

การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน

Assessment of Green Building Using Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) in Existing Building

อาทิตย์ จำปีเจริญสุข¹

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) โดยใช้อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เป็นอาคารกรณีศึกษาซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,440.39 ตารางเมตร โดยพื้นที่ชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 เป็นส่วนพื้นที่สำนักงานและพื้นที่สำหรับนักศึกษา ชั้น 4 และชั้น 5 เป็นพื้นที่ห้องเรียนและพื้นที่สำหรับนักศึกษา จากการประเมินพบว่าอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีคะแนนจากการประเมินอยู่ที่ 37 คะแนนซึ่งระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ (LEED Certified 40 – 49 คะแนน) และคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ (EA) มีคะแนนที่ต่ำมาก ตามเกณฑ์ LEED และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของอาคารมีค่า $77.96 \text{ kWh}/m^2/y$ ในการศึกษาได้ทำการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าและประเมินผลการประหยัดพลังงานจากมาตรการต่างๆ โดยใช้แบบจำลองพลังงาน EnergyPlus ทำการจำลองการใช้พลังงาน และเมื่อทำการสำรวจและประเมินอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารและทำการคำนวณพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์สำนักงาน ตามลำดับ จึงได้ทำการเสนอมาตรการลดการใช้พลังงานในอาคารและยังเพิ่มคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ (หัวข้อ EA7) และหมวดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (หัวข้อ WE P1 และ WE P2) เพื่อผ่านเกณฑ์การประเมินและเข้าสู่ระดับ Certified ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยมี 4 มาตรการ ดังนี้ มาตรการที่ 1 การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณบันไดและทางเดินมีระยะคืนทุนเกินระยะเวลาโครงการและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 3,865.36 บาทต่อปี มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสงมีระยะคืนทุนเกินระยะเวลาโครงการและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 2006.73 บาทต่อปี มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 12.65 ปีและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 3,378.87 บาทต่อปี มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้น

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

² ที่ปรึกษาการศึกษาวิทยานิพนธ์

บรรยากาศมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 11.54 ปีและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 217,702.3 บาทต่อปี โดยมาตรการที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดคือ มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปประกอบขอยื่นประเมินการจัดการพลังงานตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งานหรือเป็นฐานข้อมูลในการนำเสนอปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

คำสำคัญ: มาตรฐานอาคารเขียว, การจำลองการใช้พลังงาน, พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT

This study aims to assess the green building according to the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) by using the College of Innovative Business and Accountancy building, Dhurakij Pundit University as a case study building that has approximate useful spaces of 3,440.39 m². The first to the third floors are office spaces and the forth and the fifth floors are classrooms and student's spaces. According to the assessment, it was found that the College of Business Administration, Innovation and Accounting derived scored from the assessment of 37 points, which is not accepted in the LEED Certified (40–49 points) and the Energy and Atmosphere (EA) score is very low, according to the LEED and the Specific Energy Consumption Index of building is 77.96 kWh/m²/y. In this study, the use of electric energy was simulated and energy-saving results were evaluated from various measures by using the EnergyPlus model to simulate the energy use. After surveying and evaluating building electrical equipment and calculating, it was found that the electrical appliances in the building that use the most electrical energy are air-conditioning systems, lighting systems, and office equipment, respectively. Therefore, the energy-saving measures have been proposed to reduce energy use in a building and also increase scores in the category of Energy and Atmosphere (EA7) and the category of Efficient Use of Water (WE P1 and WE P2) to pass the evaluation criteria and fulfill the Certified level. Results of economic analysis have four measures as follows: Measure 1: Installing solar energy panels instead of using electricity for bulbs around stairs and walkways, which has a payback period over the project period and the electricity cost decreased by 3,865.36 Baht/year. Measure 2: Installation of film filter, which has a payback period over the project period and the electricity cost decreased by 2,006.73 Baht/year. Measure 3: Investment in energy-saving lamp replacement, which has a payback period of 12.65 years and the electricity cost decreased by 3,378.87 Baht per year. Measure 4: Replacing air-conditioners that do not damage the

atmosphere, which has a payback period of 11.54 years and the electricity cost decreased by 217,702.3 Baht/year. The most economical measure is Measures 4: Changing air-conditioners. Results of this study can be used for the energy management assessment according to the Green Building Standards for existing building or as a database for proposed equipment improvements to reduce the energy use in a building.

Keywords: Green Building Standards, Building Energy Simulation, Energy and Environmental

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันในประเทศไทย และต่างประเทศมีการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น และมีการสร้างอาคารสำหรับการใช้งาน และพักอาศัย ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีการรณรงค์ในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานและการใช้วัสดุที่ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและลดการใช้วัสดุที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณค่าและประสิทธิภาพสูงสุดในการเลือกใช้ ซึ่งในการรณรงค์ต่างๆ และมีการออกนโยบายต่างๆ มีทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศ เช่น การออกแบบวัสดุกรอบอาคารที่ทำให้อาคารรับความร้อนน้อยลง และรับแสงสว่างมากขึ้นเพื่อลดการใช้ไฟฟ้า และพลังงานในอาคาร การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส การลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงพักกลางวัน ด้วยเหตุนี้หน่วยงานต่างๆ จึงมีแผนในการกำหนดนโยบายและแผนเพื่อนำองค์กรเข้าสู่การเป็นอาคารสีเขียว สำหรับอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ หลังจากปรับปรุงทั้งกรอบอาคาร ภายในอาคารและภายนอกอาคาร ในปี พ.ศ.2560 มีการใช้พลังงานในอาคารที่สูงขึ้นและการบริหารจัดการภายในอาคารที่เกี่ยวกับพลังงานในอาคารยังไม่มีวางแผนหรือการประเมินเพื่อให้อาคารเป็นอาคารเขียวและการใช้พลังงานในอาคารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารเดิม
2. เพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ให้เข้าเกณฑ์ LEED
3. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการต่างๆ ที่ดำเนินการศึกษาปรับปรุงเพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ LEED

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ส่วนศึกษาวิจัย กรณีศึกษาอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต มีพื้นที่ขนาด 3,440.39 ตารางเมตร
2. ขอบเขตด้านเนื้อหาการศึกษาวิจัย การศึกษาโดยใช้เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ) (LEED EBOM)
3. งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคทางด้าน Energy Simulation ในการสร้างแบบจำลองของอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Sketch up + Energy Plus เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของการใช้พลังงานในอาคาร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม และใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร
4. งานวิจัยจะศึกษาถึงมาตรการหรือแนวทางโดยมุ่งเน้นมาตรการหรือแนวทางที่ไม่มีการลงทุนลำดับแรก และเป็นมาตรการที่สามารถบริหารจัดการในอาคารได้ เพื่อให้สามารถลดการใช้พลังงานและมีการบริหารจัดการตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว พร้อมทั้งประเมินถึงความเหมาะสมในการบริหารจัดการของอาคาร จากมาตรการหรือแนวทางต่าง ๆ ที่ดำเนินการศึกษาวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีแนวทางในการบริหารจัดการของอาคาร ให้เข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว
2. ทราบถึงระดับการประเมินอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ) (LEED EBOM)
3. มีแนวทางที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการ หรือ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ภายในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไปในอนาคต
4. ทราบถึงความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการในอาคาร ให้เข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (LEED)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธจักร หินทอง (2556) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร: กรณีศึกษาอาคารอำนวยการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยนำโปรแกรม eQuest ทำการจำลองการใช้พลังงานของอาคารทำการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นของอาคารพบว่าค่าภาระการทำความเย็นภายในอาคารโดยรวมมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยของภาระการทำความเย็นเท่ากับ 882 Btu/hr/m² สามารถแยกสัดส่วนได้ดังนี้ (1) ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกมีค่า 415 Btu/hr/m² (2) อากาศแทรกซึมตามรอยรั่วมีค่า 379 Btu/hr/m² และ (3) องค์ประกอบอื่นๆมีค่า 89 Btu/hr/m² ผู้วิจัยได้ทำการเสนอแนวทางปรับปรุงคือ (1) ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงลงจากเดิม สัดส่วนผนังต่อกระจก 75% ลดลงเหลือ 40% พบว่าองค์ประกอบภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 229 Btu/hr/m² หรือลดลงไป 44.82% (2) เปลี่ยนกระจกที่มี

คุณสมบัติการป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ (Low-E) พบว่าองค์ประกอบค่าภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 323 Btu/hr/m² หรือลดลงไป 22.17% และ (3) การลดอากาศแทรกซึมให้มีค่าน้อยที่สุด พบว่าองค์ประกอบค่าภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 1 Btu/hr/m² หรือลดลงไป 99.74% จากทั้ง 3 แนวทาง แนวทางที่ประหยัดที่สุด คือแนวทางที่ 1 การลดพื้นที่โปร่งแสงทำโดยการติดตั้งผนังยิปซัมบอร์ดเพื่อลดพื้นที่กระจกมีค่าดำเนินการ 320 บาท/ตารางเมตร คิดเป็นเงินมูลค่าเท่ากับ 354,240 บาท โดยมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 0.7 ปี

จุฑามาศ ลิทธิชัย , วิสาขา ภูจินดา(2559). ศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยและต่างประเทศ ความเหมาะสมของหลักเกณฑ์การประเมินกับบริบทของประเทศไทย และเสนอแนะการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมของประเทศไทย ทำการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว และการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยจากสถาบันอาคารเขียวไทย ทำการเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินทั้ง 5 ซึ่งได้แก่ LEED, BREEAM, CASBEE, TEEAM, และ TREES และสรุปเชิงพรรณนาความ เพื่อให้ทราบถึงหลักเกณฑ์การประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องความเหมาะสมของหลักเกณฑ์การประเมินกับบริบทของประเทศไทย รวมถึงข้อเสนอนะในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในประเทศไทย ผลการศึกษาได้แบ่งเนื้อหาเกณฑ์การประเมินออกเป็น 5 หมวด ได้แก่ หมวดสถานที่ตั้งอาคารและความยั่งยืนของอาคาร หมวดการใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน หมวดการใช้น้ำและการใช้ทรัพยากร หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารและภายนอกอาคาร และหมวดการบริหารอาคาร นวัตกรรมและการบริหารสิ่งแวดล้อม พบว่าเกณฑ์การประเมินส่วนใหญ่ต่างมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายคลึงกัน นั่นคือ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร เพื่อไม่ให้มีผลกระทบด้านลบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมให้เกิดการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน

จิตรภณ ศัลยวิทย์.(2562) ได้ทำการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคาร ระหว่างใช้งาน กรณีศึกษาโรงแรมดีฟิยูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์พบว่าจากการประเมินอาคารโรงแรมดีฟิยูเพลสได้คะแนนอยู่ที่ 46 คะแนน ซึ่งไม่อยู่ในระดับ Silvers ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยและได้ใช้แบบจำลองพลังงาน EnergyPlus ทำการจำลองการใช้พลังงานและคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและประเมินผลการประหยัดพลังงานจากมาตรการที่นำเสนอ เพื่อเพิ่มระดับการประเมินจากระดับ Silvers สู่ระดับ Gold และศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ โดยมี 4 มาตรการ ดังนี้ มาตรการที่ 1 การใช้พลังงานทดแทนโดยการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนกระจกประหยัดพลังงาน (Low - E) มาตรการที่ 3 เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) และมาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง โดยทั้ง 4 มาตรการ มาตรการที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือมาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน

(LED) ลงทุนมูลค่า 62,673.75 บาท และมีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 1.71 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 % ต่อปี หรือค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 36,517.93 บาทต่อปี

ณัฐพล เขตกระทอก.(2556)ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานของอาคารบรรณสาร 2 มหาวิทยาลัยสุรนารีและใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าอาคารบรรณสาร 2 ยังไม่เข้าเกณฑ์อาคารเขียวของภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) คะแนนอยู่ที่ 50.1 (ผ่านการรับรอง 60-70 คะแนน) เมื่อพิจารณาให้ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับผ่านการรับรองหัวข้อที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดคือ (1) การรณรงค์ให้ประหยัดน้ำ (2.5 คะแนน ลงทุน 3,000 บาท) (2)ห้องเครื่องปรับอากาศต้องไม่มีการเก็บของภายในห้อง (4 คะแนน ลงทุน 3,000 บาท) และ (3) พื้นที่สูบบุหรี่อยู่ในตำแหน่งประตูหน้าต่างหรือช่องนำอากาศเข้าไม่น้อยกว่า 10 เมตร (4 คะแนน ลงทุน 1,000 บาท) สามารถนำข้อมูลทำแผนแม่บทในการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นอาคารเขียว

คมสัน วิสวะโท (2560) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องสมุดในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 แห่ง โดยใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร EnergyPlus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารห้องสมุดเพื่อการเรียนรู้ทั้ง 8 แห่ง โดยมีเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน 0.03 - 7.30 % สำหรับมาตรการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 16 มาตรการ พบว่ามาตรการที่ 16 (Set T. + LED + Film + A/C + PV) เป็นมาตรการที่สามารถลดค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารมากที่สุดในทุกห้องสมุดที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์พบว่าทุกห้องสมุดที่ทำการศึกษามาตรการที่ 6 (Set T. + LED) เป็นมาตรการที่เหมาะสมในการลงทุนมากที่สุดเนื่องจากเป็นมาตรการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการสูงที่สุดและมีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรมได้นำแนวความคิดในการจัดการและการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ใช้อาคาร การสร้างแบบจำลองทางพลังงาน ว่าแต่ละโปรแกรมมีข้อจำกัด วิธีการเก็บข้อมูล ของอาคารอย่างไร และในการศึกษานี้ได้นำเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ(LEED EBOM) ใช้งานร่วมกับเทคนิคทางด้าน Energy Simulation ในการสร้างแบบจำลองของอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Sketch up + Energy Plus เพื่อนำเสนอมาตรการการจัดการพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารและงานวิจัยนี้ได้มีการใช้โปรแกรมทางวิศวกรรมที่มีความน่าเชื่อถือสูงและศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการการลงทุนอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

ในปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียวหรือปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียว มีแนวโน้มในการออกแบบอาคารไม่ว่าจะเป็นสำนักงาน โรงงาน คอนโดมิเนียม โรงพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการออกแบบโดยใช้เกณฑ์อาคารเขียว(Green Building Criterion)

เกณฑ์เหล่านี้ถูกนำมาประยุกต์หรือดัดแปลง เพื่อให้เหมาะกับภูมิประเทศและภูมิอากาศ ของแต่ละประเทศ กฎระเบียบหรือขั้นตอนการประเมินที่ใช้ในแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของประเทศนั้น ๆ ดังนั้นเกณฑ์บางเกณฑ์อาจจะต้องนำมาประยุกต์หรือดัดแปลง และใช้ให้เหมาะสมรวมทั้งพัฒนาขึ้นมาเป็นเกณฑ์ใหม่ของแต่ละประเทศเอง เช่นในประเทศไทยมีการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว (TREES) ของสถาบันอาคารเขียวไทยขึ้นมา ซึ่งเกณฑ์นี้ก็พัฒนาขึ้นมาจาก LEED เพื่อใช้สำหรับโครงการต่างๆ ในประเทศไทย โดยเป็นความร่วมมือระหว่างสภาสถาปนิกสยามและวิศวกรรมสถาน นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่พัฒนามาจาก LEED และเกณฑ์ของกระทรวงพลังงาน จุดมุ่งหมายของเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในอาคารรัฐ อย่างไรก็ตามเกณฑ์ต่างๆ หรือขั้นตอนต่างๆ ที่มีใช้ในปัจจุบันก็มักมีองค์ประกอบหลักคล้ายกัน เช่น การใช้พลังงาน (Energy) สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Air Quality) การใช้น้ำ (Water) การใช้วัสดุ (Material) การพัฒนาพื้นที่ภายนอกอาคารอย่างยั่งยืน (Sustainable Site)

ประโยชน์ของอาคารที่ผ่านการประเมินหรือออกแบบให้เป็นอาคารเขียวมีหลายด้าน เช่น อาคารมีมูลค่าสูงขึ้น เนื่องจากอาคารมีประสิทธิภาพของพลังงาน และมีประโยชน์มาก ดังนั้นผู้ใช้อาคารจะได้รับผลประโยชน์มาก การเช่าอาคารเขียวในต่างประเทศ ผู้เช่าให้ความสนใจมากขึ้นและสามารถตั้งราคาของการเช่าพื้นที่ได้สูง เนื่องจากผู้ที่มาใช้อาคารมีความมั่นใจว่าในการใช้จ่ายของอาคารด้านการใช้พลังงานและน้ำจะลดลง ผู้อยู่อาศัยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าเจ้าของอาคารมีความสนใจและใส่ใจต่อผู้ที่มาอยู่อาศัยอาคารมาก คิดถึงประโยชน์ส่วนรวม มีจุดมุ่งหมายที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อมทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคาร นับเป็นวิธีที่แสดงออกถึงการส่งเสริมภาพลักษณ์ของธุรกิจนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดให้บุคคลภายนอกได้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อเจ้าของอาคารที่มีต่อสังคม สิ่งแวดล้อม ผู้ใช้งานและผู้ที่มาอยู่อาศัยด้วย ทั้งนี้ยังแสดงออกถึงเจ้าของอาคารที่มีส่วนในเรื่อง CSR (Corporate Social Responsibility) ให้กับสังคมอีกด้วย สำหรับการศึกษาโครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นหาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นอาคารเขียว ตาม มาตรฐาน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) โดยใช้ กรณีศึกษาอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตโดยแนวทางในการศึกษา จะทำการศึกษาทั้งหมด 8 หมวดประกอบไปด้วย

- หมวดที่ 1 สถานที่ตั้งอาคารและการขนส่ง
- หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการและความยั่งยืน
- หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
- หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ
- หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร

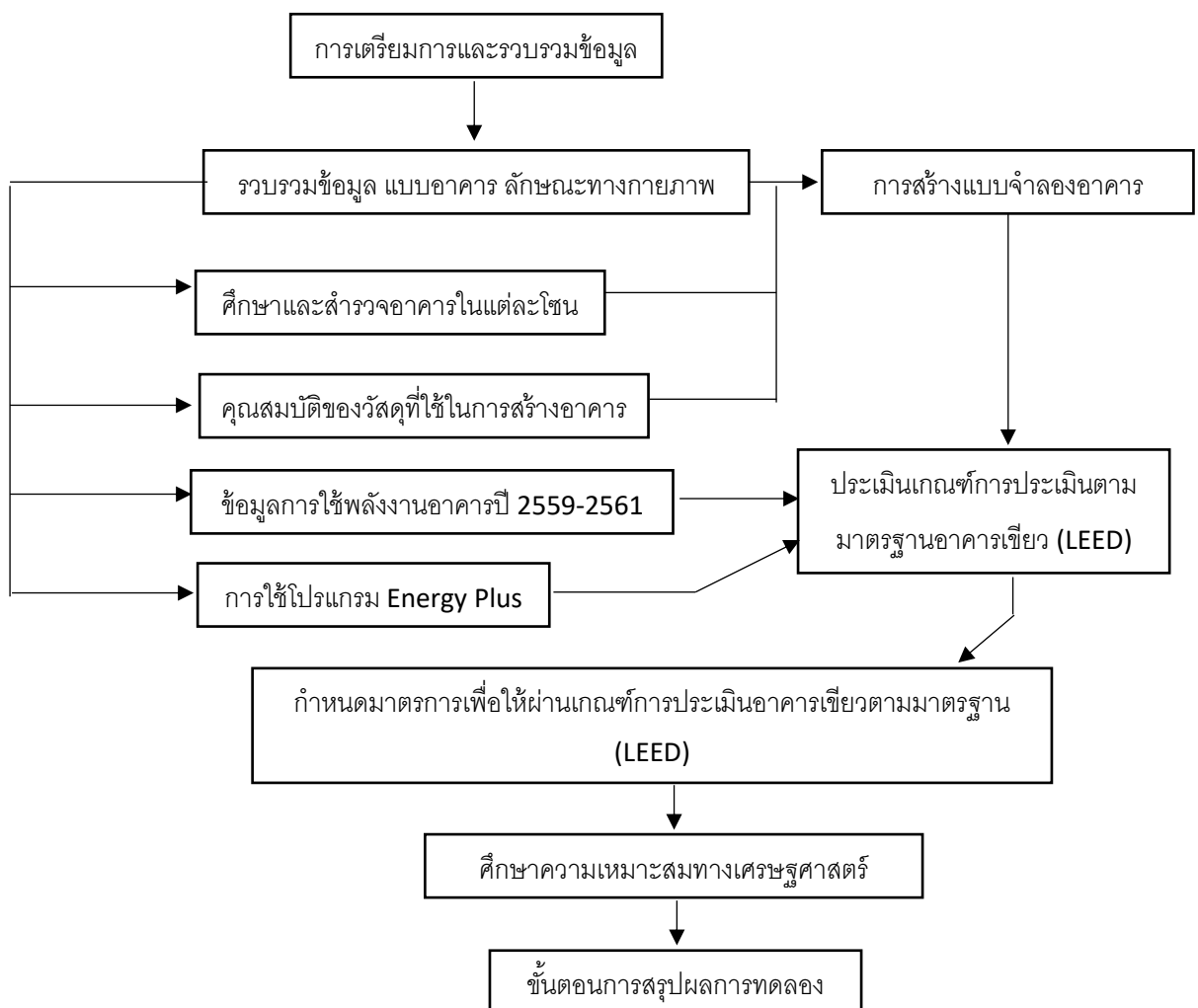
หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร

หมวดที่ 7 นวัตกรรมในการออกแบบ

หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค

ขั้นตอนแผนงานวิจัยทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 1 (ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย) วิธีการทดสอบ วิธีการวิเคราะห์การประเมิน และจำนวนรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการทำวิจัย และทดสอบดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนในการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองอาคาร และการจัดการภายในอาคาร และทำการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว (LEED) และนำผลที่ได้มาทำการปรับปรุงหาแนวทางหรือกำหนดมาตรการต่างๆ เพื่อให้ผ่าน

เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว (LEED) สำหรับอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งาน พร้อมทั้งศึกษาความเหมาะสมในการลงทุน

ข้อมูลทั่วไปและการใช้พลังงานของอาคาร

ข้อมูลทั่วไป

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย (CIBA) กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ 110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,440.39 ตารางเมตร

โดยแบ่งพื้นที่ชั้นที่ 1 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ร้านค้าแฟ พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 2 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 3 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 4 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่ห้องเรียน พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 5 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่ห้องเรียน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

โดยมหาวิทยาลัยเปิดให้บริการ จันทร์ – อาทิตย์ เป็นระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง

ในการออกแบบอาคารเน้นการใช้แสงจากธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารในช่วงเวลา กลางวัน ส่วนในพื้นที่ที่มีการเรียนการสอนจะใช้แสงไฟจากหลอดไฟ และด้วยขนาดและชนิด กระจุกที่นำมาใช้เป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานจากภาระของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 1 ลักษณะการใช้พื้นที่ของอาคารวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

ชื่ออาคาร	อาคาร CIBA
ชื่อหน่วยงาน	วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ที่อยู่	110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10210
เบอร์โทรติดต่อ	02-954-7300
จำนวนชั้นทั้งหมด	5 ชั้น
ประเภทอาคาร	อาคารเรียน
พื้นที่ใช้สอยส่วนใหญ่	3,440.39 ตารางเมตร
ปีที่อาคารสร้างเสร็จ	พ.ศ. 2522
วันและเวลาทำการ	จันทร์ – อาทิตย์ ระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง
จำนวนเจ้าหน้าที่	85 คน
ชั้น 1	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ร้านค้าแฟ พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 2	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 3	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 4	พื้นที่ห้องเรียน 5 ห้อง พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน
ชั้น 5	พื้นที่ห้องเรียน 7 ห้อง พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

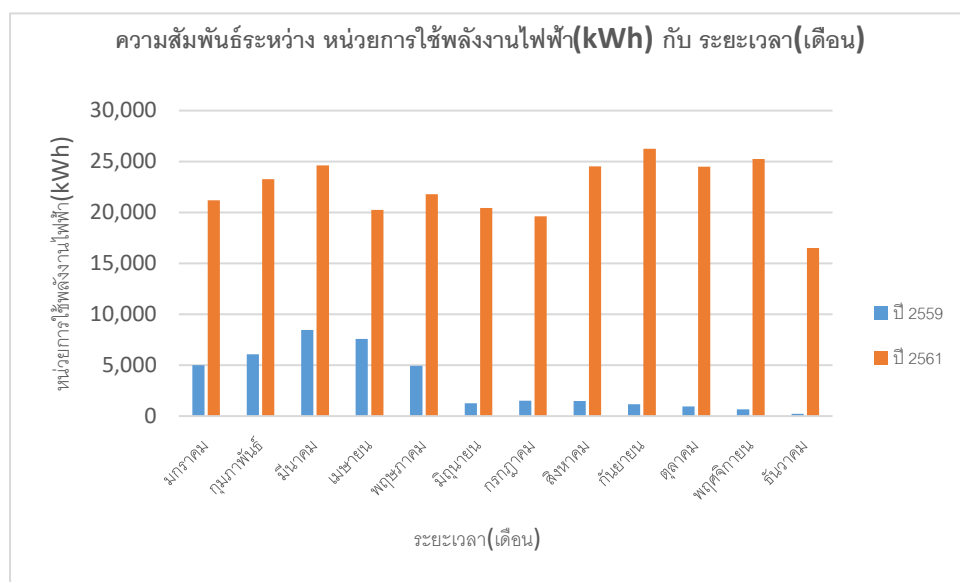


ภาพที่ 2 ภาพด้านหน้า อาคาร CIBA



ภาพที่ 3 ภาพด้านหน้าห้องเรียน อาคาร CIBA

การใช้พลังงานของอาคารเรียน CIBA

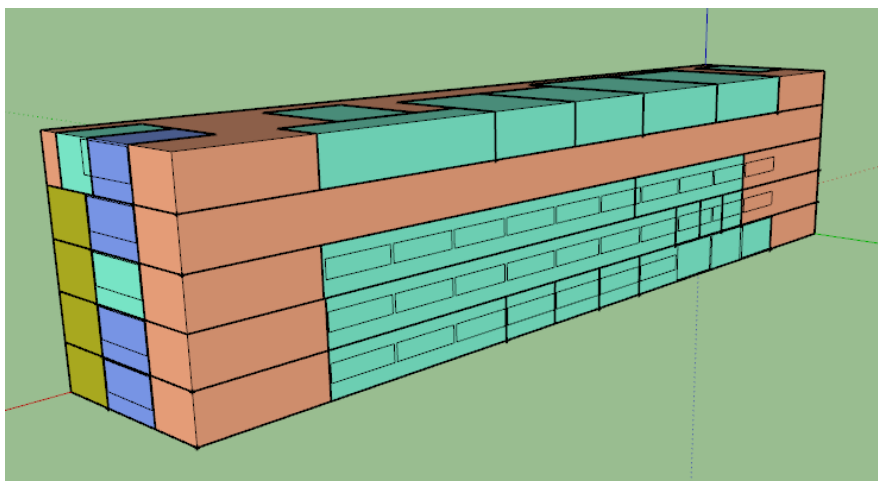
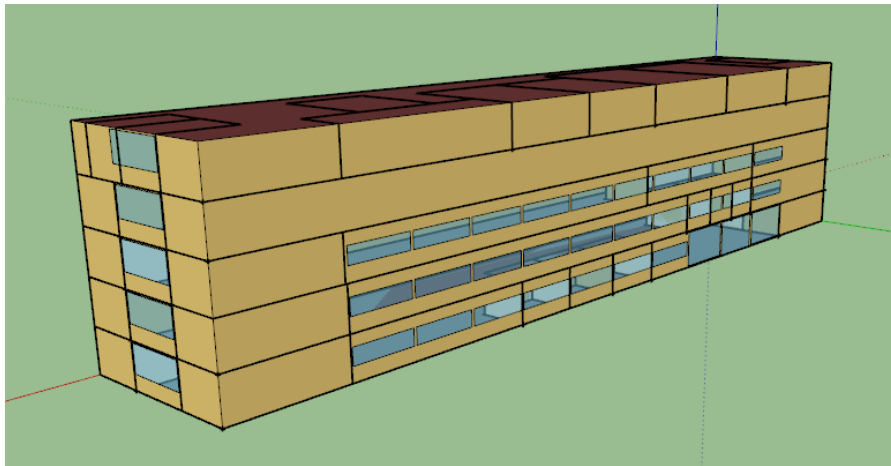


ภาพที่ 4 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2559 – 2561

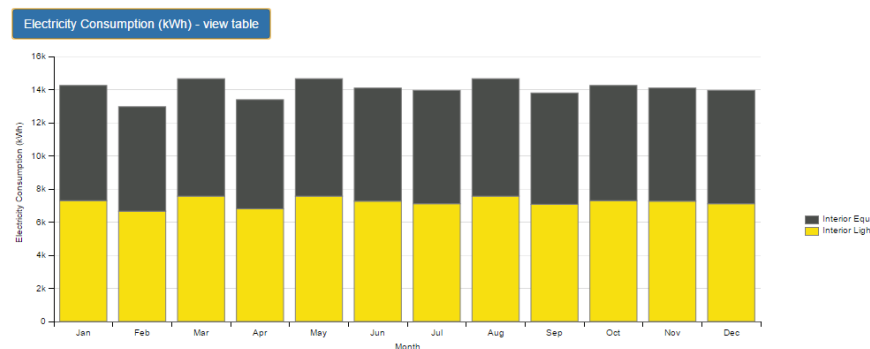
จากภาพที่ 4 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานในปี พ.ศ.2559 – 2561 การใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับจำนวนการเรียนในคาบเรียนในแต่ละวัน ในแต่ละเดือน และช่วงเวลาการเปิดเรียน

การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยโปรแกรม Energy Plus

ในการทำวิจัยกรณีศึกษาจะใช้โปรแกรมเพื่อทำการจำลองในการใช้พลังงานในอาคาร Energy Plus เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต(CIBA) กรุงเทพมหานคร โดยข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมและใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร ขนาด รูปร่างของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ลักษณะภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานของอาคาร และการกำหนดตำแหน่ง ขนาดของแต่ละโซน วัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร ผนัง พื้น ประตู หน้าต่าง และหลังคา ระบบปรับอากาศในอาคาร จำนวนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละโซน ลักษณะการใช้งานของอาคาร ในช่วงเวลาการใช้งานของแต่ละโซน ฯลฯ



Monthly Overview



ภาพที่ 5 ภาพการจำลองแบบอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต(CIBA) โดยโปรแกรม Sketch up + Energy Plus

ผลการวิจัย

จากการประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน (LEED-EBOM) มาตรฐาน LEED เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต การเข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED โดยคะแนนเต็ม 110 คะแนน อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ได้คะแนนรวมเท่ากับ 37 คะแนน ซึ่งระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ (LEED CERTIFIED 40 – 49 คะแนน) และไม่ผ่านเกณฑ์ในข้อบังคับ หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency) เมื่อพิจารณาทั้ง 8 หมวด หมวดที่คะแนนน้อยที่สุดคือ หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency) และหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) ดังนั้นจึงได้นำเสนอมาตรการต่างๆ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะของอาคารโดยเฉพาะในหมวดพลังงานและบรรยากาศ (EA) โดยมีมาตรการต่างๆดังนี้

มาตรการที่ 1 การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณบันได และทางเดิน (Solar rooftop)

มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film)

มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED)

มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ (AC)

ตารางที่ 2 สรุปคะแนนประเมินทั้ง 8 หัวข้อ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
LT	ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)	15	10
SS	สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)	10	6
WE	การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)	12	0
EA	พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)	38	7
MR	วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources)	8	6
EQ	คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environmental Quality)	17	5
IN	นวัตกรรม (Innovation)	6	2
RP	ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority)	4	1
รวม		110	37

การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

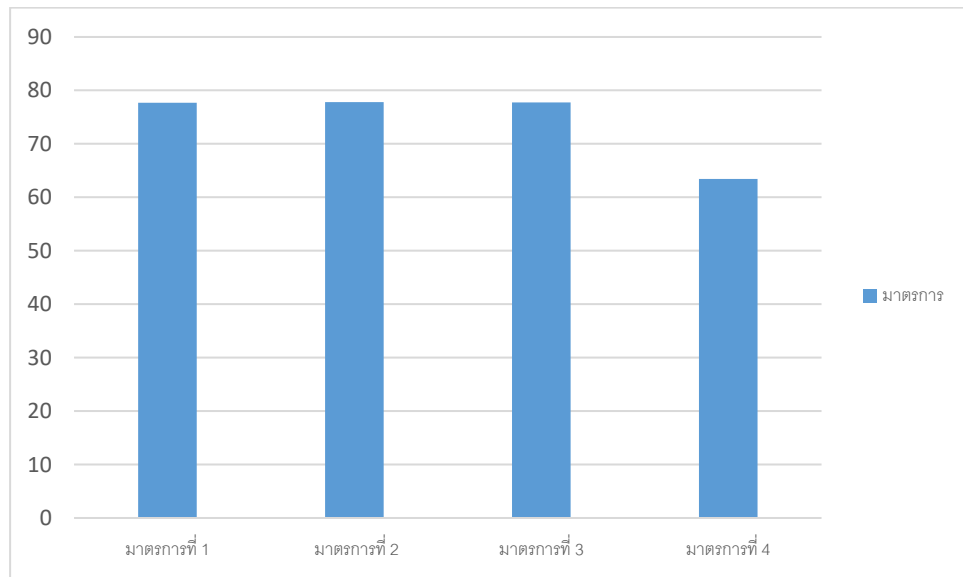
พบว่ามาตรการที่ 1 การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณบันไดและทางเดิน (Solar rooftop) การใช้พลังงานทดแทนของหลอดไฟบริเวณทางเดินและบันได โดยทำการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 4 ชุด โดยคิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณทางเดินและบันไดของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีจำนวน 20 หลอด โดยแต่ละหลอดใช้กำลังไฟฟ้า 60 Wh. ดังนั้นบริเวณทางเดินและบันไดของอาคารจะใช้พลังงานทั้งหมด 1.2 kWh. ดังนั้นการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งหมด 4 ชุด โดยแต่ละชุดมีขนาด 300 W ราคา 3,700 บาท รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25 % และอุปกรณ์อื่นๆ (Inverter, Battery) จะเท่ากับ 15,188 บาทต่อชุด จึงดำเนินการติดตั้งจำนวน 4 ชุด โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าบำรุงรักษาปีละ 10,000 บาท การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,333 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ $77.70 \text{ kWh}/m^2/y$

มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film) การติดตั้งฟิล์มกรองแสงในพื้นที่กระจก 249.57 ตร.ม. โดยคิดจากจำนวนพื้นที่กระจกของสำนักงานและห้องเรียนของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี โดยติดตั้งฟิล์มกรองแสงชนิดเซรามิค นาโน ชูฟิล์ม พร้อมติดตั้งราคา 45,000 บาท/50 ตร.ม. รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25 % จะเท่ากับ

56,250 บาท/50ตร.ม. หรือ 1,125 บาท/ตร.ม. โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,760 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.83 kWh/m²/y

มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) ทำการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) โดยการเปลี่ยนหลอด จำนวน 342 หลอด คิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกๆ 2 ปี เท่ากับ 18,810.00 บาท ทำการลงทุนมูลค่า 42,750.0 บาท ค่าไฟฟ้าลดลง 774.97 kWh/y หรือเท่ากับ 3,378.87 บาทต่อปี มีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 12.65 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,445 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.74 kWh/m²/y

มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ (AC) โดยลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 51 ชุดโดยคิดจากจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ในปี พ.ศ. 2561 โดยเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องพร้อมติดตั้งราคา 39,400 บาท รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25% จะเท่ากับ 49,250 บาทต่อชุด โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าบำรุงรักษาต่อเครื่องปีละ 2,000 บาท หรือเท่ากับ 102,000 บาทต่อปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 218,288 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.45 kWh/m²/y



ภาพที่ 6 แผนภูมิแสดงปริมาณการลดการใช้พลังงานรวมของแต่ละมาตรการ

จากภาพที่ 6 แสดงปริมาณการลดการใช้พลังงานรวมของแต่ละมาตรการ โดยพบว่า มาตรการที่ 4 มีค่าดัชนีการลดการใช้พลังงานรวมมากที่สุด มาตรการที่ 1 และ 3 มีค่าดัชนีการลดการใช้พลังงานรวมรองลงมา และมาตรการที่ 2 มีค่าดัชนีการลดการใช้พลังงานรวมน้อยที่สุด

สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อทำการประเมินการจัดการพลังงานตามมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เป็นบริหารจัดการ) โดยใช้อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ระดับคะแนนการประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียวอยู่ที่ 37 คะแนน ระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้รับ LEED CERTIFIED (LEED Certified 40-49 คะแนน) ก่อนการปรับปรุงพบว่าในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) มีคะแนนเต็มมากกว่าหัวข้ออื่น จึงได้นำเสนอมาตรการการลดการใช้พลังงานภายในอาคารและการใช้พลังงานในอาคารอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพและยังเพิ่มคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ โดยใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร EnergyPlus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ พบว่าการใช้พลังงานที่มาจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร ตามใบเสร็จค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2561 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.70 % และในปี พ.ศ. 2559 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 85.73% ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมากในปี พ.ศ. 2559 เนื่องจากอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงทั้งภายในและภายนอกอาคาร จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2559 มีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง ดังนั้นเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในปี พ.ศ. 2561 และค่าจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ จึงสามารถใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ที่สร้างขึ้นนี้เป็นตัวแทนการศึกษามาตรการการประหยัดพลังงานและการประเมินความคุ้มค่าในความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อพิจารณาในภาพรวมของมาตรการหลัก มาตรการที่ 4 เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนมากแต่ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารได้มากเมื่อเทียบกับการลงทุนและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมาตรการอื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจในการลงทุนเนื่องจากเป็นมาตรการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการสูงและมีระยะคืนทุนอยู่ในระยะของโครงการ ใช้เงินลงทุนประมาณ 2,511,750 บาท ค่าไฟฟาลดลงเท่ากับ 49,931.73 kWh/y หรือเท่ากับ 217,702.3 บาทต่อปี มีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 11.54 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 218,288 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ $63.45 \text{ kWh}/m^2/y$ และการจำลองค่าการใช้พลังงานจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี จากมาตรการการลดการใช้พลังงานทั้ง 14 มาตรการ จะพบว่ามาตรการที่ 14 คือการนำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + LED + AC) เป็นมาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารมากที่สุด โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ $62.83 \text{ kWh}/m^2/y$ และมาตรการที่ 12 คือการนำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + AC) เป็นมาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารรองลงมา โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.06

kWh/ m^2 /y และมาตรการที่ลดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารได้น้อยที่สุด คือมาตรการที่
2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film) โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.83 kWh/ m^2 /y

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. มาตรการการติดตั้งสวิตช์ไฟแสงสว่างแบบปรับค่าความส่องสว่างของไฟแสงสว่างแต่ละพื้นที่ที่ใช้งาน เพื่อลดการใช้ไฟแสงสว่างที่มีแสงส่องสว่างเกินกว่าการใช้งาน
2. มาตรการการติดตั้งเซ็นเซอร์การเคลื่อนไหวเพื่อควบคุมการเปิดปิดไฟแสงสว่างบริเวณห้องน้ำและทางเดิน
3. มาตรการการติดตั้งสวิตช์ไฟแสงสว่างแยกเป็นจุดๆ เพื่อลดการเปิดไฟแสงสว่างทั้งชั้น บริเวณทางเดินชั้น 4-5 ของอาคาร

บรรณานุกรม

- จิตรภณ ศัลยวิทย์.(2562).การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน กรณีศึกษาโรงแรมดีฟิยูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- ยุทธจักร หินทอง (2556).การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสถานศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา: อาคารอำนวยการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ณัฐพล เขตกระโทก.(2556).แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว กรณีศึกษา: อาคารบรรณสารและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- คมสัน วิสวะโท.(2560).การศึกษามาตรการประหยัดพลังงานและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของอาคารประเภทห้องสมุด กรณีศึกษา: อาคารห้องสมุดเพื่อการเรียนรู้ของกรุงเทพมหานคร.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- จุฑามาศ สิทธิชัย.(2559).การศึกษาเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยและต่างประเทศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์