



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อนำไปสู่ความเป็น
มหาวิทยาลัยสีเขียว

Building Development in Maejo University Lead to Green University

โดย

ณัชวิษญ์ ทิกุล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2557



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง แนวทางการพัฒนาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อไปสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว
Building Development in Maejo University Lead to Green University

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย

ประจำปี 2556

จำนวน 100,000 บาท

หัวหน้าโครงการ

นางสาวณัชวิษญ์ ตีกุล

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

1 กันยายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องแนวทางการพัฒนาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อนำไปสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Building Development in Maejo University Lead to Green University) ได้สำเร็จลุล่วงโดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2556 ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองอาคารและสถานที่ และเจ้าหน้าที่กองสวัสดิการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมถึงเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่เป็นเจ้าของอาคารทั้ง 24 อาคารที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สามารถเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ผู้วิจัย



แนวทางการพัฒนาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อไปสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

Building Development in Maejo University Lead to Green University

ณัชวิษฐ์ ติกุล

Nachawit Tikul

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

ปัจจุบันภาคการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งได้มีการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยทั่วโลก ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้มีเป้าหมายที่จะไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวเช่นเดียวกัน ส่วนหนึ่งของความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวคือการมีอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสถานภาพความเป็นอาคารสีเขียวภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยใช้หลักการประเมินอาคารที่มีอยู่แล้วของประเทศสหรัฐอเมริกา (LEED-EBOM) ซึ่งเป็นหลักการประเมินต้นแบบของการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเพื่อไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยทำการศึกษาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 24 อาคาร ที่มีการใช้พื้นที่เป็นอาคารเรียนและอาคารสำนักงาน จากผลการประเมินความเป็นอาคารเขียวใน 5 ประเด็น ได้แก่ การดูแลที่ตั้งอาคาร การใช้น้ำ การใช้พลังงาน การใช้วัสดุและทรัพยากร และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร โดยการสัมภาษณ์ การสำรวจ การวิเคราะห์เอกสาร การคำนวณ และการตรวจวัดด้วยเครื่องมือ พบว่าอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพียง 24.4% แต่หากจะผ่านการประเมินต้องได้คะแนนไม่น้อยกว่า 40% ประเด็นที่ผู้เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญในการปรับปรุงมากที่สุดคือการใช้วัสดุและทรัพยากรอย่างยั่งยืน และการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงอาคารโดยใช้หลักการ PDCA ซึ่งในบางประเด็นไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เป็นเพียงการวางแผนการดำเนินการที่มุ่งเน้นความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้อาคารเท่านั้น มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้อย่างจริงจัง พร้อมทั้งมีการตรวจสอบผลการดำเนินการและประเมินผลเพื่อนำไป

ปรับปรุงแผนการดำเนินการ ในทุกด้านขององค์ประกอบอาคารเขียว ซึ่งจะสามารถทำให้มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 57.7% และผ่านการประเมินอาคารเขียว ช่วยลดการใช้ทรัพยากรและลดค่าใช้จ่ายของมหาวิทยาลัยฯ ลงได้

คำสำคัญ: มหาวิทยาลัยสีเขียว อาคารเขียว การประเมินอาคาร สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Abstract

At present, educational sector is increasing to focus on environmental issues. Until they are ranked green universities of the world. Mae Jo University, which currently has a goal to go to green university as well. Part of the green university is to have a green or environmentally friendly building on campus. Therefore, this research aims to assess the green building in Mae Jo University, using an existing building assessment methodology of the United States (LEED-EBOM), a prototype of assessment methodology for evaluation the green university. Thereafter, this research propose to suggest the improvements for leading to green university. 24 buildings in Mae Jo which have the function for lecturing and office are studied. The issues that use for assessing are sustainability sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and resources, and indoor environmental quality by interview, secondary data analysis, survey, calculation and automatic equipment measurement. It is found that the buildings in Mae Jo University can get 24.4% of green building score. It will pass if the score must be not less than 40%. The most important issue is sustainable using materials and resources which should focus on improving it. The second issue is water efficiency. The researchers have proposed ways to improve the building using PDCA principle which in some respects no cost of operation. These are only a plan of action that focuses on the environment, modifying the behavior of occupancy the building, and implementation of the plan seriously. The monitoring of the implementation and evaluation in order to improve the execution plan of all aspects of green building elements should be made. It can make score increased to 57.7% become to green building and reduce the use of resources and the infrastructure cost of the university.

Keywords: Green university, Green building, Building assessment, Environment, Maejo university

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	จ
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
บทที่ 1 บทนำ	3
ความสำคัญของปัญหา	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	6
ระบบการประเมินอาคาร LEED-EBOM	6
ระบบการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว	12
คุณลักษณะอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	15
วัฏจักรชีวิตอาคาร	19
หลักการบริหารคุณภาพ	23
กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	27
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	28
ประชากร	28
แนวทางการประเมินอาคาร	30
เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	42
วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล	56
บทที่ 4 ผลการวิจัย	57
ข้อมูลพื้นฐานของอาคาร	57
ผลการประเมินด้านที่ตั้งอาคาร	58
ผลการประเมินด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	64

สารบัญ

	หน้า
ผลการประเมินด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	67
ผลการประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากร	73
ผลการประเมินด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร	77
สถานภาพความเป็นอาคารสีเขียว	82
บทที่ 5 อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการวิจัย	89
อภิปรายผล	89
ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงอาคาร	93
สรุปผลการวิจัย	109
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก	113

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัย
ตารางที่ 2	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อ การพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน
ตารางที่ 3	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
ตารางที่ 4	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
ตารางที่ 5	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อ การใช้วัสดุและทรัพยากร
ตารางที่ 6	รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อ คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร
ตารางที่ 7	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น
ตารางที่ 8	มาตรฐานการระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
ตารางที่ 9	ปริมาณการใช้น้ำแบ่งตามประเภทอาคาร
ตารางที่ 10	ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2552
ตารางที่ 11	รายละเอียดอาคารที่ศึกษา
ตารางที่ 12	ผลการประเมินด้านที่ตั้งอาคารและการใช้น้ำอย่างยั่งยืน
ตารางที่ 13	ผลการประเมินพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เก็บน้ำฝน
ตารางที่ 14	ผลการประเมินลดความร้อนจากพื้นที่แดดแจ้ง
ตารางที่ 15	ผลการประเมินการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน
ตารางที่ 16	ผลการประเมินด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
ตารางที่ 17	ผลการคำนวณค่า OTTV RTTV และ LDP
ตารางที่ 18	การคำนวณการใช้ไฟฟ้าในอาคาร
ตารางที่ 19	ผลการประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 20	ผลการประเมินด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร	78
ตารางที่ 21	ร้อยละของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร	80
ตารางที่ 22	สถานภาพความเป็นสีเขียวของอาคารตามเกณฑ์การพิจารณาของ LEED-EBOM	88
ตารางที่ 23	วิเคราะห์จุดแข็งและผลกระทบต่อการประเมินที่เกี่ยวข้องต่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	92
ตารางที่ 24	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง	101
ตารางที่ 25	การเพิ่มขึ้นของคะแนนหากมีการปรับปรุงตามแนวทางเบื้องต้นที่ไม่มีค่าใช้จ่าย	106

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	เครื่องหมาย LEED ในระดับต่างๆ
ภาพที่ 2	แบบฟอร์มการให้คะแนนของ LEED-EBOM
ภาพที่ 3	วัฏจักรชีวิตของอาคารของ Minnesota
ภาพที่ 4	วัฏจักรชีวิตอาคารที่ถูกแบ่งเป็น 9 ช่วงเวลา
ภาพที่ 5	วงจรเดมมิ่ง (deming cycle)
ภาพที่ 6	วงจร PDCA แบบญี่ปุ่น
ภาพที่ 7	วงจร PDCA กับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
ภาพที่ 8	กรอบแนวความคิดในการวิจัย
ภาพที่ 9	แผนผังอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้
ภาพที่ 10	เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
ภาพที่ 11	เครื่องวัดอุณหภูมิ
ภาพที่ 12	เครื่องวัดความเร็วลม
ภาพที่ 13	อุปกรณ์ช่วยเพิ่มแรงดันน้ำ
ภาพที่ 14	กองขยะรอการขนย้าย
ภาพที่ 15	ป้ายและถังขยะเพื่อการรณรงค์แยกขยะ
ภาพที่ 16	ระบบดูดอากาศเสียออกนอกอาคาร
ภาพที่ 17	สถานภาพด้านที่ตั้งอาคาร
ภาพที่ 18	สถานภาพด้านการใช้น้ำของอาคาร
ภาพที่ 19	สถานภาพด้านการใช้พลังงานของอาคาร
ภาพที่ 20	สถานภาพด้านการใช้วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติของอาคาร
ภาพที่ 21	สถานภาพด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาคการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งได้มีการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยทั่วโลก (UI Green Metric Ranking of World Universities) จัดโดยมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย (University of Indonesia) หรือ UI โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นกลไกส่งเสริมให้สถาบันการศึกษาระดับมหาวิทยาลัยทั่วโลกได้จัดทำนโยบายและจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยให้เกิดความยั่งยืนและเอื้อต่อการลดผลกระทบที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนโดยคำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี รวมถึงการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งเกณฑ์การตัดสินได้คำนึงถึงการจัดทำนโยบาย การพัฒนาระบบการจัดการ กิจกรรมการส่งเสริมให้เกิดการรับรู้และการนำระบบไปสู่การปฏิบัติให้ครบถ้วนภายในมหาวิทยาลัย มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ด้าน คือ 1) สถานที่ตั้งและระบบสาธารณูปโภค 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 3) การจัดการขยะ 4) การใช้น้ำ และ 5) การจัดการระบบขนส่ง ซึ่งในปี 2012 มหาวิทยาลัยคอนเนคติกัต (University of Connecticut) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับการประกาศให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอันดับ 1 ของโลก จากมหาวิทยาลัยเข้าร่วมการจัดอันดับทั้งสิ้น 215 แห่ง

สำหรับประเทศไทย มีมหาวิทยาลัยที่ติดอันดับทั้งสิ้น 7 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล (ลำดับที่ 36) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ลำดับที่ 38) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ลำดับที่ 41) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ลำดับที่ 44) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (อันดับที่ 71) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (ลำดับที่ 175) และมหาวิทยาลัยบูรพา (ลำดับที่ 195) นับเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของสถาบันอุดมศึกษาที่มุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวและมุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้มีเป้าหมายที่จะไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวเช่นเดียวกัน

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งของความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวคือการมีอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green building) ด้วย นั่นหมายถึงเป็นอาคารที่มีการระบายอากาศด้วยระบบธรรมชาติ มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารซึ่งถือเป็นประเด็นสำคัญของความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว และหากวิเคราะห์จากเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวจะ

พบว่าจากเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาทั้ง 5 ประเด็นนั้น น้ำหนักในการให้ความสำคัญอยู่ที่ประเด็นด้านการจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งมีคะแนนทั้งสิ้น 2100 คะแนน (21%) ซึ่งมีคะแนนในส่วนของการสีเขียวอยู่ถึง 300 คะแนน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสถานภาพความเป็นอาคารสีเขียวภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยใช้หลักการประเมินอาคารที่มีอยู่แล้วของประเทศสหรัฐอเมริกา (LEED-EBOM) ซึ่งเป็นหลักการประเมินสำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วและมีการใช้งานอยู่และเป็นแนวทางการประเมินที่เป็นที่ยอมรับและถูกนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมถึงเป็นต้นแบบของหลักการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียวด้วย พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเพื่อนำไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อกำหนดแนวทางการประเมินอาคารสีเขียวตามหลักการประเมินของ LEED-EBOM
2. เพื่อประเมินสถานภาพความเป็นอาคารสีเขียวภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเพื่อนำไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

ขอบเขตของการวิจัย

1. รูปแบบการประเมินอาคารสีเขียว

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์การประเมินอาคารสีเขียวจาก LEED-EBOM (Leadership in Energy and Environmental Design for Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วและดำเนินการใช้งานอาคารอยู่ จัดทำขึ้นโดยสภาอาคารสีเขียวแห่งสหรัฐอเมริกาหรือ USGBC (U.S. Green Building Council) ประเทศสหรัฐอเมริกา และถูกใช้เป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างเกณฑ์การประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว Green Metric

2. ประชากรในการศึกษา

ทำการศึกษาอาคารภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 24 อาคาร ที่มีการใช้พื้นที่เป็นอาคารเรียน และอาคารสำนักงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลสถานภาพความเป็นอาคารสีเขียวภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ตามหลักการประเมินของ LEED-EBOM
2. ได้แนวทางการปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารสีเขียว
3. หากนำแนวทางที่เสนอไปปฏิบัติจะช่วยลดค่าใช้จ่ายของมหาวิทยาลัยฯ ในส่วนค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานในอาคารได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5
4. เนื่องจากความเป็นอาคารสีเขียวเป็นส่วนหนึ่งของมหาวิทยาลัยสีเขียว ดังนั้นการปฏิบัติตามแนวทางที่ได้ในข้อ 2 จะช่วยให้มหาวิทยาลัยฯ บรรลุเป้าหมายที่จะเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต่อไป



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ระบบการประเมินอาคาร LEED-EBOM

ระบบการประเมินอาคาร หมายถึงรูปแบบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการมีอาคาร รวมทั้งประเด็นอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการตรวจสอบ รับรองและปรับปรุงอาคาร ปัจจุบันประเทศ หรือหน่วยงานต่างๆ มีการคิดระบบการประเมินอาคารของตนเองเพื่อความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ซึ่งจะมีรายละเอียดและขอบเขตแตกต่างกันไป และในบางประเทศอาจเป็นการประยุกต์ใช้ หรือพัฒนามาจากระบบการประเมินที่มีอยู่แล้ว เช่น ประเทศเม็กซิโก ประเทศแคนาดา บราซิล พัฒนามาจากระบบการประเมินอาคาร LEED ประเทศสหรัฐอเมริกา

สภาอาคารสีเขียวแห่งสหรัฐอเมริกาหรือ USGBC (U.S. Green Building Council) เป็นหน่วยงานที่มีสมาชิกประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้งหมดได้แก่ เจ้าของอาคาร ผู้ออกแบบและผู้รับเหมา ซึ่งมีบทบาทในการรณรงค์ส่งเสริมการก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผ่านระบบการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารเรียกว่า “LEED” (the leadership in energy and environment design) ถูกตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1999 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการรับรองอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสนับสนุนการออกแบบอาคารเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพื่อสร้างกรอบแนวความคิดให้เกิดมาตรฐานในการออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบช่วยในการประชาสัมพันธ์และกระตุ้นการออกแบบอาคารเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยการสร้างเครือข่าย และสร้างการแข่งขันให้เกิดขึ้น จนกระทั่งเป็นสัญลักษณ์ทางด้านการค้าของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อสถาปนิกในการออกแบบ เพราะสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันในประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบอุตสาหกรรมหรือสินค้าประเภทเดียวกันในตลาดได้

LEED ได้ถูกพัฒนาและจำแนกเป็นกลุ่มตามประเภทของอาคารได้แก่ LEED-NC (new commercial construction and major renovation projects) สำหรับประเมินอาคารที่ก่อสร้างขึ้นใหม่ LEED-CI (commercial interiors projects) สำหรับโครงการทางด้านการออกแบบตกแต่งภายในอาคาร LEED-CS (core and shell projects) สำหรับการประเมินเปลือกอาคาร LEED-H (home) สำหรับโครงการที่อยู่อาศัย LEED-ND (neighborhood development) สำหรับโครงการออกแบบชุมชน และ LEED-EBOM สำหรับประเมินอาคารที่มีอยู่แล้วและมีการซ่อมบำรุงเพื่อการปรับปรุงอาคารหรือเปลี่ยน

วัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันตามลักษณะของอาคารแต่ละประเภท

การให้คะแนนการประเมินอาคารของ LEED เพื่อจัดลำดับของอาคารจะตั้งค่าระดับของอาคารที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด จนกระทั่งน้อยที่สุด ทั้งสิ้น 4 ระดับดังนี้ ระดับรับรอง (certified) ระดับเงิน (silver) ระดับทอง (gold) และระดับแพลทินัม (platinum) ตามคะแนนที่ได้รับ (ภาพที่ 1) อาคารที่ผ่านการรับรองของในระบบ LEED จะได้รับเงินสนับสนุนจากกระทรวงพลังงาน (Department of Energy) ของสหรัฐอเมริกา และเงินสนับสนุนจำนวนนี้ได้กลายเป็นสิ่งดึงดูดใจ และก่อให้เกิดผลกระทบในทางบวกเป็นวงกว้างไปทั้งวงการก่อสร้าง ในบางพื้นที่ของประเทศ สหรัฐอเมริกามีการออกกฎหมายให้ อาคารที่สร้างด้วยเงินทุนของรัฐทั้งหมดต้องผ่านระบบการให้คะแนนของ LEED หรือ ที่เรียกว่า LEED certification แม้กระทั่งกองทัพเรือ หรือ US Navy ก็ยังนำระบบ LEED มาใช้กับอาคารที่ก่อสร้าง รวมทั้งภาคเอกชน เช่น บริษัทฟอร์ด (Ford) หรือ โตโยต้า (Toyota) ก็เริ่มทำการก่อสร้างอาคารโดยใช้ระบบ LEED ในการประเมินเช่นกัน



ภาพที่ 1 เครื่องหมาย LEED ในระดับต่างๆ

หลักการในการออกแบบอาคารเพื่อให้ได้รับการรับรองโดยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการให้การรับรองของ LEED ผ่านการรวบรวมข้อมูลจากโครงการที่ได้รับการรับรองจาก LEED ทุกระดับจำนวนทั้งสิ้น 42 โครงการ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการในการออกแบบเพื่อให้ได้รับการรับรองทั้ง 42 โครงการแล้ว สามารถสรุปหลักการและแนว ความคิดในการออกแบบ โดยภาพรวมแล้วว่ามีแนวความคิดที่แตกต่างกันไปทั้งเรื่องของการเลือกใช้วัสดุที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน หรือการให้ความสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมรอบอาคาร โดยสามารถจัดลำดับหลักการที่นำมาใช้ได้แก่ ลำดับที่หนึ่ง (100 %) เป็นสิ่งที่ถูกคำนึงถึงมากที่สุด คือ เรื่องของการใช้พลังงาน โดยทั้ง 42 โครงการได้มีการคำนึงถึง

เรื่องของการใช้พลังงาน ซึ่งยังสามารถแบ่งเป็นการใช้พลังงานทดแทนเช่นการใช้แผงโซลาร์เซลล์ (photovoltaic) หรือ การลดการใช้พลังงานในอาคาร เช่น การเปิดช่องแสงให้แสงสว่างธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารได้ ทำให้ลดการใช้แสงในเวลากลางวันลำดับที่สอง (77%) ได้แก่การคำนึงในเรื่องของการใช้วัสดุ ทั้งวัสดุรีไซเคิลเพื่ออนุรักษ์ ทรัพยากร ลดการทำลาย และการเลือกวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้ หรือวัสดุที่ไม่เป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดทั้งขณะการใช้งาน และการทำลายลำดับที่สาม (62%) เป็นการคำนึงสถานะแวดล้อมโดยรอบอาคาร จะอยู่ในลักษณะของการจัดวางผังอาคาร และออกแบบรูปทรงอาคารให้สอดคล้องกับสถานะแวดล้อมโดยรอบ ลดการทำลายต้นไม้ หรือที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังมีเรื่องอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การคำนึงการก่อสร้างที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง การใช้พื้นที่ที่เหมาะสม ไม่ใหญ่มากเกินไป เหมาะสมกับกิจกรรมที่เกิดขึ้น การลดการใช้น้ำ หรือการเก็บกักน้ำไว้ใช้ในอาคาร การคำนึงถึงการซ่อมบำรุงที่ง่าย

สำหรับ LEED-EBOM จะใช้ในการประเมินอาคารประเภทอาคารสำนักงาน ร้านค้าและสถานบริการ โรงแรม อาคารที่พักอาศัย สถาบันหรือหน่วยงานต่างๆ เช่น โรงเรียน ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ โบสถ์ ที่เปิดใช้อาคารอยู่ มีคะแนนเต็มในการประเมินเท่ากับ 110 คะแนน แบ่งออกเป็น 4 ระดับระดับรับรอง (certified) ต้องได้คะแนนระหว่าง 40-49 คะแนน ระดับเงิน (silver) ต้องได้คะแนนระหว่าง 50-59 คะแนน ระดับทอง (gold) 60-79 คะแนน ต้องได้คะแนนระหว่าง และระดับแพลตินัม (platinum) ต้องได้คะแนน 80 คะแนนขึ้นไป ซึ่งมีประเด็นที่ใช้ในการประเมิน 7 ประเด็น ประกอบด้วย

1. การดูแลพื้นที่อาคารอย่างยั่งยืน (sustainable sites)

ประเด็นนี้เน้นการดูแลและปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร สามารถทำได้ง่ายในงบประมาณที่ไม่มาก โดยใช้หลักการบริหารจัดการที่ดี เช่น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีสารเคมีที่เป็นพิษ การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดูแลพื้นที่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิง การลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย มีการบริหารจัดการระบบการเก็บกักและระบายน้ำฝน ลดการใช้น้ำดื่ม ไม่ปลูกพืชที่อาจไปทำลายสภาพดิน ปลูกต้นไม้ช่วยให้ร่มเงาเพื่อลดความร้อน มีวิธีการกำจัดของเสียจากพื้นที่สีเขียว ลดมลภาวะที่เกิดจากการเดินทางโดยรถยนต์โดยการส่งเสริมให้มีการใช้รถร่วมกัน (carpool) ส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งมวลชน ส่งเสริมการใช้จักรยาน โดยการจัดที่จอดรถจักรยาน มีห้องอาบน้ำในอาคาร ส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิงหรือใช้เชื้อเพลิงทางเลือก ที่มีการปล่อยควันพิษที่ต่ำ อนุรักษ์แหล่งที่อยู่ของพืชและสัตว์แมลงต่างๆ และปรับปรุงเพิ่มแหล่งที่อยู่ของพืชและสัตว์ มีการเก็บกักน้ำฝนเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมที่ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำที่สะอาดมาก เช่น การรดน้ำต้นไม้และหญ้า การใช้น้ำในโถส้วม เป็นต้น มีการปลูก

พืชหญ้าเพื่อช่วยลดการกัดเซาะของหน้าดิน ควรเลือกใช้วัสดุปูพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ ควรลดผลกระทบจากการเกิดอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่ที่พัฒนาและยังไม่ได้พัฒนาโดยการปลูกพืชพรรณบนหลังคาหรือผนังภายนอกอาคาร มีการใช้ร่มเงาจากต้นไม้ใหญ่ให้บังแสงแดดหรือความร้อนที่สามารถเข้าทางผนังและหน้าต่าง ควรใช้วัสดุปูพื้นที่มีค่าการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์สูงเพื่อลดการดูดซับความร้อนจากดวงอาทิตย์ มีการใช้แสงสว่างในอาคารและนอกอาคารเท่าที่จำเป็นเพื่อไม่ให้เกิดแสงสว่างในท้องฟ้าซึ่งจะไปรบกวนแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ ประเด็นการดูแลพื้นที่อาคารอย่างยั่งยืนนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 26 คะแนน โดยที่ไม่มีการกำหนดประเด็นมาตรฐาน (perquisite)

2. การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (water efficiency)

ประเด็นนี้เน้นเรื่องการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพโดยลดการใช้น้ำ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ การใช้น้ำในอาคารควรใช้สุขภัณฑ์ ก๊อกน้ำล้างมือ โถสุขภัณฑ์ โถปัสสาวะ ฝักบัวอาบน้ำชนิดประหยัดน้ำ ใช้ระบบควบคุมการเปิดปิดน้ำอัตโนมัติ และเทคโนโลยีอื่นๆ เพื่อเป็นการประหยัดการใช้น้ำประปา ประหยัดน้ำรวมของอาคาร มีการเก็บกักน้ำฝนเพื่อใช้ในอาคาร มีการใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาแล้ว และลดปริมาณน้ำเสียและภาระของระบบบำบัดน้ำเสีย และสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำในแต่ละส่วนได้โดยควรมีการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยในแต่ละพื้นที่หลักของอาคาร และบริเวณรอบอาคาร ซึ่งยังเป็นการช่วยตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำในอาคารได้อีกด้วย นอกจากการควบคุมการใช้น้ำในอาคารแล้ว ควรควบคุมการใช้น้ำนอกอาคาร เช่น การใช้น้ำฝน หรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วในอาคารในการรดน้ำสนามหญ้า พืช และต้นไม้ และควรเลือกปลูกพืชที่มีในท้องถิ่นเพื่อไม่ต้องดูแลรักษามาก บางชนิดอาจไม่ต้องการการใช้น้ำ เป็นต้น ประเด็นการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 14 คะแนน โดยมีการกำหนดประเด็นมาตรฐาน (perquisite) 1 ประเด็น ได้แก่ มาตรฐานการติดตั้งและปริมาณการใช้น้ำของอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

3. พลังงานและบรรยากาศ (energy and atmosphere)

การปรับปรุงด้านการใช้พลังงานและบรรยากาศในอาคารนี้เป็นประเด็นที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการปรับปรุงงานระบบในอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ควรมีการกำหนดการตรวจสอบ และซ่อมแซมงานระบบประกอบอาคารอย่างสม่ำเสมอเพื่อปรับปรุงให้งานระบบมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ ควรมีการกำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติงานของงานระบบเพื่อที่จะหาส่วนที่ไม่มีประสิทธิภาพและปรับปรุงให้ดีขึ้น เพื่อให้คนที่อยู่อาศัยมีสภาพแวดล้อมที่ดี และอยู่สบาย มีการหาปริมาณการใช้พลังงานขั้นต่ำในอาคารที่เพียงพอต่อการใช้งานของผู้อยู่อาศัย และผู้ใช้งาน โดยที่ไม่ให้เกิดการใช้

พลังงานสิ้นเปลืองเกินความจำเป็นซึ่งจะทำให้กระทบต่อสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบการติดตั้งระบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของอาคาร จะช่วยให้สามารถตรวจสอบได้ว่างานระบบส่วนไหนที่ยังทำงานไม่มีประสิทธิภาพ จึงสามารถจะปรับปรุงระบบเหล่านั้นให้ดีขึ้นและลดการใช้พลังงานในอาคารได้ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ เช่น อุปกรณ์ในสำนักงาน เครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร เป็นต้น จะช่วยลดการใช้พลังงานในอาคาร การติดตั้งมิเตอร์เพื่อตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า และงานระบบเครื่องกลในแต่ละส่วนยังเป็นการช่วยตรวจสอบการใช้ปริมาณพลังงานในแต่ละส่วนและสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ด้วย นอกจากนี้ควรมีการใช้พลังงานทดแทนในอาคารยังเป็นการช่วยลดการผลิตพลังงานซึ่งจะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงได้อีกด้วย ในอาคารควรใช้ระบบปรับอากาศที่ไม่ใช้สารทำความเย็นประเภท CFC และ HCFC-22 เนื่องจากจะไปทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้การใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ (building automation system –BAS) ยังเป็นการช่วยควบคุมระบบหลักภายในอาคาร ประเด็นการใช้พลังงานและบรรยากาศนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 35 คะแนน โดยมีการกำหนดประเด็นมาตรฐาน (perquisite) 3 ประเด็น

4. วัสดุและทรัพยากร (material and resources)

ประเด็นการใช้วัสดุและทรัพยากรอย่างยั่งยืนนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 10 คะแนน โดยมีการกำหนดประเด็นมาตรฐาน (perquisite) 2 ประเด็น คือต้องมีการกำหนดนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนโยบายการจัดการของเสียก่อนที่จะมีการให้คะแนนในประเด็นอื่นซึ่งได้แก่ มีการดำเนินการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคาร อย่างน้อย 25% ซื้ออาหารที่มีฉลากเขียวหรือซื้ออาหารภายในรัศมีโดยรอบไม่เกิน 100 ไมล์ มีการตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร และมีวิธีการจัดการของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5. คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (indoor environmental quality)

ประเด็นนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 15 คะแนน และถูกบังคับให้ต้องมีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐานขั้นต่ำตามเกณฑ์มาตรฐาน มีการควบคุมความชื้นภายในอาคารและมีนโยบายการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะมีการให้คะแนนในประเด็นอื่นซึ่งได้แก่การควบคุมคุณภาพอากาศในอาคารและภาวะน่าสบาย (แสง อุณหภูมิ แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ) การทำความสะอาดในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

6. นวัตกรรมในการดำเนินงาน (innovation in operations)

ประเด็นนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 6 คะแนน ได้แก่ การสร้างนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆที่ไม่ถูกระบุไว้ในเอกสาร มีการนำเสนอ การเผยแพร่ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม มีคณะกรรมการอย่างน้อย 1 คน เป็น LEED AP และมีเอกสารในการวิเคราะห์ด้านต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคาร

7. ศักยภาพของพื้นที่ (regional priority credits)

ประเด็นนี้มีคะแนนเต็มทั้งหมด 4 คะแนน โดยพิจารณาจากศักยภาพของพื้นที่ตั้งอาคาร ซึ่งจะมีการกำหนดเฉพาะพื้นที่ในประเทศอเมริกา ตามฐานข้อมูลจาก USGBC Regional Councils โดยมีแบบฟอร์มการให้คะแนนดังภาพที่ 2

LEED 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance				Project Name _____ Date _____			
Project Checklist							
Sustainable Sites		Possible Points: 26	Materials and Resources, Continued				
Y	Credit 1	LEED Certified Design and Construction	4	Y	Credit 6	Solid Waste Management—Waste Stream Audit	1
	Credit 2	Building Exterior and Hardscape Management Plan	1		Credit 7	Solid Waste Management—Ongoing Consumables	1
	Credit 3	Integrated Pest Mgmt, Erosion Control, and Landscape Mgmt Plan	1		Credit 8	Solid Waste Management—Durable Goods	1
	Credit 4	Alternative Commuting Transportation	3 to 15		Credit 9	Solid Waste Management—Facility Alterations and Additions	1
	Credit 5	Site Development—Protect or Restore Open Habitat	1	Indoor Environmental Quality Possible Points: 15			
	Credit 6	Stormwater Quantity Control	1	Y	Prereq 1	Minimum IAQ Performance	
	Credit 7.1	Heat Island Reduction—Non-Roof	1	Y	Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
	Credit 7.2	Heat Island Reduction—Roof	1	Y	Prereq 3	Green Cleaning Policy	
	Credit 8	Light Pollution Reduction	1		Credit 1.1	IAQ Best Mgmt Practices—IAQ Management Program	1
Water Efficiency Possible Points: 14					Credit 1.2	IAQ Best Mgmt Practices—Outdoor Air	1
Y	Prereq 1	Minimum Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency			Credit 1.3	IAQ Best Mgmt Practices—Increased Ventilation	1
	Credit 1	Water Performance Measurement	1 to 2		Credit 1.4	IAQ Best Mgmt Practices—Reduce Particulates in Air Distribution	1
	Credit 2	Additional Indoor Plumbing Fixture and Fitting Efficiency	1 to 5		Credit 1.5	IAQ Mgmt Plan—IAQ Mgmt for Facility Alterations and Additions	1
	Credit 3	Water Efficient Landscaping	1 to 5		Credit 2.1	Occupant Comfort—Occupant Survey	1
	Credit 4	Cooling Tower Water Management	1 to 2		Credit 2.2	Controllability of Systems—Lighting	1
Energy and Atmosphere Possible Points: 35					Credit 2.3	Occupant Comfort—Thermal Comfort Monitoring	1
Y	Prereq 1	Energy Efficiency Best Management Practices			Credit 2.4	Daylight and Views	1
Y	Prereq 2	Minimum Energy Efficiency Performance			Credit 3.1	Green Cleaning—High Performance Cleaning Program	1
Y	Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management			Credit 3.2	Green Cleaning—Custodial Effectiveness Assessment	1
	Credit 1	Optimize Energy Efficiency Performance	1 to 18		Credit 3.3	Green Cleaning—Sustainable Cleaning Products, Materials Purchases	1
	Credit 2.1	Existing Building Commissioning—Investigation and Analysis	2		Credit 3.4	Green Cleaning—Sustainable Cleaning Equipment	1
	Credit 2.2	Existing Building Commissioning—Implementation	2		Credit 3.5	Green Cleaning—Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
	Credit 2.3	Existing Building Commissioning—Ongoing Commissioning	2		Credit 3.6	Green Cleaning—Indoor Integrated Pest Management	1
	Credit 3.1	Performance Measurement—Building Automation System	1	Innovation in Operations Possible Points: 6			
	Credit 3.2	Performance Measurement—System-Level Metering	1 to 2		Credit 1.1	Innovation in Operations: Specific Title	1
	Credit 4	On-site and Off-site Renewable Energy	1 to 6		Credit 1.2	Innovation in Operations: Specific Title	1
	Credit 5	Enhanced Refrigerant Management	1		Credit 1.3	Innovation in Operations: Specific Title	1
	Credit 6	Emissions Reduction Reporting	1		Credit 1.4	Innovation in Operations: Specific Title	1
Materials and Resources Possible Points: 10					Credit 2	LEED Accredited Professional	1
Y	Prereq 1	Sustainable Purchasing Policy			Credit 3	Documenting Sustainable Building Cost Impacts	1
Y	Prereq 2	Solid Waste Management Policy		Regional Priority Credits Possible Points: 4			
	Credit 1	Sustainable Purchasing—Ongoing Consumables	1		Credit 1.1	Regional Priority: Specific Credit	1
	Credit 2.1	Sustainable Purchasing—Electric-Powered Equipment	1		Credit 1.2	Regional Priority: Specific Credit	1
	Credit 2.2	Sustainable Purchasing—Furniture	1		Credit 1.3	Regional Priority: Specific Credit	1
	Credit 3	Sustainable Purchasing—Facility Alterations and Additions	1		Credit 1.4	Regional Priority: Specific Credit	1
	Credit 4	Sustainable Purchasing—Reduced Mercury in Lamps	1	Total Possible Points: 110			
	Credit 5	Sustainable Purchasing—Food	1				

Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110

ภาพที่ 2 แบบฟอร์มการให้คะแนนของ LEED-EBOM

ที่มา : USGBC, 2009

ระบบการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว

ปัจจุบันมีหน่วยงานหรือองค์กรที่จัดอันดับมหาวิทยาลัยหลายหน่วยงานทั้งในระดับประเทศ ระดับเอเชียและระดับโลก ซึ่งในแต่ละหน่วยจะมีเกณฑ์คุณภาพในการจัดอันดับที่แตกต่างกันไป นอกจากประเด็นด้านคุณภาพการศึกษา หรือคุณภาพบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาแล้ว ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมกลายเป็นประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการจัดอันดับมหาวิทยาลัย

1. การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับโลกของประเทศอินโดนีเซีย

เป็นการจัดอันดับสำหรับมหาวิทยาลัยระดับโลกเพื่อเปรียบเทียบและประเมินมหาวิทยาลัยในด้านความยั่งยืน เป็นความคิดริเริ่มโดยมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย (Universitas Indonesia) ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งสืบเนื่องมาจากการเป็นเจ้าภาพการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับการจัดอันดับมหาวิทยาลัยเมื่อ 16 เมษายน 2009 Universitas of Indonesia ได้เชิญผู้เชี่ยวชาญในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลก เช่น Isidro Aguillo (Webometrics) Angela Yung-Chi Hou (HEEACT) และ Alex Usher จากการอภิปรายในที่ประชุมทำให้เห็นว่าเกณฑ์ในปัจจุบันยังไม่มีการให้เครดิตกับมหาวิทยาลัยที่มีความพยายามที่จะลดการปล่อยคาร์บอน ซึ่งช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลก ปัจจุบันมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงระดับโลก เช่น Harvard Chicago และ Copenhagen ได้รับการจัดการและการปรับปรุงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีความพยายามร่วมมือระหว่างกลุ่มของมหาวิทยาลัย เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนภายใต้ชื่อ United States Green Report Card โดยมีการประเมินผลในรูปของเกรด (A ถึง F) แต่ไม่ได้มีการจัดอันดับมหาวิทยาลัย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยขึ้นเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงกันระหว่างมหาวิทยาลัยในระดับโลก ทั้งมหาวิทยาลัยในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาและส่งเสริมการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากนั้นมหาวิทยาลัยอินโดนีเซียจึงได้พัฒนาหลักการประเมินที่เรียกว่า UI's Green Metric University Sustainability Ranking หรือ Green Metric โดยข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนา Green Metric มาจากการให้ความสำคัญกับ 3Es ซึ่งได้แก่ สังคมทั้งปวง (equity) สภาพเศรษฐกิจที่ยั่งยืน (economy) และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน (environment) และพัฒนารูปแบบในการประเมินมาจาก 1) LEED ของประเทศสหรัฐอเมริกา 2) GREENSHIP 3) Sustainability Tracking Assessment and Rating System (STARS) และ College Sustainability Report Card โดยวิธีการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการประชุมผ่านวิดีโอทางไกล (video conference) และการจัดประชุมภายในมหาวิทยาลัยอินโดนีเซีย บนพื้นฐานการคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงของมหาวิทยาลัยทั่วไป เนื่องจากมหาวิทยาลัยมีความ

หลากหลายและมีต้นทุนการพัฒนาที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการประเมินจึงกำหนดประเด็นที่ใช้ในการประเมินในหลายมิติ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินล่าสุดประกอบด้วยตัวชี้วัด 6 กลุ่มหลักถูกแยกเป็น 34 ประเด็นย่อยได้แก่ 1) ทำเลที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน (24%) พิจารณาจากการมีพื้นที่สีเขียวและมีสภาพแวดล้อมในการปกป้องพื้นที่สีเขียว ทำเลที่ตั้งและระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการ 2) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (28%) เป็นตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักสูงสุดในการจัดอันดับนี้ ได้แก่ การใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พลังงานทดแทน การมีนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน อาคารสีเขียว การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3) ขยะและของเสีย 4) การใช้น้ำ (15%) การใช้น้ำในมหาวิทยาลัยเป็นอีกหนึ่งตัวบ่งชี้ที่สำคัญโดยมีจุดมุ่งหมายให้มหาวิทยาลัยลดการใช้น้ำ และเพิ่มโครงการอนุรักษ์และปกป้องสิ่งแวดล้อม โครงการอนุรักษ์น้ำ นโยบายการเก็บรักษาน้ำ 5) การสัญจรและขนส่งภายในมหาวิทยาลัย (18%) ระบบขนส่งที่มีบทบาทสำคัญในการปล่อยก๊าซคาร์บอน และการสร้างมลพิษในมหาวิทยาลัย นโยบายการขนส่งเพื่อจำกัดจำนวนของยานยนต์ในมหาวิทยาลัย เช่น การใช้รถบัสมหาวิทยาลัยและการใช้จักรยานจะช่วยส่งเสริมให้มีสภาพแวดล้อมที่มีสุขภาพดี นโยบายทางเท้าจะส่งเสริมให้นักศึกษาและบุคลากรที่จะเดินไปรอบ ๆ มหาวิทยาลัยและหลีกเลี่ยงการใช้รถยนต์ส่วนตัว การใช้ระบบขนส่งสาธารณะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนี้จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รอบมหาวิทยาลัยลงได้ และ 6) หลักสูตรและการศึกษาภายในมหาวิทยาลัย

วิธีการเบื้องต้นจัดทำโดยการสำรวจออนไลน์เกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยสีเขียวและการพัฒนาอย่างยั่งยืนในมหาวิทยาลัยทั่วทุกมุมโลก ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับผู้นำมหาวิทยาลัยและผู้บริหารให้หันมาให้ความสนใจเรื่องการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก การอนุรักษ์พลังงานและน้ำ การรีไซเคิลขยะและการขนส่งสีเขียว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมและเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสภาพแวดล้อมรวมถึงปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วย ซึ่งในขั้นแรกมหาวิทยาลัยอินโดนีเซียจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวเลขจากมหาวิทยาลัยทั่วโลกและประมวลผลข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมเพื่อจัดอันดับมหาวิทยาลัย โดยเริ่มสำรวจครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 2010 จนถึงปัจจุบัน (ค.ศ. 2012) ได้มีการจัดอันดับมาแล้วทั้งสิ้น 3 ครั้ง

2. การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของประเทศออสเตรเลีย

จากกระแสการแข่งขันในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน(global warming) ส่งผลให้ประเทศออสเตรเลียสนับสนุนเรื่องความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในหลายภาคส่วน รวมทั้งภาคการศึกษา โดยล่าสุด หนังสือพิมพ์ The Australian ได้นำเสนอความพยายามของมหาวิทยาลัยหลายแห่ง ในการทำงาน

ร่วมกันผ่านนโยบายสีเขียวของประเทศออสเตรเลียทำการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของประเทศจนได้ออกมาเป็น 10 อันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยแนวความคิดในการจัดอันดับมุ่งเน้นที่ระบบการเรียนการสอนและการสร้างองค์ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ Monash University ได้รับการยอมรับในหมู่ประชาชนว่าเป็นมหาวิทยาลัยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในออสเตรเลีย ผ่านการพัฒนาแบบองค์รวมอย่างยั่งยืน โดยมหาวิทยาลัยแห่งนี้โด่งดังในงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมระดับการศึกษาที่เกี่ยวข้องและหลักสูตรที่สำคัญอีกกว่า 300 หลักสูตร จึงทำให้ได้รับรางวัลมากมาย รวมทั้งรางวัล the 2010 Premier's Sustainability Award the UN Association Education Award และ the 2009 Banksia Environmental Award ด้วย มหาวิทยาลัย Australian National University หรือ ANU ที่มีการรวมระบบการศึกษาทั้งหมดเข้ากับโปรแกรมสิ่งแวดล้อมสีเขียวที่ยั่งยืน และมีการจัดตั้งสถาบัน Climate Change Institute ของประเทศออสเตรเลีย

Macquarie University เป็นมหาวิทยาลัยที่ถูกยกย่องเป็นอย่างมาก เกี่ยวกับความพยายามบำบัดน้ำเสียและการอนุรักษ์ธรรมชาติ ไปพร้อมๆ กับการลดการเกิดขยะ รวมทั้งเป็นผู้ริเริ่มนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการผลิตก๊าซจากพลังงานทดแทนที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ถึง 44% และ University of Western Sydney หรือ UWS ที่มีความพยายามในเรื่องของการสอนการเรียนรู้การวิจัยการสร้างสังคมการร่วมมือ และกระบวนการ ในการวางแผนงานอย่างยั่งยืน หรือการสร้างอาคารเรียน Innova21 ของ University of Adelaide เป็นอาคารเรียนที่มีมูลค่าถึง 100 ล้านดอลลาร์ ที่รวมเอาความรู้ทั้งวิศวกรรม คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในการสร้าง ตึกนี้ได้รับการยกย่องว่าเป็นการออกแบบในรูปแบบ Green Star Design ระดับหกดาวของประเทศออสเตรเลีย หรืออาคารหอพักของมหาวิทยาลัย Charles Sturt University หรือ CSU ที่ตั้งอยู่ที่ Albury-Wodonga ที่มีครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 8700 เอเคอร์ ได้กลายเป็นตัวอย่างของการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน โดยตั้งเป้าหมายของการปฏิบัติการว่าจะต้องใช้พลังงานและน้ำเพียงแค่ 25 % และสร้างความหลากหลายทางชีวภาพให้เพิ่มขึ้น 20% และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกก่อนปี ค.ศ. 2015 เช่นเดียวกับมหาวิทยาลัย University of Melbourne เป็นมหาวิทยาลัยที่มีเป้าหมายที่จะลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนปี 2030 ทำให้ทางมหาวิทยาลัยต้องทำงานอย่างหนักในการทำวิจัยการสร้างโครงการต่างๆ และการร่วมมือกับองค์กรภายนอก เพื่อทำให้เป้าหมายนี้ประสบความสำเร็จให้ได้ อีกทั้งความต้องการนี้ ก็ทำให้การเรียนและชมรมทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ทำงานภายใต้นโยบายที่เน้นความเป็นธรรมชาติมากขึ้น เน้นการจัดการกับพลังงาน น้ำและของเสียมากขึ้น

USC หรือ University of the Sunshine Coast เป็นมหาวิทยาลัยแห่งแรกในประเทศออสเตรเลีย ที่ได้รับการยอมรับจาก Urban Development Institute of Australia ในฐานะที่สามารถสร้างความยั่งยืน ได้ 6 ทาง คือ ระบบนิเวศ ของเสีย พลังงาน วัสดุคืบ น้ำและชุมชน และ มหาวิทยาลัย James Cook University ที่มีการเรียนการสอนในสาขาชีววิทยาและสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษาจำนวนมาก โดยที่นักเรียนและผู้ที่อยู่ในมหาวิทยาลัยแห่งนี้ทุกคน ชนะรางวัล 2010 Australian Business Award จากการมีสิ่งแวดล้อมที่มีความยั่งยืน และรางวัล 2011 TEFMA Innovation Award สำหรับการลดการใช้พลังงาน นอกจากนี้ที่นี่ยังมีชื่อเสียงในเรื่องการวิจัยปะการังและป่าดิบชื้น ในระดับโลกอีกด้วย และมหาวิทยาลัย La Trobe University เป็นมหาวิทยาลัยแห่งแรกในโลกที่ตีพิมพ์ รายงานเพื่อสร้างความเชื่อมั่นอย่างยั่งยืนเกี่ยวกับการทำเพื่อสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยมหาวิทยาลัยแห่งนี้สร้างความสำเร็จในการลดการใช้พลังงานไปได้ถึง 11% ในระหว่างปี 2009-2010 และล่าสุดได้รับรางวัล 2011 Green Gown Award จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการเปลี่ยนแปลง องค์กรและการสร้างความยั่งยืนให้เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของคนในสังคม ทำให้เห็นได้ว่า นอกเหนือจากการบริหารจัดการภายในมหาวิทยาลัยฯ ลักษณะทางกายภาพ การใช้พลังงาน น้ำ ขยะแล้ว การเรียนการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและเป็นประโยชน์ต่อสังคมมีผลอย่างมากต่อการ เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

คุณลักษณะอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการอาคาร จะเกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิตของอาคารตั้งแต่การเลือก ทำเลที่ตั้ง การออกแบบ การก่อสร้างอาคาร การใช้อาคารและการซ่อมบำรุงอาคาร การนำอาคารกลับมา ใช้ใหม่หรือการรื้อทบทวนอาคารทิ้ง ล้วนแล้วแต่บริโภคพลังงาน น้ำ วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น ก่อให้เกิดปัญหาขยะ มลภาวะทางอากาศ คุณภาพอากาศภายในอาคารไม่ดี เกิดความร้อนและมลภาวะ ทางเสียง เป็นต้น จนกระทั่งเกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมและการสูญเสียทรัพยากรและส่งผลต่อมนุษย์ใน ที่สุด ดังนั้นอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงมุ่งที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวม ทั้งต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติโดยมุ่งที่จะใช้พลังงาน น้ำและทรัพยากรอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ปกป้องสุขภาพ และให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้อาคาร ลดการเกิดขยะ มลภาวะและการทำลาย สิ่งแวดล้อม

Vale Brenda (1991) วิเคราะห์ว่าอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมควรประกอบด้วยอาคารที่มี คุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี มีการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพ มีการใช้พลังงานและเชื้อเพลิง ที่ดินและ

ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าโดยปราศจากมลภาวะโดยคำนึงถึงการใช้พื้นที่ คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงาน สภาพอากาศ อยู่สบายลดการใช้ทรัพยากรใหม่ เคารพต่อผู้ใช้ คำนึงถึงความจำเป็น พฤติกรรมและการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ นอกจากนี้ Sandra Mendler และ William Odell (2000) มองว่าการออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต้องเกิดจากความร่วมมือของหลายฝ่าย มิใช่เพียงสถาปนิกเท่านั้น ดังนั้นทีมในการออกแบบควรประกอบด้วยทีมงานได้แก่ นักวางแผน สถาปนิก นักออกแบบตกแต่งภายใน วิศวกร ภูมิสถาปนิก เจ้าของอาคาร ผู้รับเหมารวมทั้งชาวบ้านโดยรอบด้วย นอกเหนือจากนั้นการออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงสิ่งที่ตาม มาหรือผลงานชิ้นนั้นได้ทำอะไรไว้บ้าง (ชำนาญ, 2549) ฉะนั้นอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงไม่ใช่เพียงอาคารที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น แต่ต้องประกอบด้วยการบำรุงรักษาดี การลดการใช้น้ำ มีการกำจัดขยะ กากของเสีย และมีการใช้วัสดุ โดยคำนึงถึงการใช้งานได้ยาวนาน เลือกใช้วัสดุที่มีฉลากเขียว (green label) ผลิตและหาได้ในท้องถิ่น สามารถนำปรีไซเคิลได้ (สุนทร, 2547) ซึ่งโดยทั่วไปการออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะพิจารณาตั้งแต่การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ การก่อสร้าง การจัดพื้นที่ว่าง และสถานะแวดล้อม ดังนี้

1. มีการใช้พื้นที่คุ้มค่าและดูแลสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

สามารถทำได้โดยการไม่ออกแบบให้มีการใช้พื้นที่เกินความจำเป็น เนื่องจากรูปทรงของอาคารมีส่วนรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมข้างเคียง ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานของที่ดิน ต้นไม้ หรือสภาพอากาศโดยรอบในการออกแบบรูปทรงอาคารอาจจะทำให้มีการเอื้อต่อการหมุนเวียนของการใช้วัสดุ และการลดการใช้ทรัพยากรและพลังงานในอาคาร สามารถเพิ่มความน่าอยู่และความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้อาคาร การออกแบบสถาปัตยกรรมสามารถสะท้อนถึงความงาม ในแง่ของความสอดคล้อง และมีความรับผิดชอบต่อสภาพท้องถิ่นและธรรมชาติโดยรอบมีความเคารพต่อผู้ใช้อาคาร โดยคำนึงถึงความจำเป็น และพฤติกรรมของผู้ใช้โดยมีการอยู่ร่วมกับธรรมชาติมีการอนุรักษ์และการรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีของพื้นที่เหล่านี้ เป็นเป้าหมายหลักของการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าและคำนึงถึงระบบนิเวศโดยรวม ดังเช่น Ken Yeang (2008) กล่าวว่าการศึกษาต้นไม้ใหญ่ไว้หนึ่งต้นเป็นเสมือนการทำให้คน 4 คนบนพื้นโลกสามารถหายใจได้อย่างสบาย การรักษาสภาพสีเขียวไว้ให้เพียงพอเป็นการลดการรักษาพยาบาลและลดความกดดันภายในจิตใจของมนุษย์

2. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

โดยเฉลี่ยอาคารทั่วไปจะมีอายุการใช้งานประมาณ 50 ปี ทั้งนี้หากมีการใช้งานที่มีอายุต่ำกว่า หรือมีค่านิยมการก่อสร้างอาคารใหม่ทุกรอบ ถือเป็นการใช้อาคารอย่างไม่คุ้มค่า และเป็นพฤติกรรมการบริโภคพลังงานและทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง แต่ถ้าสามารถออกแบบให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

จะทำให้ลดการก่อสร้างใหม่ ส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ลดการใช้พลังงาน การใช้ทรัพยากร การเกิดขยะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังส่งผลดีต่อเจ้าของอาคารด้านการประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย

3. มีการออกแบบเพื่อการประหยัดน้ำ

ปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่เริ่มมีความสำคัญมากขึ้น ไม่น้อยไปกว่าปัญหาการลดลงของเชื้อเพลิง ดังนั้นการออกแบบอาคารให้สามารถใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญ โดยการออกแบบให้มีการกักเก็บน้ำจากธรรมชาติเช่นน้ำฝนและน้ำค้างไว้ใช้เป็นการลดการสูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ หรือการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่เช่น น้ำน้ำที่ใช้จากการซักผ้าหรือน้ำจากห้องน้ำมาใช้ในการรดน้ำต้นไม้ รวมทั้งการเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำ เป็นต้น

4. มีการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานเช่น การออกแบบระบบฉนวนให้เหมาะสมกับการใช้งาน การใช้ระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือระบบทำความเย็นสามารถลดความต้องการในการใช้ไฟฟ้าได้ มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพยังรวมไปถึงการออกแบบให้อาคารสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติได้ เพื่อเป็นการลดภาระการผลิตพลังงาน เช่น การออกแบบเพื่อใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น การลดการใช้พลังงานโดยการออกแบบอาคารที่คำนึงถึงภูมิอากาศเป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ มีการใช้แสงธรรมชาติ เช่นออกแบบบ้านโดยไม่ต้องเปิดไฟในตอนกลางวัน มีการใช้แสงไฟร่วมกัน โดยออกแบบให้ไฟดวงเดียวสามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ส่วนกลางใช้การระบายอากาศธรรมชาติทำให้ส่วนใหญ่ไม่ต้องเปิดเครื่องปรับอากาศ การคำนึงถึงทิศทางของแสงอาทิตย์

5. คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมในอาคาร และการถ่ายเทอากาศ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในอาคารและการถ่ายเทอากาศอาจมีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์วัสดุตกแต่งอาคารและงานระบบต่างๆ ที่ใช้ในอาคารปล่อยสารเคมีและเศษฝุ่นละอองที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ ทำให้เกิดการสะสมเป็นระยะเวลายาวนานหลังจากที่อาคารสร้างเสร็จ สาเหตุนี้สามารถแก้ไขได้หากสถาปนิกพิจารณาเพื่อป้องกันปัญหาดังแต่ขั้นตอนการออกแบบ มีการปรับ เปลี่ยนและเลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายและไม่ปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษ รวมไปถึงการออกแบบระบบระบายอากาศทั้งแบบธรรมชาติและระบบเครื่องจักรกลที่ดี ให้มีการหมุนเวียนอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารมากที่สุด และลดสถานะที่จะทำให้เกิดเชื้อราหรือความอับชื้นภายในอาคาร

6. มีการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในการก่อสร้าง ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมของโลกมากน้อยแตกต่างกัน ไม้บางชนิดได้มาจากการตัดไม้ในป่าที่ไม่สามารถปลูกทดแทนได้ วัสดุบางอย่างอาจจะได้มาโดยกระบวนการที่สร้างมลภาวะให้กับพื้นโลก หรือสร้างสารพิษออกมาในขั้นตอนการแปรรูป หรือวัสดุบางชนิดอาจไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากในขั้นตอนการผลิต แต่กลับส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากและมีการใช้พลังงานสูงในขั้นตอนการใช้งาน ดังนั้นสถาปนิกควรจะพิจารณาใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์ให้น้อยที่สุดตลอดวัฏจักรชีวิตของวัสดุนั้น และเลือกใช้วัสดุหมุนเวียนหรือวัสดุที่ทดแทนได้ ใช้วัสดุที่สิ้นเปลืองพลังงานในการผลิตต่ำ ใช้ไม้จากแหล่งไม้ทดแทน และลดการใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

7. มีการคำนึงถึงเรื่องการนำกลับไปใช้ใหม่

ควรมีการคำนึงถึงเรื่องการนำกลับไปใช้ใหม่ หรือการรีไซเคิลทั้งระหว่างกระบวนการก่อสร้าง การเข้าครอบครองหรือการใช้อาคารรวมถึงการรื้อถอนหรือทุบทำลายอาคาร นอกจากการเลือก ใช้วัสดุที่มีอายุการใช้งานยาวนานแล้ว การพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีส่วนช่วยลดการเกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมทางหนึ่ง รวมทั้งลดการใช้ทรัพยากรใหม่ด้วย หรือหากไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ก็ควรพิจารณาแนวทางการทำลายที่เกิดมลภาวะน้อยที่สุด

8. มีพื้นที่อาคารที่เล็กที่สุด

เนื่องจากอาคารขนาดใหญ่ย่อมสิ้นเปลืองทรัพยากรในการก่อสร้าง และพลังงานในการดำเนินการมากกว่าอาคารเล็ก นอกจากนี้อาคารขนาดใหญ่ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบมากกว่าอาคารขนาดเล็กด้วย แต่ความต้องการขนาดอาคารที่ใหญ่ขึ้นก็ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ ทั้งนี้ในบางกรณีอาคารขนาดใหญ่เพียงอาคารเดียวอาจจะสูญเสียทรัพยากรน้อยกว่าอาคารเล็กหลายๆอาคารในกรณีที่มีประโยชน์ใช้สอยเดียวกัน

9. มีการบำรุงรักษาอาคารต่ำ

การออกแบบให้มีการบำรุงรักษาต่ำเป็นผลประโยชน์ที่อาคารทุกหลังต้องการ เพราะเป็นการลดต้นทุนในการรักษาสภาพอาคารให้คงประสิทธิภาพได้ในระยะเวลาที่ยาวนานรวมทั้งเป็นการประหยัดพลังงานและวัสดุที่ต้องใช้ในการซ่อมแซมอาคารหรือรื้อทิ้งด้วย

10. สามารถใช้อาคารหมุนเวียนได้

การสร้างอาคารใหม่ย่อมสิ้นเปลือง และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศมากกว่าการนำอาคารเดิมมาใช้ ดังนั้นนอกจากการออกแบบให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานแล้วควรออกแบบให้อาคารมีความ

ยืดหยุ่นในการปรับใช้พื้นที่ ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนวัตถุประสงค์ในการใช้งาน หรือต้องการดัดแปลงอาคารสำหรับประโยชน์อื่น ทั้งยังเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมเดิมให้คงอยู่ในชุมชนด้วย

11. ตำแหน่งที่ตั้งอาคารมีการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน

แม้ว่าข้อนี้จะไม่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม แต่การลดการใช้รถส่วนตัวหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชนเป็นแนวในการประหยัดพลังงานที่สำคัญมาทุกยุคทุกสมัย และเป็นการลดมลภาวะทางอากาศด้วย แต่ทั้งนี้อาจต้องเริ่มตั้งแต่การเลือกทำเลที่ตั้งของโครงการ ซึ่งมีความเป็นไปได้ยากสำหรับการออกแบบอาคารโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย ดังนั้นในประเด็นนี้จึงอาจรวมถึงความสะดวกในการเดินทางเพื่อเชื่อมโยงกับระบบขนส่งมวลชน และการใช้ยานพาหนะที่บริโภคพลังงานน้อย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมเป็นต้น

12. มีการเสียสละน้อยที่สุดในขณะก่อสร้าง

การออกแบบให้ระยะและมิติขององค์ประกอบส่วนต่างๆของอาคาร มีการเสียสละน้อยที่สุดสามารถกระทำได้โดยการกำหนดระยะพิคัดประสานโดยสถาปนิกไม่ควรพิจารณาเพียงแต่ต้องการให้พื้นที่หรืออาคารนั้นใหญ่ที่สุด กว้างที่สุด สูงที่สุดหรือความต้องการรูปทรงที่แปลกตาสะดุดตาเป็นส่วนตัวตัดสินใจ เพราะการให้ระยะและมิติที่ไม่เข้าพวกกันระหว่างวัสดุแต่ละชนิด จะทำให้เกิดการเสียสละของวัสดุอย่างน่าเสียดาย อีกประการที่สำคัญ ระยะและมิติบางจุดของอาคารจะถูกกฎหมายกำหนดไว้ เช่น ระยะพื้นถึงฝ้าเพดาน ระยะความกว้างทางเดิน เป็นต้นประเด็นนี้จึงเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องที่สถาปนิกต้องมีความละเอียดรอบคอบในการออกแบบมีความลงตัวพอดี ไม่ขัดต่อกฎหมาย ตลอดจนใช้วัสดุทุกชนิดสัมพันธ์กันและเสียสละน้อยที่สุด

วัฏจักรชีวิตอาคาร

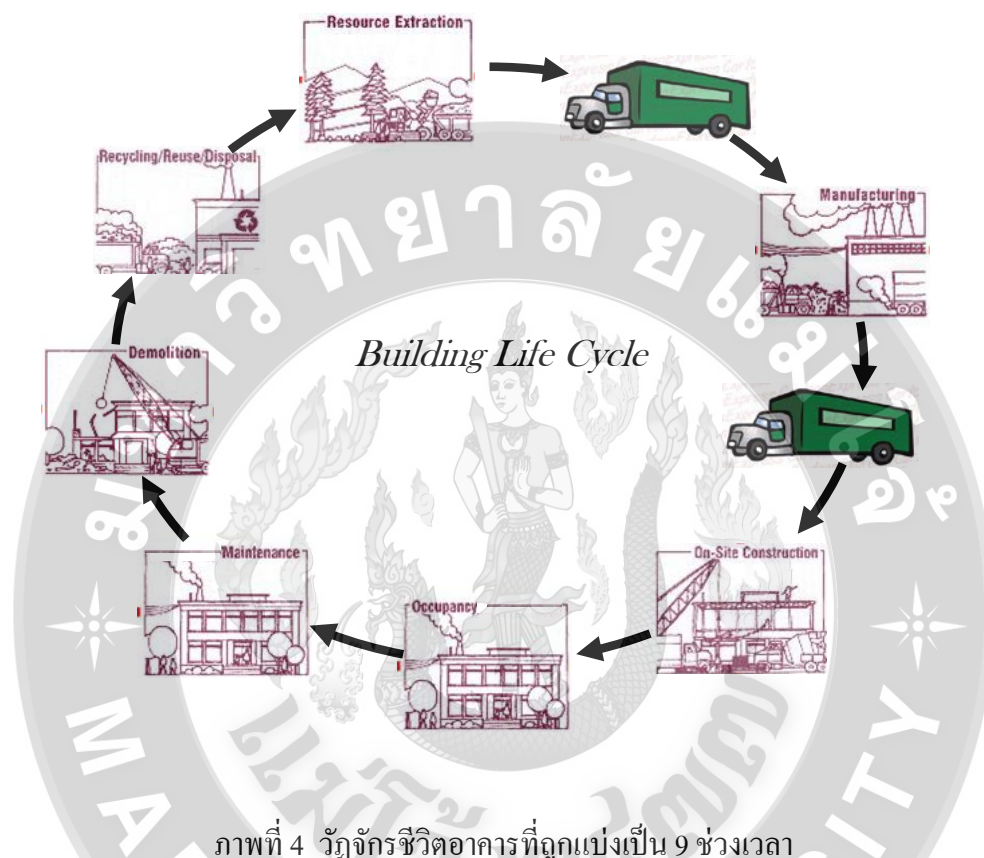
วัฏจักรชีวิตอาคาร (life cycle of building) หมายถึง รอบวงจรชีวิตของอาคารตั้งแต่การเกิดไปจนถึงตาย (cradle to grave) ซึ่งจำนวนช่วงชีวิตในวัฏจักรชีวิตอาคารจะมีจำนวนแตกต่างกันไป เช่น Menasota (2007) ได้แบ่งช่วงวัฏจักรชีวิตอาคารออกเป็น 6 ช่วง ดังภาพที่ 3 Berge (2005) ได้แบ่งช่วงวัฏจักรชีวิตอาคารเป็น 5 ช่วง ในขณะที่ Peuportier (2001) ได้แบ่งช่วงวัฏจักรชีวิตอาคารเป็น 4 ช่วง เป็นต้น แต่หากพิจารณารายละเอียดแล้วพบว่ามีกรอบครอบคลุมตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 3 วิถีจักรชีวิตของอาคารของ Minnesota
ที่มา : Minnesota, 2007

ณัชวิชญ์ ตีกุล (2553) ได้แบ่งช่วงของวิถีจักรชีวิตอาคารเป็น 9 ช่วงดังภาพที่ 4 เพื่อให้การพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีความละเอียดและสมบูรณ์มากที่สุด เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการนำวัตถุดิบขึ้นมาใช้ การขนส่งวัตถุดิบ การผลิตวัสดุก่อสร้าง การขนส่งวัสดุเหล่านั้นมายังสถานที่ก่อสร้าง การก่อสร้างอาคาร การใช้งานอาคาร การซ่อมบำรุงและการเปลี่ยนชิ้นส่วนอาคารต่างๆ จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการใช้งานอาจมีการนำอาคารกลับมาใช้ใหม่หรือการทุบทำลายอาคาร และการกำจัดเศษวัสดุจากอาคาร ดังภาพที่ 3 แต่ละช่วงชีวิตมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น หากเจ้าของอาคารต้อง การเปลี่ยนบางส่วนของระบบย่อยจะส่งผลกระทบทำให้ทั้งระบบใหญ่เปลี่ยนไปด้วย เช่น ความต้องการหลอดไฟเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้แสงสว่างเพิ่มมากขึ้นเกินความจำเป็น นั่นหมายถึงความต้องการวัสดุและพลังงานในการผลิตหลอดไฟเพิ่มขึ้น ความต้องการไฟฟ้าในขณะที่ใช้งานเพิ่มมากขึ้น ความต้องการถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และการมีต้นทุนการใช้จ่ายในอาคารที่เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่า

การเพิ่มแสงสว่างเป็นประโยชน์สำหรับผู้พักอาศัยในอาคาร แต่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั่วโลกได้ ฉะนั้นการออกแบบอาคารจึงต้องดูแลผลกระทบจากอาคารจนกระทั่งถึงขั้นตอนการทำลาย



ภาพที่ 4 วัฏจักรชีวิตอาคารที่ถูกแบ่งเป็น 9 ช่วงเวลา

1. ระยะการนำทรัพยากรขึ้นมาใช้ (resource extraction) เป็นช่วงการนำทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาจากแหล่งกำเนิด หรือกระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งสินแร่และวัสดุตามธรรมชาติ เช่น การได้มาซึ่งแร่เหล็กสำหรับการผลิตเหล็กโครงสร้าง การสกัดหินปูนเพื่อใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ การขุดเจาะน้ำมันสำหรับการผลิตพลาสติก รวมทั้งการนำต้นไม้จากป่ามาใช้ในการผลิตพื้นไม้เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการนำทรัพยากรขึ้นใช้นี้จะประกอบด้วยการใช้เครื่องมือเครื่องจักร การใช้พลังงาน เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งปัญหามลภาวะทางอากาศและฝุ่นละออง การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ และมลภาวะทางเสียง

2. ระยะการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผลิตวัสดุก่อสร้างจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุก่อสร้าง วัสดุก่อสร้างต่างชนิดกันจะมีส่วนผสมในการผลิตที่แตกต่างกันไป วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งอาจต้องใช้

วัตถุดิบในการผลิตมากกว่า 10 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ระยะการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผลิตนี้จึงมีความสำคัญต่อปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างมาก เนื่องจากการขนส่งในระยะทางไกล หรือจำเป็นต้องใช้การขนส่งมากจะหมายถึงการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในการขนส่งมาก ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มากขึ้นเช่นกัน

3. ระยะการผลิตวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง เป็นช่วงที่ดำเนินการต่อจากช่วงการนำทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาใช้และได้วัตถุดิบมาเพื่อใช้ในการผลิตวัสดุก่อสร้าง ซึ่งในที่นี้หมายถึงกระบวนการผลิตวัสดุก่อสร้าง ตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการขั้นตอนการผลิตจนกระทั่งได้วัสดุก่อสร้างออกมา ซึ่งในระยะนี้อาจครอบคลุมถึงการขนส่งวัสดุก่อสร้างนั้นมายังตัวแทนจำหน่าย การขายจนกระทั่งถึงสถานที่ก่อสร้าง ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดและลักษณะของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ และถึงแม้จะเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดเดียวกันก็อาจจะมีกระบวนการผลิตและการขนส่งที่แตกต่างกันได้

4. ระยะการขนส่งวัสดุก่อสร้างไปยังสถานที่ก่อสร้างจะขึ้นอยู่กับรูปแบบอาคาร อาคารแต่ละรูปแบบจะมีการใช้วัสดุก่อสร้างที่ต่างกันทั้งปริมาณและชนิดของวัสดุก่อสร้าง อาคารหลังหนึ่งๆ มีการใช้วัสดุก่อสร้างมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ดังนั้นระยะการขนส่งวัสดุก่อสร้างไปยังสถานที่ก่อสร้างนี้จึงมีความสำคัญต่อปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอย่างมาก เช่นเดียวกับระยะการขนส่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผลิต

5. ระยะการก่อสร้างอาคาร เป็นขั้นตอนการสร้าง ประกอบและติดตั้งวัสดุก่อสร้างเป็นตัวอาคารตามแผนการก่อสร้าง ระยะนี้จะมีการบริโภคพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในเครื่องจักร การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้สารเคมี ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ฝุ่นควัน เสียง รวมทั้งขยะจากการก่อสร้าง ซึ่งล้วนแล้วแต่เชื่อมโยงมาจากการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างทั้งสิ้น หากมีการวางแผนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไว้เป็นอย่างดีจะทำให้สามารถลดความซับซ้อนในการก่อสร้าง ประหยัดไฟฟ้าและสิ้นเปลืองพลังงานน้อย รวมทั้งลดการเกิดมลภาวะจากการก่อสร้างได้

6. ระยะการใช้งานอาคาร ระยะนี้ประกอบด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ ทรัพยากรธรรมชาติ และสารเคมี รวมทั้งการปล่อยของมลภาวะทางอากาศ ของเสีย และขยะจากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ในระยะนี้จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าและทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมาก เนื่องอาคารโดยทั่วไปมีอายุการใช้งานเฉลี่ยยาวนาน 50 ปี (Buildgreen, 2006) จากการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2543) เรื่องพลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ. 2543 พบว่าการใช้อาคารในภาคที่อยู่อาศัยและการพาณิชย์ใช้พลังงานทั้งสิ้น คิดเป็นร้อยละ 24.5 และมีการบริโภคพลังงานเชื้อเพลิงคิดเป็น

ร้อยละ 60.5 ของการใช้ทั้งหมดในประเทศไทย และมีของเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้อาคารเช่น น้ำเสียและขยะ

7. ระยะการซ่อมบำรุงอาคาร เมื่ออาคารเกิดการชำรุดทรุดโทรมย่อมต้องมีการซ่อมบำรุง ซึ่งการที่สามารถซ่อมแซมได้ถือเป็นการยืดอายุการใช้งานก่อให้เกิดความประหยัด แต่การไม่ต้องซ่อมแซมบ่อยๆ ถือเป็นการดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด แต่ในบางกรณีต้องมีการเปลี่ยนวัสดุใหม่เนื่องจากวัสดุเดิมไม่สามารถใช้งานได้ เช่นนี้ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรในการผลิตวัสดุก่อสร้างนี้ มีการขนส่งและการติดตั้งใหม่

8. ระยะการทำลายอาคาร เกิดขึ้นเนื่องจากอาคารทรุดโทรม ชำรุดยากแก่การซ่อมแซมหรือเกิดจากความต้องการพื้นที่ใช้งานใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์การใช้งาน ต้องการอาคารที่มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับยุคสมัยวัฒนธรรมและพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น ในระยะนี้จะก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญได้แก่มลภาวะทางอากาศและการเกิดขยะ นอกจากนี้ยังมีการบริโภคเชื้อเพลิงเพื่อการขนส่งขยะ ซากอาคารไปยังพื้นที่ทิ้งพื้นที่หรือฝังกลบ การใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการรื้อหรือทำลายอาคาร เป็นต้น

9. ระยะการกำจัดเศษซากอาคาร หลังจากการทำลายอาคารแล้ว วัสดุบางชนิดจะถูกนำไปรีไซเคิลเป็นส่วนประกอบของวัสดุนิคมหรือวัสดุนิคมที่ต่างไปได้ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทางหนึ่ง แต่วัสดุบางชนิดที่ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้เช่น เศษกระเบื้องเซรามิกส์ เศษคอนกรีต เป็นต้น เหล่านี้จะถูกนำไปฝังกลบหรือเผาทำลายต่อไป ซึ่งจะเป็นส่วนที่เพิ่มภาระทางด้านสิ่งแวดล้อม

หลักการบริหารคุณภาพ

PDCA คือ วงจรที่พัฒนามาจากวงจรที่คิดค้นโดย Walter Shewhart ผู้บุกเบิกการใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรมและต่อมาวงจรนี้เริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นเมื่อ Edwards Deming ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารคุณภาพนำมาปรับปรุงและเผยแพร่ให้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานภายในโรงงานให้ดียิ่งขึ้น และช่วยค้นหาปัญหาอุปสรรคในแต่ละขั้นตอนการผลิตโดยพนักงานเอง เมื่อเริ่มแรก Deming ได้เน้นถึงความสัมพันธ์ 4 ฝ่าย ในการดำเนินธุรกิจเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพ และความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งได้แก่ ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย และฝ่ายวิจัย ดังภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของทั้ง 4 ฝ่ายนั้น จะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับคุณภาพของสินค้าตามความต้องการของ

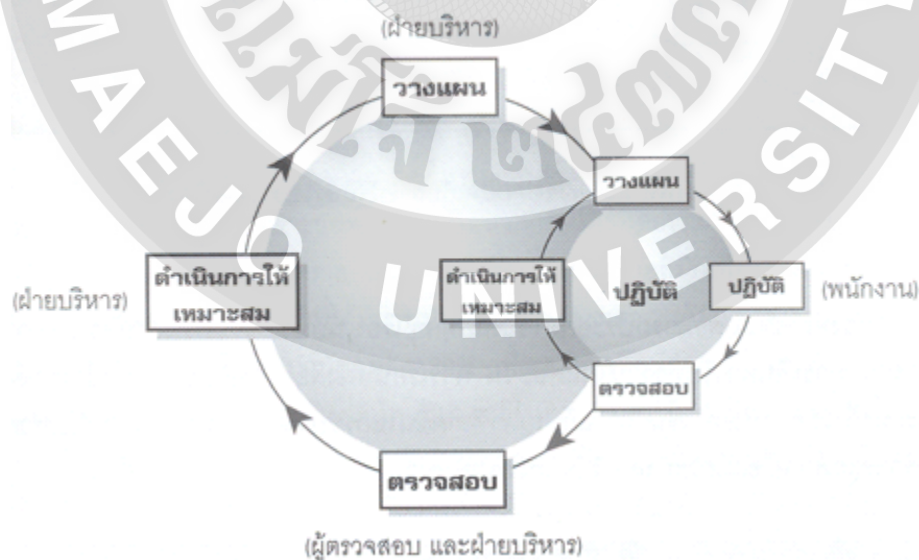
ลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยให้ถือว่าคุณภาพจะต้องมาก่อนสิ่งอื่นใด วงจรนี้จึงถูกเรียกว่า วงจรเดมมิ่ง (deming cycle)



ต่อมาแนวคิดเกี่ยวกับกับวงจรเดมมิ่ง ได้ถูกดัดแปลงให้เข้ากับวงจรการบริหารดังภาพที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย การวางแผนการดำเนินการ (plan) ที่ครอบคลุมถึงการกำหนดหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน อาจประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน กำหนดระยะเวลาการดำเนินงาน กำหนดผู้รับผิดชอบหรือผู้ดำเนินการและกำหนดงบประมาณที่จะใช้ การเขียนแผนดังกล่าวอาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของลักษณะ การดำเนินงาน การวางแผนยังช่วยให้เราสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ จากนั้นจึงปฏิบัติตามแผนการดำเนินการที่วางไว้ (do) และเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้นตามแผนที่วางไว้แล้วจึงทำการตรวจสอบการปฏิบัติงาน (check) ในทุกขั้นตอนการปฏิบัติงานจนกระทั่งถึงผลที่ได้จากการปฏิบัติงานนั้น เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินนั้นมาปรับปรุงแก้ไข (act) ซึ่งหมายถึง การนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ว่ามีโครงสร้าง หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานใดที่ควรปรับปรุงหรือพัฒนาสิ่งที่ดีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นไปอีก และสังเคราะห์รูปแบบ การดำเนินการใหม่ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการดำเนินการในครั้งต่อไป (Maltzman, 2010)

ในระยะแรกวงจรนี้ยังไม่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ เพราะแต่ละขั้นตอนถูกมอบหมายให้เป็นหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละฝ่าย ขณะที่ฝ่ายบริหารกำหนดแผนงานและตั้งเป้าหมายสำหรับพนักงาน พนักงานก็ต้องลงมือปฏิบัติให้บรรลุตามเป้าหมายที่ฝ่ายบริหารได้กำหนดขึ้น ในขณะที่ผู้ตรวจสอบคอยตรวจสอบผลการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นระยะๆ และรายงานผลให้ผู้บริหารทราบ หากการปฏิบัติงานมีความผิดพลาดหรือเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมายก็จะได้แก้ไขได้ทันที พนักงานที่สามารถปฏิบัติงานได้ตามเป้าหมายก็จะได้รับรางวัลเป็นการตอบแทน แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ตามเป้าหมายก็จะถูกประเมินผลการปฏิบัติงานที่ต่ำ การดำเนินงานในลักษณะนี้จะเห็นได้ว่าค่อนข้างแข็งแกร่งต่าง นอกจากผู้บริหารจะไม่ประเมินศักยภาพของพนักงานซึ่งเป็นผู้ที่รู้ดีที่สุดเกี่ยวกับกระบวนการทำงานแล้วยังขาดวิสัยทัศน์ที่ดีในเรื่องของการประสานงานภายในหน่วยงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้พนักงานมีส่วนร่วมในขั้นตอนการวางแผนและแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

อย่างไรก็ตามวงจรเดิมมิได้ถูกพัฒนาไปในทิศทางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้ให้ความสำคัญกับพื้นฐานการบริหารงาน 2 อย่าง นั่นก็คือ การสื่อสารและความร่วมมือร่วมใจจากทุกคนในหน่วยงาน โดยผู้บริหารยังคงเป็นผู้กำหนดแผนงาน แต่จะสื่อสารผ่านช่องทางหัวหน้างานและพนักงานตามลำดับขั้นเป้าหมายถูกกำหนดขึ้นตามความเหมาะสมเป็นไปได้ ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้วงจรนี้เพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 6 วงจร PDCA แบบญี่ปุ่น

ที่มา : ชนิกันต์, 2551

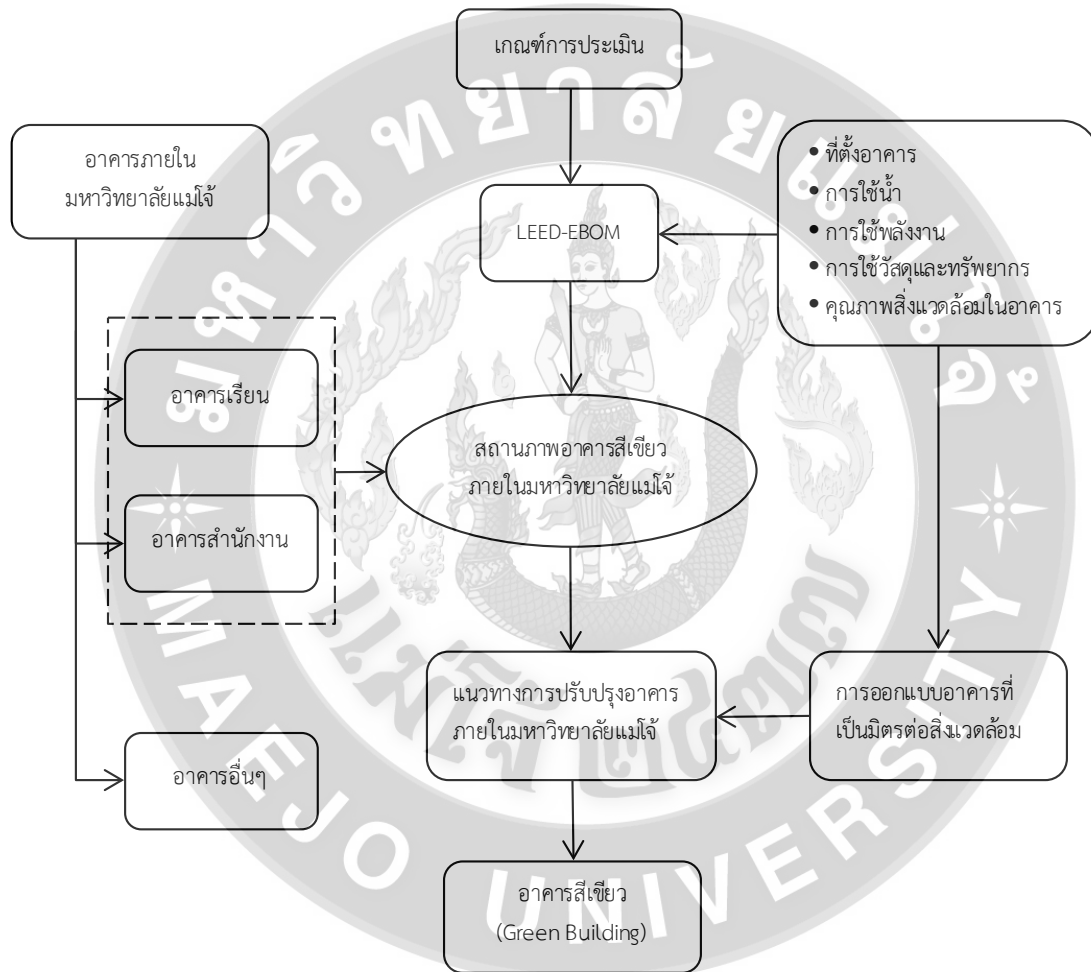
เราใช้วงจร PDCA เพื่อการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง ทุกครั้งที่วงจรหมุนครบรอบก็จะเป็นแรงส่งให้หมุนในรอบต่อไปดังภาพที่ 7 วิธีการใหม่ ๆ ที่ทำให้เกิดการปรับปรุงก็จะถูกจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน ซึ่งจะทำให้การทำงานมีการพัฒนาอย่างไม่สิ้นสุด เราอาจเริ่มด้วยการปรับปรุงเล็กๆ น้อยๆ ก่อนที่จะก้าวไปสู่การปรับปรุงที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และวงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุก ๆ เรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การปรุงอาหาร การเดินทางไปทำงานในแต่ละวัน การตั้งเป้าหมายชีวิต การดำเนินงานในระดับบริษัท หรือระบบประเมินของหน่วยงานต่างๆ



ภาพที่ 7 วงจร PDCA กับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
ที่มา : ชนิกันต์, 2551

กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาสถานภาพความเป็นอาคารสีเขียวภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ตามหลักการประเมินของ LEED-EBOM เพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเพื่อนำไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ประชากร

จากการสำรวจพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยศูนย์ออกแบบคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้พบว่ามียาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ ทั้งสิ้น 75 หลังดังภาพที่ 9 (ไม่รวมศาลเจ้าพ่อโจ้และเจ้าแม่โจ้) ที่มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการประเมินเฉพาะอาคารเรียนและอาคารสำนักงาน และควรเป็นอาคารที่มีการใช้งานที่มากกว่า 200 คนต่อวันขึ้นไปหรือมีพื้นที่มากกว่า 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานต่างๆ ที่ในการประเมินอาคารในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงกำหนดอาคารที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 24 หลัง ได้แก่

1	อาคารสำนักงานอธิการบดี	13	อาคารศูนย์ประชุมนานาชาติ
2	อาคารกองกิจการนักศึกษา	14	อาคารคณะวิศวกรรมฯ
3	อาคารเรียนรวมสุวรรณวาลกสถึก	15	อาคารภาควิชาอุตสาหกรรมฯ
4	อาคารศูนย์ไบโอเทค	16	อาคารสมิदानนท์
5	อาคารหอสมุด	17	อาคารคณะเทคโนโลยีการประมง
6	อาคารประเสริฐ ฒ นกร	18	อาคารพืชศาสตร์
7	อาคารคณะวิทยาศาสตร์	19	อาคารเรียนรวมวิทยาศาสตร์
8	อาคารคณะบริหาร	20	อาคารคณะเศรษฐศาสตร์
9	อาคารคณะสถาปัตยกรรม (ภูมิทัศน์)	21	อาคารเรียนรวม 70 ปี
10	อาคารคณะผลิตกรรมการเกษตร	22	อาคารอำนวยการฯ
11	อาคารภาควิชาทรัพยากรดินฯ	23	อาคาร 75 ปี
12	อาคารสำนักวิจัยฯ	24	อาคารเทพ พงษ์พาณิชย์

แนวทางการประเมินอาคาร

1. สรุปหลักเกณฑ์การประเมินอาคารตาม LEED-EBOM

เนื่องจากการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว หรือ UI's Green Metric University Sustainability Ranking (Green Metric) มีรูปแบบการประเมินที่ถูกพัฒนามาจาก LEED ของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ LEED-EBOM 2009 เป็นรูปแบบในการประเมินอาคารเรียนและอาคารสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เนื่องจากเป็นเกณฑ์พื้นฐาน ครอบคลุมประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างครบทุกด้าน และสอดคล้องกับการประเมินอาคารที่เปิดใช้งานมาแล้ว โดยผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดในการประเมิน LEED-EBOM 2009 ไว้ในในบทที่ 2

2. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประเมินแต่ละหมวด และข้อย่อ

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ LEED-EBOM (Leadership in Energy and Environmental Design for Existing Buildings Upgrades, Operations and Maintenance) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วและดำเนินการใช้งานอาคารอยู่ จัดทำขึ้นโดย U.S. Green Building Council (USGBC) ประเทศสหรัฐอเมริกา (ดังรายละเอียดในบทที่ 2) และถูกใช้เป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างเกณฑ์ในการประเมินมหาวิทยาลัยสีเขียว หรือ Green Metric โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับรายละเอียดการประเมินบางส่วนเพื่อให้ได้รูปแบบการประเมินสอดคล้องกับมาตรฐาน ข้อกำหนดต่างๆ และสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศของประเทศไทย โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ การพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานและบรรยากาศวัสดุและทรัพยากร คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร โดยตัดประเด็นด้าน นวัตกรรมในการดำเนินงาน และศักยภาพของพื้นที่ออก เนื่องจากเป้าหมายในการประเมินมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวและประเทศไทยยังไม่มีกำหนดระดับคะแนนของศักยภาพพื้นที่ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัย

LEED-EBOM	รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย
การพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน การจัดการหิมะ	การพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน การจัดการน้ำฝน
การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
พลังงานและบรรยากาศ ASHARE	พลังงานและบรรยากาศ มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน
วัสดุและทรัพยากร	วัสดุและทรัพยากร ฉลากเขียว SCG label
คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร	คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร
นวัตกรรมในการดำเนินงาน	ไม่มี
ศักยภาพของพื้นที่	ไม่มี

ผู้วิจัยได้ปรับรายละเอียดการประเมินตาม LEED-EBOM 2009 บางส่วนเพื่อให้ได้รูปแบบการประเมินสอดคล้องกับมาตรฐาน ข้อกำหนดต่างๆ และสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศของประเทศไทย และตัดประเด็นที่ไม่มีข้อมูลในประเทศไทยหรือไม่สอดคล้องกับอาคารภายในมหาวิทยาลัยออก เหลือเกณฑ์การประเมิน 5 ประเด็น (จาก 7 ประเด็น) ได้แก่ การพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานและบรรยากาศ วัสดุและทรัพยากร คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร โดยตัดประเด็นด้านนวัตกรรมในการดำเนินงาน และศักยภาพของพื้นที่ออก เนื่องจากเป้าหมายในการประเมินมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวและประเทศไทยยังไม่มีกำหนดระดับคะแนนของศักยภาพพื้นที่ มีเฉพาะพื้นที่ในประเทศอเมริกา ตามฐานข้อมูลจาก USGBC Regional Councils ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อการพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
ได้รับการรับรอง LEED ตัวใดตัวหนึ่ง	ได้รับการรับรอง LEED-NC, LEED-School, LEED-Core&Shell หรือ LEED-CI	-	-
แผนการจัดการอาคารในด้าน การดูแลพื้นที่โดยรอบและ อาคารที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม	มีการใช้อุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีแผนการจัดการอาคารในด้าน	มีการใช้อุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	มีการย้ายหิมะและน้ำแข็งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	การดูแลพื้นที่โดยรอบและ	มีการกักเก็บน้ำฝน
	มีการทำความสะอาดภายนอกอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	อาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีการทำความสะอาดภายนอกอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
แผนการดูแลพื้นที่สีเขียว การ กำจัดศัตรูพืช และแมลง	มีการลดการใช้สารเคมีและปุ๋ย	แผนการดูแลพื้นที่สีเขียว การ กำจัดศัตรูพืช และแมลง	มีการลดการใช้สารเคมีและปุ๋ย
	มีการจัดการน้ำเสีย		มีการจัดการน้ำเสีย
	การกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช		การกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช
	มีการลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า		มีการลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า
	มีการทำปุ๋ยหมักจากของเสีย		มีการทำปุ๋ยหมักจากของเสีย
	มีการใช้พืชช่วยลดความร้อน ป้องกันฝุ่นละออง และมลภาวะต่างๆ		มีการใช้พืชช่วยลดความร้อน ป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ
มีระบบขนส่งมวลชนทางเลือก	มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการใช้พลังงาน คนในการเดินทาง	มีระบบขนส่งมวลชนทางเลือก	มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการใช้พลังงาน คนในการเดินทาง
	มีการใช้พาหนะที่ใช้พลังงานทางเลือก		มีการใช้พาหนะที่ใช้พลังงานทางเลือก
	มีการเพิ่มชั่วโมงทำงานเพื่อลดวันทำงาน		มีการเพิ่มชั่วโมงทำงานเพื่อลดวันทำงาน
	มีการใช้พาหนะร่วมกัน		มีการใช้พาหนะร่วมกัน

ตารางที่ 2 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อการพัฒนาพื้นที่โครงการอย่างยั่งยืน (ต่อ)

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
การปกป้องระบบนิเวศ	มีการสำรวจขนาดและแยกส่วนประกอบของพื้นที่	การปกป้องระบบนิเวศ	มีการสำรวจขนาดและแยกส่วนประกอบของพื้นที่
	มีพื้นที่สีเขียว > 25% (ไม่รวมพื้นที่อาคาร) หรือ > 5% (รวมพื้นที่อาคาร)		มีพื้นที่สีเขียว > 25% (ไม่รวมพื้นที่อาคาร) หรือ > 5% (รวมพื้นที่อาคาร)
	มีการพัฒนาพื้นที่รอบโครงการเป็นพื้นที่สีเขียวโดยคิด $2 \text{ f}^2 = 1 \text{ f}^2$ พื้นที่ตั้งโครงการ		-
	มีพื้นที่อื่นนอกจากพื้นที่สีเขียว เช่น สระน้ำ พื้นที่หินธรรมชาติ		-
	มีการดูแลตามแผนในข้อ 3		-
การควบคุมปริมาณน้ำฝน	มีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี	การควบคุมปริมาณน้ำฝน	มีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี
	มีการรีไซเคิลน้ำและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่		มีการรีไซเคิลน้ำและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่
	มีพื้นที่และเส้นทางการระบายน้ำ หรือใช้การแทรกซึม		มีพื้นที่และเส้นทางการระบายน้ำ หรือใช้การแทรกซึม
	มีการกักเก็บน้ำ		มีการกักเก็บน้ำ
การลดความร้อน	มีการลดความร้อนจากพื้นที่ที่ไม่มีหลังคาคลุม > 50%	การลดความร้อน	มีการลดความร้อนจากพื้นที่ที่ไม่มีหลังคาคลุม > 50%
	มีการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคา		มีการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคา
การลดมลภาวะจากแสง	มีระบบควบคุมการเปิดปิดอัตโนมัติ	การลดมลภาวะจากแสง	มีระบบควบคุมการเปิดปิดอัตโนมัติ
	แสงตอนเปิดไฟกลางคืนต้อง < 20% ของตอนปิดไฟ		-

ตารางที่ 3 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในการวิจัยหัวข้อการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
ระบบน้ำประปา ระบบสุขาภิบาล ต่างๆภายในอาคาร	มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน UPC/IPC 20% (สร้างหลังปี 1994)	ระบบน้ำประปา ระบบสุขาภิบาล ต่างๆภายในอาคาร	มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน วสท. 20% (สร้างหลังปี 2547)
	มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน UPC/IPC 60% (สร้างก่อนปี 1994)		มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน วสท. 60% (สร้างก่อนปี 2547)
การตรวจวัดการใช้น้ำ	มีการติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลัก	การตรวจวัดการใช้น้ำ	มีการติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลัก
	มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อย		มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อย
การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ	มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำในระบบสุขภัณฑ์	การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ	มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำในระบบสุขภัณฑ์
	มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำอื่นๆ		มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำอื่นๆ
มีการใช้น้ำสำหรับงาน landscape อย่างมีประสิทธิภาพ	มีการใช้น้ำลดลงโดยเทียบกับข้อมูลในข้อ 1	มีการใช้น้ำสำหรับงาน landscape อย่างมีประสิทธิภาพ	มีการใช้น้ำลดลงโดยเทียบกับข้อมูลในข้อ 1
	หรือมีการใช้น้ำลดลงโดยคำนวณ baseline แล้วเทียบกับความต้องการน้ำของพืชพันธุ์ และขนาดพื้นที่		-
	หรือมีการใช้น้ำลดลงโดยการใช้ software ช่วยในการคำนวณ		-
การจัดการระบบ cooling tower	มีแผนการลดการใช้สารเคมี	-	-
	มีการใช้น้ำจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปา อย่างน้อย 50%		-

ตารางที่ 4 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในการวิจัยหัวข้อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
แผนการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	มีแผนการใช้พลังงาน	แผนการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	มีแผนการใช้พลังงาน
	มีแผนการป้องกันและซ่อมบำรุงอุปกรณ์		มีแผนการป้องกันและซ่อมบำรุงอุปกรณ์
การใช้พลังงานขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์ ASHRAE 90.1-2007 Appendix G	การใช้พลังงานขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
การจัดการระบบทำความเย็น	ไม่มีการใช้ CFC ในเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่ที่ใช้สารทำความเย็นมากกว่า 0.3 kg	การจัดการระบบทำความเย็น	ไม่มีการใช้ CFC ในเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่ที่ใช้สารทำความเย็นมากกว่า 0.3 kg
	มีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่แล้วเพื่อลดการใช้ CFC		มีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่แล้วเพื่อลดการใช้ CFC
	มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น		มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น
การใช้พลังงานลดลงจากมาตรฐาน	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์ ASHRAE 90.1-2007 Appendix G	การใช้พลังงานลดลงจากมาตรฐาน	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อกำหนดแนวทาง	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อกำหนดแนวทาง
	มีการปรับปรุงตามแนวทาง		มีการปรับปรุงตามแนวทาง
	ดำเนินการด้านการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง		ดำเนินการด้านการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 4 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ต่อ)

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
การตรวจสอบระบบการใช้พลังงาน	มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติในอาคาร	การตรวจสอบระบบการใช้พลังงาน	มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติในอาคาร
	มีการวัดค่าการใช้พลังงานในส่วนย่อย		มีการวัดค่าการใช้พลังงานในส่วนย่อย
การใช้พลังงานทดแทนในอาคาร	มีการใช้พลังงานทดแทนแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร	การใช้พลังงานทดแทนในอาคาร	มีการใช้พลังงานทดแทนแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร
การจัดการระบบทำความเย็น	ไม่การใช้ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ใดๆ	การจัดการระบบทำความเย็น	ไม่การใช้ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ใดๆ
การจัดทำรายงานการลดมลภาวะ	มีการแยก parameter ที่ใช้ในการลดมลภาวะจากการใช้พลังงาน เช่น CO ₂ SO ₂ NO _x Hg ฯลฯ	การจัดทำรายงานการลดมลภาวะ	มีการแยก parameter ที่ใช้ในการลดมลภาวะจากการใช้พลังงาน เช่น CO ₂ SO ₂ NO _x Hg ฯลฯ
	มีการสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย ดีขึ้นอย่างไร		มีการสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย ดีขึ้นอย่างไร

ตารางที่ 5 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อการใช้วัสดุและทรัพยากร

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
นโยบายการจัดการของเสียในอาคาร	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดการของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	นโยบายการจัดการของเสียในอาคาร	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดการของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน	มีการซื้อวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ	การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน	มีการซื้อวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ
การจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าและเฟอร์นิเจอร์อย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อม	การจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าและเฟอร์นิเจอร์อย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อม
	การการจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์ที่เป็น Local หรือที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อม		การการจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์ที่เป็น Local หรือที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อม
การจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างยั่งยืน (กรณีมีการ renovate อาคาร)	มีการจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ	การจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างยั่งยืน (กรณีมีการ renovate อาคาร)	มีการจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ
การจัดซื้อหลอดไฟที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทอย่างน้อย 90% ของปริมาณหลอดไฟที่มีอยู่	การจัดซื้อหลอดไฟที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทอย่างน้อย 90% ของปริมาณหลอดไฟที่มีอยู่
การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มอย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 25%	การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มอย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 25%

ตารางที่ 5 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในงานวิจัยหัวข้อการใช้วัสดุและทรัพยากร (ต่อ)

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
การตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร	มีการเก็บข้อมูลรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณและชนิดของของเสีย ช่วงเวลา ๑๕๑	การตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร	มีการเก็บข้อมูลรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณและชนิดของของเสีย ช่วงเวลา ๑๕๑
การกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานสั้น/วัสดุสิ้นเปลือง	มีการจัดทำโครงการการลดของเสียโดยผู้ใช้อาคาร อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย	การกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานสั้น/วัสดุสิ้นเปลือง	มีการจัดทำโครงการการลดของเสียโดยผู้ใช้อาคาร อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย
	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse โดยใช้ต้นทุนต่ำ อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย		มีการจัดทำโครงการ recycle reuse โดยใช้ต้นทุนต่ำ อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย
การกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนาน	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 75% โดยน้ำหนักของเสีย	การกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนาน	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 75% โดยน้ำหนักของเสีย
การกำจัดของเสียประเภทสิ่งอำนวยความสะดวก	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 70% โดยน้ำหนักของเสีย	การกำจัดของเสียประเภทสิ่งอำนวยความสะดวก	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 70% โดยน้ำหนักของเสีย

ตารางที่ 6 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในการวิจัยหัวข้อคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
คุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐานขั้นต่ำ	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำของเกณฑ์การระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารของ ASHARE Standard 62.1-2007	มีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐานขั้นต่ำ	เกณฑ์ขั้นต่ำของเกณฑ์การระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารของ วสท.-3010
การควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร	ห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคาร และทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่	การควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร	ห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคาร และทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่
	จัดให้มีที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอย่างน้อย 25 ฟุต หรือ		จัดให้มีที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอย่างน้อย 25 ฟุต หรือตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 9/2540
	มีห้องสูบบุหรี่		-
นโยบายการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีนโยบายการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	นโยบายการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีนโยบายการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	มีมาตรฐานการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคารที่อ่อนแอ		มีมาตรฐานการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคารที่อ่อนแอ
	มีกลยุทธ์ในการรณรงค์การดูแลสุขอนามัยของมือ การล้างมือ		มีกลยุทธ์ในการรณรงค์การดูแลสุขอนามัยของมือ การล้างมือ
	มีระบบการจัดเก็บและการใช้สารเคมีอันตราย		มีระบบการจัดเก็บและการใช้สารเคมีอันตราย
	มีการพัฒนาและอบรมบุคลากร		มีการพัฒนาและอบรมบุคลากร
	มีการจัดเก็บข้อมูล feedback ของผู้ใช้อาคาร		การจัดเก็บข้อมูล feedback ของผู้ใช้อาคาร
	มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้อง		มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้อง

ตารางที่ 6 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในการวิจัยหัวข้อคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (ต่อ)

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
คุณภาพอากาศในอาคาร	มีโครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ I-BEAM	คุณภาพอากาศในอาคาร	มีโครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (2537) หรือวสท.-3010
	มีการ monitor คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร		มีการ monitor คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร
	มีการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร		มีการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร
	มีระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร		มีระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร
	มีระบบและการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร		มีระบบและการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร
ภavnาน่าสບข : แสง อุณหภูมิ แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ	แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความสะอาด และการแผ่รังสีผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำของ ASHARE Standard 55-2004 (5.3) และสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคาร 30%	ภavnาน่าสບข : แสง อุณหภูมิ แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ	แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความสะอาด และการแผ่รังสีผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำของวสท. 3003
	มีระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ		มีระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ
	มีการใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ		มีการใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ

ตารางที่ 6 รายละเอียดการปรับปรุงรูปแบบการประเมินเพื่อใช้ในการวิจัยหัวข้อคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร (ต่อ)

LEED-EBOM		รูปแบบการประเมินสำหรับงานวิจัย	
การทำความสะอาด	มีโปรแกรมการทำความสะอาด	การทำความสะอาด	มีโปรแกรมการทำความสะอาด
	มีการประเมินประสิทธิผล		มีการประเมินประสิทธิผล
	มีการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		มีการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	มีการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		มีการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	มีการควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ		มีการควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ
	มีการจัดการสิ่งรบกวน		มีการจัดการสิ่งรบกวน

เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถแบ่งได้ 4 วิธี ได้แก่การสัมภาษณ์เจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคาร การสำรวจอาคารและการตรวจวัดด้วยเครื่องมือ การคำนวณค่ามาตรฐานหรือร้อยละต่างๆ และการรวบรวมเอกสาร ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
มีแผนการจัดการอาคารในด้านการดูแลพื้นที่โดยรอบและอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีแผนการจัดการน้ำฝน	✓		✓	
	มีตารางการทำความสะอาดภายนอกอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓	
	มีแผนระบุการใช้อุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓	
แผนการดูแลพื้นที่สีเขียว การกำจัดศัตรูพืช และแมลง	มีการลดการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชและปู	✓		✓	
	มีการจัดการน้ำเสีย	✓		✓	
	มีการลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า	✓		✓	
	มีแผนการปกป้องพื้นที่ธรรมชาติ	✓		✓	
	มีการทำปุ๋ยหมักจากของเสีย	✓		✓	
	มีการใช้พืชช่วยลดความร้อน ป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ	✓		✓	
มีระบบขนส่งมวลชนทางเลือก	มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการใช้พลังงานคนในการเดินทาง		✓		✓
	มีการใช้พาหนะที่ใช้พลังงานทางเลือก		✓		
	มีการเพิ่มชั่วโมงทำงานเพื่อลดวันทำงาน	✓		✓	
	มีการใช้พาหนะร่วมกัน	✓	✓	✓	

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น (ต่อ)

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
การปกป้องระบบนิเวศ	มีการสำรวจขนาดและแยกส่วนประกอบของพื้นที่	✓	✓	✓	
	มีพื้นที่สีเขียว > 25% (ไม่รวมพื้นที่อาคาร) หรือ > 5% (รวมพื้นที่อาคาร)				✓
การควบคุมปริมาณน้ำฝน	มีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี				✓
	มีการรีไซเคิลน้ำและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	✓	✓	✓	
	มีพื้นที่และเส้นทางการระบายน้ำ หรือใช้การแทรกซึมน้ำ	✓	✓	✓	
	มีการกักเก็บน้ำ	✓	✓	✓	
การลดความร้อน	มีการลดความร้อนจากพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุม>50%				✓
	มีการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคา				✓
การลดมลภาวะจากแสง	มีระบบควบคุมการปิดเปิดอัตโนมัติหรือน้อยกว่า 2190 ชม./ปี	✓	✓	✓	✓
ระบบน้ำประปา ระบบสุขาภิบาลต่างๆภายในอาคาร	มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน วสท. 20% (สร้างหลังปี 2547)				✓
	มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน วสท. 60% (สร้างก่อนปี 2547)				✓
การตรวจวัดการใช้น้ำ	มีการติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลัก	✓	✓		
	มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อย	✓	✓		
การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ	มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำในระบบสุขภัณฑ์	✓	✓		
	มีอุปกรณ์ประหยัดน้ำอื่นๆ	✓	✓		
มีการใช้น้ำสำหรับงาน landscape อย่างมีประสิทธิภาพ	มีการใช้น้ำลดลงโดยเทียบกับข้อมูลในข้อ 1				✓

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น (ต่อ)

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
แผนการจัดการพลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพ	มีแผนการใช้พลังงาน	✓		✓	
	มีแผนการป้องกันและซ่อมบำรุงอุปกรณ์	✓		✓	
การใช้พลังงานขั้นต่ำ เป็นไปตามมาตรฐาน	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์การ ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน				✓
การจัดการระบบทำความ เย็น	ไม่ใช้ CFC ในเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ใหม่ที่ใช้สารทำความเย็นมากกว่า 0.3 kg	✓	✓	✓	
	มีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่ แล้วเพื่อลดการใช้ CFC	✓		✓	
	มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น	✓		✓	
การใช้พลังงานลดลงจาก มาตรฐาน	มีการคำนวณเทียบจากหลักเกณฑ์การ ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน				✓
การเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้พลังงาน	มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้ พลังงานเพื่อกำหนดแนวทาง	✓		✓	
	มีการปรับปรุงตามแนวทาง	✓		✓	
	ดำเนินการด้านการปรับปรุงการใช้พลังงาน อย่างต่อเนื่อง	✓		✓	
การตรวจสอบระบบการใช้ พลังงาน	มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติในอาคาร	✓	✓		
	มีการวัดค่าการใช้พลังงานในส่วนย่อย	✓		✓	
การใช้พลังงานทดแทนใน อาคาร	มีการใช้พลังงานทดแทนแทนการใช้ พลังงานไฟฟ้าในอาคาร	✓	✓	✓	✓
การจัดการระบบทำความ เย็น	ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ ใดๆ	✓	✓		
การจัดทำรายงานการลด มลภาวะ	มีการแยกparameter ที่ใช้ในการลดมลภาวะ จากการใช้พลังงาน เช่น CO2 SO2 NOx Hg ฯลฯ	✓		✓	
	มีการสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ อาศัย ดีขึ้นอย่างไร	✓		✓	

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น (ต่อ)

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓	
นโยบายการจัดการของเสียในอาคาร	มีเอกสารนโยบายและแผนการจัดการของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓	
การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน	มีการซื้อวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของยอดซื้อ	✓		✓	✓
การจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าและเฟอร์นิเจอร์อย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อมมากกว่า 60%	✓		✓	✓
	มีการจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์ท้องถิ่น หรือที่มีการรับรองทางสิ่งแวดล้อมมากกว่า 60%	✓		✓	✓
การจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ	✓		✓	✓
การจัดซื้อหลอดไฟที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทอย่างน้อย 90% ของปริมาณหลอดไฟที่มีอยู่	✓		✓	✓
การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มอย่างยั่งยืน	มีการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 25%	✓		✓	✓
การตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร	มีการเก็บข้อมูลรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณและชนิดของของเสีย ช่วงเวลา ฯลฯ	✓		✓	
การกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานสั้น/วัสดุสิ้นเปลือง	มีการจัดทำโครงการการลดของเสียโดยผู้ใช้อาคารอย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย	✓		✓	✓
	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse โดยผู้ถือหุ้นต่ำ อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย	✓		✓	✓

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น (ต่อ)

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
การจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนาน	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 75% โดยน้ำหนักของเสีย	✓		✓	✓
การจัดของเสียประเภทสิ่งอำนวยความสะดวก	มีการจัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 70% โดยน้ำหนักของเสีย	✓		✓	✓
มีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐานขั้นต่ำ	เกณฑ์ขั้นต่ำของเกณฑ์การระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารของ วสท.-3010		✓		✓
การควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร	ห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคาร และทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่	✓	✓		
	จัดให้มีที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอย่างน้อย 25 ฟุต หรือตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 9/2540	✓	✓		
นโยบายการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มีนโยบายการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓		✓	
	มีมาตรฐานการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคารที่อ่อนแอ	✓		✓	
	มีกลยุทธ์ในการรณรงค์การดูแลสุขอนามัยของมือ การล้างมือ	✓		✓	
	มีระบบการจัดเก็บและการใช้สารเคมีอันตราย	✓		✓	
	มีการพัฒนาและอบรมบุคลากร	✓		✓	
	การจัดเก็บข้อมูล feedback ของผู้ใช้อาคาร	✓		✓	
	มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้อง	✓		✓	

ตารางที่ 7 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละประเด็น (ต่อ)

หัวข้อหลัก	หัวข้อย่อย	วิธีการรวบรวมข้อมูล			
		สัมภาษณ์	สำรวจ/ ตรวจวัด	รวบรวม เอกสาร	คำนวณ
คุณภาพอากาศในอาคาร	มีโครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (2537) หรือวสท.-3010	✓		✓	
	มีการ monitor คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร	✓	✓	✓	
	มีการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร > 30%	✓	✓	✓	✓
	มีระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร	✓	✓	✓	
	มีระบบและการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร	✓	✓	✓	
ภาวะน่าสบาย : แสง อุณหภูมิ แสงธรรมชาติ และทัศนียภาพ	แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ความสะอาด และการแผ่รังสีความร้อนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำของ วสท. 3003		✓		✓
	มีระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ	✓	✓		
	มีการใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ		✓		
การทำความสะอาด	มีโปรแกรมการทำความสะอาด	✓		✓	
	มีการประเมินประสิทธิผล	✓		✓	
	มีการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม>30%ของยอดซื้อ	✓		✓	✓
	มีการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	✓	✓	✓	
	มีการควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ	✓	✓	✓	
	มีการจัดการสิ่งรบกวน	✓	✓	✓	

1. สัมภาษณ์เจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคาร

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลพื้นที่อาคาร โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างในประเด็นที่เกี่ยวข้องได้แก่ นโยบาย แผนการดำเนินการ การปฏิบัติงานต่างๆ ภายในอาคาร

2. การสำรวจอาคาร

ผู้วิจัยทำการสำรวจอาคาร โดยใช้แบบฉบับบันทึก การถ่ายภาพและใช้แบบสังเกตเป็นเครื่องมือในการสำรวจ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมและเพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เช่น การตรวจนับการใช้พาหนะที่ใช้พลังงานทางเลือก การติดตั้งมิเตอร์น้ำการใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำในระบบสุขภัณฑ์ พื้นที่สูบบุหรี่ มีระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ การใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ มีการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร เป็นต้น

3. ตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ

ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยตรวจวัดเฉพาะอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ภายในอาคารในจุดต่างๆ ของพื้นที่ จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และนำมาเทียบค่ากับเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของ วสท. 3003 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 มาตรฐานการระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

ลักษณะการใช้งาน	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์
เพื่อความสบายโดยทั่วไป ที่พักอาศัย โรงแรม สำนักงาน โรงเรียน	24	55
ร้านค้าและการใช้งานในระยะเวลานาน ห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต สถานีขนส่ง ทางเดิน	25	55
พื้นที่ที่มีอัตราส่วนความร้อนสัมผัสต่ำ ร้านอาหาร สนามกีฬาในร่ม หอประชุม สถานที่ชุมนุมคน ครั้ว	25	60

ที่มา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2552

3.1 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ด้วยเครื่อง TEMP./HUMIDITY Atalogger รุ่น MHT-381SD (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์

3.2 ตรวจวัดอุณหภูมิ ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ dual laser accurate targeting at 30 distance แบบ laser เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิเฉพาะจุดแบบพกพา (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 เครื่องวัดอุณหภูมิ

3.3 ตรวจวัดอัตราแลกเปลี่ยนอากาศ ด้วยเครื่องวัดความเร็วลม AN100 Thermo-Anemometer เป็นเครื่องวัดความเร็วลมแบบพกพา (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 เครื่องวัดความเร็วลม

4. การรวบรวมเอกสาร

นอกจากการสำรวจอาคารและการตรวจนับแล้ว การรวบรวมเอกสารเป็นอีกวิธีการวิจัยหนึ่งในการตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และใช้เป็นหลักฐานสำคัญเพื่อสนับสนุนการเป็นอาคารเขียว เช่น แผนการดำเนินงาน เอกสารการประชุม รายงานประจำปี เอกสารโครงการ เอกสารการดำเนินงานต่างๆ เป็นต้น

5. วิธีการคำนวณต่างๆ ในงานวิจัย

5.1 การคำนวณการใช้พลังงานคนในการเดินทาง

มีผู้เดินทางมาอาคารโดยใช้พลังงานคนมากกว่า 10% ของผู้ใช้อาคารซึ่งในที่นี้หมายถึงการที่จักรยานสามารถคำนวณได้โดย

$$\frac{100b}{n} \geq 10$$

n หมายถึงจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมด

b หมายถึงจำนวนผู้ใช้อาคารที่ขี่จักรยาน

5.2 การคำนวณพื้นที่สีเขียว

มีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 5% ในกรณีคิดรวมพื้นที่อาคาร ไม่รวมสนามหญ้า ใช้การนับจำนวนต้นไม้เฉพาะไม้ยืนต้น ที่อยู่ภายนอกอาคาร คิดพื้นที่พุ่มไม้โดยใช้สูตร

$$\sum_{i=1}^n \pi r_i^2 \geq 0.05A$$

- i หมายถึงลำดับของต้นไม้ตั้งแต่ต้นที่ 1 ถึง n
 r หมายถึงรัศมีของต้นไม้ i
 A หมายถึงพื้นที่ตั้งอาคารทั้งหมด (ตารางเมตร)

5.3 การคำนวณการเก็บกักน้ำฝน

มีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี (คิด 24 ชม.) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสถานี 07042 ของอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2554-2555 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 0.02 เมตร/วัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$P \geq 0.15(0.02 * A)$$

- P หมายถึงปริมาตรของบ่อน้ำที่มีอยู่ (ลบม.)
 A หมายถึงพื้นที่ตั้งอาคารทั้งหมด (ตารางเมตร)

5.4 การคำนวณการลดความร้อนจากพื้นที่ลาดแข็ง

มีการลดความร้อนจากพื้นที่ลาดแข็ง (Hardscape) ที่ไม่มีหลังคาคลุม ได้แก่ คาดฟ้า ถนน ทางเดิน ที่จอดรถ สนามแข็ง อย่างน้อย 50%

$$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \geq 0.5H$$

- S_1 หมายถึงพื้นที่เงาจากต้นไม้ (ตารางเมตร) ที่อยู่บนพื้นที่ลาดแข็ง
 S_2 หมายถึงพื้นที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ (ตารางเมตร) ที่อยู่บนพื้นที่ลาดแข็ง

- S_3 หมายถึงพื้นที่สวนบนหลังคา (ตารางเมตร) ที่อยู่บนพื้นที่ลาดเอียง
- S_4 หมายถึงพื้นที่ที่มีหลังคาคลุมพื้นที่ลาดเอียง (ตารางเมตร) ที่มี SRI อย่างน้อย 29
- H หมายถึงพื้นที่ลาดเอียงทั้งหมด (พื้นที่ลาดฟ้า+ถนน+ทางเดิน+ที่จอดรถ+สนามแข่ง)

5.5 การคำนวณการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาอาคาร

$$\frac{S}{0.75} + \frac{G}{0.5} > R$$

- R หมายถึงพื้นที่หลังคาทั้งหมด
- S หมายถึงพื้นที่หลังคาที่มีค่า SRI มากกว่า 29
- G หมายถึงพื้นที่หลังคาที่มีการจัดสวน

5.6 การคำนวณชั่วโมงการใช้งานระบบแสงสว่าง

$$H * D < 2190$$

- H หมายถึงจำนวนชั่วโมงที่เปิดใช้งานต่อวัน
- D หมายถึงจำนวนวันที่ใช้งานอาคารต่อปี

5.7 การคำนวณการใช้น้ำที่ลดลงจากค่ามาตรฐาน

ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานการใช้น้ำภายในอาคารของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่กำหนดให้อาคารแต่ละประเภทมีปริมาณการใช้น้ำของผู้ใช้อาคารต่อวันที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 มาตรฐานปริมาณการใช้น้ำแบ่งตามประเภทอาคาร

ประเภทของอาคาร	ปริมาณการใช้น้ำ		ระยะเวลาในการใช้น้ำ ชม./วัน	จำนวนเท่าของการใช้น้ำสูงสุด เมื่อเทียบกับการใช้น้ำเฉลี่ย	หมายเหตุ
	ถ้าไม่ทราบจำนวนผู้ใช้ประมาณจาก	ถ้าทราบจำนวน ผู้ใช้น้ำประมาณ จาก ลิตร / คน / วัน			
สำนักงาน	9 ตร.ม./คน	75	8-9	2.0 - 2.5	ถ้ามีโรงอาหาร 100ลิตร/คน/วัน
อาคารพักอาศัย	1.75-4 คน/ห้อง	100 - 350	15	2.0 - 3.0	-
โรงแรม	1.75 คน/ห้อง	200 - 600	11	3.0	-
โรงพยาบาล	-	500 - 1,100 ลิตร/เตียง/วัน	20	3.0	ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์อื่น ๆ ด้วย เช่น เครื่องซักผ้า
อาคารเรียน	-	100	16	2.2	-
หอพัก	-	280	16	2.2	-
ห้องปฏิบัติการ	40 ลิตร/วัน/จุดใช้น้ำ	-	1	-	-
โรงอาหารนักศึกษา	-	7.5ลิตร/คน/มื้อ	-	-	-
ศูนย์การค้า	5 ลิตร/ตร.ม.	5 ลิตร/ลูกค้า/วัน	10	2.0 - 3.0	-
		75 ลิตร/ลูกค้า/วัน	10		
โรงภาพยนตร์	-	8-15	-	-	-
ภัตตาคาร	-	75 - 100	-	-	รวมพนักงาน
ซักรีด	30-90 ลิตร/กก.	-	-	-	-

ที่มา : เกียรียงศักดิ์, 2534

อาคารสร้างก่อนปีพ.ศ. 2547 ต้องลดลง 60% คำนวณจากสูตร

$$W * n \leq 0.4U$$

- U หมายถึงปริมาณที่ใช้จริงในอาคาร (ลิตร/วัน)
 W หมายถึงค่ามาตรฐานการใช้น้ำตามประเภทอาคาร (ลิตร/คน/วัน)
 n หมายถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)

อาคารสร้างหลังปี พ.ศ. 2547 ต้องลดลง 20%

$$W * n \leq 0.8U$$

- U หมายถึงปริมาณที่ใช้จริงในอาคาร (ลิตร/วัน)
 W หมายถึงค่ามาตรฐานการใช้น้ำตามประเภทอาคาร (ลิตร/คน/วัน)
 n หมายถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร (คน)

5.8 การคำนวณการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานภายในอาคารตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้อาคารแต่ละประเภทมีปริมาณการใช้พลังงานตามขนาดของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดประเภทของอาคาร 2 ประเภทได้แก่อาคารเรียนและอาคารสำนักงาน จึงได้สรุปค่ามาตรฐานสำหรับอาคารทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง (OTTV) ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (RTTV) ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร (LPD) ค่าสัมประสิทธิ์ชั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศ และปริมาณพลังงานต่อพื้นที่ต่อปี (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตาม พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ค่ามาตรฐาน	หน่วย	อาคารสำนักงาน	อาคารสถานศึกษา
LPD	(W/m ²)	≤14	≤14
OTTV	(W/m ²)	≤ 50	≤ 50
RTTV	(W/m ²)	≤ 15	≤ 15
COP (EER)	—	2.82 (9.62)	2.82 (9.62)
การใช้พลังงาน	kWh/m ² -y	98.7	79.3

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2552

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม Building Energy Code : BEC Software เวอร์ชัน v.1.0.6 ช่วยคำนวณค่า OTTV RTTV LPD และ EER / COP และสำหรับปริมาณพลังงานต่อพื้นที่ต่อปีมีการคำนวณดังนี้

$$P = 100 - \left(\frac{100 * U}{E} \right)$$

U หมายถึงปริมาณไฟฟ้าที่ใช้จริงในอาคาร (kWh/m²-y)

E หมายถึงค่ามาตรฐานการใช้ไฟฟ้าตามประเภทอาคาร (kWh/m²-y)

P หมายถึงร้อยละที่ใช้พลังงานลดลง

5.9 การคำนวณการใช้พลังงานทดแทนในอาคาร

$$R > 0.05U$$

U หมายถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงในอาคาร (kW)

R หมายถึงปริมาณพลังงานที่ผลิตได้ (kW)

5.10 การคำนวณร้อยละการระบายอากาศ

$$A_W \geq 0.3A_B$$

A_W หมายถึงผลบวกของพื้นที่ผนังอาคารทุกด้าน (ตารางเมตร)

A_B หมายถึงผลบวกของพื้นที่ช่องเปิดทั้งหมด เช่น หน้าต่าง ประตู ฯลฯ (ตารางเมตร)

วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

1. สรุปค่าระดับความเป็นสีเขียวในแต่ละองค์ประกอบ

ให้ค่าข้อมูลที่แสดงในเชิงคุณภาพได้แก่ A หมายถึงผ่านเกณฑ์ B หมายถึงผ่านเกณฑ์มากกว่า 30% และ C หมายถึงผ่านเกณฑ์น้อยกว่า 30% หรือมีแนวทางที่สอดคล้องอยู่บ้าง โดยนำผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลได้แก่ การสัมภาษณ์ รวบรวมเอกสาร การตรวจวัดด้วยเครื่องมือและการคำนวณมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด และค่ามาตรฐานต่างๆ

2. วิเคราะห์สถานภาพความเป็นสีเขียวของอาคาร

แปลงข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยให้ A เท่ากับ 3 B เท่ากับ 2 และ C เท่ากับ 1 ในทุกข้อรวมทั้งข้อที่เป็นมาตรฐานที่ต้องมี (prerequisite) เพื่อให้ในการหาระดับความเป็นสีเขียวโดยอ้างอิงการจัดระดับตามเกณฑ์มาตรฐานของ LEED-EBOM สรุปสถานภาพความเป็นอาคารเขียว ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. วิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของมหาวิทยาลัย

วิเคราะห์ข้อดีและปัญหาที่ต้องแก้ไขหรือปรับปรุงอาคาร ทั้งสิ้น 24 อาคาร จุดแข็ง จุดอ่อน สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางในการปรับปรุงอาคาร

4. เสนอแนวทางการปรับปรุงอาคาร

แบ่งแนวทางการปรับปรุงเป็นแนวทางที่สามารถทำได้ทันที โครงการระยะยาว และโครงการที่ต้องรออนโยบายเพื่อนำไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานอาคารทั้งสิ้น 24 อาคารพบว่าอาคารที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2547 จำนวน 17 หลังและอาคารที่สร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547- 2553 จำนวน 7 หลัง อาคารส่วนใหญ่มีการใช้พื้นที่ทั้งอาคารเรียนและอาคารสำนักงานรวมกัน มีบางอาคารที่มีห้องปฏิบัติการรวมอยู่ด้วย ขนาดพื้นที่ใช้สอยอาคารมีตั้งแต่ 2,000 - 25,000 ตารางเมตร โครงสร้างของอาคารทุกอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังรายละเอียดในตารางที่ 11 ซึ่งข้อมูลพื้นฐานอาคารเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อการประเมินอาคารสีเขียวต่อไป

ตารางที่ 11 รายละเอียดอาคารที่ศึกษา

เลขที่ อาคาร	ชื่ออาคาร	ลักษณะการใช้งาน			พ.ศ. ที่ ก่อสร้าง	พื้นที่ใช้สอย (ม ²)
		อาคาร เรียน	อาคาร สำนักงาน	อื่นๆ		
1	สำนักงานอธิการบดี		/		2538	10,846
2	เทพศาสตร์สถิตย์	/	/	/	2527	4,090
3	เรียนรวมสุวรรณวาจกกสิกิจ	/		/	2538	2,196
4	เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพฯ	/	/	/	2547	12,637
5	วิภาศ บุญศรีวังซ้าย(หอสมุด)			/	2523	10,440
6	ประเสริฐ ณ นคร	/	/		2535	7,950
7	60ปี แม่โจ้คณะวิทยาศาสตร์	/	/		2534	18,500
8	25ปีธุรกิจการเกษตร	/	/	/	2539	6,865
9	ภูมิทัศน์ (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ)	/	/	/	2534	6,106
10	รัตนโกสินทร์ 200ปี (คณะผลิตกรรมการเกษตร)		/		2525	1,701
11	ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม	/	/	/	2540	12,288
12	ธรรมศักดิ์มนตรี	/	/		2535	4,487
13	ศูนย์การศึกษาและอบรมนานาชาติ	/	/	/	2541	6,402
14	เรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์	/	/	/	2535	24,756

ตารางที่ 11 รายละเอียดอาคารที่ศึกษา (ต่อ)

เลขที่ อาคาร	ชื่ออาคาร	ลักษณะการใช้งาน			พ.ศ. ที่ ก่อสร้าง	พื้นที่ใช้สอย (ม ²)
		อาคาร เรียน	อาคาร สำนักงาน	อื่นๆ		
15	คັບรรจุผลิตผลการเกษตร			/	2528	2,187
16	สมิदानนท์	/	/	/	2535	10,482
17	คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ	/	/	/	2535	8,800
18	พืชศาสตร์และเทคโนโลยี(เพิ่มพูน)	/	/	/	2547	11,200
19	เรียนรวมวิทย์คณะวิทย์	/	/	/	2538	12,121
20	เศรษฐศาสตร์(อาคารเรียนรวม)	/	/		2551	4,880
21	ศูนย์เรียนรวม 70ปี ม.แม่โจ้	/		/	2546	6,401
22	อำนวยการสุข		/		2553	16,262
23	75ปีคณะสารสนเทศและการสื่อสาร	/	/		2552	5,562
24	เทพพงษ์พานิช	/	/		2551	7,947

ผลการประเมินด้านที่ตั้งอาคาร

การประเมินด้านที่ตั้งโครงการเป็นประเด็นในการประเมินที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โดยรอบอาคาร ตั้งแต่การดูแลพื้นที่โดยรอบอาคารทั้งพื้นที่ลาดแข็งและพื้นที่สีเขียว การใช้พลังงานในการเดินทางของผู้ใช้อาคาร การปกป้องระบบนิเวศ การจัดการน้ำฝนการลดความร้อนและแสงสว่างภายในอาคาร ผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 12 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มีแผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คืออาคารต้องมีแผนการเพื่อดูแลพื้นที่โดยรอบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มีแผนการจัดการน้ำฝน มีตารางการทำความสะอาดพื้นที่ภายนอกอาคารในส่วนพื้นที่ลาดแข็ง (hardscape) ได้แก่ ทางเดิน ที่จอดรถและศาลาที่ต้องมีการระบุการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการทำทำความสะอาด แต่จากการศึกษาพบว่าไม่มีอาคารใดเลยที่มีแผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 12 ผลการประเมินด้านที่ตั้งอาคารและการใช้น้ำอย่างยั่งยืน

ประเด็นการตรวจสอบ	หมายเลขอาคาร																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
พื้นที่ตั้งอาคารที่ยั่งยืน																								
แผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคาร																								
แผนการดูแลพื้นที่สีเขียว และการกำจัดศัตรูพืช			C					C	C		C			B				C						
การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งทางเลือก/ระบบขนส่งมวลชน																								
การปกป้องระบบนิเวศ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A		A	A	B	A	A	B	A	
การควบคุมปริมาณน้ำฝน	C									C		A		C			A				A		C	
การลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาอาคาร	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
การลดความร้อนจากพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุม	C		A	A	C	A	A	C	C	A	A				A	C	B	C		A	C		A	
การลดมลภาวะจากแสง	B	B				B		B					C											
การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ																								
การใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน	A						A	A	A							A		A	A	A	A			A
การตรวจวัดการใช้น้ำ																								
การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร		B	B		B		B			C	C		C					C	C	C			B	B
การใช้น้ำ reuse/recycle หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ										C														

หมายเหตุ : คูอ้างอิงหมายเลขอาคารในตารางที่ 1

2. มีแผนการดูแลพื้นที่สีเขียว การกำจัดศัตรูพืชและแมลง

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีแผนการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชในบริเวณพื้นที่สีเขียวที่ลดการใช้สารเคมีลดการใช้ปุ๋ยเคมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงในการดูแลรักษาหรือตกแต่งพื้นที่สีเขียวมีการกำจัดน้ำเสียที่เกิดจากการดูแลพื้นที่สีเขียว และการจัดการของเสียที่เกิดจากพื้นที่สีเขียวการใช้พื้นที่สีเขียวช่วยลดความร้อนป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ ในอาคารและมีแผนการปกป้องพื้นที่ธรรมชาติจากการสำรวจและสัมภาษณ์พบว่ามีอาคารเพียง 6 หลังที่มีประเด็นที่สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อนี้ เช่น มีการนำเศษใบไม้มาทำปุ๋ยหมัก หรือมีการส่งเศษใบไม้ไปยังคณะวิศวกรรมฯ เพื่อทำปุ๋ยหมักแต่ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่อาคารจะกวาดเศษใบไม้ไปรวมไว้ที่โคนต้นไม้เพื่อให้อยู่สลายเป็นปุ๋ยไปตามธรรมชาติ จึงไม่มีอาคารใดผ่านเกณฑ์ในข้อนี้แต่ได้คะแนนบางส่วน

3. มีการสนับสนุนการใช้ลดการใช้ยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงในการเดินทาง

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารต้องจัดให้มีสิ่งสนับสนุนการลดใช้ยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงในการเดินทาง เช่น การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งทางเลือกโดยให้ใช้ระบบขนส่งมวลชนแทน และจัดให้มีระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยฯ มีจุดจอดระบบขนส่งมวลชนที่เชื่อมต่อกับอาคารหรือการส่งเสริมการใช้พลังงานคนในการเดินทางโดยจัดให้มีที่จอดรถจักรยาน ทางเดินคน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ มีสถานีเชื้อเพลิงทางเลือกให้บริการหรือ มีการเพิ่มชั่วโมงทำงานเพื่อลดวันทำงานเพื่อปิดการทำงานเป็นต้น ส่งผลทำให้ลดการใช้ยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงในการเดินทางมาอาคารลงได้น้อย 10% ของจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดจากการสำรวจและสัมภาษณ์พบว่าการสนับสนุนการใช้จักรยานเป็นพาหนะในการเดินทางอยู่บ้างแต่เป็นจำนวนน้อยมากไม่เกิน 4.76% ซึ่งไม่ถึงตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงไม่มีอาคารใดจึงไม่มีอาคารใดผ่านเกณฑ์ในข้อนี้

4. มีการปกป้องระบบนิเวศ

ประเด็นในหัวข้อนี้คือผู้วิจัยเลือกประเด็นการมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 25% ของพื้นที่ตั้งอาคารทั้งหมดกรณีไม่รวมพื้นที่อาคาร หรืออย่างน้อย 5% ของพื้นที่ตั้งอาคารทั้งหมดในกรณีคิดรวมพื้นที่อาคาร โดยไม่คิดรวมพื้นที่สนามหญ้า จากการคำนวณพื้นที่มาใช้ในการประเมิน โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของอาคารสำหรับงานวิจัยนี้เอง เนื่องจากมหาวิทยาลัยฯ ไม่ได้กำหนดขอบเขตของพื้นที่รอบอาคารไว้ โดยใช้แนวถนน ทางเดินและรั้ว เป็นหลักในการกำหนดพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาพื้นที่สีเขียวของอาคาร จากการคำนวณพบว่ามีอาคารที่มีพื้นที่สีเขียวเป็นไปตามเกณฑ์ถึง 18 อาคารคิดเป็น 75% ของอาคารที่ทำการประเมิน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการประเมินพื้นที่สีเขียวและพื้นที่เก็บน้ำฝน

เลขที่อาคาร	ขนาดพื้นที่ตั้งอาคาร	พื้นที่ดินไม้ใหญ่	%พื้นที่สีเขียว	พื้นที่เก็บน้ำฝน 15%	ปริมาตรบ่อน้ำที่มีอยู่ (ลบม.)	ผลการประเมินพื้นที่สีเขียว	ผลการประเมินพื้นที่เก็บน้ำฝน
1	11,001.00	1,298.73	11.81	1,320.12	525.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
2	4,869.33	320.78	6.59	584.32	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
3	4,783.75	1,476.00	30.85	574.05	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
4	15,468.78	3,520.98	22.76	1,856.25	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
5	4,488.39	461.51	10.28	538.61	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
6	5,110.00	3,360.45	65.76	613.20	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
7	7,559.15	732.60	9.69	907.10	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
8	5,825.00	411.68	7.07	699.00	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
9	6,861.51	2,414.00	35.18	823.38	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
10	7,068.00	23,492.00	332.37	848.16	490.65	ผ่าน	ไม่ผ่าน
11	5,500.00	1,413.00	25.69	660.00	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
12	6,750.00	3,036.48	44.98	810.00	1,285.06	ผ่าน	ผ่าน
13	5,442.00	150.79	2.77	653.04	0.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
14	22,685.00	667.50	2.94	2,722.20	900.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
15	7,010.31	2,250.00	32.10	841.24	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
16	10,664.00	163.27	1.53	1,279.68	0.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
17	14,210.00	3,378.50	23.78	1,705.20	1,900.00	ผ่าน	ผ่าน
18	10,825.00	1,209.00	11.17	1,299.00	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
19	8,514.30	339.12	3.98	1,021.72	0.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
20	6,048.33	633.60	10.48	725.80	0.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
21	9,854.70	873.87	8.87	1,182.56	2,505.60	ผ่าน	ผ่าน
22	13,356.80	584.64	4.38	1,602.82	0.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
23	6,450.00	791.18	12.27	774.00	400.00	ผ่าน	ไม่ผ่าน
24	6,803.90	78.02	1.15	816.47	0.00	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

5. มีการควบคุมปริมาณน้ำฝน

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี (คิด 24 ชั่วโมง) ของพื้นที่ตั้งอาคาร ได้แก่ มีแผนการระบายน้ำและการกักเก็บน้ำไว้ใช้ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ในส่วน landscape หอ้งน้ำ หรือการทำความสะอาด และมีการป้องกันการลืกรรอนจากน้ำฝน ในงานวิจัยนี้พิจารณาเพียงพื้นที่การเก็บน้ำฝนเป็นหลัก เนื่องจากการสัมภาษณ์พบว่าไม่มีอาคารใดเลยที่มีแผนการจัดการน้ำฝน แต่มีบางอาคารที่มีบ่อน้ำในบริเวณพื้นที่ตั้งอาคาร แต่เมื่อคำนวณปริมาตรการรับน้ำของบ่อน้ำแล้วพบว่าบางแห่งไม่สามารถรับน้ำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คงมีเพียง 3 อาคารเท่านั้นที่สามารถรับน้ำได้ตามเกณฑ์ และมี 4 อาคารที่มีบ่อรับน้ำใกล้เคียงกับขนาดมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้อาคารธรรมศักดิ์มนตรี (หมายเลข 12) เป็นอาคารเดียวที่ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ว่ามีการนำน้ำในบ่อมาเพื่อรดน้ำต้นไม้รอบอาคาร ดังตารางที่ 13

6. มีการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

6.1 การลดความร้อนจากพื้นที่ลาดแข็ง (hardscape) ที่อยู่ในพื้นที่อาคาร ได้แก่พื้นที่ถนน ทางเดิน ที่จอดรถ สนามแข็งต่างๆเป็นต้น โดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การใช้เงาจากต้นไม้ การสร้างหลังคาคลุมโดยใช้วัสดุที่มีค่า SRI มากกว่า 29 การสร้างแผงโซลาร์เซลล์คลุม หรือการจัดสวนคลุมพื้นที่ หรือใช้หลายวิธีรวมกัน โดยเมื่อคำนวณพื้นที่ในแต่ละวิธีและนำมารวมกันแล้วต้องมากกว่า 50% ของพื้นที่ลาดแข็งทั้งหมด จากการวัดพื้นที่และนำมาคำนวณพบว่ามีอาคารที่ผ่านเกณฑ์ในข้อนี้ 9 หลัง (ตารางที่ 14) แต่มีอาคาร 4 หลังที่มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐาน (มากกว่า 35%) เช่น อาคารหมายเลข 21 มีการลดความร้อนจากพื้นที่ลาดแข็ง 2 วิธีรวมกันได้ประมาณ 36% จึงให้สัญลักษณ์ B

6.2 มีการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาโดยพิจารณาจากพื้นที่ 75% ของหลังคาทั้งหมด อาคารต้องมุงด้วยวัสดุที่มีค่า SRI มากกว่า 29 หรือมีการจัดพื้นที่หลังคามากกว่า 50% เป็นสวนหรือทำทั้ง 2 อย่างข้างต้น โดยพื้นที่หลังคาที่มี SRI มากกว่า 29/0.75 รวมกับ พื้นที่สวนบนหลังคา/0.5 ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่หลังคาทั้งหมด แต่เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการมุงหลังคาอาคารทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัยฯ ไม่มีการระบุค่า SRI ในงานวิจัยนี้จึงพิจารณาจากค่า SRI ของวัสดุที่มีเผยแพร่ในต่างประเทศ โดยใช้สีและลักษณะของวัสดุเทียบชนิดและสีที่ใกล้เคียงกัน พบว่ามีอาคารผ่านเกณฑ์ในข้อนี้ทั้งสิ้น 22 หลัง คิดเป็น 92% ของอาคารทั้งหมด

ตารางที่ 14 ผลการประเมินลดความร้อนจากพื้นที่คาดแจ้ง

เลขที่ อาคาร	พื้นที่คาด แจ้งทั้งหมด	เงาต้นไม้+ หลังคาที่จอดรถ (ตรม.)	% การ ลดความ ร้อน	เลขที่ อาคาร	พื้นที่คาด แจ้งทั้งหมด	เงาต้นไม้+ หลังคาที่จอด รถ (ตรม.)	% การ ลดความ ร้อน
1	7,456.00	1,943.73	26.07	13	1,566.45	226.50	14.46
2	1,696.87	110.24	6.50	14	4,070.00	630.00	15.48
3	606.00	2,915.00	481.02	15	1,863.00	2,800.00	150.30
4	602.23	21,637.25	3,592.85	16	2,279.00	685.77	30.09
5	1,499.42	461.50	30.78	17	1,366.50	660.00	48.30
6	3,215.00	2,455.00	76.36	18	4,361.00	1,209.00	27.72
7	609.33	732.60	120.23	19	6,754.20	339.12	5.02
8	3,518.32	1,027.68	29.21	20	1,086.00	633.60	58.34
9	1,242.00	439.00	35.35	21	2,435.65	873.88	35.88
10	1,987.00	1,099.00	55.31	22	3,148.20	35.33	1.12
11	2,294.75	1,536.00	66.94	23	135.00	791.18	586.06
12	2,027.00	40.00	1.97	24	1,471.00	0.00	0.00

7. มีการลดมลภาวะจากแสง

ในหัวข้อนี้กำหนดให้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างภายในอาคารต้องมีระบบควบคุมการปิดเปิดอัตโนมัติ แต่ต้องสามารถปิด-เปิดได้ด้วยตัวเองในบางครั้ง และมีชั่วโมงการใช้งานระบบแสงสว่างน้อยกว่า 2190 ชั่วโมงต่อปี จากการรวบรวมเอกสารบันทึกการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยพบว่าทุกอาคารถูกจัดบันทึกให้มีการใช้พลังงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และปิดอาคารในวันเสาร์-อาทิตย์ ซึ่งหมายถึงมีการใช้อุปกรณ์ให้แสงสว่าง 2,000 ชั่วโมงต่อปี ซึ่งข้อมูลนี้ขัดแย้งกับข้อมูลจากการสังเกตและสัมภาษณ์ เนื่องจากมีการใช้งานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน และในบางอาคารมีการใช้งานในวันเสาร์-อาทิตย์ และไม่มีอาคารใดเลยที่มีระบบควบคุมการปิดเปิดแสงสว่างอัตโนมัติ

ผลการประเมินด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินด้านการใช้น้ำเป็นประเด็นในการประเมินที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำทั้งภายนอกและภายในอาคาร โดยกำหนดให้อาคารต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานให้ได้ก่อนจึงจะสามารถประเมินในหัวข้อต่อไปได้ ได้แก่การตรวจวัดน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ และการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารที่สร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 20% และอาคารที่สร้างก่อนปี พ.ศ. 2547 ต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 60% ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้ค่ามาตรฐานการใช้น้ำของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ดังรายละเอียดในบทที่ 3 โดยผู้วิจัยได้ประมาณการผู้ใช้อาคารเพื่อนำมาใช้อำนาจปริมาณการใช้น้ำมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำจริงแต่ละอาคารจากข้อมูลค่าน้ำของมหาวิทยาลัยฯ พบว่ามีอาคารเพียง 10 หลังเท่านั้นที่มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานที่กำหนดและมีบางอาคารที่ถึงแม้จะมีการใช้น้ำน้อยกว่าค่ามาตรฐานแต่ลดลงไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดทำให้ไม่ได้คะแนนในข้อนี้ ดังข้อมูลในตารางที่ 15

2. มีการตรวจวัดการใช้น้ำ

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารต้องมีการติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลักและ มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยอย่างน้อย 80% ของระบบน้ำที่ใช้กับงาน landscape และระบบน้ำที่ใช้ภายในอาคารโดยต้องมีการประมาณจากจุดต่างๆภายในอาคารเพื่อนำมาคำนวณจำนวนมิเตอร์ที่ต้องมีในอาคาร พร้อมทั้งมีการจดบันทึกการใช้น้ำในทุกมิเตอร์ทั้งรายเดือนและรายปีจากการสำรวจพบว่าทุกอาคารมีการจดบันทึกการใช้น้ำที่เป็นปริมาณการใช้น้ำรวมทั้งอาคารโดยหน่วยงานของมหาวิทยาลัย แต่ไม่มีอาคารใดที่มีระบบมิเตอร์ย่อยครอบคลุม 80% ของปริมาณน้ำทั้งหมดของอาคาร ส่งผลทำให้ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการตรวจวัดการใช้น้ำในระบบย่อยภายในอาคาร

ตารางที่ 15 ผลการประเมินการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน

เลขที่อาคาร	พ.ศ. ที่ก่อสร้าง	%น้ำที่ต้องลดลง	จำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมด/วัน	ปริมาณน้ำใช้ตามมาตรฐาน (ลิตร/วัน)	ปริมาณการใช้น้ำจริง (ลิตร/วัน)	ผลการประเมิน
1	2538	60	912	36,480.00	19,590.91	ผ่าน
2	2527	60	70	2,800.00	4,000.00	ไม่ผ่าน
3	2538	60	414	16,560.00	38,045.45	ไม่ผ่าน
4	2547	20	124	9,920.00	13,772.73	ไม่ผ่าน
5	2523	60	345	13,800.00	16,636.36	ไม่ผ่าน
6	2535	60	689	27,560.00	39,954.55	ไม่ผ่าน
7	2534	60	1,317	52,680.00	26,454.55	ผ่าน
8	2539	60	2,996	119,840.00	52,818.18	ผ่าน
9	2534	60	431	17,240.00	15,363.64	ผ่าน
10	2525	60	30	1,200.00	33,136.36	ไม่ผ่าน
11	2540	60	156	6,240.00	34,318.18	ไม่ผ่าน
12	2535	60	19	760.00	5,136.36	ไม่ผ่าน
13	2541	60	158	6,320.00	18,090.91	ไม่ผ่าน
14	2535	60	550	22,000.00	36,318.18	ไม่ผ่าน
15	2528	60	151	6,040.00	43,818.18	ไม่ผ่าน
16	2535	60	425	17,000.00	6,409.09	ผ่าน
17	2535	60	630	25,200.00	86,045.45	ไม่ผ่าน
18	2547	20	1,832	146,560.00	14,681.82	ผ่าน
19	2538	60	1,914	76,560.00	1,954.55	ผ่าน
20	2551	20	1,532	122,560.00	26,500.00	ผ่าน
21	2546	60	1,830	73,200.00	38,045.45	ผ่าน
22	2553	20	262	20,960.00	35,136.36	ไม่ผ่าน
23	2552	20	265	21,200.00	24,136.36	ไม่ผ่าน
24	2551	20	941	75,280.00	11,590.91	ผ่าน

3. มีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำ เช่น สุขภัณฑ์ ชักโครก โถปัสสาวะ ฝักบัว ก๊อกน้ำหรือระบบประหยัดน้ำอื่นๆ โดยต้องสามารถลดการใช้น้ำลงได้อย่างน้อย 10% จากการสำรวจพบว่า มีอาคาร 7 หลังที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคารทั้งสุขภัณฑ์ และก๊อกน้ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารที่สร้างขึ้นในระยะเวลา 5 ปี แต่มีบางอาคารที่ติดตั้งเฉพาะชักโครก หรือเฉพาะก๊อกน้ำ หรือมีการปรับปรุงก๊อกน้ำเดิมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 13) แต่ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการคำนวณการลดลงของน้ำ



ภาพที่ 13 อุปกรณ์ช่วยเพิ่มแรงดันน้ำ

4. ไม่ใช้น้ำประปาในการดูแลพื้นที่สีเขียว

ประเด็นนี้หมายถึง การใช้น้ำฝน น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำที่ใช้แล้วมาใช้ในการดูแลงานพื้นที่สีเขียว (landscape) จากการสัมภาษณ์และสำรวจพบว่า มีเพียงอาคารธรรมศักดิ์มนตรี (หมายเลข 12) เป็นอาคารเดียวที่ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์ว่า มีการนำน้ำในบ่อมาใช้รดน้ำต้นไม้รอบอาคารแต่ยังคงมีการใช้น้ำประปาร่วมอยู่ด้วย

ผลการประเมินด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการใช้พลังงานขั้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน ได้แก่ ค่า OTTV RTTV และ LDP มีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร การตรวจสอบระบบการใช้พลังงานโดยการติดตั้งระบบอัตโนมัติ การติดตั้งมิเตอร์ รวมถึงการใช้พลังงานทดแทนในอาคารด้วย ผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 16 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มีรายละเอียดระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีแบบแสดงตำแหน่งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคารตารางการใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า การปรับใช้พลังงานในฤดูและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน แผนการป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์และตารางการซ่อมบำรุงที่มีผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองจากการรวบรวมเอกสารและสัมภาษณ์พบว่าไม่มีแบบแสดงตำแหน่งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคารใช้สำหรับการจัดการพลังงานในอาคาร มีเพียงแบบที่ใช้ตอนก่อสร้างอาคารซึ่งเก็บอยู่ที่กองอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยฯ เท่านั้น และจะมีตารางการใช้ห้องเรียนในแต่ละภาคการศึกษาซึ่งจัดทำโดยหน่วยงานทางด้านวิชาการ และมีรายละเอียดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแยกเฉพาะเครื่องปรับอากาศกับแสงสว่างซึ่งจัดทำโดยกองอาคารสถานที่ ทำให้มีชั่วโมงการใช้งานไม่เชื่อมโยงกัน สำหรับประเด็นแผนการป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์และตารางการซ่อมบำรุงที่มีผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองนั้นในบางอาคารมีการตรวจสอบการชำรุดและล้างเครื่องปรับอากาศทุกปี ในบางอาคารไม่มีการปฏิบัติ และไม่มีอาคารใดเลยที่มีการกำหนดเป็นแผน

2. มีการใช้พลังงานขั้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน

ประเด็นนี้กำหนดให้ปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปตามมาตรฐานการใช้พลังงานซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2552 จากการคำนวณและใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BEC พบว่าทุกอาคารมีค่า RTTV OTTV และ LPD ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีเพียง 2 อาคารที่ค่า RTTV ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 16 ผลการประเมินด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นการตรวจสอบ	หมายเลขอาคาร																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ																								
การแสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร	C		C	C	C	C	C	C	C				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
การใช้พลังงานขั้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน	B	A	A		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
การจัดการระบบทำความเย็น				C					C		C						C						C	C
การใช้พลังงานลดลงจากเกณฑ์มาตรฐาน	A	A		A		A		A	A		A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
การตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาการใช้พลังงานและแนวทางแก้ปัญหา			B	C	B			C	C	C	B		C	B	C	B		C					B	C
การปรับปรุงตามแนวทางการวิเคราะห์				C	B	B	B	B			B			B		B				C	C	C	C	
โครงการปรับปรุงการใช้พลังงานแบบต่อเนื่อง			C	C	C		C							C		C				C		C	C	
การติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจสอบระบบต่างๆในอาคาร				C	C		C				C							C		C	C	C	C	C
การวัดปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย	B		B	B	B	C	C		C		C			B		B		B		C	B	C	B	
การใช้พลังงานทดแทนในอาคาร มากกว่า 0.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด														C										
ไม่ใช้ระบบไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงในการทำ ความเย็น ความร้อน ระบายอากาศ																C						C		
การจัดทำรายงานการลดมลภาวะ																								

หมายเหตุ : คูอ้างอิงหมายเลขอาคารในตารางที่ 1

ตารางที่ 17 ผลการคำนวณค่า OTTV RTTV และ LDP

เลขที่อาคาร	ค่า OTTV	ผลการประเมิน OTTV	ค่า RTTV	ผลการประเมิน RTTV	ค่า LPD	ผลการประเมิน LPD
1	49.53	ผ่าน	16.35	ไม่ผ่าน	3.93	ผ่าน
2	46.06	ผ่าน	13.28	ผ่าน	10.86	ผ่าน
3	48.00	ผ่าน	14.00	ผ่าน	13.07	ผ่าน
4	33.89	ผ่าน	12.14	ผ่าน	0.00	ผ่าน
5	28.42	ผ่าน	6.18	ผ่าน	8.24	ผ่าน
6	32.42	ผ่าน	0.82	ผ่าน	4.82	ผ่าน
7	33.50	ผ่าน	4.68	ผ่าน	13.88	ผ่าน
8	24.78	ผ่าน	14.88	ผ่าน	8.98	ผ่าน
9	24.35	ผ่าน	14.77	ผ่าน	4.56	ผ่าน
10	45.22	ผ่าน	13.92	ผ่าน	9.30	ผ่าน
11	23.25	ผ่าน	6.52	ผ่าน	5.97	ผ่าน
12	33.62	ผ่าน	4.76	ผ่าน	1.18	ผ่าน
13	34.68	ผ่าน	5.11	ผ่าน	2.35	ผ่าน
14	33.13	ผ่าน	4.59	ผ่าน	12.96	ผ่าน
15	1.24	ผ่าน	6.50	ผ่าน	4.70	ผ่าน
16	33.23	ผ่าน	16.14	ไม่ผ่าน	6.04	ผ่าน
17	19.85	ผ่าน	13.24	ผ่าน	3.49	ผ่าน
18	36.69	ผ่าน	1.33	ผ่าน	13.33	ผ่าน
19	45.33	ผ่าน	10.37	ผ่าน	9.67	ผ่าน
20	35.21	ผ่าน	9.34	ผ่าน	6.18	ผ่าน
21	26.46	ผ่าน	5.64	ผ่าน	8.94	ผ่าน
22	9.39	ผ่าน	2.37	ผ่าน	11.75	ผ่าน
23	44.61	ผ่าน	8.98	ผ่าน	4.88	ผ่าน
24	23.57	ผ่าน	3.90	ผ่าน	1.00	ผ่าน

3. มีการจัดการระบบทำความเย็น

ประเด็นนี้กำหนดให้อาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ไม่เกิน 3 ปี ต้องใช้สารทำความเย็นที่มี CFC น้อยกว่า 0.3 kg และมีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่แล้วเพื่อลดการใช้ CFC และมีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น จากการสำรวจพบว่า มีอาคารเพียง 6 หลังที่มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากเป็นเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งหลังปี พ.ศ. 2553 ซึ่งจะมีคุณสมบัติช่วยลดการใช้ CFC แต่พบว่ายังมีการใช้ R22 อยู่ และไม่มีมีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่เพื่อลดการใช้ CFC และไม่มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็นใดๆ

4. มีการใช้พลังงานลดลงจากเกณฑ์มาตรฐาน

ในประเด็นนี้ได้กำหนดให้อาคารมีการใช้พลังงานลดลงอย่างน้อย 71% จากค่ามาตรฐาน หมายถึงอาคารสำนักงานต้องมีการใช้พลังงานน้อยกว่า $28.6 \text{ kWh/m}^2\text{-y}$ และอาคารเรียนต้องมีการใช้พลังงานน้อยกว่า $22.9 \text{ kWh/m}^2\text{-y}$ ซึ่งมีอาคารที่สามารถใช้พลังงานลดลงตามเกณฑ์ถึง 19 หลัง ดังข้อมูลในตารางที่ 18

5. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

5.1 มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยจัดทำเอกสารการตรวจสอบตามแผนและตารางที่กำหนดในข้อ 1 โดยแยกส่วนการตรวจสอบเป็น อุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่างและระบบปรับอากาศ รวมทั้งมีการระบุปัญหาการใช้พลังงาน การสอบถามภาวะความสบายของผู้อาศัยในอาคาร และแนวทางการแก้ปัญหาห้ระบุประเด็นที่ต้องการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ความคุ้มค่า (ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงานที่ได้รับ) จากการสัมภาษณ์และรวบรวมเอกสารพบว่า ไม่มีอาคารใดจัดทำตารางการดำเนินงานตามแผนในข้อ 1 แต่มีการจัดทำสถิติการใช้พลังงานรายอาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ และมีการจัดอบรมด้านพลังงานโดยกองสวัสดิการ สำนักงานอธิการบดี ซึ่งมีบางอาคารเท่านั้นที่ส่งเจ้าหน้าที่เข้ารับการอบรม แต่ยังไม่มีการระบุปัญหาการใช้พลังงาน ไม่มีการสอบถามภาวะความสบายของผู้อาศัยในอาคารเพื่อกำหนดประเด็นที่ต้องการแก้ปัญหาในแต่ละอาคารเลย

5.2 มีการปรับปรุงและมีการอบรมเจ้าหน้าที่ด้านพลังงานในการดำเนินงานตามแนวทางข้อ 5.1 และมีการตรวจสอบติดตามผล และนำไปใช้ในการปรับแผนและตารางการใช้งานและการซ่อมบำรุงในข้อ 1 ใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางที่ปรับปรุง ซึ่งในประเด็นนี้เป็นความต่อเนื่องจากข้อ 5.1 ซึ่งอาคารส่วนใหญ่จะมีการอบรมตามโครงการที่มหาวิทยาลัยฯ จัดขึ้น แต่เนื่องจากไม่ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขในข้อ 5.1 การปรับปรุงจึงเป็นไปตามนโยบายและแนวทางของมหาวิทยาลัยฯ เท่านั้น

ตารางที่ 18 การคำนวณการใช้ไฟฟ้าในอาคาร

เลขที่ อาคาร	พื้นที่ใช้สอย (ตรม.)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลง 71% จากมาตรฐาน (kWh/ปี)	ปริมาณการใช้ไฟ เฉลี่ยต่อปี	ผลการประเมิน
1	10,846.00	279,284.50	257,760.00	ผ่าน
2	4,090.93	105,341.45	36,660.00	ผ่าน
3	1,544.00	39,758.00	63,970.00	ไม่ผ่าน
4	12,637.25	325,409.19	178,500.00	ผ่าน
5	10,440.67	268,847.25	438,988.10	ไม่ผ่าน
6	7,950.00	204,712.50	138,400.00	ผ่าน
7	18,500.00	476,375.00	625,200.00	ไม่ผ่าน
8	6,865.00	176,773.75	128,800.00	ผ่าน
9	6,106.48	157,241.86	40,160.00	ผ่าน
10	1,701.00	43,800.75	69,040.00	ไม่ผ่าน
11	12,288.75	316,435.31	94,800.00	ผ่าน
12	4,487.00	115,540.25	42,600.00	ผ่าน
13	6,402.00	164,851.50	282,560.00	ไม่ผ่าน
14	24,684.50	635,625.88	200,640.00	ผ่าน
15	2,187.00	56,315.25	36,000.00	ผ่าน
16	10,326.00	265,894.50	96,900.00	ผ่าน
17	8,800.00	226,600.00	217,920.00	ผ่าน
18	11,200.00	288,400.00	142,000.00	ผ่าน
19	12,125.00	312,218.75	73,600.00	ผ่าน
20	5,648.49	145,448.62	138,200.00	ผ่าน
21	15,693.32	404,102.99	151,800.00	ผ่าน
22	16,262.00	418,746.50	76,000.00	ผ่าน
23	5,562.50	143,234.38	42,738.42	ผ่าน
24	7,947.80	204,655.85	134,600.00	ผ่าน

5.3 มีการดำเนินการด้านการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องโดยมีโครงการประกอบด้วยแผนการดำเนินงานระยะเวลา 2 ปี มีวิธีการตรวจสอบติดตามผล การประเมินผล ฯลฯ หรือหากเป็นโครงการที่ดำเนินการอยู่ต้องมีผลการดำเนินการอย่างน้อย 50% ในปีแรกและต้องสำเร็จตามแผนใน 2 ปีหรือหากเป็นโครงการที่ทำเสร็จสิ้นแล้ว ต้องมีเอกสารรายงานผลการดำเนินงานที่ผ่านมาและมีการปรับปรุงแผนงานหรือระบบ หรือสร้างโครงการใหม่อีกจากการสัมภาษณ์และรวบรวมเอกสารไม่พบโครงการดังกล่าว แต่มีโครงการของมหาวิทยาลัยในการเปลี่ยนหลอดไฟทุกอาคารเป็นหลอด T5 และการปรับปรุงระบบปรับอากาศ

6. การตรวจสอบระบบการใช้พลังงาน

6.1 มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจสอบระบบในอาคารโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยควบคุมการใช้พลังงานความร้อน ความเย็น ระบบระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง พร้อมทั้งมีเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและมีการตรวจสอบความคุ้มค่า ในประเด็นนี้อาคารส่วนใหญ่จะตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบระบบในอาคาร

6.2 มีการวัดปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อยมีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้พลังงานแต่ละส่วนย่อยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระดับต่างๆครอบคลุม 40% - 80% ของการใช้พลังงานทั้งหมดมีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้พลังงานแต่ละส่วนย่อยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระดับต่างๆ และมีรายงานบันทึกรายละเอียดคุณลักษณะและการใช้พลังงานมีการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญการใช้พลังงานแต่ละอุปกรณ์มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน จากการสัมภาษณ์และรวบรวมเอกสารพบว่า มหาวิทยาลัย มีการตรวจวัดการใช้พลังงานรายอาคาร ซึ่งยังไม่จัดเป็นการตรวจวัดในระบบย่อย แต่บางอาคารพบมิเตอร์การคิดมิเตอร์แยกเป็นรายชั้น มีข้อมูลการใช้พลังงานแยกตามระบบเช่นระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เป็นต้น แต่บางอาคารมี MDB แยกชั้น แต่ไม่มีมิเตอร์มีแต่มิเตอร์หลักก็จะไม่ได้คะแนนในข้อนี้

7. มีการใช้พลังงานทดแทนในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการใช้พลังงานทดแทนในอาคารมากกว่า 0.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดจากการสำรวจพบเพียง 1 อาคารเท่านั้นที่มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการนําน้ำร้อน คือ อาคารศูนย์การศึกษาและอบรมนานาชาติ แต่ยังมีค่าน้อยกว่า 0.5% ของพลังงานที่ใช้ในอาคาร

8. ไม่ใช้ระบบปรับอากาศพลังงานไฟฟ้า

ทุกอาคารมีเครื่องปรับอากาศจึงไม่มีอาคารใดที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ใดๆ ใน การทำความเย็น ความร้อน ระบายอากาศมีเพียง 3 หลังที่มีการใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติ โดย ใช้ช่องเปิดแต่ยังคงมีระบบปรับอากาศอยู่

9. มีการจัดทำรายงานการลดมลภาวะ

ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการแยก parameter ที่ใช้ในการลดมลภาวะจากการใช้พลังงาน เช่น CO_2 , SO_2 , NO_x , Hg ฯลฯ ไม่มีรายงานบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและพลังงานทดแทนในอาคารเนื่องจากไม่ มีในข้อ 5 จึงส่งผลให้ไม่มีรายงานสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยขึ้นอย่างไร

ผลการประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากร

การประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากรเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อและการจัดการ ของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่การจ้างงานนโยบาย การปฏิบัติและการตรวจสอบและวิเคราะห์ ผลการจัดการที่เกิดขึ้น ผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 19 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มีนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการจำแนกกลุ่มวัสดุที่ต้องซื้อและจำแนกวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อมให้กับวัสดุในแต่ละกลุ่มเพื่อนำไปกำหนดเป็นนโยบายในการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม แต่เป็นการจำแนกกลุ่มวัสดุและนโยบายการจัดซื้อตามนโยบายทั่วไปสำหรับหน่วยงาน ราชการ

2. มีนโยบายการจัดการของเสีย

แม้ว่าทางมหาวิทยาลัยฯ จะมีนโยบายด้านการจัดการของเสียแต่จากการสัมภาษณ์และรวบรวม เอกสารพบว่ามีบางอาคารที่มีนโยบายการคัดแยกขยะ แต่ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการกำหนดนโยบายใน ประเด็นนี้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถตรวจสอบจากการมีระบบประเมินน้ำหนักของเสียและประเมิน ประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร และมีการนำข้อมูลมากำหนดแนวทางการจัดการของเสียเพื่อ นำไปใช้ดำเนินการในข้อที่ 10 และ 11 ต่อไป

ตารางที่ 19 ผลการประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากร

ประเด็นการตรวจสอบ	หมายเลขอาคาร																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
การใช้วัสดุและทรัพยากร																								
นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม																								
นโยบายการจัดการของเสีย								C			C					B			C				C	
การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน				C		C	C	C	C		C		C		C		C	C		C	C	C	C	C
การจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างยั่งยืน	B		B	B														C	C					
การจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์อย่างยั่งยืน									C	C														
การจัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการ renovate อาคาร																								
การจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท																								
การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
การตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร																		C						
การกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		B	B		C	C		C	B		C				C			C		C	C	C	C	C
การกำจัดของเสียที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม											C						C	C	C				C	
การกำจัดของเสียประเภทวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม																								

หมายเหตุ : คู่อ้างอิงหมายเลขอาคารในตารางที่ 1

3. มีการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการซื้อวัสดุสิ้นเปลืองที่ผ่านการรับรองทางด้านสิ่งแวดล้อม หรือวัสดุที่มีแหล่งผลิตรัศมีไม่เกิน 800 km เข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อนั้นหมายถึง หากวัดลงไปทางใต้จากมหาวิทยาลัยแม่โจ้วศุนั้นควรมีแหล่งผลิตไม่เกินเขตกรุงเทพมหานคร เป็นต้น จากการสัมภาษณ์และรวบรวมเอกสารเบื้องต้นพบว่าการจัดซื้อวัสดุมีทั้งที่ผลิตในประเทศ เช่น กระดาษ ปากกา กระดาษชำระ แฟ้ม เป็นต้น แต่มีวัสดุบางชนิดที่เป็นวัสดุที่ผลิตในต่างประเทศ แต่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเช่น กาวที่ใช้ในสำนักงานยี่ห้อ UHU ผลิตในประเทศเยอรมัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากสารพิษ หรือหมึกพิมพ์ผลิตในประเทศจีน ซึ่งกลับหมึกสามารถรีไซเคิลได้ เป็นต้นแต่ประเด็นสำคัญคือขั้นตอนการจัดซื้อนั้นไม่ได้คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมโดยตรงและผู้ซื้อไม่ทราบว่าสิ่งที่ซื้อนั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่

4. มีการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน : เครื่องใช้ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์

4.1 มีการจัดซื้ออุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า (ยกเว้นหลอดไฟ) ที่มีสัญลักษณ์ Energy Star หรือ Eco Label ต่างๆ มากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ ซึ่งในช่วงการสัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลจะตอบว่ายังไม่มีการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในตอนนี้ มีเพียง 2 หลังที่บอกว่ามีการซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีฉลากประหยัดไฟ

4.2 ประเด็นการจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นวัสดุท้องถิ่น หรือได้รับการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม หรือการนำเฟอร์นิเจอร์ภายในหรือภายนอกหน่วยงานกลับมาใช้อย่างน้อย 70% ของมูลค่าเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด จากการสัมภาษณ์พบว่าอาคารที่มีการนำเฟอร์นิเจอร์ของเก่ากลับมาใช้ใหม่ และมีอาคารที่ใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตในท้องถิ่นซึ่งมีโรงงานที่จังหวัดเชียงใหม่ แต่ไม่ถึง 70% และมีหลายอาคารที่ไม่สามารถให้ข้อมูลได้

5. มีการจัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการ renovate อาคาร

ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการปรับปรุงอาคารที่มีพื้นที่อย่างน้อย 10% ของพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร

6. มีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทอย่างน้อย 90% ของปริมาณหลอดไฟที่มีอยู่ซึ่งพบว่าไม่มีอาคารใดเลยที่ใช้หลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท เช่น หลอดไฟ LED ส่วนใหญ่เป็นหลอดไฟยี่ห้อ Phillip ประเภทหลอด T5 ซึ่งยังคงมีสารปรอทอยู่

7. มีการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการสัมภาษณ์ทุกอาคารมีการจัดซื้ออาหารและเครื่องดื่มที่บริโภคภายในอาคารจากที่ผลิตและขายรอบๆ มหาวิทยาลัยฯ เป็นส่วนใหญ่ หรือไม่เกินอำเภอเมืองเชียงใหม่ประมาณ 20 กิโลเมตร คิดรวมมูลค่าการซื้อมากกว่า 25% ของยอดซื้อทั้งหมด

8. มีการตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร

เนื่องจากไม่มีนโยบายในข้อ P2 จึงทำให้ไม่มีอาคารใดเก็บข้อมูลรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณ ชนิดของของเสีย และช่วงเวลาที่เกิดของเสียในอาคาร

9. มีวิธีการกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่มีการกำหนดวิธีการกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองหรือวัสดุที่มีอายุการใช้งานสั้น เช่น กระดาษ ตลับหมึก แก้วพลาสติก กล่องกระดาษ เศษอาหาร โลหะต่างๆที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีเพียงการรณรงค์การ recycle reuse ของทางส่วนกลางมหาวิทยาลัยเข้ามายังอาคารแต่มีการปฏิบัติจริงในบางอาคาร เช่น การใช้กระดาษ 2 หน้า และมีบางอาคารที่มีการคัดแยกขยะ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นการแยกโดยแม่บ้านเพื่อนำขยะพวกกระดาษ พลาสติกไปขาย ส่วนวิธีการกำจัดขยะทั่วไปคือการเก็บใส่ถุงขยะไว้ แล้วกองอาคารและสถานที่ที่จะมาเก็บขยะไปวันละ 1 ครั้ง เพื่อนำไปฝังที่บ่อขยะของมหาวิทยาลัยฯ ดังภาพที่ 14 และ 15



ภาพที่ 14 กองขยะรอการขนย้าย



ภาพที่ 15 ป้ายและถังขยะเพื่อการรณรงค์แยกขยะ

10. มีวิธีการกำจัดของเสียที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการสัมภาษณ์พบว่าอาคารทุกหลังไม่มีการกำหนดวิธีการกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อุปกรณ์สำนักงาน คอมพิวเตอร์ จอคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร ปริ้นเตอร์ สแกนเนอร์ แฟกซ์ ตู้เย็น เครื่องทำน้ำเย็น ปลั๊กพ่วง โทรศัพท์ ฯลฯ เนื่องจากยังต้องยึดระเบียบพัสดุของทางราชการ

11. มีวิธีการกำจัดวัสดุก่อสร้างที่ใช้ปรับปรุงอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากไม่มีอาคารใดเลยที่ปรับปรุงอาคาร (ตามข้อ 3) จึงไม่มีโครงการกำจัดวัสดุก่อสร้างที่ใช้ปรับปรุงอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการประเมินด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

การประเมินด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคารเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศ ได้แก่การระบายอากาศ การลดฝุ่นละอองในอาคารในอาคาร เป็นต้น การทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ภาชนะนำสลายในอาคาร แสงสว่างในอาคาร การใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ รวมถึงการจัดการสิ่งรบกวน แอมลงหรือสัตว์ต่างๆ ในอาคาร ผลการประเมินที่ได้แสดงในตารางที่ 20 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 20 ผลการประเมินด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

ประเด็นการตรวจสอบ	หมายเลขอาคาร																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร																								
คุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐาน	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B
การควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร	C		C		C	C	C	C		C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
นโยบายการทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	B			B						C	C			C			C			C		C	C	
โครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคาร																								
การ monitor คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร																								
การติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร	B				B	C	C	B	C	B	C		B	B		B	B	C		B	B		C	C
ระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร					B			C										C						
ระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร																		C						
การสำรวจภาวะน้ำสลายในอาคาร																								
ระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ	B	C	C	C	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B
การใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ					C	A	A	A	C	C	B	C	A	C	C	B	B	B	C	B	B	B		
โปรแกรมการทำความสะอาดในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม																								
การประเมินประสิทธิภาพการทำความสะอาด																								
การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม										C	C									C	C		C	
การใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
การควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ					B		C			C			C	C	C		C	C		C			C	C
การจัดการสิ่งรบกวน แสงหรือสัตว์ต่างๆ ในอาคาร	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

หมายเหตุ : คู่อ้างอิงหมายเลขอาคารในตารางที่ 4.1

1. มีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐาน

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารเบื้องต้น เฉพาะอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม พบว่าทุกอาคารมีคุณภาพอากาศภายในอาคารขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐานของ วสท.

2. มีการควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร

ทุกอาคารมีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคารอยู่แล้วเนื่องจากเป็นสถานศึกษาแต่มีบางอาคารเท่านั้นที่มีการทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่ และไม่มีอาคารใดเลยที่มีการจัดให้มีพื้นที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอย่างน้อย 25 ฟุต คะแนนที่ให้อาจจะเป็นคะแนนที่มีการติดป้ายรณรงค์

3. มีนโยบายทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่มีมีนโยบายการจัดซื้อ พื้น พรมและอุปกรณ์การทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในบางอาคารระบุว่ามีการใช้น้ำยาทำความสะอาดจากสมุนไพร และมีช่วงเวลาในการทำความสะอาดก่อน 8.00 หลัง 16.30 นอกจากนี้อาคารส่วนใหญ่ไม่มีการใช้พรมภายในอาคาร มีการรณรงค์เรื่องการล้างมือแต่เป็นในช่วงที่มีไข้หวัดนกระบาด ปัจจุบันมีพบป้ายรณรงค์อยู่บ้างแต่ไม่มีวัสดุให้ใช้เช่นสบู่หรือกระดาษเช็ดมือ มีบางอาคารเท่านั้นที่มีการส่งบุคลากรเข้าอบรมกับมหาวิทยาลัยฯ ในประเด็นการใช้สารเคมีอันตราย มีระบบการจัดเก็บและใช้สารเคมีอันตรายทางอาคารไม่มีการจัดเก็บข้อมูล feedback ของผู้ใช้อาคารส่งผลถึงไม่มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้องด้วยวิธีการต่างๆ หรือเทคโนโลยีสมัยใหม่

4. คุณภาพอากาศในอาคาร

4.1 ไม่มีอาคารใดเลยที่มีรายงานการสำรวจปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารรวมทั้งไม่มีโครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคาร หรือแผนป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศใดๆภายในอาคาร

4.2 ไม่มีอาคารใดเลยที่ติดตั้งเครื่องวัด outdoor airflow หรือมี CO₂ sensor ที่สามารถวัดความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 75 ppm เพื่อควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร

4.3 ในประเด็นการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคารอย่างน้อย 30% ของมาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนด ผู้วิจัยพบว่าไม่มีการติดตั้งระบบพิเศษใดแต่มีการใช้พัดลมดูดอากาศฟักทองระบายอากาศ และใช้ช่องเปิดอาคารระบายอากาศตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงพิจารณาจากช่องเปิดภายในอาคาร โดยพิจารณาจากพื้นที่ช่องเปิดมากกว่า 30% ของพื้นที่ผนังทุกด้านดังรายละเอียดในตารางที่ 21 พบว่ามีอาคารที่มีช่องเปิดมากกว่า 30% ถึง 14 หลัง

ตารางที่ 21 ร้อยละของพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร

เลขที่ อาคาร	พื้นที่ผนัง อาคาร ทั้งหมด	พื้นที่ช่องเปิด ทั้งหมด	% ช่อง เปิด	เลขที่ อาคาร	พื้นที่ผนัง อาคาร ทั้งหมด	พื้นที่ช่อง เปิดทั้งหมด	% ช่องเปิด
1	3,387.20	1,515.40	44.74	13	5,317.65	697.45	13.12
2	1,570.40	382.00	24.33	14	4,948.00	1,435.72	29.02
3	533.00	184.00	34.52	15	73.00	32.00	43.84
4	4,362.00	1,240.00	28.43	16	3,609.37	1,310.51	36.31
5	3,626.17	527.40	14.54	17	1440.00	450.00	31.25
6	5,088.00	2,304.00	45.28	18	5,316.40	2,766.16	52.03
7	7,211.40	4,204.00	58.30	19	3,169.37	1,937.00	61.12
8	878.40	198.00	22.54	20	2,720.00	533.10	19.60
9	2,632.01	839.27	31.89	21	8,639.26	2,029.91	23.50
10	522.60	234.20	44.81	22	2,700.87	798.58	29.57
11	4,009.42	2,693.08	67.17	23	2,843.62	617.07	21.70
12	414.00	177.60	42.90	24	2,699.44	1,147.95	42.53

4.4 มีอาคาร 3 หลังที่ใช้พรมดักฝุ่นในบริเวณทางเข้าอาคารซึ่งจัดเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ช่วยลดฝุ่นละอองในอาคารได้ แต่ตามมาตรฐานแล้วพรมดักฝุ่นนี้ต้องมีความยาวรวมกันไม่น้อยกว่า 3 เมตร บริเวณทางเข้ารอบอาคาร ซึ่งยังไม่มีอาคารใดมีความยาวตามมาตรฐานกำหนด

4.5 ไม่มีอาคารใดเลยที่มีระบบและการจัดการสิ่งแวดล้อมความสะดวกอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคารแต่บางอาคารเช่นอาคารฟิสิกส์และเทคโนโลยี (อาคารเพิ่มพูล) มีระบบดูดควันพิษ (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ระบบดูดอากาศเสียออกนอกอาคาร

4. ภาวะสบายในอาคาร

4.1 ไม่อาคารใดเลยที่มีรายงานการสำรวจภาวะสบายในอาคาร ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เสียง แสงสว่าง ความสะอาด ในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำตาม วสท. 3003 และไม่มี การสอบถามผู้ใช้อาคารเกี่ยวกับสภาวะในอาคารจึงไม่สามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและแผน ปรับปรุงที่เกี่ยวข้องกับภาวะสบายในอาคารได้

4.2 อาคารส่วนใหญ่สามารถปรับแสงสว่างด้วยตัวเองโดยคิดพื้นที่ไม่เกิน $250 \text{ m}^2/1$ แต่ ผู้ใช้งานอาคารมากกว่า 90% ยังไม่สามารถปรับแสงสว่างได้ในพื้นที่ทำงานของตนเองได้

4.3 จากการคำนวณการใช้แสงธรรมชาติและ การมองเห็นทัศนียภาพภายนอกของผู้ใช้ อาคาร โดยพิจารณาจากช่องเปิดอาคารมี 4 อาคารที่มีพื้นที่ใช้งานประจำต้องมี ช่องเปิดที่สามารถ มองเห็นภายนอกได้มากกว่า 45% หากอาคารใดมีช่องเปิดน้อยกว่า 45% จะถูกจัดเป็นกลุ่ม B และ C ตามลำดับ

5. การทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5.1 ทุกอาคารไม่มีแผนและโปรแกรมการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจาก การทำความสะอาดอาคารเป็นการจ้างบริษัทภายนอก จากการสัมภาษณ์พบว่ามหาวิทยาลัยฯ มี

นโยบายให้ใช้วัสดุทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแต่ในทางปฏิบัติบางอาคารมีวิธีการเพื่อใช้สารเคมีน้อยที่สุด มีการใช้น้ำยาสมุนไพรหรือน้ำยาอินทรีย์ที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด ไม่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการทำมาสะอาด การนำกระดาษใช้แล้วมาใช้สำหรับห่อผ้าอนามัยในห้องน้ำหญิง

5.2 ไม่มีอาคารใดเลยที่มีการประเมินประสิทธิผลจากห้องตัวอย่าง โดยใช้แนวทางการประเมินของ Custodial Staffing Guideline

5.3 มีบางอาคารที่มีการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อโรค ขัดพื้น ขัดโลหะ กลุ่มกระดาษชำระ ถูขยี้ หรือสบูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 30% ของยอดซื้อ

5.4 อาคารทุกหลังใช้อุปกรณ์ที่ไม่ใช้ไฟฟ้าในการทำมาสะอาด

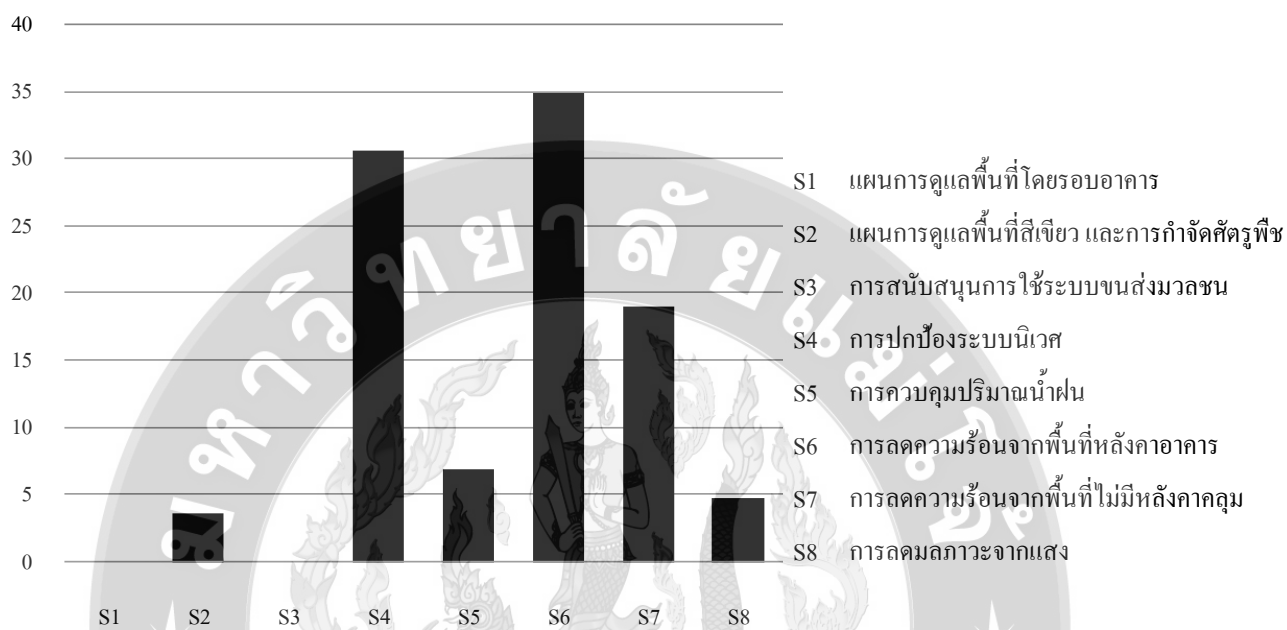
5.5 อาคารบางหลังมีการควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ โดยการทำประตู 2 ชั้น และหลีกเลี่ยงการใช้พรมภายในอาคาร แต่ไม่มีตารางการทำมาสะอาดภายนอกอาคาร หรือทางเดิน (ด้านที่ตั้งอาคาร ข้อ 1)

5.6 ไม่มีรายงานการสำรวจแมลงและสัตว์ต่างๆ รอบอาคารที่จะทำความรบกวนผู้อยู่อาศัยแต่มีการพ่นยากำจัดยุงประมาณเดือนละ 1 ครั้ง โดยหน่วยงานของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งจะมีการประชาสัมพันธ์ล่วงหน้ามากกว่า 72 ชม. แต่การประชาสัมพันธ์นี้จะทราบเฉพาะเจ้าหน้าที่และอาจารย์ สำหรับนักศึกษาจะทราบจากอาจารย์บ้าง ดังนั้นในบางอาคารจึงมีการกำจัดยุงในช่วงที่มีการเรียนการสอนพอดี

สถานภาพความเป็นอาคารสีเขียว

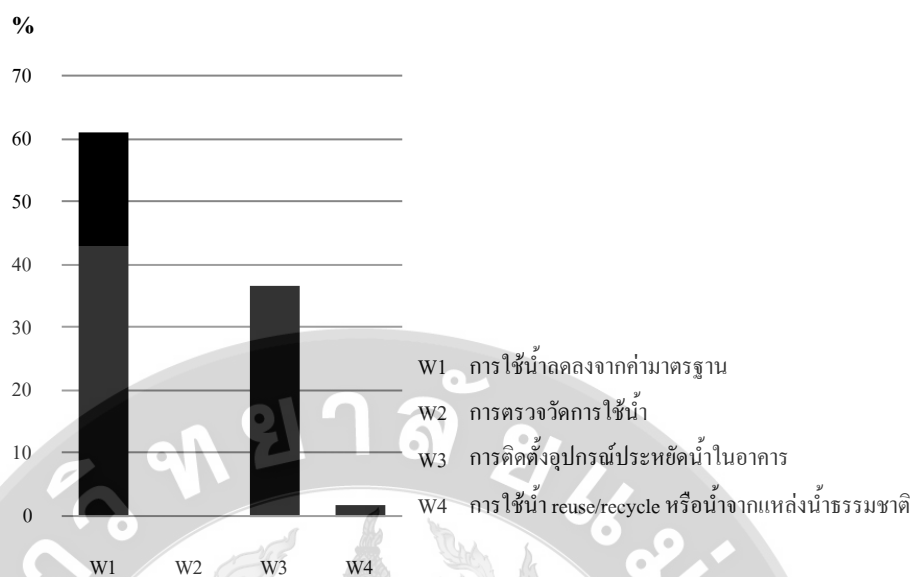
จากผลการประเมินสถานภาพอาคารเขียวตามแนวทางของ LEED-EBOM ใน 5 ประเด็นได้แก่ ด้านที่ตั้งอาคาร ด้านการใช้น้ำ การใช้พลังงาน การใช้วัสดุและทรัพยากร และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร ผู้วิจัยได้แปลงผลการประเมินเชิงคุณภาพ (A B และ C) เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (1 2 และ 3) เพื่อให้สามารถพิจารณาระดับความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจนมากขึ้น โดยให้ A มีค่าเท่ากับ 3 B มีค่าเท่ากับ 2 และ C มีค่าเท่ากับ 1 พบว่า การประเมินด้านที่ตั้งอาคารที่ยั่งยืนมีประเด็นพิจารณาทั้งสิ้น 8 ประเด็น จึงมีคะแนนเต็มในหมวดนี้อาคารละ 24 คะแนน ซึ่งไม่มีอาคารใดได้คะแนนเกิน 50% โดยมีค่าต่ำสุดที่ 3 คะแนน ค่าสูงสุดที่ 11 คะแนน และหากพิจารณาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยฯ อาคารทั้งหมด 24 หลัง หลังละ 24 คะแนน ทำให้มีคะแนนทุกอาคารรวมทั้งสิ้น 576 คะแนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (24 อาคาร) สามารถทำได้ 189 คะแนน คิดเป็น 32.8% ของคะแนนรวมทั้งสิ้น โดยประเด็นที่ได้คะแนน

มากที่สุดได้แก่การลดความร้อนจากพื้นที่หลังคา แต่ไม่ได้คะแนนเลยในเรื่องแผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคารและการลดการใช้พลังงานในการเดินทางดังภาพที่ 17



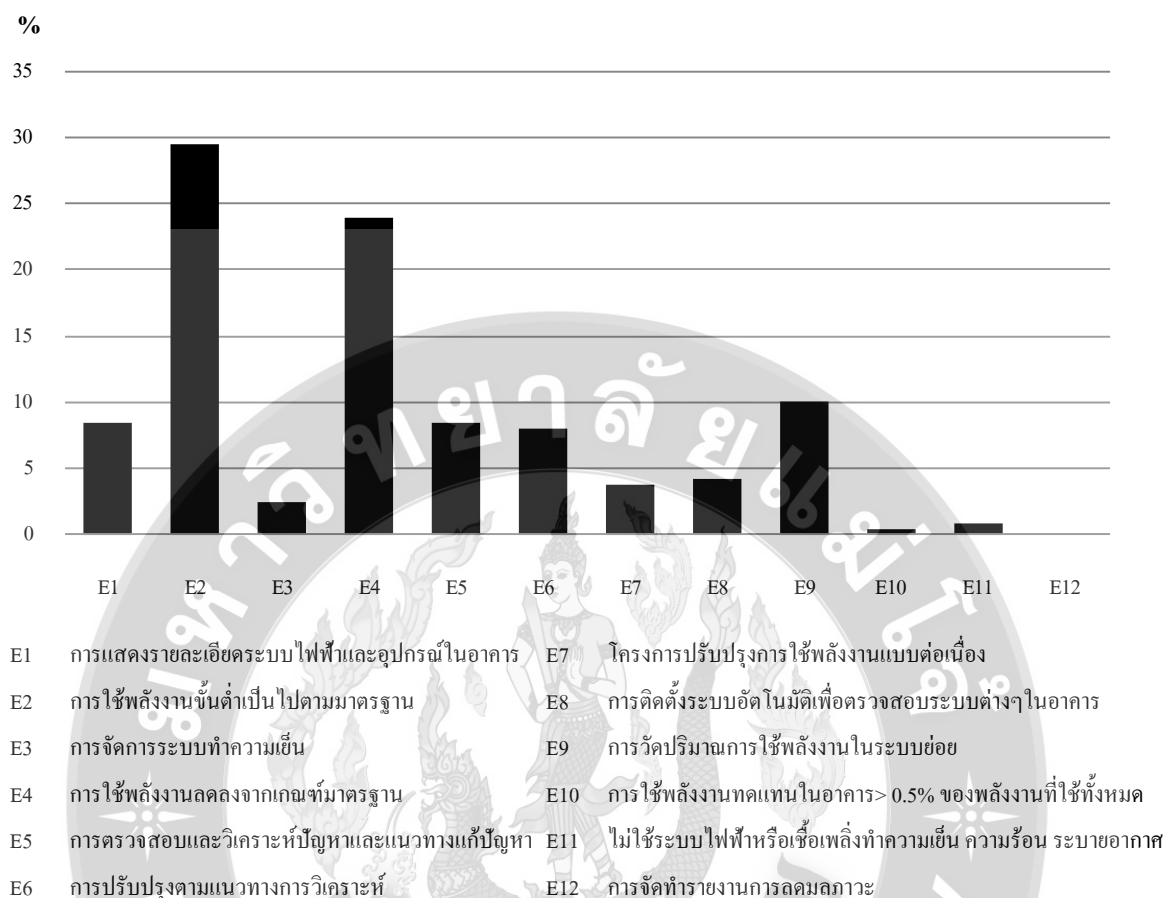
ภาพที่ 17 สถานภาพด้านที่ตั้งอาคาร

ด้านการใช้น้ำในอาคารมีประเด็นพิจารณาทั้งสิ้น 4 ประเด็นจึงมีคะแนนเต็มในหมวดนี้อาคารละ 12 คะแนน ซึ่งมีอาคารที่ไม่ได้คะแนนเลยในหมวดนี้ถึง 7 หลังและมีอาคารเพียง 2 หลังที่ได้คะแนนสูงสุด 5 คะแนน และหากพิจารณาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยฯ อาคารทั้งหมด 24 หลัง หลังละ 12 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มรวมทั้งสิ้น 288 คะแนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (อาคาร 24 หลัง) สามารถทำได้ 49 คะแนน คิดเป็น 17% ของคะแนนรวมทั้งหมด โดยประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่การใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน และการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร แต่ไม่ได้คะแนนเลยในเรื่องการตรวจวัดและวิเคราะห์ปัญหาการใช้น้ำในระบบย่อยของอาคาร ดังภาพที่ 18



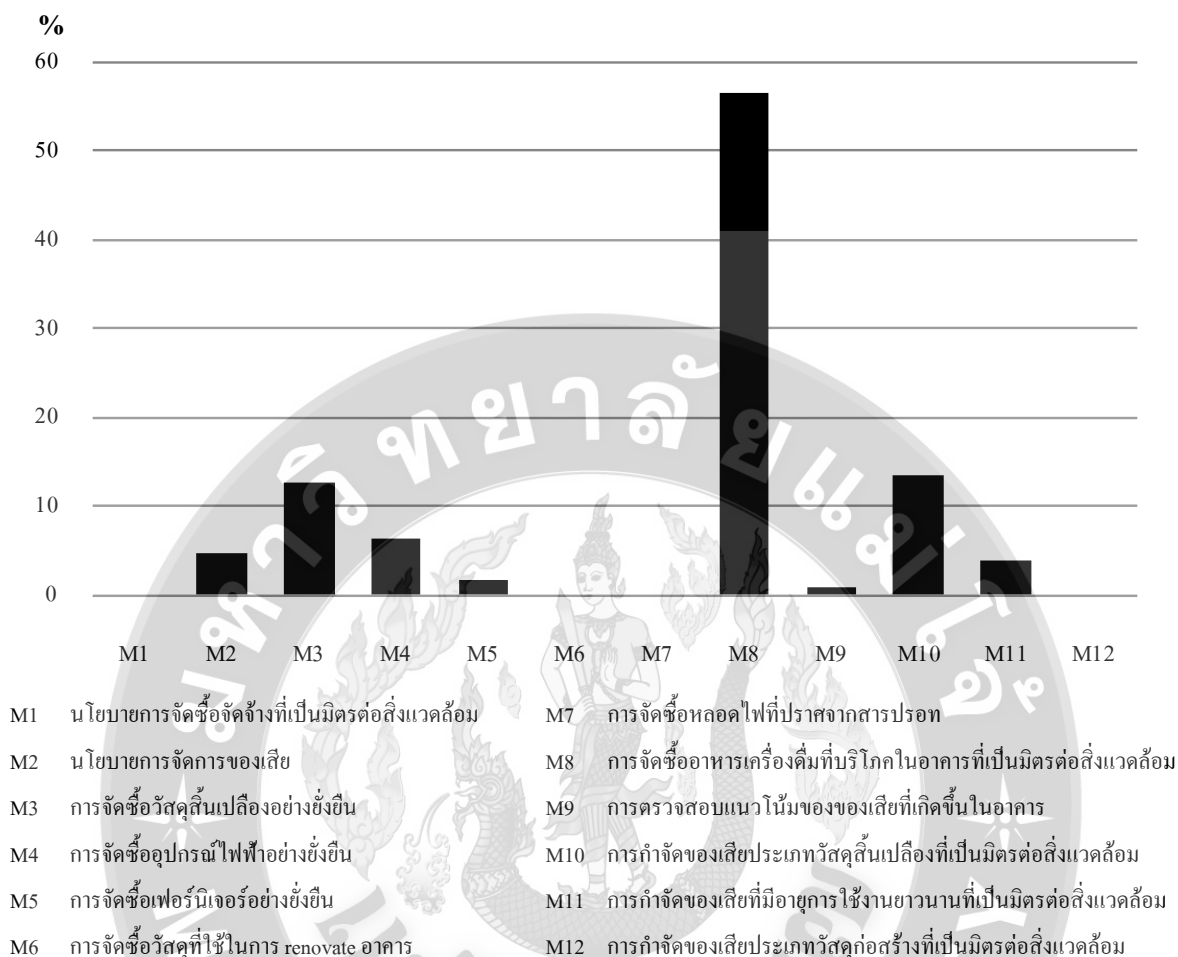
ภาพที่ 18 สถานภาพด้านการใช้น้ำของอาคาร

ด้านการใช้พลังงานในอาคารมีประเด็นพิจารณาทั้งสิ้น 12 ประเด็นจึงมีคะแนนเต็มในหมวดนี้ อาคารละ 36 คะแนน ซึ่งมีอาคารที่คะแนนต่ำสุด 4 คะแนนจำนวน 1 หลังและมีอาคารอีกเพียง 1 หลังที่ได้คะแนนสูงสุด 15 คะแนน และหากพิจารณาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยฯ อาคารทั้งหมด 24 หลัง หลังละ 36 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มรวมทั้งสิ้น 864 คะแนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้สามารถทำได้ 238 คะแนน คิดเป็น 22.6% ของคะแนนรวมทั้งหมด โดยประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่การใช้พลังงานขั้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐานและมีประเด็นที่ไม่ได้คะแนนเลย 2 ประเด็น ได้แก่ การใช้พลังงานลดลงจากเกณฑ์มาตรฐาน และการจัดทำรายงานการลดมลภาวะ ดังภาพที่ 19



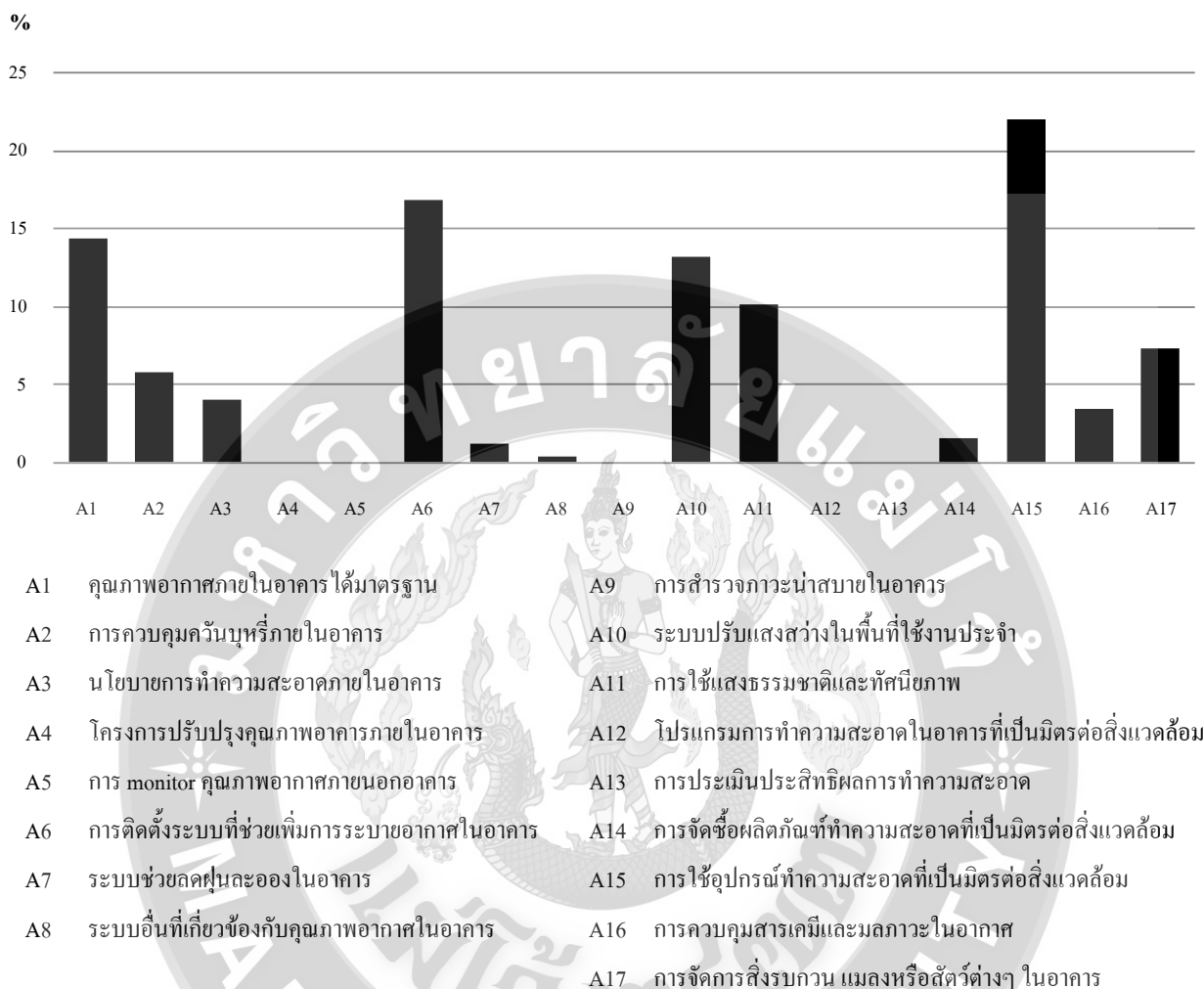
ภาพที่ 19 สถานภาพด้านการใช้พลังงานของอาคาร

ด้านการใช้วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติในอาคารมีประเด็นพิจารณาทั้งสิ้น 12 ประเด็นจึงมีคะแนนเต็มในหมวดนี้อาคารละ 36 คะแนน จากการประเมินอาคารจะมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3-8 คะแนน และหากพิจารณาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยฯ อาคารทั้งหมด 24 หลัง หลังละ 36 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มรวมทั้งสิ้น 864 คะแนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้สามารถทำคะแนนในประเด็นนี้ได้ 127 คะแนน คิดเป็น 14.7% ของคะแนนรวมทั้งสิ้น โดยประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประเด็นที่ไม่ได้คะแนนเลยคือ การจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สถานภาพด้านการใช้วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติของอาคาร

ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารมีประเด็นพิจารณาทั้งสิ้น 17 ประเด็นจึงมีคะแนนเต็มในหมวดนี้อาคารละ 51 คะแนน จากการประเมินอาคารแต่ละอาคารจะมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9-17 คะแนน และหากพิจารณาในภาพรวมของมหาวิทยาลัยฯ อาคารทั้งหมด 24 หลัง หลังละ 51 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มรวมทั้งสิ้น 1,224 คะแนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้สามารถทำได้ 327 คะแนน คิดเป็น 32.1% ของคะแนนรวมทั้งหมด โดยประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ การใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ไม่มีคะแนนเลยมากถึง 5 ประเด็น ได้แก่ โครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคาร การควบคุมดูแลคุณภาพอากาศภายนอกอาคาร มีการสำรวจภาวะน่าสบายในอาคาร การมีโปรแกรมการทำความสะอาดในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการประเมินประสิทธิผลการทำความสะอาด ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 สถานภาพด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

สรุปสถานภาพความเป็นสีเขียวของอาคารโดยอ้างอิงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ LEED-EBOM (2009) เพื่อจัดลำดับของอาคารและตั้งค่าระดับของอาคารทั้งสิ้น 4 ระดับ คะแนนเต็มเท่ากับ 110 คะแนน อาคารถูกรับรองเป็นระดับรับรอง (certified) เมื่อมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระหว่าง 40-49 คะแนน ระดับเงิน (silver) 50-59 คะแนน ระดับทอง (gold) 60-79 คะแนน ระดับแพลตินัม (platinum) 80 คะแนนขึ้นไป แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ตัดประเด็นการพิจารณา 2 ประเด็น ซึ่งมีคะแนนรวมทั้งสิ้น 10 คะแนน จึงเหลือคะแนนสำหรับพิจารณา 100 คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนจึงถูกปรับเป็น ระดับรับรอง (certified) เมื่อมีคะแนนผ่านเกณฑ์ระหว่าง 36-45 คะแนน ระดับเงิน (silver) 46-55 คะแนน ระดับทอง

(gold) 56-75 คะแนน ระดับแพลตินัม (platinum) 76 คะแนนขึ้นไป จะได้คะแนนตามตารางที่ 22 ซึ่งพบว่ามีคะแนนที่ได้เบื้องต้นเท่ากับ 24.4 คะแนน จึงยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ได้รับการรับรอง

ตารางที่ 22 สถานภาพความเป็นสีเขียวของอาคารตามเกณฑ์การพิจารณาของ LEED-EBOM

ประเด็นพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม 100 (ปรับตาม LEED-EBOM)	คะแนนที่ได้	ร้อยละที่ได้
ที่ตั้งอาคารที่ยั่งยืน	576.0	189.0	15.1	5.0	32.8
การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	288.0	49.0	7.5	1.3	17.0
การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	864.0	238.0	22.6	6.2	27.5
การใช้วัสดุและทรัพยากรอย่างยั่งยืน	864.0	127.0	22.6	3.3	14.7
คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร	1,224.0	327.0	32.1	8.6	26.7
รวม	3,816.0	930.0	100.0	24.4	24.4

บทที่ 5

อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผล

ดังจะเห็นได้ว่าการประเมินอาคารสำหรับอาคารที่ได้เป็นอาคารที่สร้างขึ้นใหม่แต่เป็นอาคารที่ใช้งานอยู่นั้นมิได้ถูกพิจารณาเฉพาะตัวอาคาร แต่ความเป็นสีเขียวหรือความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารถูกพิจารณาถึงองค์ประกอบของอาคารเป็นสำคัญซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปได้เป็น 8 ประเด็นหลักได้แก่

1. การดูแลพื้นที่คาดแจ้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ เชื้อเพลิงและสารเคมีในการดูแลพื้นที่ทั้งการทำความสะอาด และซ่อมบำรุง และครอบคลุมถึงการลดผลกระทบที่เกิดจากพื้นที่คาดแจ้ง ได้แก่ การลดความร้อนที่สะท้อนจากพื้นที่คาดแจ้งเข้าสู่อาคาร
2. การดูแลพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ เชื้อเพลิงและสารเคมีในการดูแลรักษาต้นไม้ และส่วนประกอบอื่นของพื้นที่สีเขียว รวมถึงการดูแลการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากพื้นที่สีเขียวด้วย
3. การคมนาคมที่ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้าในการเดินทาง หมายถึงการเดินทางของผู้ใช้อาคารจากที่พักถึงอาคาร รวมถึงการเดินทางระหว่างอาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ ด้วย
4. การจัดการน้ำ เพื่อลดการใช้น้ำประปา สนับสนุนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่
5. การจัดการพลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิง โดยใช้หลักการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานทดแทน
6. การจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเลือกซื้อวัสดุทุกประเภทรวมถึงอาหารเครื่องดื่มสำหรับบริโภคที่เป็นวัสดุที่มีการรับรองความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green label) เป็นวัสดุที่ผลิตในประเทศหรือในท้องถิ่น และมีระยะการขนส่งไม่ไกล
7. การกำจัดของเสียที่เกิดจากอาคารหรือผู้ใช้อาคาร โดยใช้หลักการลดการเกิดของเสีย ได้แก่ การใช้น้อย การใช้ซ้ำ การนำกลับมาใช้ใหม่ หรือ การรีไซเคิล
8. การดูแลคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในอาคาร ทั้งประเด็นด้าน แสง เสียง อุณหภูมิ มลภาวะอากาศ รวมถึงทัศนียภาพ สิ่งรบกวนผู้ใช้อาคารและความสะอาดในอาคาร ที่ต้องมีการดูแลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคำนึงถึงสุขภาพและความสบายของผู้ใช้อาคารเป็นสำคัญ

ทั้ง 8 ประเด็นนี้มีความสัมพันธ์กันและเกี่ยวเนื่องกัน เช่น ประเด็นการดูแลพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวเนื่องกับการจัดการน้ำ ได้แก่ การนำน้ำฝน น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ มาใช้ในการรดน้ำต้นไม้ จะทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานได้ 37 ลิตร/ม² (เกริกชัย และ วรณวิทย์, 2555) เป็นต้น จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 4 ทำให้พบว่ามหาวิทยาลัยฯ มีจุดเด่นหลายประการที่ส่งผลต่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ ได้แก่ มหาวิทยาลัยฯ มีพื้นที่มาก ทำให้สร้างพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น น้ำฝนได้ เพียงแค่ขุดบ่อน้ำในบริเวณที่ตั้งแต่ละอาคาร โดยไม่ต้องสร้างสิ่งก่อสร้างใดๆ เพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยฯ มีต้นไม้มาก ทำให้มีพื้นที่สีเขียวเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในบางอาคารกลับมีพื้นที่สีเขียวน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งการมีพื้นที่สีเขียวหรือมีต้นไม้ปริมาณมากนี้สามารถช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่กระทบกับพื้นที่คาดแจ้งนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารได้ส่งผลถึงภาวะสบายในอาคารและการลดการใช้พลังงานในส่วนการปรับอากาศในอาคารได้ แต่ทั้งนี้ต้องมีการวางแผนการปลูกต้นไม้ควบคู่ไปกับการก่อสร้างพื้นที่คาดแจ้งสำหรับอาคารด้วย นอกจากนี้มหาวิทยาลัยฯ ยังมีทัศนียภาพและคุณภาพอากาศภายนอกอาคารที่ดี ส่งผลต่อการระบายอากาศและคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี โดยไม่ต้องติดเครื่องช่วยควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารและเครื่องช่วยระบายอากาศ เพียงแค่การใช้ช่องแสงหรือหน้าต่างในการระบายอากาศเท่านั้น ส่งผลเรื่องการใช้พลังงานที่ลดลงจากการลดใช้พลังงานด้านแสงสว่าง เนื่องจากสามารถใช้แสงจากธรรมชาติและทัศนียภาพภายนอกอาคารได้อย่างเต็มที่

สภาพโดยรวมมหาวิทยาลัยฯ ยังคงเป็นสภาพที่เป็นท้องถิ่น ยังไม่ถูกรุกกล้ำด้วยห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าจากต่างประเทศ ส่งผลดีต่อการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการบริโภคอาหารและเครื่องดื่ม ยกตัวอย่างเช่น การซื้ออาหาร เช่น ไก่ทอด กาแฟ จึงมาจากร้านค้าของคนในท้องถิ่น ไม่ได้ซื้อจากร้าน KFC Starbucks หรือ Black Canyon ที่เป็นร้านค้าจากต่างประเทศ จึงเห็นได้ว่าผลการประเมินจะได้คะแนนสูงมากในข้อนี้ สำหรับด้านกายภาพของอาคารแล้ว อาคารในมหาวิทยาลัยฯ ส่วนใหญ่เป็นอาคารที่สูงไม่เกิน 4 ชั้น จึงไม่จำเป็นต้องมีลิฟต์โดยสาร การสัญจรภายในอาคารจึงไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า ส่งผลดีในเรื่องการใช้ไฟลดลงจากค่ามาตรฐาน

นอกจากนี้มหาวิทยาลัยฯ ยังมีเป้าหมายที่ชัดเจนที่จะนำมหาวิทยาลัยฯ ไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และยังจัดตั้งคณะทำงานและมีโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น โครงการด้านพลังงานและโครงการด้านการจัดการขยะ ซึ่งประเด็นนี้ถือเป็นจุดแข็งที่สุดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จทุก

ด้านที่เกี่ยวข้อง และจากจุดแข็ง 5 ประเด็นดังกล่าวข้างต้น สามารถส่งผลกระทบในด้านบวกต่อ ส่วนประกอบต่างของความเป็นอาคารเขียวทั้ง 8 ประเด็นดังรายละเอียดในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 วิเคราะห์จุดแข็งและผลกระทบต่อประเด็นที่เกี่ยวข้องต่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จุดแข็งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้	ส่วนอาคาร	พื้นที่สีเขียว	คมนาคม	น้ำ	พลังงาน	จัดซื้อ	ของเสีย	สิ่งแวดล้อม ในอาคาร
มีพื้นที่มาก	/	/	/	/	/	/	/	/
คุณภาพอากาศภายนอกอาคารดี					/			/
สภาพโดยรอบยังคงเป็นท้องถื่น						/		
อาคารส่วนใหญ่ไม่สูง					/			/
มหาวิทยาลัยฯมีเป้าหมายชัดเจน	/	/	/	/	/	/	/	/

ในทางกลับกันมหาวิทยาลัยฯ ยังคงไม่มองในภาพรวมที่เชื่อมโยงกันในระบบของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 8 ประการข้างต้น แต่จะมองเป็นส่วนๆ เช่น การดูแลด้านพลังงาน การดูแลด้านขยะ และยังไม่มีการกำหนดเป็นมาตรการเพื่อใช้ในการดำเนินการอย่างชัดเจนหรือเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่มีการกำหนดนโยบายระดับหน่วยงาน ถึงแม้ในบางประเด็นจะมีการดำเนินการแต่เป็นการดำเนินการที่ไม่ได้เป้าหมายการไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวหรือการดูแลสิ่งแวดล้อม เช่น การคัดแยกขยะเพื่อนำไปขาย เช่นนี้ทำให้มหาวิทยาลัยฯ ได้คะแนนน้อยในหลายประเด็น ดังรายละเอียดในบทที่ 4

จากการวิเคราะห์แนวทางการประเมินอาคารเขียวที่มีการใช้งานแล้ว (existing building) จะใช้หลักการ PDCA (Maltzman, 2010) โดยเริ่มจากการวางแผน (plan) หมายถึง การวางแผนการดำเนินงานอย่างรอบคอบ ครอบคลุมถึงสิ่งที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การพัฒนาสิ่งใหม่ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงปฏิบัติตามแผน (do) หมายถึง การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และทำการตรวจสอบการปฏิบัติตามแผน (check) โดยการประเมินผลของการดำเนินงานตามแผนที่ได้ตั้งไว้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการและนำมาปรับปรุงแก้ไข (act) หมายถึง การนำผลการประเมินมาปรับปรุงแผนใหม่หรือพัฒนาสิ่งที่คืออยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นไปอีก และสังเคราะห์รูปแบบ การดำเนินการใหม่ที่เหมาะสมกว่า

ดังนั้นหัวใจสำคัญของการปรับปรุงอาคารที่มีอยู่แล้วเพื่อไปสู่อาคารเขียวคือการบริหารอาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ ในช่วงการใช้งานอาคารนี้เอง ซึ่งโดยทั่วไปงานด้านบริหารจัดการทรัพยากร ภายภาพ อาคารสถานที่ มักจะเป็นงานที่ถูกพูดถึงหลังสุด หรือไม่ได้ถูกให้ความสำคัญเท่าไรนัก ทั้งที่อาคารหนึ่งหลังมีอายุการใช้งานมากกว่า 50 ปี สามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วงชีวิตที่สำคัญได้แก่ ช่วงการก่อสร้างอาคาร ช่วงการอยู่อาศัยและซ่อมบำรุงอาคาร และช่วงการทำลายอาคาร ซึ่งช่วงการเข้าอยู่อาศัยและซ่อมบำรุงอาคารเป็นช่วงที่มีระยะเวลานานที่สุด และเป็นช่วงที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการใช้พลังงานในอาคาร (ณัชวิชัย, 2553)

การบริหารอาคารเพื่อนำไปสู่ความเป็นอาคารเขียว นั้น เรียกว่าการบริหารสีเขียว (Maltzman, 2010) สำหรับอาคาร (green management for building) ซึ่งมีความแตกต่างจากการบริหารจัดการอาคารเขียว (green building management) โดยที่การบริหารจัดการอาคารเขียว คือการนำอาคารเขียวมาจัดการให้ดำเนินตามหลักการที่ถูกลงมาตั้งแต่ช่วงออกแบบอาคาร นั้นหมายถึงการจัดการอาคารทั่วไปที่มีจุดประสงค์ให้เกิดการใช้อาคารที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง ในขณะที่การบริหารสีเขียวสำหรับอาคารนั้นเป็นการใช้แนวคิดความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green concept) เข้ามาพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการอาคารซึ่งสามารถใช้ได้กับอาคารทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นอาคารเขียวหรือไม่ก็ตาม โดยการสร้างนโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม การสร้างแผนดำเนินการหรือกิจกรรมตามนโยบายดังกล่าว เช่น การเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน การกำหนดช่วงเวลาการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ การตั้งอุณหภูมิ การเก็บข้อมูลการใช้น้ำ การคัดแยกขยะเพื่อทิ้งหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ หลักการจัดซื้อจัดจ้างที่มีแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีเข้ามาใช้ในโครงการเป็นต้น รวมถึงการพัฒนาคู่มือให้ผู้รับผิดชอบด้านต่างๆ ใ้ประกอบการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอยู่ในช่วงการดำเนินการใช้และซ่อมบำรุงอาคารทั้งสิ้น ดังนั้นการมุ่งสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว นั้น มหาวิทยาลัยฯ ควรมีการดำเนินการในกรณีที่ 2 คือการนำการบริหารสีเขียวเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการอาคาร

ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงอาคาร

1. จัดตั้งคณะทำงาน ควรเป็นข้อแรกที่ต้องรีบดำเนินการจัดทำ เริ่มจากการกำหนดผู้รับผิดชอบหรือผู้ดำเนินงานที่มีความเข้าใจในภาพรวมของอาคารเขียว มองเห็นความสัมพันธ์กันในแต่ละองค์ประกอบ และต้องครอบคลุมผู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในทุกด้าน ได้แก่

1.1 จัดตั้งคณะทำงานระดับมหาวิทยาลัยที่เป็นภาพรวมทั้งระบบ (ทั้ง 8 ด้าน)

1.2 จัดตั้งคณะทำงานระดับคณะหรือหน่วยงานโดยประกอบไปด้วยผู้เกี่ยวข้องทั้ง 8 ด้าน ได้แก่

- ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจสูงสุดของหน่วยงาน
- ผู้ที่เข้าใจภาพรวมอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- คนสวน
- แม่บ้าน
- ฝ่ายจัดซื้อ พัสดุ
- เจ้าหน้าที่เทคนิค ซ่อมบำรุง
- การเงิน ฯลฯ

1.3 จัดทำแผนการดำเนินการในแต่ละด้าน

1.4 ตรวจสอบผลการดำเนินการทุกด้านอย่างสม่ำเสมอ เช่น จัดประชุมทุกเดือน

2. การปรับปรุงด้านการดูแลพื้นที่ลาดแข็ง (hardscape) โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

2.1 ทำแผนการเพื่อดูแลพื้นที่ลาดแข็ง ได้แก่ ทางเดิน ที่จอดรถ และศาลา โดยรอบ อาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยการกำหนด

- ตารางการทำความสะอาดพื้นที่ลาดแข็งภายนอกอาคารที่ไม่รบกวนผู้ใช้อาคาร
- ระบุเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทำความสะอาดและซ่อมบำรุงพื้นที่ลาดแข็งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้ไม้กวาดทางมะพร้าว แปรงขัดพื้น
- ระบุวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการทำความสะอาด
- ระบุวิธีการกำจัดน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่ลาดแข็ง

2.2 ปฏิบัติการแผนที่วางไว้

2.3 ตรวจสอบการดำเนินการ นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางทางแก้ไขปัญหอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

2.4 ปรับปรุงแผนการดำเนินการตามแนวทางที่วิเคราะห์

3. การปรับปรุงด้านการดูแลพื้นที่สีเขียว (landscape) โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

3.1 กำหนดผังแยกส่วนประกอบของพื้นที่บริเวณอาคารพื้นที่อาคาร พื้นที่ลาดแข็ง พื้นที่สีเขียว

3.2 ทำแผนดูแลพื้นที่สีเขียว การกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช โดยการกำหนด

- มีตารางการดูแลพื้นที่สีเขียว
- ระบุเครื่องมือและวิธีการลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงในการดูแลพื้นที่สีเขียว
- ระบุวิธีการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการดูแลบำรุงรักษาต้นไม้ และการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช
- ระบุวิธีการกำจัดน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่สีเขียว
- ระบุวิธีการจัดการของเสียที่ได้จากพื้นที่สีเขียว
- กำหนดแนวทางการใช้พืชช่วยลดความร้อนป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ ได้แก่ การปลูกต้นไม้เพิ่มในพื้นที่รอบอาคารโดยปลูกให้เงาของต้นไม้สามารถคลุมพื้นที่แดดแจ้ง 100% เพื่อลดความร้อนและเพิ่มพื้นที่สีเขียว

3.3 ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้

3.4 ตรวจสอบการดำเนินการ บันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางทางแก้ไขปัญหาย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

3.5 ปรับปรุงแผนการดำเนินการตามแนวทางที่วิเคราะห์

4. การปรับปรุงด้านการเดินทางและการขนส่ง (transportation) โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน ปฏิบัติ ติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

4.1 สร้างระบบขนส่งมวลชนภายใน โดยจัดรถบริการรับส่งภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่ใช้พลังงานทางเลือก

4.2 กำหนดทางสำหรับจักรยานให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ และจัดให้มีที่จอดรถจักรยาน

4.3 จัดทำทางเดินที่มีหลังคาคลุมให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ

4.4 จัดโครงการสนับสนุนเพื่อลดการใช้พลังงานในการเดินทาง

4.5 ออกกฎห้ามใช้เดินทางโดยใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยฯ

5. การปรับปรุงด้านการจัดการน้ำ (water efficiency) โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

5.1 ทำแผนการจัดการน้ำและการจัดการน้ำฝน

- กำหนดให้มีการใช้น้ำประปาลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 60%

- ระบุวิธีการต่างๆ เพื่อประหยัดการใช้น้ำประปา
- ระบุวิธีการระบายน้ำฝน
- วิธีการกักเก็บน้ำฝนอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
- วิธีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่
- วิธีการป้องกันการสึกกร่อนจากน้ำฝน

5.2 มีการตรวจวัดการใช้น้ำ ติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลักและ มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยอย่างน้อย 80% ของระบบน้ำและจุดบันทึกการใช้น้ำในทุกมิเตอร์ทั้งรายเดือนและรายปี

5.3 มีการติดตั้ง-เปลี่ยน อุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร เช่น สุขภัณฑ์ ชักโครก โถปัสสาวะ ฝักบัว ก๊อกน้ำ หรือระบบประหยัดน้ำอื่นๆ

5.4 สร้างที่เก็บน้ำฝนตามขนาดที่คำนวณได้

5.5 สร้างระบบที่นำน้ำฝน หรือน้ำที่ใช้แล้วมาใช้สำหรับงาน landscape 100%

5.6 ดำเนินการตามวิธีการอื่นๆ ที่ระบุไว้ในแผน

5.7 ตรวจสอบการดำเนินการ บันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางทางแก้ไขปัญหาย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

5.8 ปรับปรุงแผนการดำเนินการตามแนวทางที่วิเคราะห์

6. การปรับปรุงด้านการจัดการพลังงาน (energy efficiency) โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการวางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

6.1 จัดทำรายละเอียดระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร

- แบบแสดงตำแหน่งไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร
- ตารางการใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า

6.2 ติดตั้งมิเตอร์เพื่อวัดปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย ครอบคลุม 40% - 80% ของการใช้พลังงานทั้งหมด

6.3 จัดบันทึกปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

- จัดทำเอกสารการตรวจสอบ โดยแยกส่วนการตรวจสอบเป็น อุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่างและระบบปรับอากาศ
- ดำเนินการตามภาวะความสบายของผู้อาศัยในอาคาร
- วิเคราะห์ปัญหาการใช้พลังงาน

- 6.4 วิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหา ระบุประเด็นที่ต้องการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านการลงทุน
- 6.5 ให้ความรู้และอบรมเจ้าหน้าที่ด้านพลังงานอาคารในการดำเนินงานตามแนวทางแก้ปัญหา
- 6.6 ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางและมีการตรวจสอบติดตามผล
- 6.7 กำหนดตารางการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคารที่มีผู้ตรวจสอบที่ได้รับการรับรอง
- 6.8 ทำแผนการลดการใช้พลังงาน
 - กำหนดให้มีการใช้พลังงานลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 10%
 - กำหนดวิธีการปรับใช้พลังงานในฤดูและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน
 - จัดทำโครงการการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง (ระยะสั้น ระยะยาว)
 - กำหนดแนวทางการสร้างและใช้พลังงานทดแทนในอาคาร
 - มีแผนการจัดการระบบทำความเย็น (ปรับปรุงอุปกรณ์ลดการใช้ CFC และลดการรั่วไหลสารทำความเย็น)
- 6.9 การลดความร้อนจากพื้นที่หลังคา เปลี่ยนวัสดุผนังที่มีค่า SRI มากกว่า 29 จัดพื้นที่หลังคาเป็นสวน
- 6.10 มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการใช้พลังงานความร้อน ความเย็น ระบบระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง พร้อมทั้งมีเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและมีการตรวจสอบความคุ้มค่า
- 6.11 มีการใช้พลังงานทดแทนในอาคาร มากกว่า 0.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด
- 6.12 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ที่ใช้สารทำความเย็นที่มี CFC น้อยกว่า 0.3 kg
- 6.13 ดำเนินการตามโครงการเพื่อการประหยัดพลังงานที่ระบุไว้ในแผนการลดการใช้พลังงาน
- 6.14 ตรวจสอบการดำเนินการตามโครงการต่างๆ บันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
- 6.15 ปรับปรุงแผนการดำเนินการลดการใช้พลังงานตามแนวทางที่วิเคราะห์

7. การปรับปรุงด้านการจัดซื้อ โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตาม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

- 7.1 จำแนกกลุ่มวัสดุที่ต้องซื้อ และจำแนกวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับวัสดุในแต่ละกลุ่ม
- 7.2 กำหนดนโยบายในการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ซื้อวัสดุที่ผ่านการรับรอง เป็นวัสดุที่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ หรือเป็นวัสดุที่มีแหล่งผลิตไม่เกิน 800 km จากมหาวิทยาลัยฯ
- 7.3 ซื้อวัสดุทุกประเภทที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ
- 7.4 ซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทเท่านั้น
- 7.5 ซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่ได้รับการรับรองทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 25% ของมูลค่าอาหารและเครื่องดื่มทั้งหมด หรือ ซื้ออาหารที่ผลิตภายในรัศมีโดยรอบไม่เกิน 160 km

8. การปรับปรุงด้านการจัดการของเสีย โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

- 8.1 เก็บข้อมูลจากรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณและชนิดของของเสีย ช่วงเวลา และคาดการณ์แนวโน้ม
- 8.2 จัดทำโครงการลดของเสียทุกประเภทโดยผู้ใช้อาคาร อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของของเสีย
- 8.3 จัดทำโครงการ recycle reuse วัสดุทุกประเภท โดยใช้ต้นทุนต่ำ อย่างน้อย 75% โดยน้ำหนักของเสีย
- 8.4 ดำเนินการกำจัดและลดของเสียทุกประเภทที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตามโครงการ
- 8.5 ปฏิบัติการตามโครงการที่วางไว้
- 8.6 ตรวจสอบผลการดำเนินการโครงการ บันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางทางแก้ไขปัญหาย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง
- 8.7 ปรับปรุงโครงการดำเนินการตามแนวทางที่วิเคราะห์

9. การปรับปรุงด้านคุณภาพอากาศ โดยจัดทำให้ครอบคลุมหลักการ วางแผน การปฏิบัติ การติดตามตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข (PDCA) ได้แก่

- 9.1 ควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร
 - มาตรการลงโทษผู้สูบบุหรี่ในอาคารและในระยะห่างจากอาคารไม่เกิน 25 ฟุต

- ทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่
 - จัดให้มีพื้นที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอาคารมากกว่า 25 ฟุต
- 9.2 กำหนดตารางการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เสียง แสงสว่าง ความสะอาด ความสบาย ในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำด้วยเครื่องมือตรวจวัดและสอบถามผู้ใช้อาคารที่เป็นตัวแทนอย่างน้อย 30% ของผู้ใช้อาคารทั้งหมด
- 9.3 วิเคราะห์และแยกประเด็นปัญหาจากการสำรวจและกำหนดแนวทางแก้ปัญหา
- 9.4 ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารให้ได้มาตรฐานตามแนวทางที่กำหนด และป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร
- 9.5 ควบคุมอากาศและมลภาวะจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในอาคาร เช่น การทำประตู 2 ชั้น และ ระบบตะแกรงถาวร (grill grate mat) ในทุกจุดของทางเข้า ไม่รวมทางออกฉุกเฉิน
- 9.6 ติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคารอย่างน้อย 30%
- 9.7 ติดตั้งระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคารหลีกเลี่ยงการใช้พรมภายในอาคาร หากจำเป็นต้องมีสัญญาณการทำความสะอาด
- 9.8 กำหนดนโยบายทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- ซื้อวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
 - กำหนดวิธีการทำความสะอาดภายในอาคารที่ใช้สารเคมีน้อยที่สุด
 - กำหนดวิธีการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคาร
 - จัดเก็บสารเคมีอันตรายอย่างเป็นระบบและปลอดภัย
- 9.9 ดำเนินการตามนโยบายและวิธีการการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- 9.10 จัดทำสวิตช์ไฟเปิด-ปิด แสงสว่างด้วยตัวเอง เช่น ไฟกระดุก เพื่อให้ผู้ใช้งานอาคารมากกว่า 90% สามารถปรับแสงสว่างได้ในพื้นที่ทำงานของตนเองได้
- 9.11 เพิ่มช่องแสงในพื้นที่ใช้งานประจำ เช่น ห้องทำงาน ห้องประชุม ห้องเรียน โต๊ะทำงาน เพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารมากขึ้น สำหรับอาคารที่มีแสงสว่างน้อยกว่าค่ามาตรฐาน

9.12 การจัดการแมลงสัตว์ต่างๆ รอบอาคารที่ทำความรบกวนผู้อยู่อาศัย

- สำรวจแมลงและสัตว์ต่างๆ รอบอาคารที่ทำความรบกวนผู้อยู่อาศัย
- จำแนกชนิดของสัตว์หรือแมลงที่ต้องกำจัดเร่งด่วน
- ระบุวิธีในการกำจัดแมลงและสัตว์ต่างๆ เพื่อลดการใช้สารเคมี
- ทำแผน (วิธีและช่วงเวลาการจัดการ) การจัดการแมลง สัตว์และสิ่งรบกวน โดยคำนึงการปกป้องคนและสิ่งแวดล้อม
- ประชาสัมพันธ์หรือสื่อสารกับผู้ใช้อาคารทราบตาราง วิธีการ การกำจัดแมลงแต่ละชนิด โดยต้องบอกให้ผู้ใช้อาคารทราบล่วงหน้า กรณีปกติ 72 ชม. กรณีฉุกเฉิน 24 ชม.

วิเคราะห์ประสิทธิผลหลังจากการปรับปรุง

จากแนวทางการปรับปรุงทั้ง 9 ประเด็นข้างต้นนั้นจะส่งผลดีในด้านต่างๆ สามารถสรุปได้เป็น 4 ด้านได้แก่ ส่งผลต่อการใช้น้ำลดลง การใช้พลังงานลดลง ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือดูแลสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น และส่งผลดีต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของผู้อยู่อาศัยในอาคาร แยกผู้รับผิดชอบหรือผู้ดำเนินการเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับหน่วยงาน (ผู้รับผิดชอบอาคาร) และระดับมหาวิทยาลัยฯ โดยแยกเป็นแนวทางทางที่ไม่มีค่าใช้จ่ายหรือมีค่าใช้จ่ายน้อยมากซึ่งสามารถดำเนินการได้เลย และโครงการที่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ จากการจำแนกแนวทางต่างๆ ในตารางที่ 24 นั้นพบว่าในบางประเด็นสามารถส่งผลดีได้ในหลายด้านทั้งที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการหรือมีค่าใช้จ่ายน้อยมาก เช่น การปลูกต้นไม้เพิ่มโดยให้เจ้าของต้นไม้ปกคลุมพื้นที่ลาดแข็ง 100% สามารถส่งผลดีทั้งการช่วยลดการใช้พลังงาน การดูแลสิ่งแวดล้อม ช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และยังส่งผลดีต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของผู้อยู่อาศัยในอาคารด้วย

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง

แนวทางปรับปรุง	ผลดีทางด้าน				ผู้ดำเนินการ			
					ระดับหน่วยงาน		ระดับมหาวิทยาลัยฯ	
	น้ำ	พลังงาน	สิ่งแวดล้อม	สุขภาพผู้อาศัย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
การดูแลพื้นที่ลาดแข็ง (Hardscape)								
มีการทำความสะอาดพื้นที่ลาดแข็งตามตาราง						/		
ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		/				/		
ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการทำความสะอาด			/	/		/		
มีการกักน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่ลาดแข็ง	/				/			
การดูแลพื้นที่สีเขียว (Landscape)								
กำหนดผังแยกส่วนประกอบของพื้นที่						/		/
มีการดูแลพื้นที่สีเขียวตามตาราง						/		
ใช้เครื่องมือและวิธีการที่ลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง		/				/		/
ลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการดูแลและการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืช			/	/		/		/
มีการกักน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่สีเขียว	/				/			
มีการจัดการของเสียที่ได้จากพื้นที่สีเขียว			/			/		
การปลูกต้นไม้เพิ่ม โดยปลูกให้เงาของต้นไม้สามารถคลุมพื้นที่ลาดแข็ง 100%		/	/	/	/			
การเดินทางและการขนส่ง (Transportation)								
จัดรถบริการรับส่งภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่ใช้พลังงานทางเลือก		/					/	
กำหนดทางสำหรับจักรยานให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ		/					/	
จัดให้มีที่จอดรถจักรยาน		/			/		/	
จัดทำทางเดินที่มีหลังคาคลุมให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ		/					/	
จัดโครงการสนับสนุนเพื่อลดการใช้พลังงานในการเดินทาง		/				/		/
ออกกฎหมายใช้เส้นทางโดยใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยฯ		/						/

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แนวทางปรับปรุง	ผลดีทางด้าน				ผู้ดำเนินการ			
					ระดับหน่วยงาน		ระดับมหาวิทยาลัยฯ	
	น้ำ	พลังงาน	สิ่งแวดล้อม	สุขภาพผู้อาศัย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
การเดินทางและการขนส่ง (Transportation)								
จัดรถบริการรับส่งภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่ใช้พลังงานทางเลือก		/					/	
กำหนดทางสำหรับจักรยานให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ		/					/	
จัดให้มีที่จอดรถจักรยาน		/			/		/	
จัดทำทางเดินที่มีหลังคาคลุมให้ครอบคลุมทั่วทั้งภายในมหาวิทยาลัยฯ		/					/	
จัดโครงการสนับสนุนเพื่อลดการใช้พลังงานในการเดินทาง		/				/		/
ออกกฎหมายใช้เส้นทางโดยใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยฯ		/						/
การจัดการน้ำ (Water Efficiency)								
กำหนดให้มีการใช้น้ำประปาลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 60%	/					/		/
สร้างที่เก็บน้ำฝนตามขนาดที่คำนวณได้	/				/		/	
จัดทำระบบบำบัดน้ำเสียของอาคาร	/				/		/	
สร้างระบบที่นำน้ำฝนหรือน้ำที่ใช้แล้วมาใช้ในส่วนต่างๆของอาคาร	/				/			
มีการตรวจวัดการใช้น้ำจากมิเตอร์ย่อย						/		/
มีการติดตั้ง-เปลี่ยน อุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร	/				/		/	

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แนวทางปรับปรุง	ผลดีทางด้าน				ผู้ดำเนินการ			
					ระดับหน่วยงาน		ระดับมหาวิทยาลัยฯ	
	น้ำ	พลังงาน	สิ่งแวดล้อม	สุขภาพผู้อาศัย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
การจัดการพลังงาน (Energy Efficiency)								
จัดทำแบบแสดงตำแหน่งไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร						/		/
มีตารางแสดงการใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า						/		
จัดบันทึกปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน						/		/
สำรวจสอบถามภาวะความสบายของผู้อาศัยในอาคาร						/		
ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางและมีการตรวจสอบติดตามผล		/			/			
มีการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ภายในอาคารตามตาราง					/			
กำหนดให้มีการใช้พลังงานลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 10%		/				/		/
มีวิธีการปรับใช้พลังงานในฤดูและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน		/				/		/
จัดทำสวิตช์ไฟเปิด-ปิด แสงสว่างด้วยตัวเอง		/		/	/			
มีแนวทางการสร้างและใช้พลังงานทดแทนในอาคาร		/			/		/	
มีการจัดการระบบทำความเย็น (ลดการใช้และการรั่วไหลของสารทำความเย็น)		/			/			
จัดพื้นที่หลังคาเป็นสวน		/			/			
ติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการใช้พลังงาน		/			/		/	
ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ที่ใช้สารทำความเย็นที่มี CFC น้อยกว่า 0.3kg		/			/		/	

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แนวทางปรับปรุง	ผลดีทางด้าน				ผู้ดำเนินการ			
					ระดับหน่วยงาน		ระดับมหาวิทยาลัยฯ	
	น้ำ	พลังงาน	สิ่งแวดล้อม	สุขภาพผู้อาศัย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อ								
จำแนกวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับวัสดุในแต่ละกลุ่ม			/			/		/
มีนโยบายในการจัดซื้อที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			/			/		/
ซื้อวัสดุทุกประเภทที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคาร			/			/		/
ซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทเท่านั้น			/			/		/
ซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		/	/			/		/
การจัดการของเสีย								
มีข้อมูลจากรายละเอียดของเสีย			/			/		
มีการลดของเสียทุกประเภทโดยผู้ใช้อาคาร			/			/		
มีการ recycle reuse วัสดุทุกประเภท			/			/		

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหลังการปรับปรุง (ต่อ)

แนวทางปรับปรุง	ผลดีทางด้าน				ผู้ดำเนินการ			
					ระดับหน่วยงาน		ระดับมหาวิทยาลัยฯ	
	น้ำ	พลังงาน	สิ่งแวดล้อม	สุขภาพผู้อาศัย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย	มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
คุณภาพอากาศ								
มีการควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร				/	/		/	
มีการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอตามตาราง				/	/		/	
มีการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารให้ได้มาตรฐานเสมอ				/	/		/	
มีการควบคุมอากาศและมลภาวะจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในอาคาร				/	/			
ติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคารอย่างน้อย 30%				/	/			
ติดตั้งระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร				/	/			
ซื้อวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		/	/	/		/		
มีวิธีการทำความสะอาดภายในอาคารที่ใช้สารเคมีน้อยที่สุด			/	/		/		
มีวิธีการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคาร				/		/		
มีการจัดเก็บสารเคมีอันตรายอย่างเป็นระบบและปลอดภัย				/		/		
เพิ่มช่องแสงในพื้นที่ใช้งานประจำสำหรับอาคารที่มีแสงสว่างน้อยกว่ามาตรฐาน		/		/	/			
มีการจัดการแมลงสัตว์ต่างๆ รอบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปกป้องผู้ใช้อาคาร			/	/		/		/

ในเบื้องต้นหากผู้รับผิดชอบเลือกดำเนินการตามแนวทางที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อน เช่น การจัดทำแผนการดำเนินการ การกำหนดนโยบายมาตรการต่างๆ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การเปลี่ยนการใช้วัสดุ โดยเฉพาะประเด็นการจัดซื้อและการกำจัดของเสีย เป็นต้น ตามตารางที่ 2 นั้นจะทำให้มหาวิทยาลัยฯ มีคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 24.4% เป็น 57.7% ซึ่งมีรายละเอียดการเพิ่มขึ้นของคะแนนดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การเพิ่มขึ้นของคะแนนหากมีการปรับปรุงตามแนวทางเบื้องต้นที่ไม่มีค่าใช้จ่าย

หัวข้อ ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	คะแนนเดิม	คะแนนที่ เพิ่มขึ้น
การดูแลพื้นที่ตั้งอาคารที่ยั่งยืน			
S1	แผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคาร	0	48
S2	แผนการดูแลพื้นที่สีเขียว และการกำจัดศัตรูพืช	7	48
S3	การสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งมวลชน	0	24
S4	การปกป้องระบบนิเวศ	58	72
S5	การควบคุมปริมาณน้ำฝน	13	24
S6	การลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาอาคาร	66	66
S7	การลดความร้อนจากพื้นที่ที่ไม่มีหลังคาคลุม	36	36
S8	การลดมลภาวะจากแสง	9	9
การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ			
W1	การใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน	30	72
W2	การตรวจวัดการใช้น้ำ	0	0
W3	การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดน้ำในอาคาร	18	18
W4	การใช้น้ำ reuse/recycle หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	1	1
การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ			
E1	การแสดงรายละเอียดระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร	20	72
E2	การใช้พลังงานขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน	70	72
E3	การจัดการระบบทำความเย็น	6	6
E4	การใช้พลังงานลดลงจากเกณฑ์มาตรฐาน	57	72

ตารางที่ 25 การเพิ่มขึ้นของคะแนนหากมีการปรับปรุงตามแนวทางเบื้องต้นที่ไม่มีค่าใช้จ่าย (ต่อ)

หัวข้อ ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	คะแนนเดิม	คะแนนที่ เพิ่มขึ้น
E5	การตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา	20	72
E6	การปรับปรุงตามแนวทางการวิเคราะห์	19	19
E7	โครงการปรับปรุงการใช้พลังงานแบบต่อเนื่อง	9	9
E8	การติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจสอบระบบต่างๆในอาคาร	10	10
E9	การวัดปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย	24	24
E10	การใช้พลังงานทดแทนในอาคาร > 0.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด	1	1
E11	ไม่ใช้ระบบไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงทำความเย็น ความร้อน ระบายอากาศ	2	2
E12	การจัดทำรายงานการลดมลภาวะ	0	0
การใช้วัสดุและทรัพยากร			
M1	นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	0	72
M2	นโยบายการจัดการของเสีย	6	72
M3	การจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน	16	72
M4	การจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างยั่งยืน	8	72
M5	การจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์อย่างยั่งยืน	2	72
M6	การจัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการ renovate อาคาร	0	72
M7	การจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท	0	72
M8	การจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	72	72
M9	การตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร	1	72
M10	การกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	17	17
M11	การกำจัดของเสียที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5	5
M12	การกำจัดของเสียประเภทวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	0	0

ตารางที่ 25 การเพิ่มขึ้นของคะแนนหากมีการปรับปรุงตามแนวทางเบื้องต้นที่ไม่มีค่าใช้จ่าย (ต่อ)

หัวข้อ ที่	ประเด็นการตรวจสอบ	คะแนนเดิม	คะแนนที่ เพิ่มขึ้น
คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร			
A1	คุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐาน	47	47
A2	การควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร	19	72
A3	นโยบายการทำความสะอาดภายในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	13	13
A4	โครงการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร	0	0
A5	การ monitor คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร	0	0
A6	การติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคาร	55	55
A7	ระบบช่วยคลฝุ่นละอองในอาคาร	4	4
A8	ระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร	1	1
A9	การสำรวจสถานะน้ำภายในอาคาร	0	72
A10	ระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ	43	43
A11	การใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ	33	33
A12	โปรแกรมการทำความสะอาดในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	0	72
A13	การประเมินประสิทธิภาพการทำความสะอาด	0	72
A14	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5	72
A15	การใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	72	72
A16	การควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ	11	72
A17	การจัดการสิ่งรบกวน แลงหรือสัตว์ต่างๆ ในอาคาร	24	72
คะแนนรวม (เต็ม 3816 คะแนน)		930	2219
คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)		24.4	57.7

สรุปผลการวิจัย

จากผลการประเมินสถานภาพอาคารเขียวตามแนวทางของ LEED-EBOM ใน 5 ประเด็นได้แก่ ด้านที่ตั้งอาคาร ด้านการใช้น้ำ การใช้พลังงาน การใช้วัสดุและทรัพยากร และคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร พบว่าอาคารภายในมหาวิทยาลัยฯ ยังไม่สามารถจัดให้เป็นอาคารสีเขียวได้ เนื่องจากมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพียง 24.4% เท่านั้น ประเด็นที่ผู้เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญในการปรับปรุงมากที่สุดคือการใช้วัสดุและทรัพยากรอย่างยั่งยืนได้ค่าเพียง 14.7% เนื่องจากในประเด็นนี้ต้องมีการพิจารณาทั้งวงจรตั้งแต่การวางแผนการจัดซื้อจนถึงวิธีการกำจัดของเสีย แต่เนื่องจากเป็นอาคารประเภทราชการจึงมีข้อกำหนดในการจัดซื้อและวิธีการทำลายวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องนำมาใช้ในการปฏิบัติซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ระเบียบพัสดุที่ใช้ในส่วนราชการ เป็นต้น ประเด็นที่ควรปรับปรุงต่อมาได้แก่การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีอาคารที่ไม่ได้คะแนนเลยในประเด็นการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพถึง 7 หลังและมีอาคารเพียงหนึ่งหลังที่ได้คะแนนสูงสุด 5 คะแนน ทำให้ประเด็นนี้มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพียง 17% ของคะแนนรวมทั้งหมดในด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับประเด็นการใช้พลังงานในอาคารในภาพรวมของมหาวิทยาลัยสามารถทำได้ 27.5% ซึ่งยังคงไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับการณ์รณรงค์และกระแสความตื่นตัวด้านพลังงานในปัจจุบัน ซึ่งในประเด็นนี้แม้มีการกำหนดเป็นนโยบายของมหาวิทยาลัยฯ แต่ในระดับหน่วยงานยังไม่ได้นำมาใช้ในการดำเนินการหรือจัดการภายในอาคารอย่างจริงจัง ทำให้ไม่มีอาคารใดในมหาวิทยาลัยฯ ที่มีการใช้พลังงานลดลงจากเกณฑ์มาตรฐานเลย และการดำเนินการเพื่อให้มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้านพลังงานนี้จะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบทั้งนโยบาย แผนดำเนินการ การปฏิบัติและต้องมีการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานด้วย

ประเด็นด้านที่ตั้งอาคารและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารมีค่าความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ 26.7% ประเด็นที่ผ่านเกณฑ์ได้แก่การลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาและพื้นที่ลาดแจ้ง การมีพื้นที่สีเขียวมากกว่า 5% ของพื้นที่ตั้งอาคาร แต่ไม่มีการดำเนินการจัดทำแผนการดูแลพื้นที่ลาดแจ้งโดยรอบอาคารและการลดการใช้พลังงานในการเดินทาง และด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารประเด็นที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ คุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐานและระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ แต่ไม่มีคะแนนเลยมากถึง 5 ประเด็น ได้แก่ โครงการปรับปรุงคุณภาพอาคารภายในอาคาร การควบคุมดูแลคุณภาพอากาศภายนอกอาคาร มีการสำรวจภาวะน่าสบายในอาคาร การมีโปรแกรมการทำความสะอาดในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการประเมินประสิทธิผลการทำความสะอาด

จากการวิเคราะห์พบว่าคะแนนที่สอดคล้องกับจุดแข็งของมหาวิทยาลัยฯ ได้แก่ มีพื้นที่ขนาดใหญ่ มีต้นไม้ขนาดใหญ่จำนวนมาก มีทัศนียภาพและคุณภาพอากาศภายนอกอาคารที่ดี สภาพโดยรอบมหาวิทยาลัยฯ ยังคงเป็นสภาพที่เป็นท้องถิ่น และมหาวิทยาลัยฯ ยังมีเป้าหมายที่ชัดเจนที่จะนำมหาวิทยาลัยฯ ไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประเด็นนี้ถือเป็นจุดแข็งสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จทุกด้านที่เกี่ยวข้อง แต่ทั้งนี้มหาวิทยาลัยฯ และหน่วยงานต่างๆ ควรมีการปรับปรุงการบริหารจัดการอาคารอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวางแผนการดำเนินการ มีการดำเนินการตามแผนการที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการตรวจสอบผลการดำเนินการและประเมินผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการดำเนินการโดยใช้หลักการ PDCA ในทุกด้านขององค์ประกอบอาคารเขียว ได้แก่ การจัดตั้งหน่วยงานหรือคณะกรรมการร่วมกันจัดทำแผนในระดับมหาวิทยาลัยฯ และคณะกรรมการระดับหน่วยงานและขับเคลื่อนให้เกิดการปฏิบัติตามแผน มีการตรวจสอบและประเมินผลและกำหนดมาตรการทั้งเชิงบวกและเชิงลบ เช่น การให้รางวัล การประกาศหรือแข่งขัน เป็นต้น ในบางประเด็นสามารถดำเนินการได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย หรือมีค่าใช้จ่ายไม่มาก ซึ่งจะสามารถทำให้ได้คะแนนเพิ่มขึ้นจาก 24.4% เป็น 57.7%

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกอร สีแสง. มปป. **คู่มือประหยัดพลังงานภายในสำนักงาน**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 10
กระทรวงพลังงาน. 2552. **กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์
และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.**

จาก http://www.dede.go.th/dede/images/stories/.../18_2552.pdf [23 มกราคม 2556].

เกริกชัย ทิวาวรรตน์ และวรรณวิทย์ เต็มทอง. 2555. การออกแบบเพื่อการประหยัดการใช้น้ำในอาคาร
ตามแนวทางของ LEED. รายงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ. 9-11 พฤษภาคม: CEM042-1-8.

ชนิกานต์ เขียรสูตร. 2551. **วงจร PDCA คือ อะไร ?**. กองบริการการศึกษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จาก <http://eduserv.ku.ac.th/> [1 ตุลาคม 2556].

ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. 2549. **สถาปัตยกรรมสีเขียว : พัฒนาการของอาคารและระบบบริการ**. คณะ
สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. จาก <http://home.kku.ac.th/bchumn/green.html> [23
มกราคม 2556].

ณัชวิชญ์ ดิกุล. 2553. **การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจในงานสถาปัตยกรรม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
กรุงเทพฯ. 56 น.

สุนทร บุญญาธิการ. 2547. **บ้านชีวาศรี : บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน**.
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 8 น.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2552. **มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ (วสท.
3010)**. จาก <http://www.eit.or.th/ejournal.php> [12 มิถุนายน 2556].

ภาษาอังกฤษ

Assefaa, G. Glaumannb, M. Malmqvistc, T. Kindemb, B. Hulte, M. Myhre, U. and Erikssonb, O.
2007. Environmental assessment of building properties-Where natural and social sciences meet:
The case of EcoEffect. **Building and Environment**. 42 (2): 1458–1464.

Berge, B. 2001. **The Ecology of Building Materials**. Architectural Press: Great Britain. 6 p.

Buildgreen. 2006. **Benefit from Green Design**. Available from: <http://www.buildgreen.co.nz> [2013,
February 3].

- Chang, Y.C. and Nunn, C. 2010. Lifecycle assessment for sustainable design options of a commercial building in Shanghai. **Building and Environment**. 45 (4): 1415–1421.
- Dodoo, A. Gustavssona, L. and Sathrea, R. 2011. Building energy efficiency standards in a life cycle primary energy perspective. **Energy and Buildings**. 43 (3): 1589–1597.
- Malmqvist, T. and Glaumann M. 2009. Environmental efficiency in residential buildings – A simplified communication approach. **Building and Environment**. 44 (1): 937–947.
- Maltzman, R. and Shirley, D. 2010. Green Project Management. CRC Press: FL. 43 p.
- Mendler, S. and Odell, W. 2000. **The HOK guidebook to sustainable design**. John Wiley and Sons: New Jersey. 23 p.
- Minnesota. 2011. **Minnesota Building Materials Database: A Tool for Selecting Sustainable**. Available from: <http://www.minnesota.com> [2013, August 22].
- Osman, A. and Ries R. 2007. Life cycle assessment of electrical and thermal energy systems for commercial buildings. **Int.J.LCA**. 12 (5): 308–316.
- Peuportier, B. 2001. Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. **Energy and Buildings**. 33 (5): 443–450.
- University of Indonesia. 2012. **UI GreenMetric World University Ranking: Guideline 2012**. Available from: <http://greenmetric.ui.ac.id/id/page/criteria> [2013, January 8]
- US Green Building Council (USGBC). 2009. **LEED-EBOM: Leadership in Energy and Environmental Design for Existing Buildings**. Available from: www.usgbc.org [2013, January 8]
- U.S. Environmental Protection Agency. 1990. **Design for the Environment: Product Life Cycle Design Guidance Manual**. Government Institutes, Inc.: Maryland. 134 p.
- Vale, B. 1991. **Green Architecture: Design for a Sustainable Future**. Thames & Hudson: UK. 76 p.
- Vogtlander, G.J. 2010. **LCA: A practical guide for students, designers and business managers**. VSSD: Netherlands. 33–36 p.
- Walton, M. 1988. **The Deming Management Method**. Berkley Publishing Group: New York. 39 p.
- Yeang, K. 2008. **Ecodesign: A Manual for Ecological Design**. John Wiley & Sons: London. 78 p.

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการประเมินด้านที่ตั้งอาคาร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

1. มีแผนการดูแลพื้นที่โดยรอบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คืออาคารต้องมีแผนการเพื่อดูแลพื้นที่โดยรอบอาคาร เช่น มีแผนการจัดการน้ำฝน มีตารางการทำความสะอาดพื้นที่ภายนอกอาคาร (hardscape) ได้แก่ ทางเดิน ที่จอดรถ และศาลา และระบุการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการทำทำความสะอาด

จากการสัมภาษณ์และสำรวจพื้นที่พบว่าอาคารไม่มีแผนการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ถึงแม้จะมีการทำความสะอาดพื้นที่ลาดเชิงบางประเด็นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเช่น การใช้ไม้กวาดทางมะพร้าว ลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า และมีพนักงานทำความสะอาดทุกวัน และถึงแม้อาคารคณะประมงฯ จะมีการกักเก็บน้ำฝนโดยใช้บ่อน้ำขนาดใหญ่กลางอาคาร มีทางระบายน้ำฝนซึ่งจะอยู่รอบอาคารเพื่อรองรับน้ำฝนจากหลังคารวมถึงน้ำเสียที่เกิดจากการดูแลพื้นที่ลาดเชิงด้วยลงมายังทางระบายน้ำ และไหลลงสู่บ่อน้ำกลางอาคาร ซึ่งเป็นบ่อสำหรับพักน้ำก่อนที่จะส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยฯ แต่ไม่มีการนำน้ำฝนหรือน้ำเสียนั้นกลับมาใช้ใหม่

2. มีแผนการดูแลพื้นที่สีเขียวและ การกำจัดศัตรูพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีแผนการกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชที่ลดการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี ลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง การกำจัดน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่สีเขียว และการจัดการของเสียที่ได้จากพื้นที่สีเขียว มีการใช้พืชช่วยลดความร้อนป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ มีการปกป้องพื้นที่ธรรมชาติ

จากการศึกษาพบว่าอาคารไม่มีแผนการดูแลพื้นที่สีเขียวและ การกำจัดศัตรูพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพียงแต่มีเจ้าหน้าที่ดูแลพื้นที่รอบอาคาร และยังคงใช้เครื่องตัดหญ้าที่ใช้น้ำมันเป็นตัวเชื้อเพลิงในการทำงาน ไม่มีแผนการกำจัดน้ำเสียที่เกิดจากการดูแลพื้นที่สีเขียว โดยน้ำเสียจากการดูแลพื้นที่สีเขียวนี้จะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยฯ โดยทางระบายน้ำรอบอาคารเช่นกัน ไม่มีแผนการทำปุ๋ยหมักจากของเสียที่ได้จากพื้นที่สีเขียว แต่มีการนำเศษหญ้า ใบไม้ไปกองเป็นปุ๋ยไว้รอบต้นไม้ (ภาพที่ 1) ซึ่งถือว่า เป็นการทำปุ๋ยหมักแบบธรรมชาติ ไม่มีแผนการปกป้องพื้นที่ธรรมชาติของอาคารเป็นเอกสารแต่อาคารนี้ก็ยังไม่มีแผนการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างใดๆ หรือพื้นที่ลาดเชิงเพิ่มเติมในพื้นที่



ภาพที่ 1 เศษใบไม้ถูกนำไปกองไว้รอบต้นไม้

ไม่มีแผนการใช้พืชช่วยลดความร้อน ป้องกันฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ เป็นเอกสาร แต่ในพื้นที่มีต้นไม้จำนวนมาก มีร่มเงาของต้นไม้ซึ่งสามารถช่วยลดความร้อนได้ (ภาพที่ 2-4) มีการปลูกหญ้าคลุมดินเพื่อช่วยป้องกันฝุ่นละอองและมีสวนในอาคาร (แต่สวนในอาคารยังขาดการดูแลรักษา)



ภาพที่ 2 ร่มเงาจากต้นไม้



ภาพที่ 3 การปลูกหญ้าคลุมดิน



ภาพที่ 4 สวนในอาคาร

3. มีการสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งทางเลือก/ระบบขนส่งมวลชนภายใน

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีที่จอดรถจักรยาน ทางเดินคน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานคนในการเดินทาง มีสถานีเชื้อเพลิงทางเลือก มีการเพิ่มชั่วโมงทำงานเพื่อลดวันทำงาน (บีบอัดการทำงาน) หรือที่จอดรถระบบขนส่งมวลชนซึ่งหมายถึงต้องมีระบบขนส่งมวลชนรองรับทั้งภายนอกและภายในมหาวิทยาลัยฯ และต้องมีโครงการสนับสนุนให้พนักงานใช้ระบบขนส่งมวลชน

มหาวิทยาลัยฯ อยู่ในพื้นที่ที่ยังไม่มีความสะดวกในระบบขนส่งมวลชนและยังไม่มีระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัยจึงไม่มีที่จอดรถสำหรับระบบขนส่งมวลชน ไม่มีสถานีเชื้อเพลิงทางเลือก และไม่มีการบีบอัดชั่วโมงการทำงานเนื่องจากสถานที่ราชการ จึงไม่สามารถลดวันทำงานได้อย่างบริษัทเอกชน เมื่อพิจารณาประเด็นการใช้พาหนะทางเลือกเช่นจักรยานพบว่า อาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มีที่จอดรถจักรยานและโซ่คล้องจักรยาน (ภาพที่ 25) แต่ไม่มีผู้ใช้งานส่วนมากจะเดินทางมาด้วยรถยนต์และรถจักรยานยนต์ แต่จะมีนักศึกษา 2 ปีที่พักอยู่หอพักภายนอกมหาวิทยาลัยฯ และมีกฎห้ามใช้รถจักรยานยนต์ในมหาวิทยาลัยฯ ที่รวมกลุ่มกันและขี่จักรยานมาเรียน โดยสามารถคำนวณร้อยละของผู้เดินทางมาอาคารโดยไม่ใช้พลังงานดังนี้

จำนวนบุคลากร	42 คน
จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 4 ปี	498 คน
จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี 2 ปี	74 คน
จำนวนนักศึกษาปริญญาโท	12 คน
จำนวนนักศึกษาปริญญาเอก	4 คน
รวมจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งสิ้น	630 คน
มีคนขี่จักรยานมา	30 คน

$$\text{คิดเป็น\%} = \frac{100 \times 30}{630} = 4.76\%$$

เมื่อพิจารณาจากตารางสัดส่วนการเดินทางโดยไม่ใช้พลังงานต่อจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดพบว่าต้องมีปริมาณอย่างน้อยร้อยละ 10 จึงจะมีคะแนน ดังตารางที่ 1 ซึ่งจากการคำนวณได้สัดส่วนที่ร้อยละ 4.76 เท่านั้นจึงทำให้ไม่ผ่านการประเมินในข้อนี้

ตารางที่ 1 ร้อยละของการเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชนหรือพาหนะทางเลือกที่ไม่ใช่พลังงาน

Demonstrated percentage reduction in conventional commuting trips	Points
10%	3
13.75%	4
17.50%	5
21.25%	6
25.00%	7
31.25%	8
37.50%	9
43.75%	10
50.00%	11
56.25%	12
62.50%	13
68.75%	14
75.00%	15

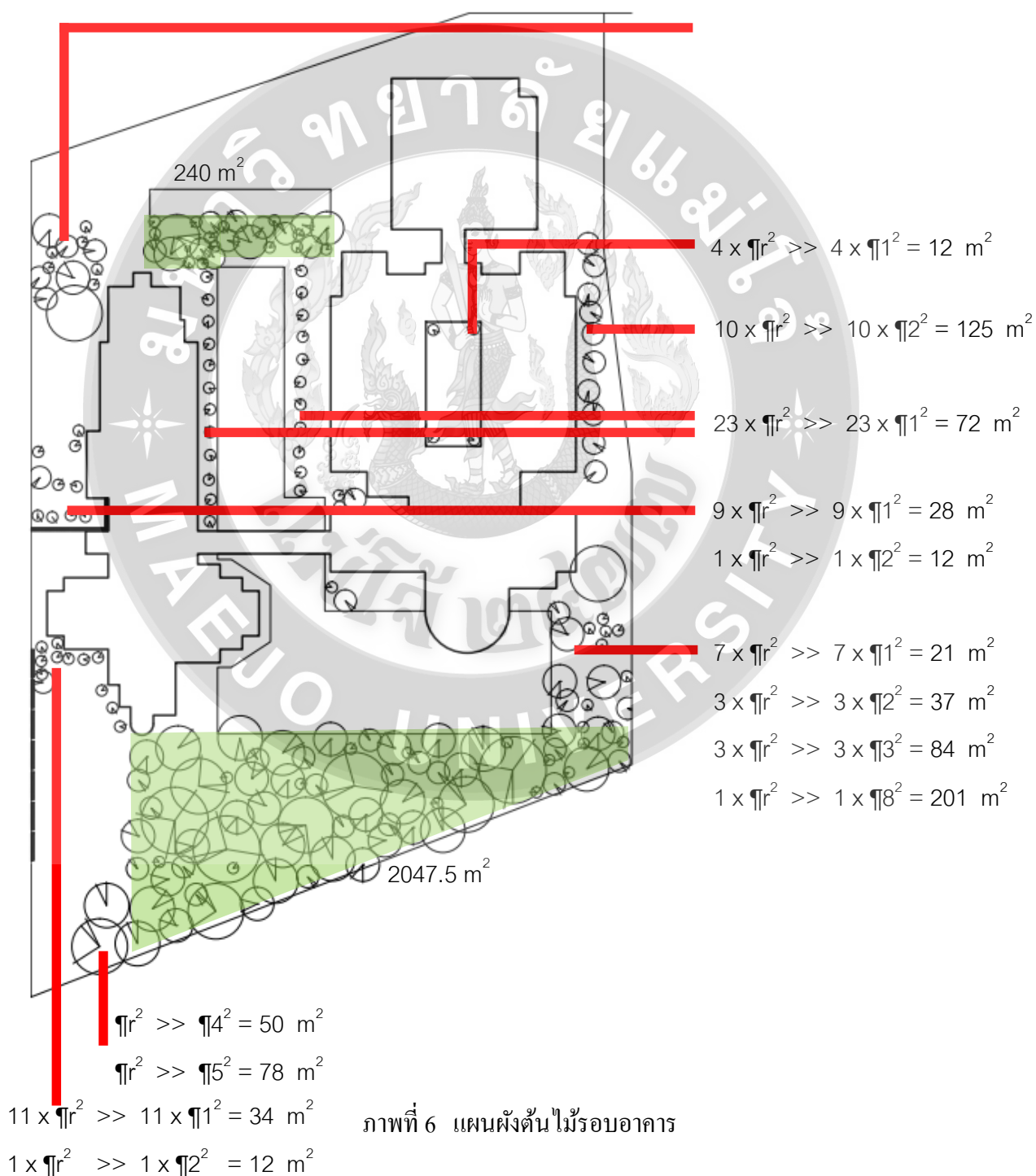


ภาพที่ 5 ที่จอดรถจักรยาน

4. มีการปกป้องระบบนิเวศ

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีผังแยกส่วนประกอบของพื้นที่บริเวณอาคารและมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 25% กรณีไม่รวมพื้นที่อาคาร หรืออย่างน้อย 5% ในกรณีคิดรวมพื้นที่อาคาร คิดเฉพาะต้นไม้ใหญ่ที่ให้ร่มเงาเท่านั้น ไม่รวมสนามหญ้า

จากการสำรวจพบว่าไม่มีผังแยกส่วนประกอบของพื้นที่บริเวณอาคาร ติดไว้ในอาคาร หรือบอกตำแหน่งเลข สำหรับพื้นที่สีเขียวสามารถคำนวณจากรัศมีของต้นไม้ได้ดังนี้ (ภาพที่ 26)



คำนวณในกรณีที่อาคารต้องมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 5% กรณีรวมพื้นที่อาคาร

พื้นที่ทั้งหมด 14210 ตารางเมตร

พื้นที่สีเขียว 3378.5 ตารางเมตร

$$\text{คิดเป็น\%} = \frac{3378.5 \times 100}{14210} = 23.78\%$$

5. มีการควบคุมปริมาณน้ำฝน

ประเด็นในหัวข้อนี้ก็ต้องมีมีแผนการจัดการน้ำอย่างน้อย 15% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี (คิด 24 ชั่วโมง) ได้แก่ แผนการระบายน้ำ การกักเก็บน้ำไว้ใช้ การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ใช้ในส่วน landscape หอ้งน้ำ หรือการทำความสะอาด และการป้องกันการสึกกร่อนจากน้ำฝน

ตารางที่ 2 ปริมาณที่อำเภอสันทรายน้ำฝน ปีพ.ศ.2554

รวม	70.7	185.7	177.6	185.4	335.7	176.8	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	1131.9	มม.
เฉลี่ย	2.4	6.0	5.9	6.0	10.8	5.9	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	3.7	มม./วัน
วัน	4	9	9	4	15	8	-	0	0	0	0	-	49	วัน

ตารางที่ 3 ปริมาณที่อำเภอสันทรายน้ำฝน ปีพ.ศ.2555

รวม	15.9	102.4	22.0	76.2	125.9	145.3	32.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	520.3	มม.
เฉลี่ย	0.5	3.3	0.7	2.5	4.1	4.8	1.1	0.0	0.0	#####	#####	#####	#DIV/0!	มม./วัน
วัน	2	5	2	5	8	10	2	0	0	0	0	0	34	วัน

ที่มา: สถานี 07042 อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่จากสถานี 07042 อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ (ตารางที่ 2-3)

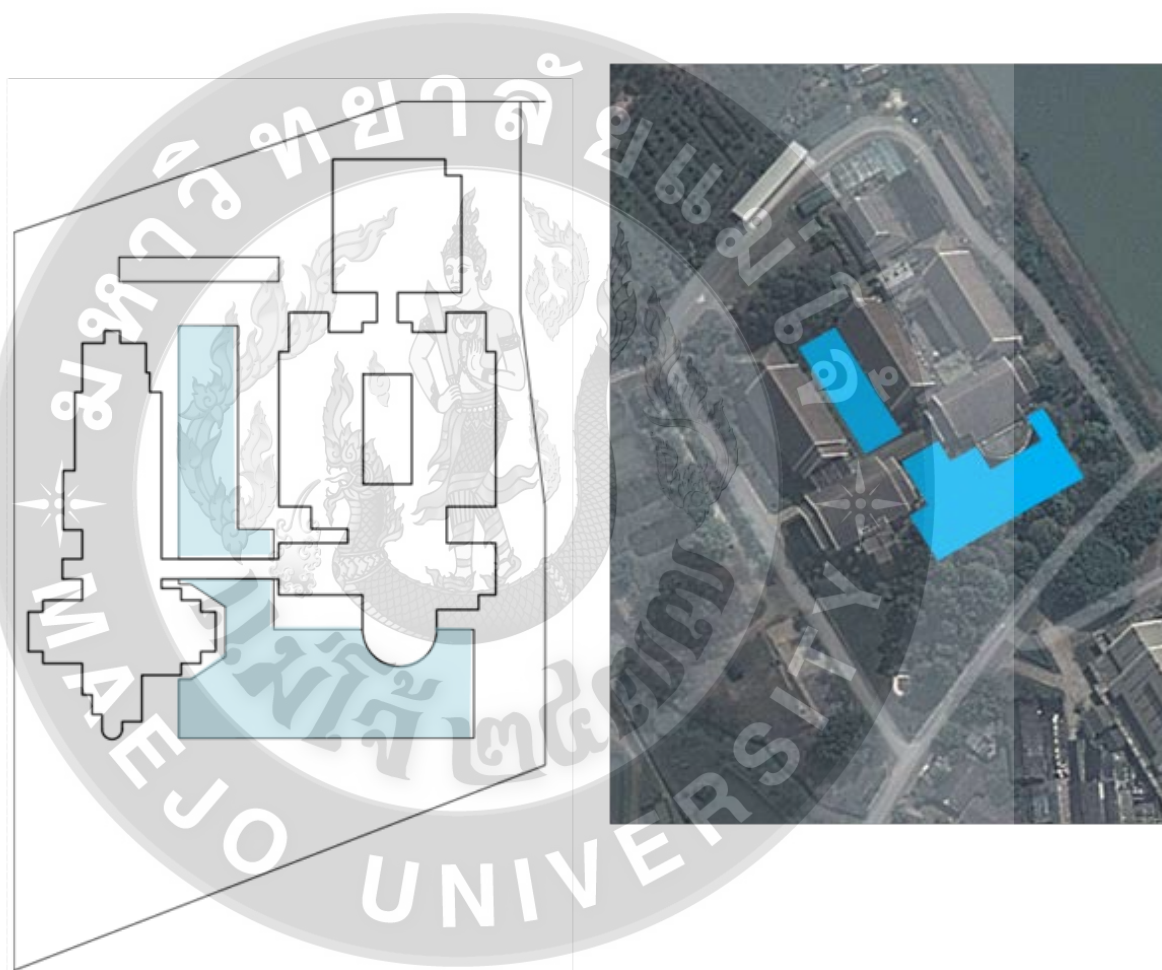
$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปี (คิด 24 ชั่วโมง)} &= (1131.9 + 520.3) / 2 \\ &= 826.1 \text{ มิลลิเมตร} \\ &= 0.8231 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

$$\text{พื้นที่อาคาร(1ชั้น)} = 4310 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย} \quad 0.8231 \times 4310 = 3547.561 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

จากการสำรวจพบว่าคณะประมงมีสระน้ำขนาด 1900 ตารางเมตร ลึกประมาณ 1 เมตร (ภาพที่ 7-8) ซึ่งหมายถึงสระน้ำสามารถกักเก็บน้ำได้ $1900 \times 1 = 1900$ ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 53.55 % สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\frac{1900 \times 100}{3547.561} = 53.55\%$$



ภาพที่ 7 แผนที่สระน้ำบริเวณอาคาร



ภาพที่ 8 สระน้ำบริเวณอาคาร

สำหรับพื้นที่และเส้นทางระบายน้ำ หรือใช้การแทรกซึมน้ำพบว่าบริเวณรอบๆ ของตัวอาคารทั้งหมด จะมีทางระบายน้ำที่รองรับน้ำฝนที่ไหลลงมาจากหลังคา แล้วไหลไปรวมกันที่สระน้ำกลางอาคาร เพื่อพักน้ำก่อนส่งไปบำบัดที่โรงบำบัดน้ำเสียของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อปล่อยลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ แต่ไม่มีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (ภาพที่ 9)



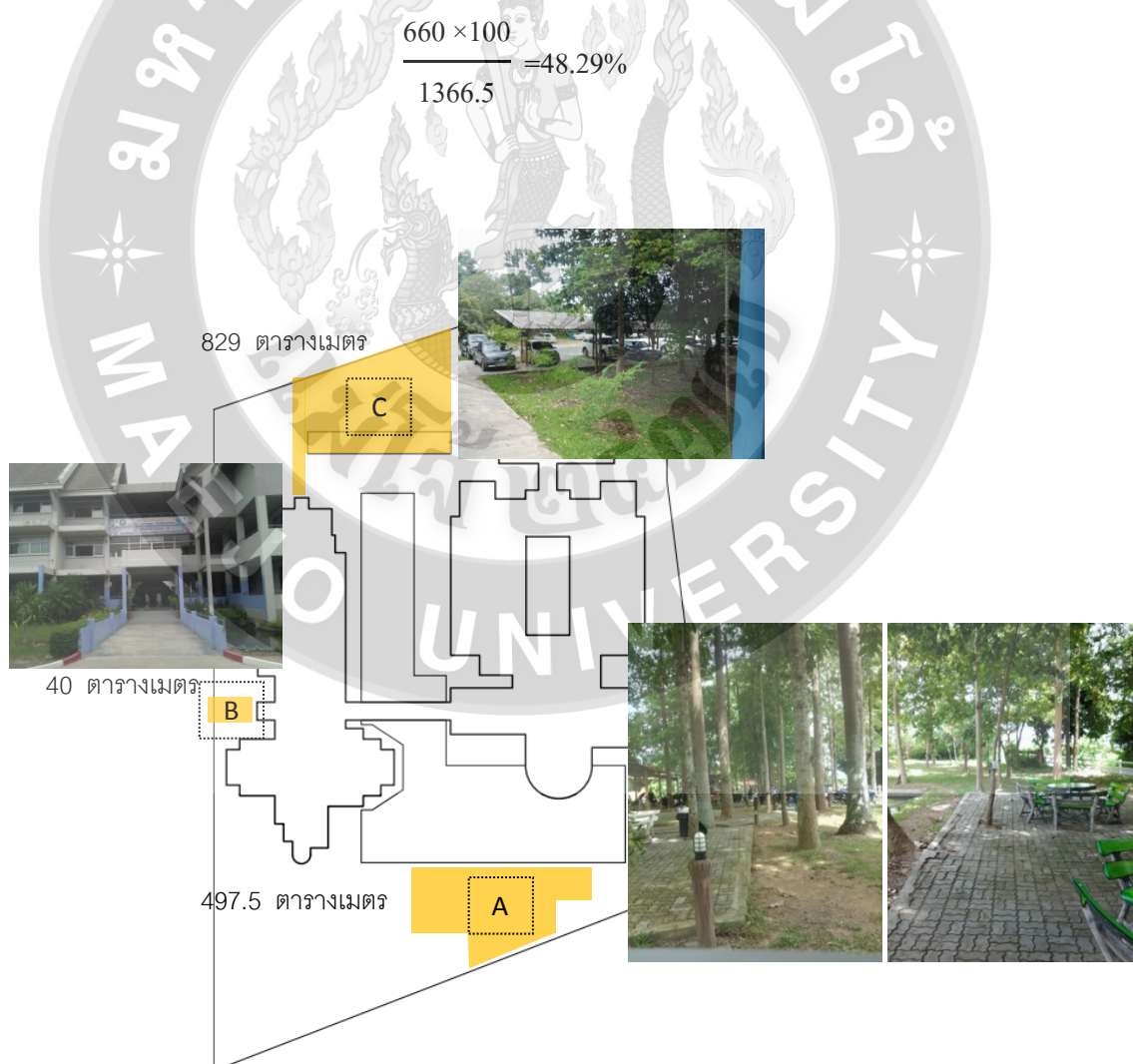
ภาพที่ 9 ทางระบายน้ำบริเวณอาคาร

6. มีการลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้แยกเป็น 2 ประเด็นหลักได้แก่

6.1 การลดความร้อนจากพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุม ได้แก่ คาดฟ้า ถนน ทางเดิน ที่จอดรถ สนามแข่งต่างๆ อย่างน้อย 50% ของพื้นที่มีหลังคาคลุมนั้น โดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การใช้เงาจาก ต้นไม้ การใช้หลังคาที่มี SRI มากกว่า 29 คลุมพื้นที่ การใช้แผงโซลาร์เซลล์ หรือการจัดสวนคลุม พื้นที่ หรือ หลายวิธีรวมกัน

จากการสำรวจพบว่าพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุมมีทั้งสิ้น 1366.5 ตารางเมตร (ภาพที่ 10) ใช้เงาจากต้นไม้ทั้งสิ้น 497.5 ตารางเมตร สร้างหลังคาที่มี SRI ประมาณ 32 (ภาพที่ 11) คลุมพื้นที่ 162.5 ตารางเมตร นอกนั้นไม่มีการใช้วิธีใดๆเพื่อลดความร้อนจากพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุม จึงรวมพื้นที่ที่ลดความร้อนเท่ากับ 660 ตารางเมตร ($497.5 + 162.5$) คิดเป็น 48.29% ซึ่งน้อยกว่าค่าที่กำหนด (50%)

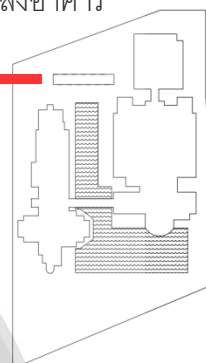


ภาพที่ 10 แผนผังพื้นที่ไม่มีหลังคาคลุม



หลังคาที่จัดรดด้านหลังอาคาร

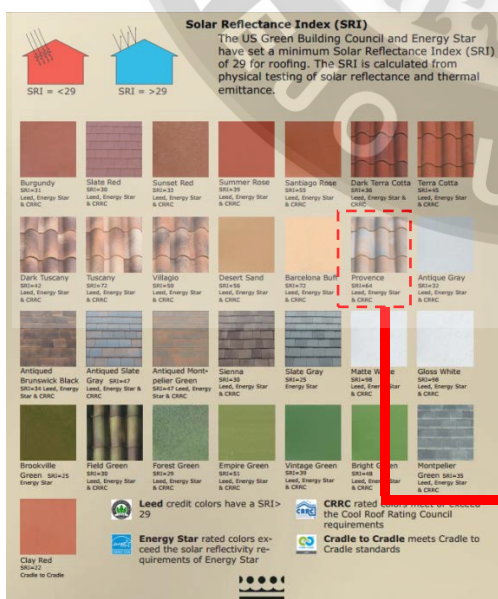
หลังคาสีเทา SRI 32



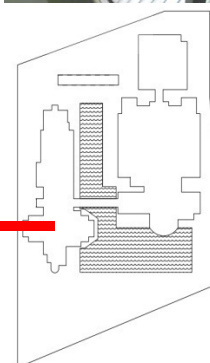
ภาพที่ 11 การประมาณค่า SRI ของหลังคาสีเทาที่ใช้ในงานวิจัยนี้

6.2 มีการลดความร้อนจากพื้นที่หลังคาโดยพิจารณาจากพื้นที่ 75% ของหลังคาทั้งหมด ต้องมุงด้วยวัสดุที่มีค่า SRI มากกว่า 29 หรือจัดพื้นที่หลังคา 50% เป็นสวน หรือทำทั้ง 2 อย่างข้างต้น โดยพื้นที่ข้อ 1/0.75 + พื้นที่ข้อ 2/0.5 ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่หลังคาทั้งหมด

จากการสำรวจพบว่าคณะประมงมีพื้นที่หลังคาทั้งหมด 4310 ตารางเมตร มีพื้นที่หลังคาที่คลุมด้วยวัสดุที่มีค่า SRI 64 (ภาพที่ 12) ทั้งหมด



หลังคาสีน้ำตาลมี SRI 64



ภาพที่ 12 การประมาณค่า SRI ของหลังคาสีน้ำตาลที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการประเมินด้านการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

1. มีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐาน

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารที่สร้างหลังปี พ.ศ. 2547 ต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 20% และอาคารที่สร้างก่อนปี พ.ศ.2547 ต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 60% สำหรับอาคารตัวอย่างคืออาคารคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำเป็นอาคารที่สร้างขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2535 จึงต้องมีการใช้น้ำลดลงจากค่ามาตรฐานอย่างน้อย 60% สำหรับค่ามาตรฐานการใช้น้ำของอาคารที่ทำการ 8 ชั่วโมงแยกตามประเภทอาคารดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่ามาตรฐานการใช้น้ำในอาคารแยกตามประเภทอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่ามาตรฐานการใช้น้ำ	หน่วย
สำนักงาน	75	ลิตร/คน/วัน
อาคารเรียน	50	ลิตร/คน/วัน
ห้องปฏิบัติการ	40	ลิตร/จุด/วัน

อาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ ประกอบด้วยอาคารเรียน อาคารสำนักงาน อาคารปฏิบัติการ และส่วนแสดงปลา ได้แก่ สถานแสดงพรรณปลาทางภาคเหนือ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติทางน้ำแม่โจ้ รวมปริมาณน้ำที่ใช้ตามมาตรฐานของอาคารนี้เท่ากับ 3,472,500 ลิตร/เดือน โดยสามารถแยกการคำนวณค่ามาตรฐานการใช้น้ำของอาคารโดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำดังตารางที่ 5 ได้ดังนี้

1. ค่ามาตรฐานของน้ำของส่วนสำนักงาน

จำนวนบุคลากร	42	คน
การใช้น้ำมาตรฐาน	75	ลิตร/คน/วัน
มาตรฐานการใช้น้ำ	94,500	ลิตร/เดือน

2. ค่ามาตรฐานของน้ำของอาคารเรียน

จำนวนนักศึกษา	588	คน
การใช้น้ำมาตรฐาน	50	ลิตร/คน/วัน
มาตรฐานการใช้น้ำ	882,000	ลิตร/เดือน

3. ห้องปฏิบัติการ

จำนวนห้อง	8	ห้อง
จำนวนก๊อกน้ำ	20	จุด/ห้อง
รวม	160	จุด
การใช้น้ำมาตรฐาน	40	ลิตร/จุด/วัน
มาตรฐานการใช้น้ำ	192,000	ลิตร / เดือน

ตารางที่ 5 ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของอาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ พ.ศ. 2555

เดือน	จำนวนหน่วย ที่ใช้	น้ำ 1 หน่วย = 1000 ลิตร	เดือน	จำนวนหน่วย ที่ใช้	น้ำ 1 หน่วย = 1000 ลิตร
มกราคม	3334	3,334,000	กรกฎาคม	3265	3,265,000
	1271	1,271,000		1949	1,949,000
		4,605,000			5,214,000
กุมภาพันธ์	2380	2,380,000	สิงหาคม	2403	2,403,000
	1416	1,416,000		1865	1,865,000
		3,796,000			4,268,000
มีนาคม	3424	3,424,000	กันยายน	3426	3,426,000
	1523	1,523,000		1459	1,459,000
		4,947,000			4,885,000
เมษายน	2743	2,743,000	ตุลาคม	2841	2,841,000
	1289	1,289,000		1550	1,550,000
		4,032,000			4,391,000
พฤษภาคม	3689	3,689,000	พฤศจิกายน	2702	2,702,000
	1411	1,411,000		1551	1,551,000
		5,100,000			4,253,000
มิถุนายน	2594	2,594,000	ธันวาคม	2369	2,369,000
	1930	1,930,000		2169	2,169,000
		4,524,000			4,538,000

4. ส่วนแสดงปลา ประกอบด้วย

4.1 โคมแสดงพันธุ์ปลา ขนาด 1,000 ลบม. เฉลี่ย 1 เดือนมีการเปลี่ยนน้ำ 2 ครั้ง

ประมาณมาตรฐานการใช้น้ำ 1,000,000 ลิตร/ครั้ง

ประมาณมาตรฐานการใช้น้ำ 2,000,000 ลิตร/เดือน

4.2 บ่อน้ำ ขนาด 4 ลบม. จำนวน 38 บ่อ เฉลี่ย 1 เดือนมีการเปลี่ยนน้ำ 2 ครั้ง

ประมาณการมาตรฐานการใช้น้ำ 4,000 ลิตร/บ่อ

ประมาณมาตรฐานการใช้น้ำ 8,000 ลิตร/เดือน

ประมาณการมาตรฐานการใช้น้ำ 304,000 ลิตร/เดือน

ทั้งนี้จะต้องมีปริมาณการใช้น้ำที่ลดลงจากค่ามาตรฐาน 60% โดยคำนวณจากค่ามาตรฐานการใช้น้ำที่คำนวณไว้ข้างต้นจำนวน 3,472,500 ลิตร/เดือน นั่นคือจะต้องมีปริมาณการใช้น้ำจริงของอาคารเท่ากับ $3,472,500 \times 40\% = 1,389,000$ ลิตร/เดือน แต่เมื่อนำข้อมูลหน่วยการใช้น้ำจริงที่ได้จากกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังตารางที่ 2 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้น้ำจริงภายในอาคารต่อเดือนได้ 4,540,083 ลิตร/เดือน ($54,481,000 \div 12$) ฉะนั้นจึงไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาในข้อนี้

2. มีการตรวจวัดการใช้น้ำ

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารต้องมีการติดตั้งมิเตอร์น้ำใช้หลักและ มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยอย่างน้อย 80% ของระบบน้ำที่ใช้กับงาน landscape และระบบน้ำที่ใช้ภายในอาคารและมีการจดบันทึกการใช้น้ำในทุกมิเตอร์ทั้งรายเดือนและรายปี

จากการสำรวจพบว่าอาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มีมิเตอร์วัดน้ำทั้งสิ้น 2 ตัว (ภาพที่ 13-14) สำหรับแบ่งส่วน อาคารเรียน-สำนักงาน และอาคารปฏิบัติการ-ส่วนแสดงพันธุ์ปลา ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำภายในอาคารและนอกอาคารและไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยใดๆ ฉะนั้นจึงมีการจดบันทึกปริมาณการใช้น้ำเป็นระบบภาพรวมของอาคารเท่านั้น ไม่มีการบันทึกปริมาณการใช้น้ำแบบแยกส่วนย่อยระบบน้ำที่ใช้กับงาน landscape และระบบน้ำที่ใช้ภายในอาคาร



ภาพที่ 13 มิเตอร์วัดน้ำตัวที่ 1



ภาพที่ 14 มิเตอร์วัดน้ำตัวที่ 2

3. มีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัdnน้ำในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้กำหนดให้อาคารต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัdnน้ำ เช่น สุขภัณฑ์ ชักโครก โถปัสสาวะ ฝักบัว ก๊อกน้ำ หรือระบบประหยัdnน้ำอื่นๆ

จากการสำรวจพบว่าสุขภัณฑ์ ชักโครก โถปัสสาวะ ก๊อกน้ำทั้งหมดในอาคารเป็นระบบเก่าที่ใช้มาตั้งแต่ พ.ศ.2535 และไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัdnน้ำใดๆ ในอาคาร (ภาพที่ 15-16)



ภาพที่ 15 ชักโครกในห้องน้ำ



ภาพที่ 16 อ่างล้างมือในห้องน้ำ

3. มีการใช้น้ำฝน น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือน้ำที่ใช้แล้วมาใช้สำหรับงานพื้นที่สีเขียว

จากการสำรวจพบว่าไม่มีการใช้น้ำฝน น้ำที่ใช้แล้วนำกลับมา reuse recycle หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ในการภูมิทัศน์ (landscape)

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการประเมินด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

1. มีรายละเอียดระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีแบบแสดงตำแหน่งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร ตารางการใช้อาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้า การปรับใช้พลังงานในฤดูและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน แผนการป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์และตารางการซ่อมบำรุงที่มีผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ได้รับการรับรอง

ผลการสำรวจพบว่ามีแบบแสดงตำแหน่งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคาร และมีตารางการใช้อาคารเป็นตารางการใช้ห้องเรียนภายในอาคาร แต่ไม่มีตารางการดูแลซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เป็นเอกสารจะซ่อมบำรุงเมื่ออุปกรณ์เสีย ไม่มีแผนการปรับใช้พลังงานในฤดูและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีแผนการป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์เป็นเอกสาร และตารางการซ่อมบำรุงแต่มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่มีการปฏิบัติจริง คือ การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ โดยจะมีการล้างเครื่องปรับอากาศปีละ 1 ครั้ง โดยการจ้างบริษัทภายนอก

2. มีการใช้พลังงานขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน

ประเด็นนี้กำหนดให้ปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปตามมาตรฐานการใช้พลังงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ใช้มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2552 ที่กำหนดเกณฑ์การใช้พลังงานสำหรับสถานศึกษาไว้ดังนี้

ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง (OTTV)	ต้องน้อยกว่า 50 W/m^2
ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (RTTV)	ต้องน้อยกว่า 15 W/m^2
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอุปกรณ์ไฟฟ้า (LPD)	ต้องน้อยกว่า 14 W/m^2
ค่าสัมประสิทธิ์ขึ้นต่ำและค่าสัมประสิทธิ์การให้ความเย็น (EER / COP)	

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BEC ช่วยในการคำนวณ (ดังรายละเอียดในบทที่ 3) ซึ่งจากการคำนวณพบว่าอาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มีค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง 19.85 W/m^2 ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา 13.24 W/m^2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร 3.49 W/m^2 และค่าสัมประสิทธิ์การให้ความเย็น 1998.04 ดังภาพที่ 17-19 ซึ่งทุกค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจึงสรุปได้ว่า อาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มีการใช้พลังงานขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน

Table: OTTV/RTTV Report				
OTTV (A/C Zones)	10.15	W/m ²	Building OTTV Status	Passed
Code OTTV	50.00	W/m ²		
OTTV (All Zones)	19.85	W/m ²	Building RTTV Status	Passed
RTTV (A/C Zones)	13.24	W/m ²		
Code RTTV	15.00	W/m ²		

ภาพที่ 17 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป BEC แสดงค่า OTTV และ RTTV

Table: Lighting System Performance				
Total Power	1,400.00	Watts	Lighting System Status	Passed
Total Building Area	401.00	m ²		
Power Density	3.49	W/m ²		
Compliance	14.00	W/m ²		

ภาพที่ 18 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป BEC แสดงค่า LPD

Table: DX Air-Conditioning Unit Report						
	A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption	Performance	Status
▶ 1	C-25000	Split Type	23,390.00 kBTu/h (6,853.27 kWh)	3.43 kW	1.998.04 COP	Passed

ภาพที่ 19 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป BEC แสดงค่า COP

3. มีการจัดการระบบทำความเย็น

ประเด็นนี้กำหนดให้อาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ไม่เกิน 3 ปี ต้องใช้สารทำความเย็นที่มี CFC น้อยกว่า 0.3 kg ปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นที่มีอยู่แล้วเพื่อลดการใช้ CFC และมีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น

จากการสำรวจพบว่าเครื่องปรับอากาศในอาคารมีทั้งหมด 74 เครื่อง ติดตั้งตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2553 จำนวน 68 เครื่อง และติดตั้งหลัง พ.ศ. 2553 จำนวน 6 เครื่อง สำหรับเครื่องปรับอากาศเก่าซึ่งยังคงมีการใช้สาร CFC ในการทำความเย็นอยู่ไม่มีการปรับปรุงอุปกรณ์ทำความเย็นเดิมเพื่อลดการใช้ CFC และไม่มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็น สำหรับ

เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่พบว่ายังคงมีการใช้สาร CFC มากกว่ากว่า 0.3 kg และไม่มีแผนลดการรั่วไหลของสารทำความเย็นเช่นกัน

4. มีการใช้พลังงานตามหลักเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ในประเด็นนี้ได้กำหนดให้อาคารมีการใช้พลังงานลดลงอย่างน้อย 71% จากค่ามาตรฐาน หมายถึงอาคารสำนักงานต้องมีการใช้พลังงานน้อยกว่า $28.6 \text{ kWh/m}^2\text{-y}$ และอาคารเรียนต้องมีการใช้พลังงานน้อยกว่า $22.9 \text{ kWh/m}^2\text{-y}$ จากการคำนวณพบว่าอาคารคณะเทคโนโลยีการประมงฯ มีค่าการใช้ไฟฟ้าลดลงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและยังไม่ถึง 71% ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนด

พื้นที่ใช้สอยอาคาร	= 8,800	ตารางเมตร
ค่ามาตรฐานการใช้ไฟฟ้า ที่ลดลงอย่างน้อย 71%	= $8,800 \times 25.75$	
	= 226,600	kWh/ปี
ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงเฉลี่ยต่อปีของอาคาร	= 217,920	kWh/ปี

5. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ประเด็นในหัวข้อนี้แยกเป็น 3 ประเด็นได้แก่

5.1 มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยจัดทำเอกสารการตรวจสอบตามแผนและตารางที่กำหนดใน P1 โดยแยกส่วนการตรวจสอบเป็น อุปกรณ์ไฟฟ้า แสงสว่างและระบบปรับอากาศ รวมทั้งมีการระบุปัญหาการใช้พลังงาน การสอบถามภาวะความสบายของผู้อาศัยในอาคาร และแนวทางการแก้ปัญหา ระบุประเด็นที่ต้องการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ความคุ้มค่า (ค่าใช้จ่าย และการประหยัดพลังงานที่ได้รับ)

ผลจากการสัมภาษณ์พบว่าไม่มีเอกสารการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และตารางการซ่อมบำรุงไฟฟ้า จะซ่อมก็ต่อเมื่อ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย แต่มีการบันทึกรายละเอียดการใช้พลังงานแยกเป็นระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ไม่มีการจัดทำแบบสอบถามความสบายของผู้ใช้งานในอาคาร (ตารางที่ 6 และ 7)

ตารางที่ 6 การบันทึกรายละเอียดระบบแสงสว่างในอาคาร

ลำดับ	อาคารย่อย/ส่วนงาน	ชนิด	ขนาด	จำนวน	หลอด	การ	โคม	ชนิด	จำนวน	ชนิด	กำลังไฟที่หลอด	กำลังไฟที่โคม	กำลังไฟรวม	เปิดใช้งาน	เปิดใช้งาน	Factor	พลังงานไฟฟ้า
				หลอด	ต่อโคม	ติดตั้ง	Reflect	ฝาครอบ	(โคม)	บัลลาสต์	(วัตต์)	(วัตต์)	(วัตต์)	(ชม./วัน)	(วัน/ปี)	เปิดใช้งาน	(kWh/ปี)
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ																	
107	อาคารเทคโนโลยีการประมง	FL	36	116	2:1	R60	/	หน้าตะแกรง	58	Electronic	4,176.00	290.00	4,466.00	8	250	0.6	5,359.20
		FL	36	292	2:1	R30	/	หน้าตะแกรง	146	ขดลวด	10,512.00	2,920.00	13,432.00	8	250	0.6	16,118.40
		FL	36	88	1:1	R30	x	เปิดโล่ง	88	ขดลวด	3,168.00	880.00	4,048.00	8	250	0.6	4,857.60
		FL	36	87	1:1	S30	/	หน้าตะแกรง	87	Electronic	3,132.00	217.50	3,349.50	8	250	0.6	4,019.40
		FL	36	24	1:1	S	x	เปิดโล่ง	24	ขดลวด	864.00	240.00	1,104.00	8	250	0.6	1,324.80
		FL	36	13	1:1	W	x	เปิดโล่ง	13	ขดลวด	468.00	130.00	598.00	8	250	0.6	717.60
		FL	32	1	1:1	S	x	เปิดโล่ง	1	ขดลวด	32.00	10.00	42.00	8	250	0.6	50.40
		FL	18	6	2:1	R60	/	หน้าตะแกรง	3	Electronic	108.00	15.00	123.00	8	250	0.6	147.60
		FL	18	20	2:1	S30	x	เปิดโล่ง	10	ขดลวด	360.00	200.00	560.00	8	250	0.6	672.00
		FL	18	3	1:1	W	x	เปิดโล่ง	3	ขดลวด	54.00	30.00	84.00	8	250	0.6	100.80
		PLC	20	164	1:1	R	x	เปิดโล่ง	164	-	3,280.00	-	3,280.00	8	250	0.6	3,936.00
		PLC	18	17	1:1	R	x	เปิดโล่ง	17	-	306.00	-	306.00	8	250	0.6	367.20

ตารางที่ 7 การบันทึกรายละเอียดระบบปรับอากาศ

ลำดับ	ชื่อห้อง	หมายเลข	ผู้ผลิต	ชนิด	ขนาด	Load	Volt	Ir	Is	It	PF	น้ำยา-AR	ผลการตรวจเช็ค	Source of power	วันที่เข้า	ท.ค. ที่ติดตั้ง	ชนิด	อายุการใช้งาน	เปิดใช้งาน	ถัง AIR
					(Btu)	(kW)	(V)	(A)	(A)	(A)		(PS)	ปกติ	ไม่ปกติ	ตรวจเช็ค	เครื่องปรับอากาศ		(ปี)	(ชม./วัน)	ราคา/ตัน
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ																				
อาคารเทคโนโลยีการประมง ชั้น 1																				
1	เลขานุการภาค	802	York	Split type	35,000	2.29	220	13.00			0.80		/		26 มี.ค. 56	2541	Split type	15	8	1,800
	เลขานุการภาค	803	York	Split type	35,000	2.46	220	14.00			0.80	56	/		26 มี.ค. 56	2541	Split type	15	8	1,800
2	ประชุมเล็ก	804	York	Split type	36,000	1.85	220	10.50			0.80	66	/		26 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800
	ประชุมเล็ก	805	York	Split type	36,000	2.46	220	14.00			0.80		/		26 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800
3	FT1111	806	Secon sea	Split type	33,000	2.60	220	14.80			0.80	62	/		26 มี.ค. 56	2537	Split type	19	5	1,800
4	คอมพิวเตอร์	807	Secon sea	Split type	33,000	2.64	220	15.00			0.80	72	/		26 มี.ค. 56	2537	Split type	19	5	1,800
5	รองคณบดีฝ่ายวิชาการ	808	Secon sea	Split type	33,000	2.46	220	14.00			0.80	60	/		26 มี.ค. 56	2537	Split type	19	5	1,800
6	FT1108	809	Secon sea	Split type	33,000	2.20	220	12.50			0.80	56	/		26 มี.ค. 56	2537	Split type	19	5	1,800
7	หัวหน้าสำนักงานคอมพิวเตอร์	810	Trane	Split type	18,000	1.06	220	6.00			0.80	72	/		27 มี.ค. 56	2552	Split type	4	5	1,200
8	ประชุมกลาง	811	York	Split type	36,000	2.29	220	13.00			0.80	70	/		27 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800
	ประชุมกลาง	812	York	Split type	36,000	2.20	220	12.50			0.80	60	/		27 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800
	ประชุมกลาง	813	York	Split type	36,000	2.20	220	12.50			0.80	52	/		27 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800
	ประชุมกลาง	814	York	Split type	36,000	2.20	220	12.50			0.80	70	/		27 มี.ค. 56	2541	Split type	15	5	1,800

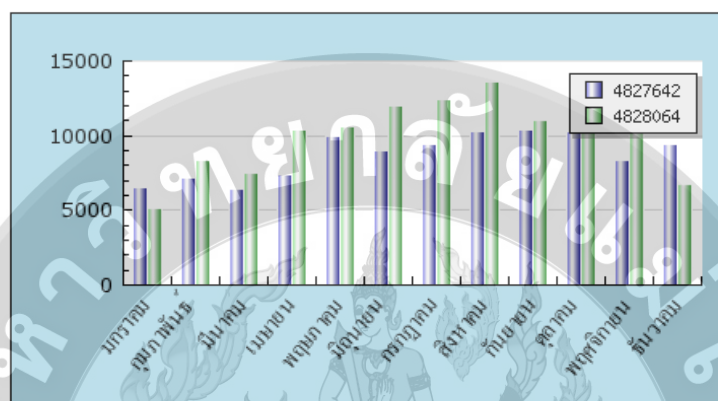
5.2 มีการปรับปรุงและมีการอบรมเจ้าหน้าที่ด้านพลังงานในการดำเนินงานตามแนวทางตามแนวทางในข้อ 5.1 และมีการตรวจสอบติดตามผล และนำไปใช้ในการปรับแผนและตารางการใช้งานและการซ่อมบำรุงในข้อ 1 ใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางที่ปรับปรุง

เนื่องจากไม่มีการสอบถามความสบายของผู้ใช้งานในอาคาร จึงไม่มีการระบุประเด็นที่ต้องการแก้ปัญหาเพื่อนำมาปฏิบัติ มีการบันทึกผลการใช้พลังงาน แต่บันทึกผลแค่อาคารเทคโนโลยีการประมงอาคารเดียว ซึ่งตารางด้านบนเป็นการบันทึกผลของมหาวิทยาลัย แต่ทางคณะยังไม่มีการตรวจสอบติดตามผล เพื่อดูค่าใช้จ่ายและความคุ้มค่าของการใช้พลังงานมีเพียงตารางสถิติการใช้ไฟฟ้าที่ทำโดยมหาวิทยาลัยเท่านั้น (ภาพที่ 20) ไม่มีแผนและตารางการใช้งานและการซ่อมบำรุง

ในข้อ 1 และไม่มีแนวทางการปรับปรุง จึงยังไม่มี การปรับแผนและตารางการใช้งานและการซ่อมบำรุงใหม่

อาคารเทคโนโลยีการประมง ประจำปี 2555

2555



เดือน	ปริมาณการใช้งาน (หน่วย)	
	มิเตอร์หมายเลข 4827642	มิเตอร์หมายเลข 4828064
มกราคม	6560	5120
กุมภาพันธ์	7200	8320
มีนาคม	6400	7520
เมษายน	7360	10400
พฤษภาคม	9920	10560
มิถุนายน	8960	12000
กรกฎาคม	9440	12480
สิงหาคม	10240	13600
กันยายน	10400	11040
ตุลาคม	10240	10560
พฤศจิกายน	8320	10880
ธันวาคม	9440	6720

ภาพที่ 20 ตัวอย่างข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าของคณะเทคโนโลยีการประมงฯ

5.3 มีการดำเนินการด้านการปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง โดยมีโครงการประกอบด้วยแผนการดำเนินงานระยะเวลา 2 ปี มีวิธีการตรวจสอบติดตามผล การประเมินผล ฯลฯ หรือหากเป็นโครงการที่ดำเนินการอยู่ต้องมียุทธศาสตร์การดำเนินการอย่างน้อย 50% ในปีแรกและต้องสำเร็จตามแผนใน 2 ปีหรือหากเป็นโครงการที่ทำเสร็จสิ้นแล้ว ต้องมีเอกสารรายงานผลการดำเนินงานที่ผ่านมาและมีการปรับปรุงแผนงานหรือระบบ หรือสร้างโครงการใหม่อีก

จากการสัมภาษณ์พบว่ามิโครงการจากมหาวิทยาลัย คือโครงการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาเป็นหลอดประหยัดไฟ T5 ที่สามารถประหยัดพลังงานได้ 40-50% แต่ไม่มีแผนการดำเนินการที่กำหนดระยะเวลาที่ชัดเจนออกมา เพราะหลอดไฟที่นำมาติดตั้งใหม่นั้นเป็นหลอดไฟที่ได้รับบริจาคจากศิษย์เก่ามาให้มหาวิทยาลัยฯ จึงไม่มีระยะเวลาดำหนดแน่นอนว่ามีระยะเวลาโครงการกี่ปี เมื่อมีหลอดไฟเมื่อไหร่จึงแบ่งมาติดตั้งในอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยฯ

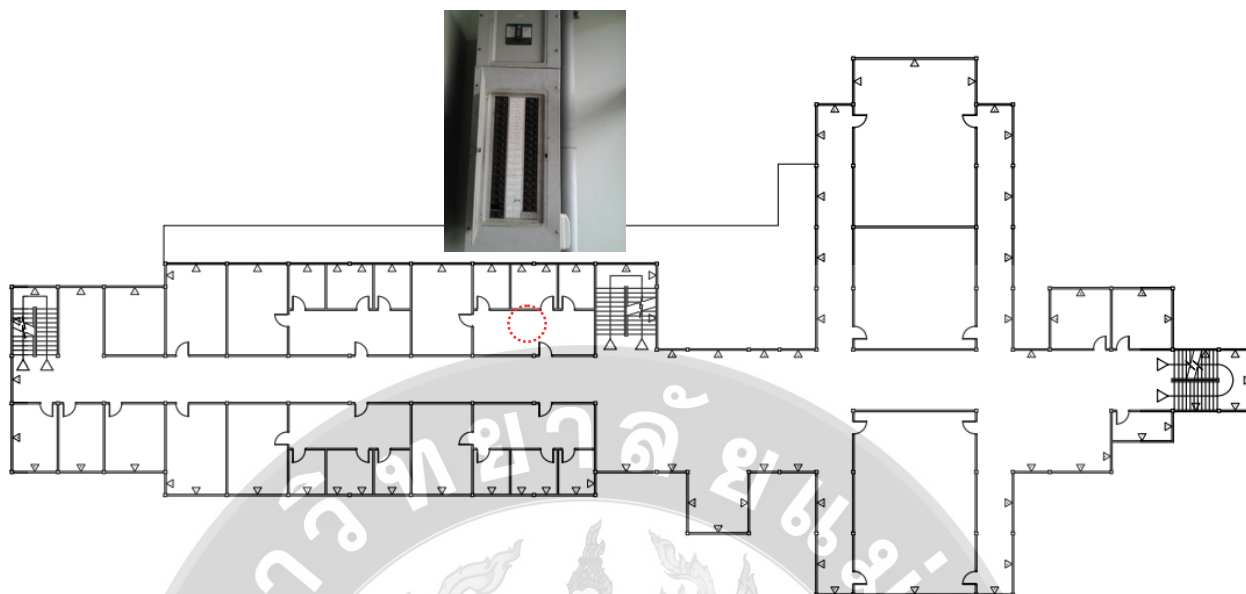
6. การตรวจสอบระบบการใช้พลังงาน

6.1 มีการติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจสอบระบบในอาคาร โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยควบคุมการใช้พลังงานความร้อน ความเย็น ระบบระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง พร้อมทั้งมีเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและมีการตรวจสอบความคุ้มค่า

จากการตรวจสอบพบว่าไม่มีระบบคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยควบคุมการใช้พลังงาน ระบบแสงสว่าง หรือระบบปรับอากาศ ไม่มีการถือคณภูมิ ผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิได้ มีแผนนโยบายรณรงค์การเปิดเครื่องปรับอากาศ 25 องศาเซลเซียส ระบบแสงสว่างและระบบระบายอากาศ (พัดลมดูดอากาศ) ไม่ใช่ระบบอัตโนมัติ มีการเปิด – ปิด ด้วยตัวของผู้ใช้อาคารเอง

6.2 มีการวัดปริมาณการใช้พลังงานในระบบย่อย มีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้พลังงาน แต่ละส่วนย่อยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระดับต่างๆ ครอบคลุม 40% - 80% ของการใช้พลังงานทั้งหมด มีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้พลังงาน แต่ละส่วนย่อยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระดับต่างๆ ต้องครอบคลุมอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูงสุดอย่างน้อย 80 Btu/ปี มีรายงานบันทึกรายละเอียดคุณลักษณะและการใช้พลังงาน มีการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญการใช้พลังงานแต่ละอุปกรณ์มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากการสำรวจพบว่าไม่มีมิเตอร์หลักของอาคาร (ภาพที่ 21) ไม่มีมิเตอร์ย่อยของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร มิเตอร์หลักจะอยู่บริเวณริมบันไดด้านในสุดของอาคารเทคโนโลยีการประมง



ภาพที่ 21 ตำแหน่งมิเตอร์ไฟฟ้า

7. มีการใช้พลังงานทดแทนในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการใช้พลังงานทดแทนในอาคารมากกว่า 0.5% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด

จากการสำรวจพบว่าไม่มีการใช้พลังงานทดแทนใดในอาคาร

8. ไม่ใช้ระบบปรับอากาศพลังงานไฟฟ้า

ประเด็นในหัวข้อนี้คือไม่ใช้ระบบปรับอากาศหรืออุปกรณ์ใดๆ ในการทำความเย็น ความร้อน ระบายอากาศ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของอาคารเป็นพื้นที่เปิดโล่ง แต่ก็ยังมีหลายห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศ เช่น ห้องเรียน ห้องสำนักงาน ห้องประชุม เป็นต้น จึงไม่จัดว่าเป็นอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศในการทำความเย็นได้

9. มีการจัดทำรายงานการลดมลภาวะ

ประเด็นสำคัญคือต้องมีการแยก parameter ที่ใช้ในการลดมลภาวะจากการใช้พลังงาน เช่น CO_2 SO_2 NO_x Hg ฯลฯ และมีรายงานบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและพลังงานทดแทนในอาคาร

โดยใช้กลุ่มบุคคลที่สามารถรับรองผลได้ หรือคอมพิวเตอร์ในการรับรองการคำนวณ พร้อมทั้งมีรายงานสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย ดีขึ้นอย่างไร

จากการสัมภาษณ์พบว่า มีรายงานบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารในแต่ละเดือน สำหรับเรื่องพลังงานทดแทน ยังไม่มีการใช้พลังงานทดแทนในอาคารเนื่องจากไม่มีการสอบถามความสบายของผู้ใช้อาคาร จึงไม่ทราบข้อที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข และรวมถึงไม่มีรายงานสรุปผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยว่าดีขึ้นอย่างไรด้วย



ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการประเมินด้านการใช้วัสดุและทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

1. มีนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการจำแนกกลุ่มวัสดุที่ต้องซื้อ และจำแนกวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับวัสดุในแต่ละกลุ่ม และนำไปกำหนดเป็นนโยบายในการจัดซื้อ

จากการสัมภาษณ์พบว่าทางคณะฯ ไม่มีการแยกกลุ่มวัสดุที่ต้องซื้อ ใช้ซื้อวัสดุที่จะซื้อรวมๆ คือ วัสดุสำนักงานเนื่องจากทางคณะฯ ไม่มีนโยบายในเรื่องของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะฉะนั้น การเลือกซื้อของจึงไม่ได้เฉพาะเจาะจงเลือกสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยส่วนมากแล้วจะเลือกสินค้าที่ราคาถูกมากกว่าสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่ได้มีนโยบายการจัดซื้อ การซื้อวัสดุทางคณะฯ จะซื้อกับร้านที่เชื่อไว้ (ซื้อของมาก่อนแล้วค่อยมาเบิกเงินกับทางคณะฯ ไปจ่าย) ในการซื้อแต่ละครั้งก็จำเป็นจะต้องมีใบเสร็จรับเงินเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานในการเบิกเงินของคณะฯ เพื่อนำเงินไปชำระ

2. มีนโยบายการจัดการของเสีย

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการประเมินปริมาณ (kg) และประเภทของเสียที่เกิดภายในอาคาร และนำมากำหนดนโยบายการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

จากการสัมภาษณ์และสำรวจพบว่าไม่มีการประเมินน้ำหนัก และประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคารของเสียหรือขยะที่เกิดขึ้นในอาคาร วิธีการกำจัดก็จะเก็บใส่ถุงขยะไว้ แล้วกองอาคารและสถานที่ที่จะมาเก็บขยะไปวันละ 1 ครั้ง และนำไปฝังที่บ่อขยะของมหาวิทยาลัยฯ

3. มีการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการซื้อวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารมากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ ได้แก่ เป็นวัสดุที่ผ่านการรับรอง หรือมีแหล่งผลิตไม่เกิน 800 กิโลเมตร

จากการสัมภาษณ์พบว่าทางคณะฯ ไม่มีนโยบายในเรื่องของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะฉะนั้นการเลือกซื้อของจึงไม่ได้เฉพาะเจาะจงเลือกสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยส่วนมากแล้วจะเลือกสินค้าที่ราคาถูกมากกว่าสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่วัสดุสำนักงานที่จำเป็นต้องซื้อ จะซื้อจากร้านค้าในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีระยะทางไม่เกิน 30 กิโลเมตร

4. มีการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลืองอย่างยั่งยืน

ประเด็นในหัวข้อนี้แยกเป็นประเด็นที่เพิ่มจากข้อ 1 อีก 2 ประเด็น

4.1 มีการจัดซื้ออุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า (ยกเว้นหลอดไฟ) ที่มีสัญลักษณ์ Energy Star หรือ Eco Label ต่างๆ มากกว่า 60% ของมูลค่าการซื้อ

จากการสัมภาษณ์พบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่มีการติดตั้งตั้งแต่ปีพ.ศ.2537 ซึ่งในช่วงนั้นยังไม่เน้นเรื่องของการประหยัดพลังงาน

4.2 มีการจัดซื้อเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นวัสดุท้องถิ่น หรือได้รับการรับรองด้านสิ่งแวดล้อม หรือการนำเฟอร์นิเจอร์ภายในหรือภายนอกหน่วยงานกลับมาใช้ 70%

จากการสัมภาษณ์พบว่ามีการย้ายวัสดุภายในหน่วยงาน เช่น ย้ายเครื่องปรับอากาศจากอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีการประมง มาใช้ที่โรงเพาะฟักแต่ไม่มีการนำวัสดุภายในหน่วยงานมาใช้ วัสดุที่นำมาใช้ส่วนมากจะนำมาจากวัสดุภายในหน่วยงานมากกว่า

5. มีการจัดซื้อวัสดุที่ใช้ในการ renovate อาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือในกรณีที่มีการปรับปรุงอาคารซึ่งต้องมีพื้นที่อย่างน้อย 10% ของพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร นั้นมีการคำนึงถึงการปรับปรุงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาจากเอกสารในขั้นตอนการประมูลงาน และการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า 60% ของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง

จากการสำรวจพบว่าคณะฯ ไม่มีการปรับปรุงอาคาร

6. มีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการจัดซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอทอย่างน้อย 90% ของปริมาณหลอดไฟที่มีอยู่

ไม่มีการซื้อหลอดไฟที่ปราศจากสารปรอท โครงการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์มาเป็นหลอดประหยัดไฟ T5 ก็เป็นหลอดไฟที่ทางมหาวิทยาลัยได้รับบริจาคมา ซึ่งยังคงมีสารปรอทอยู่

7. มีการจัดซื้ออาหารเครื่องดื่มที่บริโภคในอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการจัดซื้ออาหารและเครื่องดื่มที่ได้รับการรับรองทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 25% ของมูลค่าอาหารและเครื่องดื่มทั้งหมด หรือ ซื้ออาหารที่มีแหล่งผลิตภายในรัศมีโดยรอบไม่เกิน 160 กิโลเมตร

อาหารเครื่องดื่มส่วนใหญ่ก็เป็นอาหารทั่วไป ซึ่งไม่มีฉลากเขียวรับรองเวลาพักเที่ยง บริเวณที่ไปรับประทานอาหาร โรงอาหารในมหาวิทยาลัย ร้านอาหารหลังมหาวิทยาลัยซึ่งมีระยะทางไม่เกิน 160 กิโลเมตร

8. มีการตรวจสอบแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการเก็บข้อมูลจากรายละเอียดของเสียทั้งปริมาณและชนิดของของเสีย ช่วงเวลา ฯลฯ

ไม่มีการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในอาคาร

9. มีวิธีการกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการกำหนดวิธีการกำจัดของเสียประเภทวัสดุสิ้นเปลืองหรือวัสดุที่มีอายุการใช้งานสั้น เช่น กระดาษ ดับเบิลมิค แก้วพลาสติก กล่องกระดาษ เศษอาหาร โลหะต่างๆที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การจัดทำโครงการลดของเสียโดยผู้ใช้อาคาร อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของของเสียหรือการจัดทำโครงการ recycle reuse โดยใช้ต้นทุนต่ำ อย่างน้อย 50% โดยน้ำหนักของเสีย หรืออื่นๆ นอกเหนือจากนี้

จากการสัมภาษณ์และสำรวจพบว่า ของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานสั้น จะมีการกำจัดแบบขยะทั่วไป คือ เก็บใส่ถุงขยะไว้ แล้งกองอาคารและสถานที่ที่จะมาเก็บวันละ 1 ครั้ง และนำไปฝังที่บ่อขยะของมหาวิทยาลัย

10. มีวิธีการกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการกำหนดวิธีการกำจัดของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวนานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อุปกรณ์สำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ จอคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร ปริ้นเตอร์ สแกนเนอร์ แฟกซ์ ตู้เย็น เครื่องล้างจาน เครื่องทำน้ำเย็น ปลั๊กพ่วง โทรศัพท์ ฯลฯ โดย จัดทำโครงการ recycle reuse อย่างน้อย 75% โดยน้ำหนักของเสีย หรือโครงการในลักษณะอื่น

ของเสียประเภทที่มีอายุการใช้งานยาวถือว่าเป็นทรัพย์สินของราชการ เมื่อมีอุปกรณ์ของสำนักงานเสียหาย อุปกรณ์นั้นๆ จะถูกส่งไปยังกองอาคารและสถานที่ จากนั้นกองอาคารและสถานที่จะแยกชิ้นส่วนก่อนที่จะนำไปขายเป็นของเก่า เนื่องจากป้องกันการนำทรัพย์สินของราชการไปซ่อมแล้วนำไปใช้/ขายต่อ

11. มีวิธีการกำจัดประเภทวัสดุก่อสร้างที่ใช้ปรับปรุงอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในหัวข้อนี้คือต้องมีการกำหนด ได้แก่ อุปกรณ์อาคาร ผนัง ฉนวนกันความร้อน ประตู หน้าต่าง แผ่นสำเร็จ ฝ้าเพดาน พรมหรือวัสดุปูพื้นอื่นๆ กาว วัสดุเคลือบ สี ฯลฯ ไม่รวมเฟอร์นิเจอร์ ลิฟต์ โดยจัดทำโครงการใช้ซ้ำและนำกลับมาใช้ใหม่ หรืออื่นๆ อย่างน้อย 70% โดยน้ำหนักของเสีย จากการสัมภาษณ์พบว่าไม่มีการปรับปรุงอาคารแต่อย่างใดจึงไม่มีของเสีย



ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างการประเมินด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

1. มีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้มาตรฐาน

ประเด็นในหัวข้อนี้คืออาคารต้องมีคุณภาพอากาศภายในอาคารขึ้นต่ำเป็นไปตามมาตรฐาน
ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดใช้เกณฑ์ของ วสท.3010 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คุณภาพอากาศภายในอาคารขึ้นต่ำตามมาตรฐาน วสท.3010

ลักษณะการใช้งาน	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง องศาเซลเซียส	ความชื้นสัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์
เพื่อความสบายโดยทั่วไป ที่พักอาศัย โรงแรม สำนักงาน โรงเรียน	24	55
ร้านค้าและการใช้งานในระยะเวลาลัดสั้น ห้างสรรพสินค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต สถานีขนส่งทางเดิน	25	55
พื้นที่ที่มีอัตราส่วนความร้อนสัมพัทธ์ต่ำ ร้านอาหาร สนามกีฬาในร่ม หอประชุม สถานที่ชุมนุมคน ครั้ว	25	60
หมายเหตุ : กรณีมีการควบคุม Mean Radiant Temperature ของพื้นผิวในพื้นที่ปรับอากาศ หรือความเร็วกระแสลมในพื้นที่ปรับอากาศ ให้นำผลดังกล่าวมาประกอบการพิจารณาการกำหนดสภาวะการออกแบบในอาคารด้วย		

จากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือพบว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และค่าแสง
สว่างภายในอาคาร เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยมีค่าแสงสว่าง

ห้องเรียน 572 LUX > มากกว่าค่ามาตรฐาน

สำนักงาน 423 LUX > มากกว่าค่ามาตรฐาน

ห้องประชุม 417 LUX > มากกว่าค่ามาตรฐาน

โถงทางเดิน 739 LUX > มากกว่าค่ามาตรฐาน

ห้องน้ำ 318 LUX > มากกว่าค่ามาตรฐาน

2. มีการควบคุมควันบุหรี่ภายในอาคาร

ประเด็นในหัวข้อนี้คืออาคารต้องมีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคารอย่างเคร่งครัด และมีการทำเครื่องหมายหรือแสดงสัญลักษณ์เขตห้ามสูบบุหรี่และจัดให้มีพื้นที่สูบบุหรี่ห่างจากประตูทางเข้าอย่างน้อย 25 ฟุต

จากการสำรวจพบว่าอาคารคณะเทคโนโลยีประมงฯ มีกฎหมายห้ามสูบบุหรี่ในอาคาร และมีป้ายสัญลักษณ์แสดงเขตห้ามสูบบุหรี่ทั่วบริเวณในอาคาร และยังมีป้ายรณรงค์การไม่สูบบุหรี่และแสดงเขตพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่ด้วย (ภาพที่ 22) และไม่มีการจัดพื้นที่สูบบุหรี่ เนื่องจากไม่ส่งเสริมการสูบบุหรี่ในบริเวณคณะฯ เลย



ภาพที่ 22 ป้ายแสดงพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคาร

3. มีนโยบายทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

มีนโยบายการจัดซื้อ พื้น พรมและอุปกรณ์การทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งมีมาตรฐานการทำความสะอาดที่ปกป้องผู้อยู่อาศัยในอาคารที่อ่อนแอและดูแลสุขภาพผู้อยู่อาศัยในอาคาร เช่นการรณรงค์การดูแลสุขภาพอนามัยของมือ การล้างมือ มีระบบการจัดจัดเก็บและการใช้สารเคมีอันตราย มีการพัฒนาและอบรมบุคลากร ในประเด็นการใช้สารเคมีอันตราย การทำลายหลังจากใช้งาน ฯลฯ มีการจัดเก็บข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้อาคาร มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้องด้วยวิธีการต่างๆ หรือเทคโนโลยีสมัยใหม่

จากการสัมภาษณ์พบว่าอาคารไม่มีนโยบายการจัดซื้อ พื้น และพรม ส่วนอุปกรณ์ทำความสะอาดจะใช้ของบริษัทจากการจัดการประมูลของมหาวิทยาลัยที่จะเปลี่ยนทุกปี ซึ่งจะเน้นเรื่องราคากุณมากกว่าความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แม้บ้านจะทำความสะอาดในเวลาที่ไม่มีคนอยู่ในบริเวณ

นั้น บริเวณนอกห้องเรียนหรือสำนักงานก็จะทำความสะอาดช่วงเช้า หรือช่วงที่นักศึกษาเข้าห้องเรียนกันหมดแล้ว ส่วนบริเวณในห้องเรียนหรือสำนักงานจะทำความสะอาดหลังเลิกเรียน

ในช่วงที่ใช้หวัค 2009 ระบาดได้มีการรณรงค์การล้างมือ โดยติดตั้งเจลล้างมือไว้ในห้องน้ำ แต่ปัจจุบันไม่มีแล้ว สำหรับสารเคมีอันตรายที่ใช้ในการทำทำความสะอาดจะเก็บไว้ในห้องที่มิดชิด และเรื่องการทิ้งสารเคมีจะใส่เกลอนไว้และกองอาคารและสถานที่ที่จะนำไปกำจัด และไม่มี การจัดเก็บข้อมูล feedback ของผู้ใช้อาคาร จึงส่งผลให้ไม่มีการปรับปรุงอาคารตามข้อเรียกร้อง

4. คุณภาพอากาศในอาคาร

4.1 เนื่องจากไม่มีการสำรวจปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร จึงไม่มีแผนป้องกันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร และไม่มีการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร

4.2 ไม่มีการควบคุม ตรวจสอบคุณภาพอากาศภายนอกอาคาร ได้แก่ ไม่มีเครื่องวัดคุณภาพของอากาศที่เข้ามาภายในอาคาร ไม่มี CO₂ sensor ที่สามารถวัดความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 75 ppm ติดตั้งสูง 3-6 ฟุตเหนือพื้นในบริเวณห้องที่มีการใช้งานมากหรือบริเวณห้องเปิด

4.3 ไม่มีการติดตั้งระบบที่ช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาคารอย่างน้อย 30% ของมาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนด แต่ได้พิจารณาจากช่องเปิดอาคารที่สามารถระบายอากาศได้ โดยคำนวณจากพื้นที่ผนังอาคารต่อช่องเปิดที่ผนังให้มีความมากกว่า 30% ดังนี้

พื้นที่ช่องเปิด 450 ตารางเมตร

พื้นที่อาคาร 1440 ตารางเมตร

$$\text{คิดเป็น \%} = \frac{450 \times 100}{1440} = 31.25 \%$$

4.4 ไม่มีระบบช่วยลดฝุ่นละอองในอาคาร ไม่มีการติดตั้งตัวกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ การกรองตามMMERV13 กำหนดตารางการทำความสะอาด ซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอุปกรณ์กรองอากาศตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

4.5 ไม่มีระบบและการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศในอาคาร

5. ภาวะสบายในอาคาร

ประเด็นนี้ได้แก่ แสง อุณหภูมิ แสงธรรมชาติและทัศนียภาพถูกแยกเป็น 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

5.1 มีการสำรวจภาวะสบายในอาคาร ประเด็นในหัวข้อนี้คืออาคารต้องมีรายงานการสำรวจ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เสียง IAQ แสงสว่าง ความสะอาด ในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำตาม วสท. 3003 และมีการสอบถามผู้ใช้อาคารที่เป็นตัวแทนอย่างน้อย 30% ของผู้ใช้อาคารทั้งหมด เกี่ยวกับสภาวะในอาคาร มีการวิเคราะห์และแยกประเด็นปัญหาจากการสำรวจ และมีแผนพัฒนาการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น จากการสัมภาษณ์พบว่าอาคารไม่มีการสำรวจความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เสียง IAQ แสงสว่าง ความสะอาด ใน บริเวณพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ ไม่มีการสอบถามผู้ใช้อาคารเกี่ยวกับสภาวะในอาคาร

5.2 มีระบบปรับแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ โดยสามารถปิด-เปิดแสงสว่างในพื้นที่ใช้งานประจำ เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงาน ให้สามารถปรับแสงสว่างแยกแต่ละห้องหรือไม่เกิน $250 \text{ m}^2/\text{วงจร}$ หรือ ห้องแต่ละห้องมีขนาดเกิน 250 ตารางเมตร และแต่ละห้องก็มีสวิตช์ไฟเปิด-ปิด ด้วยตัวเอง แต่ผู้ใช้งานอาคารมากกว่า 90% สามารถปรับแสงสว่างได้ในพื้นที่ทำงานของตนเองได้

5.3 มีการใช้แสงธรรมชาติและทัศนียภาพ

แสงธรรมชาติ : ในสภาพฟ้าหลัวเมื่อเปิดม่านและเปิดช่องเปิดทั้งหมด (ยกเว้นแผงกันแดดถาวรไม่ต้องนำมาคิด) ต้องมีแสงธรรมชาติเข้ามาในพื้นที่ใช้งานประจำ (ห้องทำงาน ห้องประชุม ห้องเรียน โต๊ะทำงาน) อย่างน้อย 2%

ทัศนียภาพ : พื้นที่ใช้งานประจำต้องมี daylight sight line อย่างน้อย 45%



ภาพที่ 23 ตัวอย่างช่องเปิดอาคาร

หน้าต่างเกือบทั้งหมดของอาคารมีช่องเปิดมากกว่า 31.25% (ภาพที่ 23) ทำให้สามารถรับแสงธรรมชาติที่เข้ามาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในสภาพฟ้าหลัว และฟ้าสดใส

6. การทำความสะอาด

6.1 ไม่มีโปรแกรมการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีเจ้าหน้าที่แต่ไม่มีแผนการทำงาน ไม่มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่เรื่องสารเคมีอันตรายที่ใช้ในการทำความสะอาด และ

ไม่มีวิธีการทำความสะอาดภายในอาคารเพื่อใช้สารเคมีน้อยที่สุด มีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ กระดาษ ชำระต่างๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมบ้างเช่น ไม้กวาด แปรงขัดห้องน้ำ เป็นต้น

6.2 ไม่มีการประเมินประสิทธิผลจากห้องตัวอย่าง ใช้แนวทางการประเมินของ Custodial Staffing Guideline โดยต้องได้คะแนนอย่างน้อย 3 คะแนน

6.3 ไม่มีการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อโรค ขัดพื้น ขัดโลหะ กลุ่มกระดาษชำระ ถูขยี้ สบู่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างน้อย 30% ของยอดซื้อ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อโรค ขัดพื้น ขัดโลหะ กลุ่มกระดาษชำระ ถูขยี้ สบู่ ก็จะใช้ของบริษัทรัเบรมาทำความสะอาดของมหาวิทยาลัย ที่มีการประมูลมาทุกปีการศึกษา ซึ่งการประมูลนั้นจะเน้นที่ราคาถูกมากกว่าความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

6.4 มีการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจะใช้ไม้กวาดมากกว่าการใช้เครื่องดูดฝุ่น และใช้ไม้ถูพื้น นานครั้งจึงจะมีการขัดพื้นด้วยเครื่องไฟฟ้า

6.5 ไม่มีการควบคุมสารเคมีและมลภาวะในอากาศ เช่น การควบคุม ควันไม่ให้เข้ามาภายในอาคาร การทำประตู 2 ชั้น การใช้พรมดักฝุ่น หรือ ระบบตะแกรงถาวร (grill grate mat) ในทุกจุดของทางเข้าไม่รวมทางออกฉุกเฉิน

6.6 มีการจัดการสิ่งรบกวน (แมลงหรือสัตว์ต่างๆ) จากการสัมภาษณ์พบว่ามหาวิทยาลัยฯ มีการนิยุงโดยใช้สารเคมี และหากอาคารต้องการกำจัดยุงนอกเหนือจากที่มหาวิทยาลัยฯ ดำเนินการ จะทำการส่งหนังสือไปขอให้มานิยุงให้ โดยการฉีดแต่ละครั้งจะมีการประชาสัมพันธ์หรือสื่อสารกับผู้ใช้อาคารทราบแต่ไม่ทราบทั่วถึงทั้งหมด แต่ไม่มีรายงานการสำรวจแมลงและสัตว์ต่างๆ รอบอาคารที่จะทำความรบกวนผู้อยู่อาศัย ไม่มีการจำแนกชนิดของสัตว์หรือแมลงที่ต้องกำจัดเร่งด่วน และมีแผน (วิธีและช่วงเวลาการจัดการ) การจัดการแมลง สัตว์และสิ่งรบกวน โดยคำนึงการปกป้องคนและสิ่งแวดล้อม