90.1-2007 Energy Standards for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2013). **ASHRAE Standard 55-2013 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta: ASHRAE.
- Baker, N. and Standeven, M. (1997). "A behavioural approach to thermal comfort assessment." **Journal of Sustainable Energy**. Vol. 19, Issue 1: 21-35.
- Hancock, P. A., Ross, J. M. and Szalma, J. L. (2007). "A meta-analysis of performance response under thermal stressors." **Human Factors**. Vol. 49, Issue 5: 851-877.
- Tanabe, S., Haned, M. and Nishipana, N. (2007). "Indoor environmental quality and productivity." **Rehva Journal**. Issue (June): 26-31.