เกณฑ์การออกแบบและปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว
Green Building Design and Major Renovation Guidelines for Government Offices

พันธุดา พุฒิไพโรจน์
Pantuda Puthipiroj
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Silpakorn University, Bangkok, 10200, Thailand
ภัทราภรณ์ ศรีประเสริฐ
Patrapron Sreeparsert
สถาปนิก บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
Architect - Consultants of Technology Co.,Ltd.
มูฮัมมัดมูนิตร์ พิมพ์ประพันธ์
Muhammad Munit Phimpraphan
นักเศรษฐศาสตร์ บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
Economist - Consultants of Technology Co.,Ltd.
และคณะทำงาน[1]
and others

บทคัดย่อ

กรมโยธาธิการและผังเมืองต้องการขยายบทบาทของภาครัฐต่อการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและระบบนิเวศ ที่มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากภาคอาคาร ด้วยการยกระดับการออกแบบอาคารภาครัฐที่อยู่ในความรับผิดชอบให้เป็นอาคารเขียว จึงได้จัดทำเกณฑ์สำหรับออกแบบอาคารภาครัฐ

ที่จะก่อสร้างใหม่ และเกณฑ์สำหรับการปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียว โดยการศึกษาทบทวนเกณฑ์อาคารเขียวที่มีการใช้ในประเทศและต่างประเทศ แล้วสังเคราะห์เกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวขึ้นมาใหม่ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของภาครัฐ และนำแบบก่อสร้างของอาคารที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ขนาดใหญ่พิเศษจำนวน 1 หลัง และอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษ 1 หลัง ซึ่งอยู่ระหว่างการใช้งานมาทำการศึกษา โดยการสำรวจสถานที่จริง รวบรวมประเด็นที่ต้องปรับปรุงเพื่อให้สามารถเป็นอาคารเขียว รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นและความคุ้มค่า ซึ่งพบว่าอาคารที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์สามารถผ่านเกณฑ์บังคับได้เช่นเดียวกับอาคารทั่วไป แต่จะมีข้อจำกัดในเกณฑ์เลือกทำบางข้อจากการใช้หลังคาทรงจั่วที่สูงชันแบบไทยประเพณี เช่น การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า หรือการออกแบบรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคตเมื่อราคาลดลง การรวบรวมน้ำฝนจากหลังคา การลดปรากฏการณ์ความร้อนจากหลังคา นอกจากนี้การออกแบบทั้งอาคารใหม่และอาคารเดิม ต้องให้ความสำคัญกับการระบายอากาศขั้นต่ำในอาคารมากขึ้น โดยเฉพาะอาคารที่มีลักษณะไทยประยุกต์ จะต้องคำนึงถึงการเจาะช่องเปิดเพื่อนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารและระบายออกจากอาคาร โดยผ่านผนังหรือหลังคาได้อย่างกลมกลืน

เกณฑ์สำหรับการออกแบบอาคารก่อสร้างใหม่มี 72 ข้อ เป็นเกณฑ์บังคับ 32 ข้อ และเกณฑ์เลือกทำ 40 ข้อ ซึ่งรวมตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกที่ตั้ง การบริหารโครงการ การออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร ส่วนเกณฑ์สำหรับการออกแบบอาคารปรับปรุงมีทั้งหมด 68 ข้อ เป็นเกณฑ์บังคับ 26 ข้อและเกณฑ์เลือกทำ 42 ข้อ อาคารเขียวที่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับได้ทุกข้อจะถือว่าเป็นอาคารเขียวมาตรฐาน และถ้าสามารถผ่านเกณฑ์เลือกทำมากกว่าครึ่งหนึ่งของเกณฑ์เลือกทำทั้งหมดจะถือว่าเป็นอาคารเขียวขั้นสูง

ในด้านราคาพบว่าการทำอาคารเขียวมาตรฐาน จะมีราคาเพิ่มขึ้นประมาณ 2% สำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ และประมาณ 4% สำหรับอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุง และถ้าทำอาคารเขียวขั้นสูงจะต้องเพิ่มค่าก่อสร้างประมาณ 8% สำหรับอาคารใหม่ และประมาณ 7% สำหรับอาคารปรับปรุง แต่ว่าถ้าพิจารณาในด้านความคุ้มค่าระหว่างเงินลงทุนและผลประหยัดค่าสาธารณูปโภคแล้ว อาคารเขียวมาตรฐานจะคุ้มค่ากว่า กรมโยธาธิการและผังเมืองได้เผยแพร่เกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวภาครัฐทั้งหมดให้หน่วยงานรัฐและเอกชนที่สนใจทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารเขียว ในรูป e-books โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

คำสำคัญ: อาคารเขียว, อาคารสำนักงานภาครัฐ, อาคารเขียวภาครัฐ, เกณฑ์การออกแบบอาคารเขียว, เกณฑ์การปรับปรุงให้เป็นอาคารเขียว

Abstract

The Department of Public Works and Town & Country Planning (DPT) has determined to increase the role of the government sector to mitigate climate change problems and environmental systems, where buildings contribute partially to these problems. DPT, therefore, aims to establish green government office design guidelines for new construction as well as major renovation. The study method was done via reviewing green building rating systems in Thailand and other countries, establishing a green building rating tool, testing the tool with selected buildings and calculating the cost increase in addition to value for money. Two buildings were selected as case studies, one was a new building with classical Thai style, and the other an existing office, where both were considered extra large buildings according to the building construction code.

To observe design issues that needed correction in order to pass the green building criteria, a post-occupancy survey was conducted in the existing office. It was found that the Thai classical style building was able to pass the prerequisites as well as any other contemporary style building. However, its high-sloped roof hinders some criteria from being achieved such as the installation of solar ready roofs, the collection of rainwater from roofs, and the reduction of urban heat island effect from the roof.

Modification of the ventilation system was required by both the new and existing building in order to meet the minimum ventilation rate criteria. The Thai classical style building especially needs to have an appropriately placed intake and exhaust air grills on the exterior wall or roof for both mechanical and aesthetic concerns.

The new building design is made of 72 criteria, 32 prerequisites and 40 option credits, with contents concerning site selection, project administration, master planning, building design, construction, operation and maintenance. On the other hand, the major renovation includes 26 criteria and 42 credits. All prerequisites must be met in order for the building to be considered as a DPT green government office building, if the

building can also achieve more than half of the total option credits, it will be considered as a DPT high-level green office building.

The cost increase to establish a new green building was about 2 % and 4% to adapt an existing building. For the high-level green building, the increase was about 8% for the new building, and 7% for major renovation. However, it is worth mentioning that the standard green building has better value for money than the high-level green building. DPT has made all design criteria for both new construction and major renovation available as e-books through their website.

Keywords: Green Building, Government Office, Green Government Building, Green Building Design Guidelines, Green Building Renovation Guidelines

ความเป็นมาของปัญหา

อาคารเขียว หมายถึง อาคารที่ออกแบบโดยมีพื้นฐานที่คำนึงถึงการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งประกอบด้วย เป้าหมายทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ อาคารเขียวจึงแตกต่างจากอาคารประหยัดพลังงาน ตรงที่มีขอบเขตของแนวทางการออกแบบและปรับปรุงอาคารที่กว้างขวางมากกว่า ซึ่งได้รวมการคำนึงถึงเรื่องอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ระบบนิเวศ คุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง แนวทางการออกแบบอาคารเขียว จึงมักประกอบด้วย ชุดของเกณฑ์ในการออกแบบและก่อสร้าง เพื่อใช้ในการประเมินวิธีการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งเรียกว่า ระบบประเมินอาคารเขียว (Green Building Rating System) ซึ่งปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาระบบการประเมินอาคารเขียวของตนเองอย่างแพร่หลาย โดยมีหลักการที่คล้ายกัน

เนื้อหาของระบบประเมินอาคารเขียวต่าง ๆ จึงมักจะครอบคลุมเรื่องของการลดผลกระทบของอาคาร ตั้งแต่การเลือกที่ตั้งเพื่อลดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว การลดผลกระทบที่เกิดจากผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้วัสดุและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำและปลอดภัยต่อสุขภาพ การออกแบบเพื่อคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคารที่ดี ซึ่งเป็นเนื้อหาหลัก โดยอาคารเขียวแต่ละระบบอาจมีการพัฒนาเนื้อหาบางส่วนเพิ่มเติมให้เหมาะกับบริบทของตนเอง แต่สิ่งที่

แตกต่างในแต่ละระบบ คือ ตัวชี้วัด (Metric) ที่แสดงว่าสามารถดำเนินการได้ตามข้อกำหนด ซึ่งส่งผลต่อความยากง่ายในการหาข้อมูลและการวิเคราะห์

สำหรับในประเทศไทยได้มีการใช้ระบบประเมินอาคารเขียวมานานมากกว่า 10 ปี โดยระบบที่มีการใช้มากที่สุด คือ ระบบ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพัฒนาโดย United States Green Building Council (USGBC) หรือ สภาอาคารเขียวแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบที่มีการใช้รองลงมาคือ ระบบ TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability) ของสถาบันอาคารเขียวไทย

การออกแบบอาคารเขียว นอกจากให้ผลดีต่อส่วนรวมในระดับโลก คือ ลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และต่อระบบนิเวศในระดับท้องถิ่นแล้ว ก็ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและสาธารณูปโภค พนักงานมีคุณภาพชีวิตในอาคารที่ดีขึ้น เช่น คุณภาพอากาศที่ดีกว่า ส่งผลต่อสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงาน จึงทำให้มูลค่าของอาคาร หรือ ค่าเช่าที่ได้รับสูงขึ้น รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กร ดังนั้นองค์กรชั้นนำในภาคเอกชนจำนวนมากและองค์กรภาครัฐ เมื่อจะออกแบบอาคารขนาดใหญ่ มักจะระบุความต้องการให้ออกแบบอาคารให้เป็นอาคารเขียวที่ได้รับการรับรองในระดับใดระดับหนึ่ง เช่น ระดับแพลตินั่ม แต่การขอการรับรองเป็นอาคารเขียว จะมีค่าใช้จ่ายจำนวนมากพอสมควร ในการลงทะเบียนและตรวจประเมินแบบ

ดังนั้นกรมโยธาธิการและผังเมืองซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ออกแบบอาคารภาครัฐจำนวนมากทั่วประเทศ จึงมีความต้องการในการยกระดับของการออกแบบอาคารภาครัฐในความรับผิดชอบให้เป็นอาคารเขียว โดยจัดให้มีการศึกษาเกณฑ์การออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ และเกณฑ์สำหรับปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียว โดยมีตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับบริบทของอาคารภาครัฐ ซึ่งอาจจะอยู่ภายใต้กฎระเบียบที่แตกต่างจากภาคเอกชนและได้ประโยชน์คุ้มค่า โดยมิได้มุ่งหวังเพื่อให้อาคารได้รับการรับรองเป็นอาคารเขียวในระดับสูงสุดดังเช่นภาคเอกชน

คำถามของการศึกษานี้คือ สถานภาพของการออกแบบอาคารที่กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ดำเนินอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องตามกฎหมายควบคุมอาคารนั้น พอเพียงที่จะสามารถผ่านเกณฑ์อาคารเขียวมากน้อยเพียงใด และหากต้องปรับปรุงจะต้องดำเนินการอย่างไร มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเท่าใด และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่

นอกจากนี้ยังปรากฏอาคารภาครัฐส่วนหนึ่งที่ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ เช่น อาคารศาลากลาง อาคารศาล ซึ่งมีรูปลักษณะของอาคารที่ค่อนข้างชัดเจน คือ การใช้หลังคาแบบไทยประเพณี ซึ่งไม่ค่อยพบอาคารเขียวที่ผ่านการรับรองที่มีลักษณะดังกล่าว จึงมีคำถามว่า

จะมีลักษณะใดของสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ที่อาจเป็นอุปสรรค หรือข้อควรคำนึงในการพัฒนาให้เป็นอาคารเขียว

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาและจัดทำเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวภาครัฐ สำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ และเกณฑ์การปรับปรุงอาคารที่มีอยู่เดิม โดยการจัดทำให้เป็นคู่มือที่สถาปนิกและวิศวกร สามารถใช้ในการดำเนินงาน

2) เพื่อศึกษาสถานภาพของการออกแบบอาคารในปัจจุบันและอาคารที่เคยออกแบบเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวภาครัฐที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งศึกษาแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้เป็นอาคารเขียว

3) เพื่อศึกษาราคาค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น ในการดำเนินงานตามเกณฑ์การออกแบบและปรับปรุงเพื่อเป็นอาคารเขียวภาครัฐ ตามที่ได้พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาอาคารภาครัฐ เฉพาะอาคารประเภทสำนักงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาเกณฑ์การออกแบบและปรับปรุงอาคารเขียวภาครัฐ ประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1) ศึกษาทบทวนจากเอกสาร ประกอบด้วย กระบวนการในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินการออกแบบ ระบบประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยและต่างประเทศ กฎหมายต่าง ๆ เช่น พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างในภาครัฐ กฎหมายควบคุมอาคาร กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

2) ศึกษาความต้องการของกรมโยธาธิการและผังเมือง เกี่ยวกับลักษณะของเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐที่ต้องการและวิธีการปฏิบัติงาน

3) สังเคราะห์ร่างเกณฑ์การออกแบบที่จะก่อสร้างใหม่ และเกณฑ์ในการปรับปรุงที่มีอยู่เดิม

4) ประเมินสถานภาพของอาคารที่มีอยู่เดิม โดยการสำรวจจากสถานที่จริง (Post Occupancy Survey) เพื่อดูว่าการใช้งานจริงตรงกับแบบและรายการประกอบแบบหรือไม่ ผู้ใช้อาคารได้ปรับเปลี่ยนและมีพฤติกรรมการใช้งานอย่างไร และเปรียบเทียบกับร่างเกณฑ์

5) ประเมินสถานภาพการออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ โดยศึกษาแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ โดยการเปรียบเทียบกับร่างเกณฑ์การออกแบบที่พัฒนาขึ้น

6) สรุปประเด็นที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์และแนวทางแก้ไข จัดทำแบบก่อสร้าง เพื่อให้สามารถคิดราคาได้ใกล้เคียงความเป็นจริง

7) ศึกษาราคาค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นและความคุ้มค่า แล้วนำมาทบทวนเกณฑ์

9) ประชุมรับฟังความคิดเห็นจากสถาปนิก วิศวกร ของกรมโยธาธิการและผังเมือง และจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่สนใจ เกี่ยวกับเกณฑ์การออกแบบที่พัฒนาขึ้น

10) สรุปเกณฑ์การออกแบบและจัดทำเป็นคู่มือ ได้แก่ คู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่ก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียว และคู่มือการออกแบบและปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวเผยแพร่สู่สาธารณะ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการสำรวจกายภาพของอาคารเดิม นอกจากการสังเกตและบันทึกถ่ายภาพประกอบแล้ว ยังได้ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ร่วมด้วยเพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลทางกายภาพของอาคารเดิม

1) การสำรวจปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ทำงาน ใช้การวัดด้วยเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2/Temp/RH data logger ยี่ห้อ HTI i6jo HT-2000 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความพอเพียงของการระบายอากาศในพื้นที่ทำงาน

2) ข้อมูลความส่องสว่างภายในพื้นที่ทำงาน ใช้วัดด้วยเครื่อง Lux Meter ยี่ห้อ TES รุ่น 1330 digital lux meter (lux-11)

3) ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ใช้การตรวจสอบด้วยกล้องอินฟราเรด ยี่ห้อ Fluke รุ่น TI450 Fusion Technology

4) โปรแกรม BEC ของกระทรวงพลังงานสำหรับจำลองการใช้พลังงานตามกฎหมาย

ผลการศึกษา

1) กระบวนการในการพัฒนาระบบประเมินอาคารเขียว

World Green Building Council (WGBC) หรือ สภาอาคารเขียวโลก ซึ่งเป็นองค์กรที่มีประเทศต่าง ๆ ที่พัฒนาระบบอาคารเขียวของตนเองเป็นสมาชิก WGBC ได้ให้ข้อแนะนำในการพัฒนาระบบการประเมินอาคารเขียวว่าสามารถแบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอน ตามหลัก Plan Do Check Act[2] คือ 1) การวางแผนและพัฒนาร่างเกณฑ์ในระบบประเมิน 2) ทบทวนร่างเกณฑ์โดยองค์กรที่รับผิดชอบ 3) ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะเป็นผู้ใช้เกณฑ์ให้ความเห็น 4) ทบทวนนำความเห็นมาปรับข้อกำหนด 5) ทดสอบเกณฑ์ 6) ให้ผู้บริหารเห็นชอบในข้อเกณฑ์ 7) นำข้อเกณฑ์นั้นมาปฏิบัติ 8) ติดตามผลการดำเนินงานตามข้อเกณฑ์ แล้วนำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 8 ย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่ 1 อีกเพื่อปรับเกณฑ์ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารเขียวสำหรับในเวอร์ชั่นใหม่

การวิเคราะห์ - แผนการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารรัฐที่ได้วางไว้มีความสอดคล้องกับวิธีการที่ World Green Building Council ได้เสนอแนะ โดยครอบคลุมกิจกรรมตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1-6 ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนที่ 7-8 ได้จัดทำข้อเสนอแนะให้กรมโยธาธิการและผังเมือง ดำเนินงานและติดตามผลการใช้เกณฑ์ฯ ต่อไป

ผลการศึกษาและทบทวนเกณฑ์ประเมินอาคารเขียว

ดังได้กล่าวข้างต้นว่า ระบบ LEED และ TREES เป็นระบบที่มีการใช้มากในประเทศไทย จึงนำระบบทั้งสองมาศึกษา และได้เพิ่มเติมระบบ GREEN Mark ของประเทศสิงคโปร์อีกหนึ่งระบบ เนื่องจากพิจารณาว่าเป็นประเทศที่อยู่ในเขตภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ สามารถสรุปได้ดังนี้

ระบบประเมินของ LEED แบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 2 แบบคือ เกณฑ์บังคับที่ไม่มีคะแนน และเกณฑ์เลือกทำ ซึ่งมีคะแนนโดยใน LEED ประเภทอาคารสร้างใหม่และอาคารปรับปรุง (Building Design and Construction, BD+C) เวอร์ชั่นที่ 4 มีคะแนนรวมทั้งหมด 110 คะแนน แบ่งผลการประเมินเป็น 4 ระดับ คือ ระดับผ่าน = 40 คะแนน ระดับเงิน = 50 คะแนน ระดับทอง = 60 คะแนน ระดับแพลตินัม = 80 คะแนนขึ้นไป เนื้อหาการประเมินจะแบ่งเป็น 9 หมวด คือ 1) การออกแบบเชิงบูรณการ 2) ย่านที่ตั้งและการเดินทาง 3) ที่ตั้งยั่งยืน 4) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 5) พลังงานและบรรยากาศ 6) วัสดุและทรัพยากร 7) คุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร 8) นวัตกรรม 9) ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค โดยน้ำหนักคะแนนที่มากที่สุดจะอยู่ในหมวดพลังงานถึง 33 คะแนน

การประเมินประสิทธิภาพพลังงานของ LEED จะใช้มาตรฐาน ASHRAE 90.1 ซึ่งสถาปนิกและวิศวกรส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับมาตรฐานดังกล่าว และยังมีปัญหาเกี่ยวกับการต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองพลังงาน จึงเป็นข้อจำกัดในการปฏิบัติตามเกณฑ์ นอกจากนี้ตัวชี้วัด (metric) ในหมวดอื่น เช่น หมวดวัสดุและทรัพยากร ซึ่งใช้การเลือกวัสดุในการออกแบบ โดยพิจารณาจากค่า EPD (Environmental Product Declaration) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตวัสดุในวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่ขั้นขุดวัตถุดิบจนถึงขั้นการผลิตในโรงงาน (Cradle to Gate) ซึ่งผู้ผลิตวัสดุส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูล EPD ของวัสดุ วัสดุที่มีข้อมูล EPD ส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุของต่างประเทศ ซึ่งนอกจากราคาสูงแล้ว ยังขัดแย้งกับนโยบายรัฐบาลที่ต้องการส่งเสริมให้อาคารภาครัฐใช้วัสดุภายในประเทศเป็นหลัก

นอกจากนี้เกณฑ์ของ LEED ยังให้คะแนนสูงกับที่ตั้งโครงการที่อยู่ใกล้ระบบขนส่งสาธาณะ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่อาจจะใช้ได้เฉพาะกับเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร แต่ไม่สามารถประยุกต์ได้ในสภาพของอาคารภาครัฐใน

ต่างจังหวัด ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบรถขนส่งมวลชน โดยเกณฑ์อาคารภาครัฐที่กำลังพัฒนานี้ต้องการให้ใช้ได้กว้างขวาง รวมถึงบริบทของต่างจังหวัดด้วย

ระบบประเมินของ TREES สำหรับอาคารสร้างใหม่และปรับปรุงโครงการเวอร์ชั่นปัจจุบัน คือ v1.1 จะมีคะแนนเต็มทั้งหมด 85 คะแนน แบ่งการประเมินเป็น 4 ระดับ คือ ระดับผ่าน = 30-37 คะแนน ระดับเงิน = 38-45 คะแนน ระดับทอง = 46-60 คะแนน และระดับแพลตินั่ม = 61 คะแนนขึ้นไป เนื้อหาการประเมินจะแบ่งเป็น 8 หมวด คือ 1) การบริหารจัดการอาคาร 2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์ 3) การประหยัดน้ำ 4) พลังงานและบรรยากาศ 5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง 6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร 7) การป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม 8) นวัตกรรม ซึ่งพบว่า TREES มีเนื้อหาบางส่วนคล้ายคลึงกับเกณฑ์ LEED ในเวอร์ชั่นที่ 3 (LEED 2009) และบางส่วนคล้ายคู่มือเกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียวของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้พัฒนาตั้งแต่ พ.ศ. 2552

โดยภาพรวมของเกณฑ์ TREES จะมีการใช้ตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยมากขึ้น เช่น วิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ก็มีทางเลือก 2 แบบ คือ ทางเลือก 1) ใช้การประเมินค่าพลังงานรวมที่อาคารใช้ ตามรายละเอียดและวิธีที่กำหนดในกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 และทางเลือก 2) ใช้การประเมินค่าพลังงานรวมตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนดใน มาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 Appendix G ส่วนในด้านการเลือกวัสดุ จะเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ในตลาดวัสดุประเทศไทยมากขึ้น เช่น วัสดุที่ได้ฉลากเขียว หรือ ฉลากคาร์บอน แต่จะต้องนำปริมาณวัสดุที่ได้ฉลากเหล่านี้มาแปลงเป็นราคาวัสดุและเปรียบเทียบกับราคาวัสดุทั้งหมด ให้ได้ในอัตราร้อยละ 10-20 จึงจะได้คะแนน เป็นต้น

ระบบประเมินของ BCA GREEN Mark เป็นระบบที่พัฒนาและดูแลโดย Building and Construction Authority (BCA) ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐที่มีหน้าที่ควบคุมการออกแบบอาคารคล้ายกรมโยธาธิการและผังเมือง ระบบที่นำมาศึกษา คือ BCA Green Mark - Non Residential Building (NRB) version 2015 เป็นระบบประเมินอาคารเขียวที่มีความเข้มข้น โดยมีวิธีประเมินในด้านต่าง ๆ ที่พัฒนาเป็นของตนเอง เช่น การประเมินประสิทธิภาพพลังงานจะมีสมการในการคำนวณเฉพาะของตนเอง ไม่ได้นำวิธีของประเทศอื่นมาใช้ การประเมินการใช้วัสดุก็จะมีฐานข้อมูลรายชื่อวัสดุที่ได้รับฉลากสิ่งแวดล้อมของประเทศสิงคโปร์ เนื่องจาก BCA เป็นหน่วยงานรัฐ ดังนั้นอาคารภาครัฐของประเทศสิงคโปร์จำนวนมากจึงออกแบบให้เป็นอาคารเขียวตามมาตรฐาน BCA Green Mark เพื่อเป็นตัวอย่างที่ดีให้แก่ภาคเอกชน

2) การศึกษาความต้องการของกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นการศึกษาความต้องการของผู้ใช้เกณฑ์เกี่ยวกับตัวชี้วัด (Metrics) ที่ใช้ในการประเมิน โดย World Green Building Council ได้ให้ความเห็นว่าตัวชี้วัดเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่ควรหารือกับผู้ใช้เกณฑ์ เพราะถ้ายากเกินไปเกณฑ์นั้นจะไม่มีผู้ต้องการใช้ แต่ถ้าง่ายหรืออ่อนเกินไปก็อาจจะไม่สามารถนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการในลดผลกระทบที่เกิดจากอาคารได้ ดังนั้นออกแบบเกณฑ์จึงต้องมีความพอดี

ผลสรุปในเบื้องต้นคือ ตัวชี้วัดที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่สถาปนิกและวิศวกรสามารถดำเนินงานได้เองโดยไม่ต้องมีที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ไม่ควรซับซ้อน เช่น ต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นสูงซึ่งต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน หรือต้องใช้โปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์และมีค่าใช้จ่ายสูง แต่ต้องเข้มข้นพอที่จะวัดสมรรถนะอาคาร

3) **การวิเคราะห์และสังเคราะห์** จากการศึกษาเกณฑ์ในระบบอื่นและความต้องการของกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อนำไปสู่การสังเคราะห์ระบบประเมินใหม่ที่เหมาะกับบริบทของภาครัฐ สามารถสรุปประเด็นการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

โครงสร้างของเนื้อหา พบว่าระบบประเมินอื่น ๆ จะมีการแบ่งเป็นหมวดตามเนื้อหา เช่น หมวดการใช้น้ำ หมวดพลังงาน ซึ่งอาจจะยากต่อผู้ปฏิบัติงานที่ไม่คุ้นเคย เพราะไม่เข้าใจว่างานที่รับผิดชอบเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่แทรกอยู่ตรงที่ใดบ้าง เช่น งานวิศวกรรมปรับอากาศจะมีเกณฑ์เกี่ยวกับระบบ Cooling Tower อยู่ในหมวดการใช้น้ำ เกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศและสารทำความเย็นจะอยู่ในหมวดพลังงาน ในขณะที่เกณฑ์การออกแบบให้อยู่ในขอบเขตสภาวะสบายจะอยู่ในหมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร ดังนั้นจึงมักต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเกณฑ์นั้น ๆ เป็นที่ปรึกษา เช่น ในระบบ LEED จะมี LEED AP (Accredited Professional) ในระบบ TREES มี TREES-A (Associate) เป็นต้น ซึ่งจากการประชุมกับตัวแทนผู้ที่ใช้งานได้มีความเห็นตรงกันว่าควรสังเคราะห์เกณฑ์ใหม่ แบ่งหมวดตามวิชาชีพหรือบทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้อง จะสะดวกต่อการใช้งานมากกว่า เช่น หมวดการออกแบบผังโครงการและงานภูมิทัศน์ หมวดการออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม และแบ่งเป็นหมวดย่อย เป็นงานระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า เป็นต้น

วิธีการประเมิน ระบบประเมินส่วนใหญ่เป็นระบบสะสมคะแนน ที่กำหนดเกณฑ์บังคับจำนวนไม่มาก และให้ผู้ออกแบบเลือกปฏิบัติตามเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อสะสมคะแนนให้ได้ถึงระดับการรับรองที่ต้องการ เช่น ระดับแพลทินัมก็ต้องสะสมคะแนนสูงมาก แต่เกณฑ์การออกแบบภาครัฐไม่ได้ต้องการใช้เพื่อจัดอันดับ แต่เป็นการยกระดับมาตรฐานการออกแบบ ดังนั้นจึงเห็นว่าการประเมินน่าจะกำหนดเพียงการ ***ผ่าน*** หรือ ***ไม่ผ่าน*** โดยถ้าหากผ่านตาม

เกณฑ์บังคับทั้งหมดได้ ก็จะถือว่าเป็น**อาคารเขียวภาครัฐมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง** ซึ่งจากการศึกษาเอกสารเพิ่มเติมพบว่า ระบบประเมินอาคารเขียวของ ASHRAE 189.1 ที่ใช้ใน International Green Construction Code ก็ใช้หลักการดังกล่าวคือ มีเพียง ผ่าน หรือ ไม่ผ่าน เพราะเป็นการประเมินในลักษณะตามกฎหมาย

ตัวชี้วัด (Metrics) ประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ถือเป็นคุณสมบัติสำคัญของอาคารเขียว กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 กำหนดให้อาคาร 9 ประเภท ที่มีพื้นที่ในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป ต้องออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามเวลาใช้งาน คือ กลุ่มที่ 1) สำนักงาน สถานศึกษา กลุ่มที่ 2) โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน กลุ่มที่ 3) โรงแรม สถานพยาบาล และอาคารชุด โดยได้กำหนดทางเลือกในการปฏิบัติเป็น 2 แนวทาง คือ

- **ทางเลือก 1** - การออกแบบให้มีระบบเปลือกอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ซึ่งเรียกว่าผ่านรายระบบทุกระบบ โดยประสิทธิภาพของเปลือกอาคาร วัดด้วยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) และประสิทธิภาพของหลังคาวัดด้วย ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา (Roof Thermal Transfer Value, RTTV) ส่วนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด หรือ ค่า LPD (Lighting Power Density)
- **ทางเลือก 2** - คือ การใช้ค่าพลังงานรวม ในกรณีที่มีบางระบบ เช่น ระบบเปลือกอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือ ระบบปรับอากาศ ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แต่ค่าพลังงานรวมของอาคารที่ออกแบบมีค่าต่ำกว่าอาคารอ้างอิงแล้ว ก็จะถือว่าผ่านเกณฑ์ตามกฎหมายได้ (โดยอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนต้องผ่านเกณฑ์ด้วย)

จากการศึกษาเอกสารของกระทรวงพลังงาน[3] ที่ได้นำอาคารทั้ง 9 ประเภทข้างต้น จำนวน 426 อาคาร มาวิเคราะห์ พบว่าอาคารภาครัฐ 99.44 % สามารถผ่านเกณฑ์เมื่อใช้ค่าพลังงานรวมได้ และอาคารในภาคเอกชนผ่าน 100% แต่ถ้าหากใช้การพิจารณารายระบบ พบว่าอาคารในกลุ่มที่ 1 คือ สำนักงานและสถานศึกษา จำนวน 252 อาคาร สามารถผ่านเกณฑ์ OTTV เพียง 42.8% และผ่านเกณฑ์ RTTV 74.8% ดังนั้นเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคารเขียวภาครัฐ จึงเลือกใช้วิธีที่มีความเข้มข้นกว่าคือ การใช้ OTTV, RTTV และ LPD แทนการใช้ค่าพลังงานรวม

ประสิทธิภาพของระบบกรอบอาคาร ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดค่า OTTV ≤ 50 วัตต์ต่อตารางเมตร และ RTTV ≤ 15 วัตต์ต่อตารางเมตร

ประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน กำหนดค่า LPD ของอาคารสำนักงานและสถานศึกษา ≤ 14 W/m^2 และร่างประกาศใหม่ของกระทรวงพลังงานคือ ≤ 10 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นในขั้นแรก ร่างเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐจึงได้กำหนด LPD ≤ 10 W/m^2

ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ คือ ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5

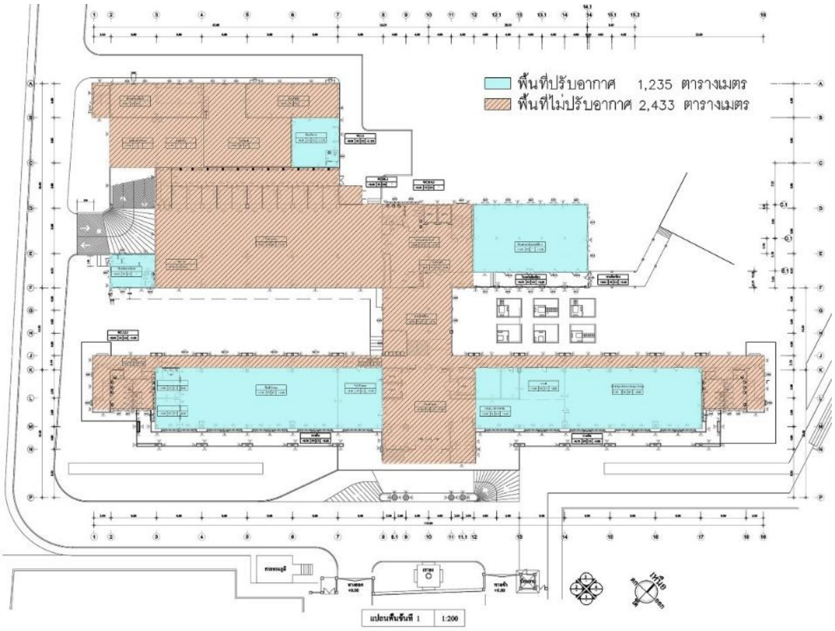
ตัวชี้วัดในข้ออื่น ๆ ก็พยายามเลือกใช้ตัวชี้วัดที่สามารถทำได้ โดยการทำตามรายการที่ระบุ (Prescriptive) ไม่ต้องใช้โปรแกรมการคำนวณที่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น วัสดุฉลากเขียว

3) การประเมินอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุง และอยู่ระหว่างการใช้งาน

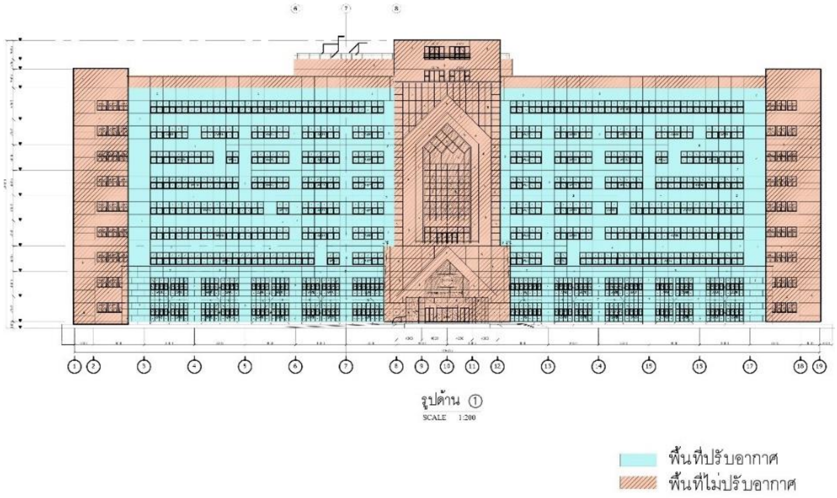
อาคารที่นำมาศึกษา คือ สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (อาคารสำนักงาน ก.พ.) จังหวัดนนทบุรี เป็นอาคารขนาดพื้นที่ 35,140 ตร.ม. เป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ มีพื้นที่ฐานอาคาร (Footprint) 3,668 ตร.ม. สูง 9 ชั้น เริ่มสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และสร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2553 เข้าใช้อาคารในปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย อาคาร 2 อาคาร มีทางเชื่อมกัน ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศใต้ หลังคาเป็นดาดฟ้าคอนกรีต

วัตถุประสงค์ของการประเมิน เพื่อหาว่ามีประเด็นใดที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ โดยการศึกษาจากแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อน แล้วจึงสำรวจสถานที่จริงเพื่อดูความตรงกันระหว่างการใช้งานจริงกับแบบก่อสร้าง โดยการสังเกตและสอบถามผู้ดูแลอาคารและผู้ใช้อาคารเพิ่มเติม รวบรวมประเด็นที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ และนำมาวิเคราะห์ว่า มีความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงจริงหรือไม่ ซึ่งพบว่าไม่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับ จำนวน 7 ข้อ จาก 17 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์เลือกทำ 17 ข้อ จาก 32 ข้อ โดยเป็นการประเมินเฉพาะเกณฑ์ในหมวดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเท่านั้น คือหมวดงานออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ และหมวดการออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมของอาคารสำนักงาน กพ. *(ตารางที่ 1)*

ผังพื้นชั้นที่ 1 ของอาคาร
สำนักงาน ก.พ.



รูปด้านหน้าของอาคาร
สำนักงาน ก.พ.



ตารางที่ 1 การประเมินเฉพาะเกณฑ์ในหมวดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

หมวด	ชื่อหมวด	เกณฑ์บังคับ (ข้อ)			เกณฑ์เลือกทำ (ข้อ)		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	เต็ม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	เต็ม
2	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	1	1	2	3	-	3
3	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	9	6	15	12	17	29
	รวม	10	7	17	15	17	32

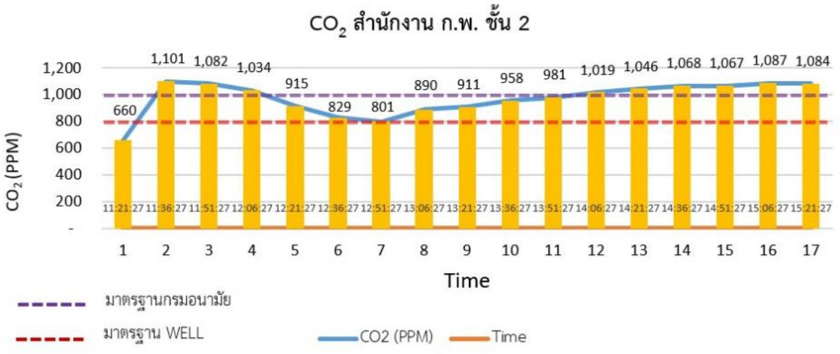
ซึ่งในบทความนี้จะสรุปเพียงบางประเด็นที่สำคัญ ที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ได้ ดังนี้

อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ ในเกณฑ์อาคารเขียวทุกระบบจะกำหนดให้อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำในอาคารเป็นเกณฑ์บังคับ เพราะมีผลต่อสุขภาพโดยตรง ใน LEED v. 4[4] จะใช้มาตรฐานการออกแบบของ ASHRAE 62.1 - 2010 แต่อนุญาตให้ใช้กฎหมายท้องถิ่นได้ หากมีมาตรฐานที่สูงกว่า ส่วนมาตรฐาน TREES[5] ของสถาบันอาคารเขียวไทย ก็กำหนดให้ต้องผ่านกฎหมายควบคุมอาคารและต้องผ่านมาตรฐานการระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) หรือ ต้องผ่านมาตรฐานการระบายอากาศ ASHRAE 62.1-2007

อาคารที่ออกแบบตามกฎหมายควบคุมอาคารนั้น ส่วนใหญ่จะไม่มีช่องนำอากาศเข้า มีแต่พัดลมดูดอากาศออกสู่ภายนอกเท่านั้น โดยให้อากาศภายนอกรั่วไหลผ่านตามขอบประตูหน้าต่างเข้ามาแทนที่ สำหรับสำนักงานส่วนที่ปรับอากาศ ตามกฎหมายกำหนดอัตราการระบายอากาศที่ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร แต่ในวิธีการของ ASHRAE 62.1 จะกำหนดอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ จากปริมาณคนในห้องและขนาดพื้นที่ห้อง การออกแบบเพื่อให้ประหยัดพลังงานจึงมักใช้เครื่องแลกเปลี่ยนอากาศ (Energy Recovery Ventilaor, ERV) ซึ่งต้องมีทั้งช่องเติมอากาศเข้าและช่องนำอากาศออก

ในเบื้องต้นได้พิจารณาว่า การปรับปรุงระบบระบายอากาศในอาคารที่อยู่ระหว่างใช้งานอาจดำเนินการได้ยาก จึงได้ทดสอบว่ามีความจำเป็นจริงหรือไม่ โดยทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมภายในห้องทำงาน ผลการตรวจวัดพบว่า ห้องทำงานซึ่งไม่มีการเติมอากาศจากภายนอก โดยออกแบบให้ใช้พัดลมดูดอากาศอย่างเดียว มีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สะสมในห้องสูงสุดที่ 1,101 ppm. ซึ่งมากกว่าค่าสูงสุดที่กรมอนามัยกำหนดไว้ที่ 1,000 ppm.[6] ซึ่งในบางมาตรฐานที่ให้ความสำคัญต่อสุขภาพและสุขภาวะ เช่น WELL Building Standard จะกำหนดไว้เพียง 800 ppm.[7] เท่านั้น สิ่งที่น่าสนใจคือ ห้องทำงานที่สำรวจได้ออกแบบไว้สำหรับพนักงาน 40 คน แต่

ขณะที่ทำการสำรวจมีพนักงานเพียง 25 คน เท่านั้น ดังนั้นหากมีผู้ใช้งานเต็มตามจำนวนที่ออกแบบจริง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมน่าจะสูงเกินมาตรฐานยิ่งขึ้นไปอีก ผลการสำรวจดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ควรใช้มาตรฐานอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำที่สูงกว่าเกณฑ์ในกฎหมายควบคุมอาคาร และควรกำหนดเป็นเกณฑ์บังคับ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารมีสุขภาพที่ดี ซึ่งต้องแก้ปัญหาโดยการเพิ่มพัดลมและเดินท่อลมเข้ามาในห้อง

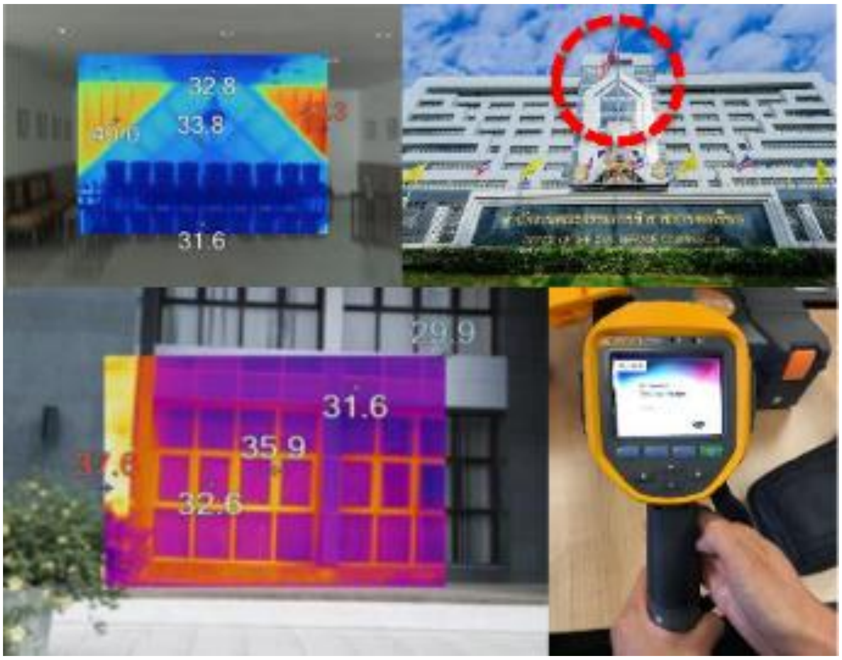


ปริมาณ CO_2 ในห้องทำงานชั้น 2

การใช้เครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อตรวจสอบความพอเพียงของการระบายอากาศ

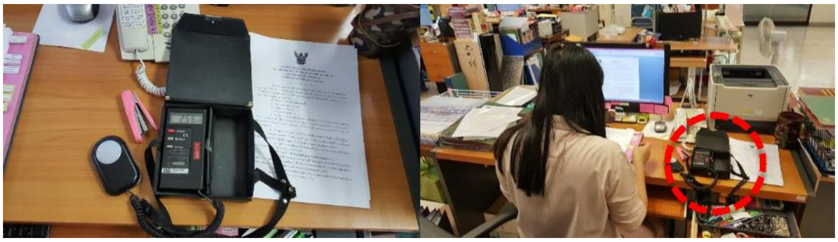
ประสิทธิภาพของระบบเปลือกอาคาร ผลการประเมินด้วยโปรแกรม BEC พบว่าไม่สามารถผ่านเกณฑ์ได้ ทั้งค่า OTTV และ ค่า RTTV โดยมีค่า OTTV สูงถึง 83.73 วัตต์ต่อตารางเมตร (>50 วัตต์ต่อตารางเมตร) และ มีค่า RTTV = 29.5 วัตต์ต่อตารางเมตร (>15 วัตต์ต่อตารางเมตร) เนื่องจากหน้าต่างใช้กระจกใส และหันด้านยาวของอาคารมาทางทิศใต้ มีสัดส่วนหน้าต่างต่อผนังทั้งหมด (Window to Wall Ratio, WWR) = 0.31 และ WWR ของแต่ละด้านอยู่ในช่วง 0.20 - 0.40

นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบปัญหาที่เปลือกอาคารเพิ่มเติมโดยการใช้ Infrared Thermography เพื่อประกอบการพิจารณาปรับปรุง และเลือกการปรับปรุงโดยการติดฟิล์มลดความร้อนที่กระจก ซึ่งเป็นวิธีที่รบกวนการทำงานน้อยที่สุด ทำให้ได้ค่า OTTV ลดเหลือ 45.04 วัตต์ต่อตารางเมตร ส่วนหลังคาปรับปรุงโดยการทา Ceramic Coating บนผิวดาดฟ้า ทำให้มีค่า RTTV ลดลงเหลือ 14.48 วัตต์ต่อตารางเมตร



การใช้ Infrared Thermography เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความร้อนผ่านเปลือกอาคาร

ประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง พบว่า มีค่า LPD = 8.79 W/m^2 ผ่านเกณฑ์ได้ ถ้ากำหนดเกณฑ์ที่ 10 W/m^2 แต่พบว่าอาคารยังใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นส่วนใหญ่ และเมื่อนำ Lux Meter ไปวัดความส่องสว่างในพื้นที่ทำงาน ก็พบว่าได้ประมาณ 300 lux ตามกฎหมายควบคุมอาคาร และผู้ใช้อาคารก็รู้สึกว่าความสว่างพอเพียง ดังนั้นจึงเกิดคำถามว่า ถ้าหากอาคารใช้หลอดไฟ LED ก็น่าจะมีค่า LPD ลดลงได้มากกว่านี้ และสามารถผ่านเกณฑ์ได้ที่ 8 W/m^2 จึงนำผลสำรวจมาทบทวนและปรับเกณฑ์ให้ต่ำลง และคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน



การใช้เครื่องมือ Lux Meter วัดค่าความสว่าง

ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศเกือบทั้งหมดไม่ได้มาตรฐานเบอร์ 5 โดยวางชุดคอนเดนซิ่งที่บริเวณกันสาด ซึ่งจำเป็นจะต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด จึงนำข้อมูลการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศมาศึกษาราคาและความคุ้มค่าในการลงทุน

เครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วนที่ไม่ได้เบอร์ 5 วางที่บริเวณกันสาด

ไม่มีห้องถ่ายเอกสารที่ความดันเป็นลบ ใช้การตั้งเครื่องถ่ายเอกสารบริเวณทางเดิน

ห้องที่มีมลพิษออกแบบให้มีความดันเป็นลบ กำหนดเป็นเกณฑ์บังคับ ในอาคารเขียวจะคำนึงถึงการควบคุมแหล่งมลพิษ เช่น ห้องถ่ายเอกสาร ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาดที่มีกลิ่นสารเคมี ซึ่งจะต้องออกแบบให้มีความดันเป็นลบ และมีประตูที่ปิดกลับได้เอง ซึ่งพบว่าในอาคารไม่มีห้องถ่ายเอกสาร โดยใช้การตั้งเครื่องถ่ายเอกสารตามทางเดินกระจายอยู่หลายแห่ง ซึ่งต้องปรับปรุงโดยหาตำแหน่งห้องใหม่และติดตั้งพัดลมดูดอากาศให้มีความดันเป็นลบ

การใช้พลังงานทดแทน ในเกณฑ์ LEED, TREES และ GREEN MARK กำหนดให้เป็นเกณฑ์เลือกทำ แต่มาตรฐานอาคารเขียว ASHRAE 189.1 ซึ่งใช้ใน International Green Construction Code จะกำหนดเป็นเกณฑ์บังคับให้อาคารต้องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 32 kWh/m^2-yr คูณด้วย จำนวนพื้นที่หลังคาทั้งหมดที่วัดในแนวราบ[8] ซึ่งอาคารสำนักงาน ก.พ. ยังไม่มีการใช้พลังงานทดแทน

การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นเกณฑ์ที่พบใน GREEN MARK ซึ่งพิจารณาจะเห็นว่า มีประโยชน์ต่ออาคารภาครัฐในอนาคต เพราะราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกลงอย่างต่อเนื่อง ข้อกำหนดคือให้ออกแบบเผื่อน้ำหนักโครงสร้างของแผง และทำทางขึ้นไปติดตั้งแผง การเตรียมระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับ สำหรับอาคารสำนักงาน ก.พ. เป็นหลังคาดาดฟ้าคอนกรีตและมีทางขึ้นอยู่แล้ว จึงมีศักยภาพที่จะติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคตได้

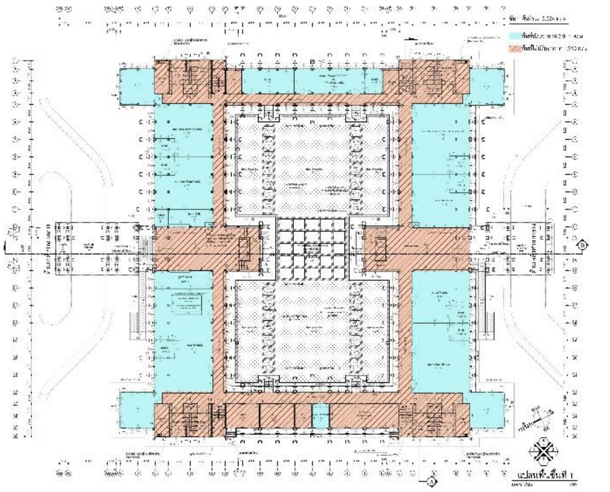
การใช้น้ำจากแหล่งอื่นเพื่อทดแทนการใช้น้ำประปา เกณฑ์อาคารเขียวจะส่งเสริมให้มีการนำน้ำจากแหล่งอื่นมาใช้ทดแทนน้ำประปา เช่น น้ำฝน น้ำจากการกลั่นตัวของระบบปรับอากาศ หรือน้ำที่ใช้แล้วและสกปรกน้อย (Grey Water) ซึ่งอาคารสำนักงาน ก.พ. มีการรวบรวมน้ำฝนที่ตกมาในบริเวณพื้นที่ไปยังคูน้ำในโครงการและใช้รดน้ำต้นไม้

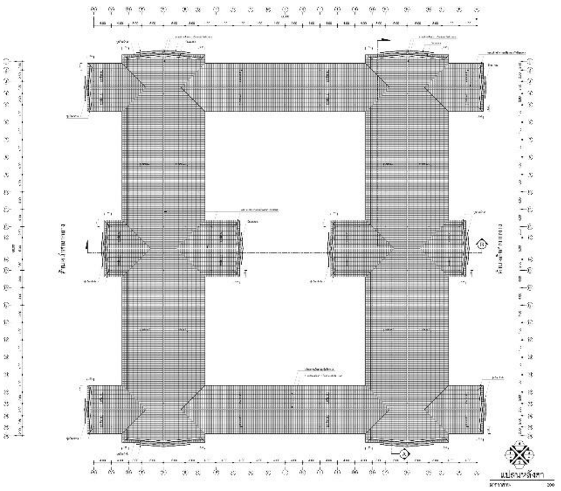
จากผลประเมินทั้งหมด ได้นำไปจัดทำแบบก่อสร้างเพื่อประเมินราคาในการปรับปรุง

4) การประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ - อาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ เป็นอาคารขนาดพื้นที่ 17,048 ตร.ม. พื้นที่ฐานอาคาร 3,924 ตร.ม. สูง 4 ชั้น ออกแบบให้มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์มีสัดส่วนด้านกว้างและด้านยาวใกล้เคียงกันเกือบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ด้านหน้าอาคารที่หันไปทางทิศเหนือยาว 86 ม. ส่วนด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตกยาว 88 ม. ด้านในออกแบบเป็นพื้นเปิดโล่ง หรือ Court ตรงกลาง รูปทรงอาคารออกแบบให้มีความสมมาตร โดยมีทางเข้าหลักอยู่ตรงแกนกลาง และมีการเน้นตรงมุมทั้ง 4 ของอาคารยื่นออกมาเป็นมุข หลังคาเป็นกระเบื้องคอนกรีตทรงจั่วสีน้ำตาล มีชายคายื่นยาวและค้ำยัน

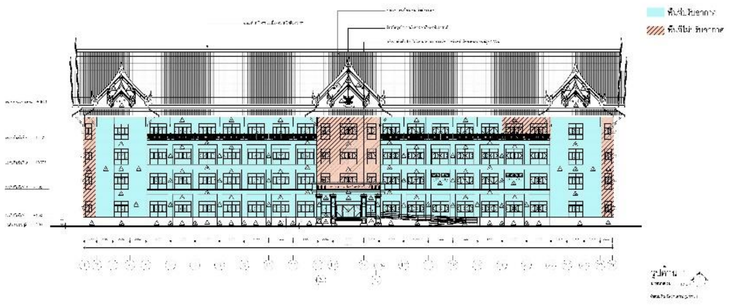
การออกแบบผังพื้น จะเป็นลักษณะการออกแบบพื้นที่ใช้สอยล้อมรอบที่ว่างเปิดโล่งกลางอาคาร (Court) ผนังด้านในที่ติดกับ Court ทำเป็นทางเดิน กว้างประมาณ 3 ม. เพื่อเข้าสู่ห้องต่าง ๆ ห้องทำงาน ด้านทิศเหนือและทิศใต้ จะมีความลึกประมาณ 5.8 ม. ส่วนทางด้านทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก จะมีความลึกประมาณ 13.4 ม.

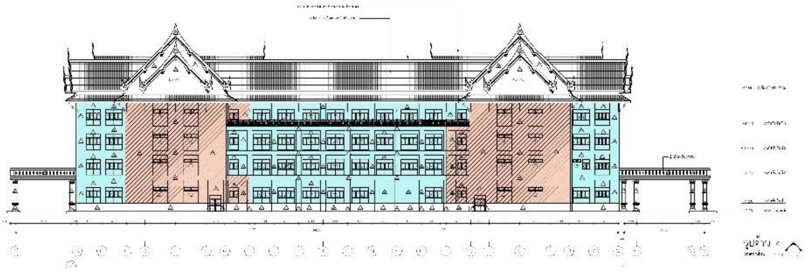
ซ้าย ผังพื้นอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์
ขวา หลังคาอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์





บน รูปด้านอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์





กลาง รูปด้านอาคารทางด้านหน้าซึ่งหันไปทางทิศเหนือ

ล่าง ด้านใน court ซึ่งเจาะช่องหน้าต่างที่เหมือนกันหมดไม่ว่าจะหันไปทางทิศใด

อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ ผลการประเมินพบว่าการออกแบบของอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ไม่มีการเติมอากาศบริสุทธิ์ ดังนั้น ข้อกำหนดเรื่องอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ จึงควรกำหนดเป็นเกณฑ์บังคับ โดยให้ใช้มาตรฐานมาตรฐาน วสท. 031010-60: มาตรฐานการระบายอากาศอาคารเพื่อคุณภาพอากาศภายในที่ยอมรับได้ ทั้งอาคารที่จะก่อสร้างใหม่และอาคารเดิม

วิธีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคาร โดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 ช่องทาง คือ ผ่านผนังภายนอก หรือ ผ่านทางหลังคา และต่อท่อลมไปยังห้องที่ต้องการ โดยช่องลมเข้าและช่องลมออกทั้งสองส่วนนี้ต้องอยู่ห่างกันตามระยะที่กำหนดในมาตรฐาน เช่น ประมาณ 10 ม. เพื่อไม่ให้อากาศเสียไหลกลับมาเข้าช่องระบายอากาศบริสุทธิ์ การเจาะช่องลมเข้าและออกอาจจะมีหลายจุด ซึ่งย่อมส่งผลต่อรูปด้านผนังหรือหลังคา ที่ออกแบบให้มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ จากเดิมที่อาจจะไม่มีการเจาะช่องอากาศ ดังนั้นการออกแบบจำเป็นต้องบูรณาการความต้องการนี้ให้กลมกลืนกับส่วนอื่น ๆ

ระบบเปลือกอาคาร พบว่าสามารถผ่านเกณฑ์ได้ทั้งค่า OTTV และ RTTV คือ OTTV = 47.35 วัตต์ต่อตารางเมตร และ RTTV = 6.8 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยที่มีสัดส่วน WWR ของทั้งอาคารที่ 0.27 และ WWR ในแต่ละด้านอยู่ในช่วง คือ 0.24 - 0.33 หน้าต่างใช้กระจกเขียวชั้นเดียว และมีแผงบังแดดแนวนอนและแนวตั้งบังด้านหน้าตามแนวเสา ช่วยลดความร้อนให้หน้าต่าง ซึ่งทำให้เห็นว่าอาคารที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ สามารถผ่านตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานได้ หากมีการใช้วัสดุและขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม และการบังแดดให้หน้าต่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารใช้หลอดไฟ LED ทั้งหมด มีค่า LPD = 6.25 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้เห็นว่า ถ้าหากลดค่าเกณฑ์ให้ LPD ≤ 8 วัตต์ต่อตารางเมตรก็ยังสามารถผ่านได้ และเมื่อตรวจสอบกับเกณฑ์ ASHRAE 189.1-2017[9] ก็พบว่าใช้ค่า LPD ของสำนักงานที่ 7.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งใกล้เคียงกัน

ระบบปรับอากาศ พบว่า เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ไม่ได้มาตรฐานเบอร์ 5

ห้องที่มีมลพิษมีความดันเป็นลบ ในอาคารไม่มีการออกแบบห้องที่มีความดันเป็นลบ หรือเตรียมท่อดูดอาคารออกทิ้งไว้

การใช้พลังงานทดแทน ยังไม่มีการใช้พลังงานหมุนเวียน

การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากหลังคาอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ เป็นหลังคาทรงจั่วที่สูงชันแบบไทยประยุกต์และไม่มีทางขึ้น ยากต่อการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต ซึ่งอาจเสียโอกาสที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอนาคต

การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง - เกณฑ์อาคารเขียวจะให้ความสำคัญต่อการลดผลกระทบที่เกิดจากการใช้วัสดุหลังคาที่มีสีเข้มดูดกลืนความร้อนมาก สำหรับอาคารกำหนดว่าระบุสีภายหลัง แต่ปัจจุบันมีการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตที่ได้ฉลากเบอร์ 5 จากกระทรวงพลังงานที่มีค่าสะท้อนความร้อนสูง ดังนั้นจึงเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผ่านเกณฑ์

การใช้น้ำจากแหล่งอื่นเพื่อทดแทนการใช้น้ำประปา ไม่มีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

ที่กล่าวข้างต้นเป็นเพียงบางประเด็นในการทดสอบ ซึ่งพบว่าในบางเกณฑ์ก็ยากต่อการหาข้อมูล เช่น เกณฑ์การใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ในวัสดุจึงพิจารณาตัดออกไป และนำข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาคิดราคาในการปรับปรุง และหาความคุ้มค่าในการลงทุน และทบทวนความจำเป็นในการกำหนดให้เป็นเกณฑ์บังคับอีกครั้ง

ผลการศึกษาด้านราคาที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียว

การปรับปรุงอาคารเดิม จากข้อที่ต้องแก้ไขการออกแบบในประเด็นต่าง ๆ เมื่อนำมาศึกษาพบว่า ราคาที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมดเพื่อให้เป็นอาคารเขียวมาตรฐานสำหรับอาคารเดิม กรณีอาคารสำนักงาน ก.พ. ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการจัดทำพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร การติดฟิล์มที่กระจกเพื่อลดความร้อน และทา Ceramic Coating สีขาว การเปลี่ยนสุขภัณฑ์ การใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 แบบ Fixed Speed การทำห้องถ่ายเอกสารที่ความดันเป็นลบ การปรับปรุงอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ และการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบดิจิทัล รวมกันจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ **3.71** (โดยค่าใช้จ่ายที่มากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศร้อยละ 2.94) และถ้าทำให้เป็นอาคารเขียวขั้นสูง คือสามารถผ่านได้เกือบหมดทุกเกณฑ์ ยกเว้นเกณฑ์ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มร้อยละ **6.23**

อาคารก่อสร้างใหม่ จะมีราคาเพิ่มขึ้นร้อยละ **1.38** เพื่อผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมดเป็นอาคารเขียวมาตรฐาน และร้อยละ **7.82** สำหรับการเป็นอาคารเขียวขั้นสูง ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับอาคารเขียวมาตรฐานประกอบด้วยการจัดทำพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร การจัดทำจุดทิ้งขยะแยกประเภทในแต่ละชั้น การติดตั้ง Daylight Sensor ให้กับหลอดไฟที่อยู่แนวริมหน้าต่าง การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดเป็นเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 การออกแบบห้องถ่ายเอกสารให้มีความดันเป็นลบ การเพิ่มพัดลมระบายอากาศเพื่อแก้ไขอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ การติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัล การติดตั้งมาตรวัดน้ำแบบดิจิทัล

และจากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุน โดยนำผลประหยัดค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ มาเปรียบเทียบกับเงินลงทุนในระยะเวลา 20 ปี พบว่าการทำอาคารเขียวมาตรฐานจะมีความคุ้มค่ากว่า

สำหรับเกณฑ์การออกแบบทั้งหมดของอาคารเขียวภาครัฐได้แสดงสรุปในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 รายละเอียดของเนื้อหาเกี่ยวกับเกณฑ์การออกแบบอาคารภาครัฐ ผู้ที่สนใจสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากคู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ และคู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิม โดยได้เผยแพร่รายละเอียดของแนวทางการปฏิบัติในเว็บไซต์ของกรมโยธาธิการและผังเมือง http://subsites.dpt.go.th/edocument/index.php/doc-work/2-2017-04-03-02-22-50

การอภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาในด้านราคาที่เพิ่มขึ้นนี้ มาจากตัวอย่างอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ และอาคารที่มีอยู่เดิมอย่างละ 1 หลัง ซึ่งเป็นขนาดใหญ่พิเศษ ราคาค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอาจจะแตกต่างกันได้ ในอาคารที่มีขนาดแตกต่างกัน หรือสร้างในพื้นที่ก่อสร้างที่ต่างกัน จากปัจจัยเรื่องค่าแรง ค่าขนส่งวัสดุ แต่จากรายงานของ World Green Building Council[10] ที่ได้ศึกษาราคาที่เพิ่มขึ้นของการเป็นอาคารเขียวพบว่า อาคารในระดับผ่านการรับรองจะมีราคาเพิ่มขึ้นในระดับ -0.4% ถึง 4% ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในโครงการนี้ที่ราคาเพิ่มขึ้น 1.38% สำหรับอาคารใหม่ และ 3.71% สำหรับอาคารปรับปรุง ส่วนการทำอาคารเขียวในระดับที่สูงขึ้นไปคือ LEED Silver หรือ Gold หรือ Green Mark Gold หรือ Gold Plus ราคาจะเพิ่มในช่วง 0-10% ซึ่งอาคารเขียวขั้นสูงที่ศึกษาก็มีราคาในช่วงดังกล่าว คือราคาเพิ่มขึ้น 7.82 สำหรับอาคารใหม่ และ 6.23 สำหรับอาคารปรับปรุง ส่วนการทำอาคารให้ได้การรับรองเป็นอาคารเขียวระดับสูงสุด เช่น LEED Platinum, Green Mark Platinum จะมีราคาเพิ่มขึ้น 2 - 12.5%

สำหรับแบบอาคารที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์นั้น ได้พบการศึกษาของกระทรวงพลังงาน[11] ที่นำอาคารศาลากลางจังหวัดบุรีรัมย์มาศึกษาค่า OTTV และ RTTV ซึ่งพบว่าไม่ผ่านเกณฑ์โดยมีค่า OTTV 54.52 วัตต์ต่อตารางเมตร และ RTTV 39.00 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นแบบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ แต่ใช้คอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1,280 กก./ลบ.ม. ซึ่งทางกระทรวงพลังงานได้แนะนำการปรับชนิดคอนกรีตมวลเบาเป็นชนิดความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม. ซึ่งสามารถผ่านเกณฑ์ได้โดยมีค่า OTTV 49.63 วัตต์ต่อตารางเมตร และเพิ่มฉนวนหลังคาจากเดิมที่ไม่มีฉนวน ทำให้ได้ RTTV 14.19 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งลักษณะรูปด้านของอาคารยังคงเหมือนเดิม ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษานี้ที่แสดงว่า อาคารลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์สามารถผ่านเกณฑ์เปลือกอาคารตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน หรือผ่านแบบรายระบบได้

สรุป

เกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวของภาครัฐของกรมโยธิการและผังเมือง เป็นเกณฑ์สำหรับการออกแบบอาคารที่มิได้เกิดจากการนำเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในระบบอื่นมาใช้โดยตรง แต่ได้มีการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตัวชี้วัดต่าง ๆ ในบริบทของภาครัฐ และมีการเปรียบเทียบกับสภาพการออกแบบปัจจุบันและสภาพการใช้งานจริง เพื่อให้เกิดความมั่นใจในข้อเกณฑ์ต่าง ๆ ว่าข้อใดควรเป็นเกณฑ์บังคับและเกณฑ์เลือกทำ และการกำหนดตัวชี้วัดที่มีความเหมาะสม รวมทั้งได้มีการพิจารณางบประมาณที่เพิ่มขึ้น และความคุ้มค่าในการลงทุน

ในด้านอาคารภาครัฐที่มีลักษณะสถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ ก็สามารถผ่านประสิทธิภาพพลังงานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานในลักษณะรายระบบได้เช่นเดียวกับสำนักงานทั่วไป และสามารถผ่านเกณฑ์บังคับเป็นอาคารเขียวมาตรฐานได้ แต่จะดียิ่งขึ้นถ้าสามารถออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์ของหลังคาได้ด้วย เช่น เพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ในอนาคต สำหรับติดตั้งชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศ การรวบรวมน้ำฝนเพื่อใช้ทดแทนน้ำประปา การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากวัสดุหลังคา โดยการใช้วัสดุที่สะท้อนความร้อนได้สูง การเตรียมช่องเจาะเพื่อการเติมอากาศและระบายอากาศ โดยที่ยังสามารถสื่อลักษณะของเอกลักษณ์ไทยในบริบทของการเป็นอาคารเขียวได้

ตารางที่ 2 ข้อสรุปเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐ

หมวด	อาคารก่อสร้างใหม่			อาคารปรับปรุง		
	บังคับ	เลือกทำ	รวม	บังคับ	เลือกทำ	รวม
หมวด 1 การเลือกที่ตั้งโครงการ	-	6	6	-	-	-
หมวด 2 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ	3	3	6	3	3	6
หมวด 3 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	4	1	5	2	3	5
หมวด 4 การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	19	23	42	15	29	44
หมวด 5 การก่อสร้างอาคาร	3	-	3	3	-	3
หมวด 6 การใช้และบำรุงรักษาอาคาร	3	7	10	3	7	10
รวม	32	40	72	26	42	68

ตารางที่ 3 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐหลังการปรับปรุง

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	อาคารใหม่	อาคารเดิม
หมวด 1	**การเลือกที่ตั้งโครงการ (Site Selection : SS)**		**6**	
1	SS 1	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนทางบกหรือทางน้ำในระยะ 400 เมตร	-	
2	SS 2	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบรางในระยะ 800 เมตร	-	
3	SS 3	สามารถเข้าถึงได้จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยานในระยะ 200 เมตร	-	
4	SS 4	ตั้งอยู่ในย่านที่มีสาธารณูปโภคพร้อมรองรับการพัฒนา	-	
5	SS 5	มีร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลาย 4 ประเภทขึ้นไป ในระยะ 500 เมตร โดยรอบที่ตั้ง	-	
6	SS 6	หลีกเลี่ยงที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง	-	
หมวด 2	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**		**6(3)**	**6(3)**
7	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	บังคับ	บังคับ
8	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	บังคับ	บังคับ
9	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	บังคับ	บังคับ
10	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	-	-
11	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	-	-
12	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	-	-
หมวด 3	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**		**5(4)**	**5(2)**
13	ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ	บังคับ
14	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	บังคับ	บังคับ

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	อาคารใหม่	อาคารเดิม
15	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	บังคับ	-
16	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	บังคับ	-
17	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	-	-
หมวด 4	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**		**42(19)**	**44(15)**
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**		
18	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ	บังคับ
19	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	-	-
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**		
20	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	บังคับ	บังคับ
21	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ	บังคับ
22	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	-	-
23	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-	-
24	AE 2.5	การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง	-	-
25	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	-	-
26	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	-	-
27	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	-	-
28	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	-	-
29	AE2.10 (RV)	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม		-
	AE 3	**การเลือกใช้วัสดุ**		
30	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	บังคับ	บังคับ
31	AE 3.2	การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	-	-

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	อาคารใหม่	อาคารเดิม
32	AE 3.3	วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	-	-
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**		
33	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	บังคับ	บังคับ
34	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	บังคับ	บังคับ
35	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	บังคับ	-
36	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	บังคับ	-
37	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-	-
38	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-	-
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**		
39	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ	บังคับ
40	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	บังคับ	บังคับ
41	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ	บังคับ
42	AE 5.4 (RV)	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ		บังคับ
43	AE 5.5 (RV) AE 5.4 (NC)	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-	-
44	AE 5.6 (RV) AE 5.5 (NC)	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-	-
45	AE 5.7 (RV) AE 5.6 (NC)	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-	-
46	AE 5.8 (RV) AE 5.7 (NC)	การใช้ระบบ UVGI	-	-
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**		
47	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ	บังคับ
48	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-	-

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	อาคารใหม่	อาคารเดิม
49	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-	-
50	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-	-
	AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**		
51	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	บังคับ	-
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**		
52	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ	บังคับ
53	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ	บังคับ
54	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	บังคับ	-
55	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-	-
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**		
56	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ	บังคับ
57	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ	บังคับ
58	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	บังคับ	-
59	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	-	-
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**		
60	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	-	-
61	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	-	-
หมวด 5	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**		**3(3)**	**3(3)**
62	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	บังคับ	บังคับ
63	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างก่อสร้าง	บังคับ	บังคับ
64	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	บังคับ	บังคับ

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	อาคารใหม่	อาคารเดิม
หมวด 6	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**		**10(3)**	**10(3)**
65	OM 1	การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	บังคับ	บังคับ
	OM 2	การใช้พลังงาน		
66	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	บังคับ	บังคับ
67	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	บังคับ	บังคับ
68	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	-	-
69	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	-	-
70	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	-	-
71	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	-	-
72	OM 7	การจัดการขยะ	-	-
73	OM 8	การทำความสะอาด	-	-
74	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	-	-
		เกณฑ์บังคับ	**32**	**26**
		เกณฑ์เลือกทำ	**40**	**42**
		รวม	**72**	**68**

เชิงอรรถ

[1] บทความเรื่อง "เกณฑ์การออกแบบและปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว" มาจากโครงการศึกษาเรื่อง "คู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ และ คู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ" ประกอบด้วยคณะทำงานดังรายนามต่อไปนี้

1) ดร.พันธุดา พุฒิไพโรจน์
2) นางสาวภัทราภรณ์ ศรีประเสริฐ
3) นายมูฮัมมัดมูนิตร์ พิมพ์ประพันธ์
4) ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์
5) นายสมศักดิ์ จิตมั่น
6) ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี
7) นายอุกฤษฎ์ ถนอมนาม
8) นายเสริมชัย ทิพย์จริยาอุดม
9) นายนิรันดร์ เชื้อเคน
10) นายชาญณรงค์ ภาคภูมิ
11) นายเกียรติศักดิ์ เทียมทนงค์
12) นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์
13) นายวิชยา วัฒนานุกิจ
14) นายพิสิฐ พุฒิไพโรจน์
15) ร.ต.ต.ชาญไทยภักดิ์ แก่นจันทร์ธนกุล
16) นายธัศน์พล พึ่งทวีทรัพย์
17) นายนคร มณีเนตร
18) นายเอกสิทธิ์ อรุณวงศ์ ณ อยุธยา
19) นายคงศักดิ์ แก้วสุริยธำรง
20) นายก่อพงษ์ ศรีพวาทกุล
21) นายนิพนธ์ สุนทรศักดิวงศ์
22) นายอมต วราวิกสิต
23) นายสิทธิพร ค่ายใส
24) นางสาววีรยา ศรีนุ่น
25) นางสาวนภษร สุขผ่อง
26) นางสาวศกลรัตน์ ไกรเภท

[2] World Green Building Council, **Quality Assurance Guide for Green Building Rating Tools** (n.p., 2015), 4, accessed September 1, 2019, available from https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC_QA_Guide_for_Green_Building_Rating_Tools.pdf

[3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, เอกสารในการสัมมนาเรื่องการปรับปรุงเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน และข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมตรวจประเมินระบบกรอบอาคาร โรงแรมเดอะ ทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ, 18 ตุลาคม 2559.

[4] U.S. Green Building Council, **LEED Reference Guide for Building Design and Construction, v4** (Washington DC: USGBC, 2013), 605.

[5] สถาบันอาคารเขียวไทย, **คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ และอาคารประเภทพื้นที่ส่วนกลางและกรอบอาคาร** (ม.ป.ท.: สถาบันอาคารเขียวไทย, ม.ป.ป), 212.

[6] สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย, **คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่** (นนทบุรี: สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559), 5-3.

[7] International WELL Building Institute, **The WELL Building Standard v1 with January 2017 Addenda** (New York: Delos Living LCC, 2017), 29.

[8] ASHRAE, **ANSI/ASHRAE/USGBC/IES Standard 189.1: Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings** (Atlanta, GA: ASHRAE, 2017), 23.

[9] Ibid, 29.

[10] World Green Building Council, **The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants**, accessed September 8, 2019, available from https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants

[11] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, **รายงานสรุปแนวทางการออกแบบประหยัดพลังงานอาคารต้นแบบประหยัดพลังงาน โครงการศึกษาและพัฒนาเพื่อสร้างต้นแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานสำหรับภาครัฐ** (ม.ป.ท.: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558), 4-7.

Bibliography

ASHRAE. **ANSI/ASHRAE/USGBC/IES Standard 189.1: Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, GA: ASHRAE, 2017.

Building and Construction Authority (BCA). **BCA Green Mark for Existing Non-Residential Buildings for Piloting (GM ENRB: 2017)**. n.p.: BCA, 2017. Accessed May 2, 2019. Available from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/GM_ENRB_2017_simplified_criteria.pdf

Building and Construction Authority (BCA). **Green Mark for Non-Residential Buildings NRB 2015 (GM NRM: 2015)** n.p.: BCA, 2015. Accessed May 10, 2019. Available from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/Green_Mark_NRB_2015_Criteria.pdf

Building and Construction Authority (BCA). **Realizing Singapore's Green Building Dream-Towards a Future Ready Built Environment**. Singapore: BCA., n.d.

Bureau of Environmental Health, Department of Health. **khūmư̄ kān patibat ngān phư̄a kān trūat pramœ̄n khunnaphāp ʻākāt phāinai ʻākhān samrap čhaonāthī [Indoor Air Quality Assessment Method for Assessor]**. Nonthaburi: Bureau of Environmental Health, 2016.

Department of Alternative Energy Development and Efficiency. **rāingān sarup nǣothāng kān ʻǭkbǣp prayat phalangngān ʻākhān tonbǣp prayat phalangngān khrōngkān sưksā læ phatthanā phư̄a sāng tonbǣp ʻākhān ʻanurak phalangngān samrap phāk rat [Summary Report-Guidelines for Energy Efficient Building Design-Prototypes for Government Buildings]**. n.p.: Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2015.

Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Document for Seminar: Revision of Energy Efficiency Standard and Comments Regarding Software for Evaluating Building Envelope. The Twin Tower Hotel, Bangkok, October 18, 2016.

Department of Public Works and Town & Country Planning. **khūmư̄ kān ʻǭkbǣp ʻākhān phāk rat thī čha kǭsāng mai hai pen ʻākhān khīeo phāk rat [Green Government Office Design Guidelines for New Construction-version 1.0]**. Bangkok: Department of Public Works and Town & Country Planning, 2019. Accessed May 10, 2019. Available from http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/62/G-GOODsNC.pdf

Department of Public Works and Town & Country Planning. **khūmư̄ kān ʻǭkbǣp prapprung ʻākhān phāk rat thī mī yū dœ̄m hai pen ʻākhān khīeo phāk rat [Green Government Office Design Guidelines for Renovation-version 1.0]**. Bangkok: Department of Public Works and Town & Country Planning, 2019. Accessed May 10, 2019. Available from http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/62/G-GOODsNC.pdf

International WELL Building Institute. **The WELL Building Standard v1 with January 2017 Addenda**. New York: Delos Living LCC, 2017.

Pollution Control Department. **khūmư̄ kēn kānpramœ̄n ʻākhān khīeo phāk rat (kǭranī ʻākhān dœ̄m) [Green Building Rating System for Government Offices (For Existing Building)]**. Accessed August 28, 2020. Available from http://infofile.pcd.go.th/ptech/gb_obd_2556.pdf

Pollution Control Department. **khūmư̄ kēn kānpramœ̄n ʻākhān khīeo phāk rat (kǭranī thī čha mī kānkǭsāng ʻākhān mai) [Green Building Rating System for**

Government Offices (For New Construction)]. Accessed August 28, 2020. Available from http://infofile.pcd.go.th/ptech/GB_NBD_2556.pdf

Thai Green Building Institute. **khūmư̄ samrap kēn kānpramœ̄n khwāmyangyư̄n thāng phalangngān læ singwǣtlō̜m Thai samrap ʻākhān rawāng chai ngān [Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for Existing Building-version 1.0]**. n.p.: Thai Green Building Institute, n.d.

Thai Green Building Institute. **khūmư̄ samrap kēn kānpramœ̄n khwāmyangyư̄n thāng phalangngān læ singwǣtlō̜m Thai samrap kānkō̜sāng læ prapprung khrōngkān mai læ ʻākhān praphēt phư̄nthī sūan klāng læ krō̜p ʻākhān [Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation and Core and Shell Building- version 1.1]**. n.p.: Thai Green Building Institute, n.d.

U.S. Green Building Council. **LEED Reference Guide for Building Design and Construction, v4**. Washington DC: USGBC, 2013.

World Green Building Council. **Quality Assurance Guide for Green Building Rating Tools**. n.p., 2015. Accessed September 1, 2019. Available from https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC_QA_Guide_for_Green_Building_Rating_Tools.pdf

World Green Building Council. **The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants**. Accessed September 8, 2019. Available from https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants

ที่มาภาพประกอบ

ภาพประกอบในบทความนี้ทั้งหมดมาจากหนังสือ "คู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ" และ "คู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ" ยกเว้นภาพถ่ายในหน้าที่ 27 ได้นำมาจาก https://www.facebook.com/khaosurin/posts/2694522710834206/