

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย



กัญญ์วรา นาคดิลก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2554

Development of Green Building Performance Assessment in Thailand



Kunwara Narkdilok

The thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ. ดร. ตติยะ บุญนาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์อำนาจ ผดุงศิลป์ อาจารย์ผู้ช่วยที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการวิทยานิพนธ์และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และคำแนะนำให้ความรู้ค่าปรึกษาตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์รุ่นพี่และรุ่นน้องของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่กรุณาช่วยจัดหาข้อมูลและข้อเสนอแนะ อีกทั้งขอบคุณฝ่ายช่างซ่อมบำรุงอาคาร สำนักงานกรณีศึกษาที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าประเมินอาคารและเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งขอขอบพระคุณคุณพ่อจำเริญ นาคติลล และคุณแม่แม่มัลลิกา นาคติลล ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ แรงกาย แรงใจและนางสาววาทีณี นาคติลล ที่ให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปไมโครซอฟเอกเซลล์ ทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์อันเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าว

กัญญ์วรา นาคติลล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ผ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ช
รายการสัญลักษณ์.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	8
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	8
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการศึกษา.....	8
2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 แนวความคิดของอาคารประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.....	9
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากอาคาร.....	12
2.3 การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก.....	16
2.4 แบบประเมินอาคาร.....	18
2.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบประเมินอาคารเขียว ในประเทศและต่างประเทศ.....	23
2.6 ทฤษฎีการกำหนดคุณค่าและการประเมิน.....	25
2.7 เทคนิควิธีพัฒนาเกณฑ์.....	27
2.8 ทฤษฎีการวัดและมาตรฐานประเมินค่า.....	29
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 วิธีการดำเนินการ.....	35
3.1 ศึกษาทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมิน สมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย.....	37
3.2 ขั้นตอนการพัฒนาเกณฑ์การประเมิน สมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ครั้งที่ 1).....	37
3.3 ขั้นตอนการรวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	39
3.4 พัฒนาเกณฑ์การประเมิน (ครั้งที่ 2) และการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน.....	40
3.5 ขั้นตอนจัดทำคู่มือและพัฒนาเครื่องมือคำนวณ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์.....	44
3.6 ทดสอบเกณฑ์การประเมินสมรรถนะ อาคารเขียวกับอาคารสำนักงานกรณีศึกษา.....	44
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล.....	45
4 ผลการศึกษา.....	46
4.1 การแบ่งหมวดและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย.....	46
4.2 ค่าน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด.....	54
4.3 คู่มือและเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์.....	55
4.4 ผลการประเมินอาคารกรณีศึกษา.....	56
4.5 ศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารกรณีศึกษา.....	61
5 สรุปผลการศึกษา.....	63
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	63
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	66
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	115

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	2
1.2	4
1.3	5
2.1	12
2.2	13
2.3	25
2.4	29
3.1	36
3.2	45
4.1	54
4.2	54
4.3	55
4.4	57
4.5	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของแต่ละแบบประเมิน.....	24
3.1	ตัวอย่างตารางการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ.....	39
3.2	ตัวอย่างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละหมวดหมู่.....	40
3.3	กรณีศึกษาของความสัมพันธ์ (RI).....	43
4.1	เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย.....	48

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
A	สแควร์เมตริกแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
w	Eigenvector แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสิ่งซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของลำดับชั้นที่สูงกว่า
λ_{Max}	Maximum eigenvalue
a	ตำแหน่งของค่าคะแนนความสำคัญของสิ่งที่เปรียบเทียบทีละคู่
i	ลำดับของแถวในเมตริกค่าคะแนนความสำคัญ
j	ลำดับของคอลัมในเมตริกค่าคะแนนความสำคัญ
k	ครั้งที่ของการคำนวณ
e	Unit Vector
CI	ดัชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)
CR	สัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio)
RI	ดัชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index)
n	ขนาดของสแควร์เมตริก

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	กัญญ์วรา นาคติลล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ติกะ บุญนาค
อาจารย์ผู้ช่วยที่ปรึกษา	อาจารย์อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนี้ได้รับการพัฒนาและจัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมและประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเขียวในประเทศไทยเพื่อรองรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิต แบบประเมินอาคารจัดทำขึ้นพร้อมคู่มือการใช้งานและเครื่องมือในการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกับมาตรฐาน แบบประเมินประกอบด้วย 8 หมวด จากนั้นถ่วงน้ำหนักคะแนนด้วยวิธี AHP คิดเป็น 100 คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินที่ต้องผ่านทั้งสิ้น 11 เกณฑ์ และเกณฑ์ที่ได้คะแนน 40 เกณฑ์ โดยแต่ละหมวดจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ต้องมีก่อนแล้วจึงประเมินเกณฑ์ให้คะแนน ทั้งนี้ได้แบ่งระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 50 – 59 ระดับผ่าน ร้อยละ 60 – 69 ระดับดี ร้อยละ 70 – 79 ระดับดีมาก และร้อยละ 80–100 ระดับยอดเยี่ยม ทั้งนี้จากการนำเกณฑ์การประเมินที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับอาคารสำนักงานกรณีศึกษาพบว่าอาคารมีค่าคะแนน 51.48% มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 4,900,290.00 kgCO₂ ซึ่งมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานจึงคิดเป็นคาร์บอนเครดิตของอาคารได้เท่ากับ 242,111.77 kgCO₂ เพื่อรองรับสถานการณ์ในกรณีที่มีการกำหนดให้ประเทศที่เป็นสมาชิกของพิธีการเกียวโตทั้งหมดมีพันธกรณีในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คำสำคัญ : ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, อาคารเขียว, พลังงาน

Thesis Title	Development of Green Buildings Performance Assessment in Thailand
Author	Kunwara Narkdilok
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Tika Bunnag
Thesis Advisor Assistance	Aumnad Phadungsil
Department	Building Technology Management
Academic Year	2010

ABSTRACS

The Green Buildings Performance Assessment in Thailand was developed with the objective to evaluate Carbon Dioxide emissions from Green Buildings for support carbon credits scheme. The Green Building Performance Assessment has been developed with guideline manual and emission calculation tool. The assessment forms are categorized into 8 groups with 11 prerequisite and 40 credit points. Then, weighted score with AHP Method by 100 points. To achieve the assessment certification, buildings must meet all prerequisite in the rating system and earn a minimum of 50% from full mark. The ranking has 4 levels: 50 – 59 % (Pass); 60 – 69 % (Good); 70 – 79% (Very Good); and 80 – 100 % (Excellence), respectively. The form was tested with case study building and testing result showed that 51.48 % score. There are 4,900,290.00 kgCO₂ emission that less than standard and to be carbon credit 242,111.77 kgCO₂ for accommodate situations in which the countries that are members of the Kyoto protocol with all obligations to reduce carbon dioxide.

Keywords : Carbon Dioxide, Green Building, Energy

บทที่ 1

บทนำ

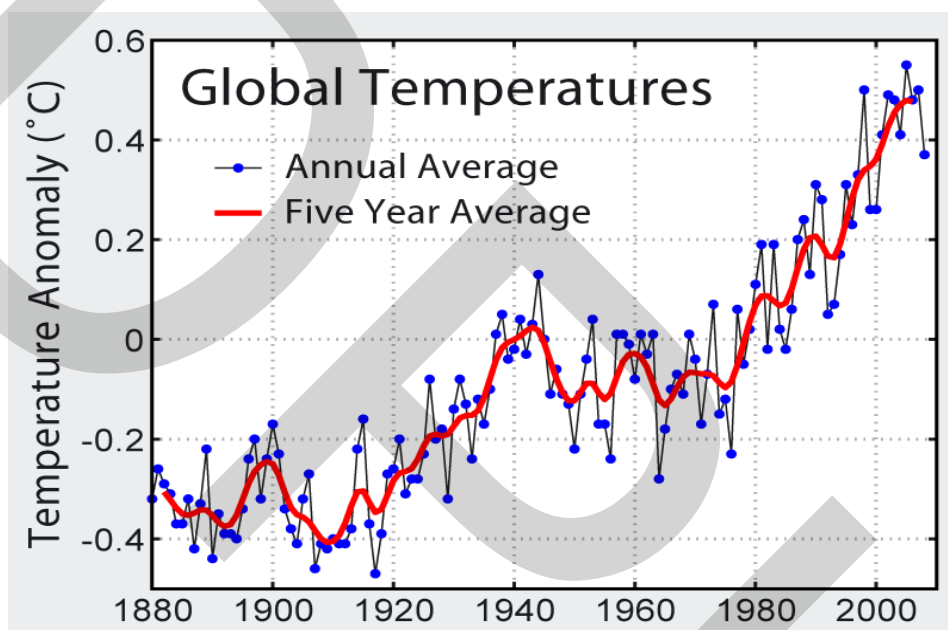
1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการขยายตัวของเศรษฐกิจที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับการพัฒนาในด้านต่างๆ ของโลกนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัจจัยนำเข้าและมีการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปริมาณมากและนำมาสู่ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ในปัจจุบันเกิดปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างๆ มากมาย ทั้งในด้านการเกิดมลภาวะหรือมลพิษต่างๆ ของสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเน่าเสีย อากาศเป็นพิษ มลพิษของเสียง และมลพิษจากขยะมูลฝอย ด้านความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนทิ้งช่วง ภัยจากความแห้งแล้ง อุทกภัย วาตภัย และภาวะโลกร้อน อันส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้คนจำนวนมากหันมาตระหนักถึงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดในเรื่องของการจำกัดขีดความสามารถในการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์เพื่อให้สมดุลระหว่างการพัฒนาทั้งสามด้านมากยิ่งขึ้น

แนวคิดการพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนา ซึ่งแนวคิดดังกล่าวได้แสดงถึงความสัมพันธ์ของการพัฒนาด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ควบคู่กันไปอย่างมีความสมดุล ทั้งนี้สหประชาชาติ (United Nations : UN) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาแบบยั่งยืน คือ การพัฒนาที่สนองต่อความต้องการของคนในรุ่นปัจจุบัน โดยไม่กระทบกระเทือนความสามารถของคนรุ่นต่อไป ในการที่จะสนองต่อความต้องการของตนเอง (Sustainable development is development which meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำไปใช้เป็นหลักในการพัฒนาประเทศของตนอย่างแพร่หลายในทุกภาคส่วนตั้งแต่ทศวรรษ 1980

อย่างไรก็ตามเนื่องจากการไม่ให้ความสนใจในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมอย่างจริงจังและยังมุ่งที่จะพัฒนาด้านเศรษฐกิจมากกว่าด้านอื่น จึงทำให้สภาพแวดล้อมและความแปรปรวนของภูมิอากาศคงทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้จากผลการสำรวจของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) พบว่าสาเหตุหลักของการเกิดภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจาก

ก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากเกินสมดุลของธรรมชาติ อันเกิดจากแหล่งต่างๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตเชื้อเพลิง กระบวนการอุตสาหกรรมการใช้สารละลายและผลิตภัณฑ์อื่นๆ การใช้พื้นที่และป่าไม้ และการจัดการของเสีย (ที่มา : http://www.jgsee.kmutt.ac.th/snc/p1_method.html#a3) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 อุณหภูมิของพื้นผิวโลกที่เพิ่มขึ้น

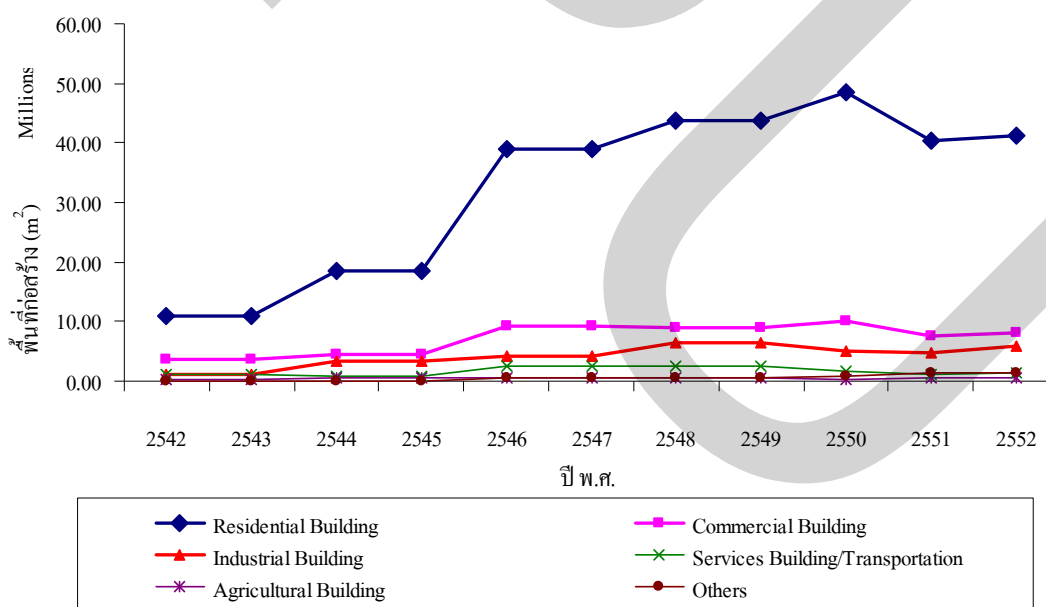
ที่มา : IPCC 1950 อ้างถึงใน <http://www.calstatela.edu/dept/geology/G312.htm>

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิพื้นผิวโลกเป็นผลทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงและเกิดผลกระทบต่อฤดูกาล ปริมาณและการกระจายของฝน ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เนื่องจากน้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ภัยธรรมชาติมีความถี่และรุนแรงมากขึ้น เช่น อุทกภัย ความแห้งแล้ง พายุลมแรง แผ่นดินไหว เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านเศรษฐกิจและคุณภาพความเป็นอยู่ของมวลมนุษย ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นความอ่อนไหวของกลไกตามธรรมชาติจากภาวะภูมิอากาศโลก อันสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนได้อย่างชัดเจนมากขึ้น มนุษย์จึงเกิดความตระหนักถึงภัยพิบัติและได้พยายามหาแนวทางในการส่งเสริมเพื่อลดคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคส่วนต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมในระดับสากล อาทิ พิธีสารเกียวโต

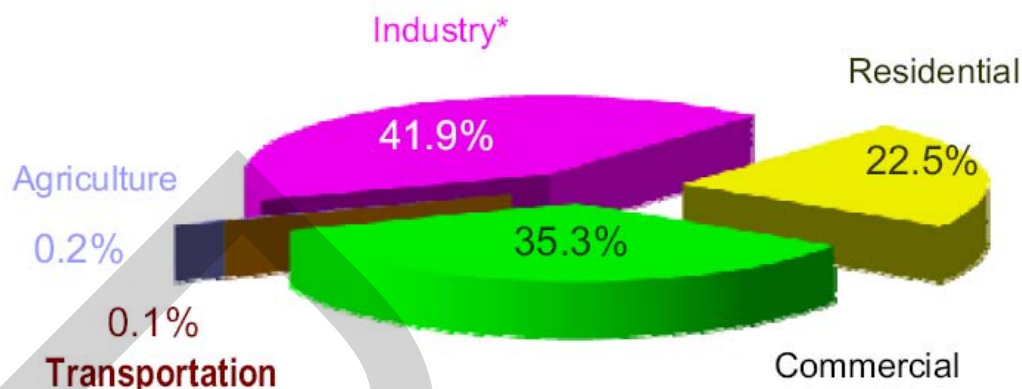
(Kyoto Protocol) โครงการฉลากเขียว (Green Label) โครงการฉลากคาร์บอน (Carbon Label) โครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานโลก (World Energy Award) รวมถึงปัจจุบันในประเทศไทย ได้มีโครงการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวเช่นเดียวกันโดยการจัดตั้งกระทรวง ทบวง กรม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาระบบและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในประเทศ เช่น การพัฒนาระบบคมนาคมที่มีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์ การพัฒนาระบบไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน การอนุรักษ์ป่าสงวน การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดมลพิษต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการออกกฎหมายด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อควบคุมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งเพื่อเป็นการจูงและส่งเสริมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีความต้องการดำเนินงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในระดับที่ดีมากขึ้นจึงได้จัดให้มีโครงการประกวดและมอบรางวัลให้แก่องค์กรที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด เช่น โครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย (Thailand Energy Award: TEA) โครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารโดยการติดฉลาก โครงการส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น ซึ่งแนวทางการดำเนินงานส่วนใหญ่ได้มุ่งเน้นการลดใช้พลังงานและการใช้ทรัพยากรจากภาคส่วนที่มีอัตราการพัฒนารวดเร็วเป็นหลัก เช่น ภาคการคมนาคมขนส่ง ภาคพานิชยกรรม ภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น

ทั้งนี้การพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจมักมีศูนย์กลางอยู่ที่เมืองใหญ่จึงทำให้มีการใช้ทรัพยากรและพลังงานจำนวนมาก รวมถึงเกิดการอพยพของประชากรจากชนบทเข้าสู่เมืองใหญ่เพื่อประกอบอาชีพจึงทำให้มีความต้องการพื้นที่อาคารจำนวนมาก ปัจจุบันจึงมีการสร้างอาคารสูงในเขตเมืองใหญ่เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เป็นทั้งที่อยู่อาศัยและดำเนินการทางธุรกิจ จากผลการสำรวจการประมวลข้อมูลพื้นที่การก่อสร้างอาคารของประเทศไทยจากข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี พบว่าการก่อสร้างอาคารมีอัตราการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2546 ที่มีอัตราการก่อสร้างในภาคของอาคารที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์เป็นมูลค่ากว่า 2 เท่าของปี พ.ศ. 2545 และมีอัตราเพิ่มขึ้นสูงขึ้นทุกปีจนถึงปัจจุบันแม้ว่าจะหดตัวตามสภาพเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2551 ก็ตามแต่ก็ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นในปีถัดมาดังแสดงในรูปที่ 1.2 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553) ทั้งนี้ศูนย์วิจัยกสิกรไทยคาดว่ามูลค่าการลงทุนด้านก่อสร้างโดยรวมในปี 2554 จะมีมูลค่า 865,000-886,000 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.0-9.7 จากมูลค่า 807,500 ล้านบาทในปี 2553 ซึ่งขยายตัวร้อยละ 9.1 ขณะที่การก่อสร้าง ณ ราคาคงที่ อาจขยายตัวประมาณร้อยละ 4.0-6.5 โดยเป็นผลจากการก่อสร้างภาครัฐที่อาจขยายตัวร้อยละ 4.5-7.5 ส่วนการก่อสร้างภาคเอกชนอาจขยายตัวร้อยละ 3.5-5.5 (ที่มา : www.kasikornresearch.com) ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามภาคเศรษฐกิจของภาคที่อยู่อาศัยและภาคพาณิชย์กรรมพบว่าภาคพาณิชย์กรรมมีสัดส่วนการใช้

พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าภาคที่อยู่อาศัย 12.8 % (ที่มา: รายงานประจำปี 2552 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) ดังแสดงในรูปที่ 1.3 ซึ่งการก่อสร้างประเภทอาคารพาณิชย์กรรมมีแนวโน้มที่ดีจากการลงทุนขยายสาขาของธุรกิจค้าปลีกที่เน้นรูปแบบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปและเข้าถึงแหล่งชุมชนมากขึ้น อาทิ รูปแบบร้านค้าขนาดเล็กและคอมมูนิตีมอลล์ อย่างไรก็ตามการรายงานจากบริษัทที่ปรึกษาด้านอสังหาริมทรัพย์ระหว่างประเทศโดยโจนส์ แลง ลาซาลล์ ได้วิเคราะห์ถึงแนวโน้มของความต้องการอาคารสำนักงานเป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีแนวโน้มการขยายตัวโดยเฉพาะในส่วนของใจกลางเมือง หากแต่การจัดการ (Supply) ด้านการก่อสร้างอาคารสำนักงานนั้นเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียงปีละ 55,000 m² ในขณะที่ความต้องการมีแนวโน้มขยายตัวเพราะหากเศรษฐกิจไทยมีการขยายตัวต่อเนื่องไปในปี 2554 ซึ่งคาดว่าความต้องการในตลาดสำนักงานให้เช่าในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานครจะขยายตัวเพิ่มขึ้นมากในปี พ.ศ. 2554 เนื่องจากมีความต้องการสะสมจากบริษัทหลายๆ บริษัทที่ต้องการขยายกิจการ แต่ต้องชะลอแผนไว้เนื่องจากความไม่แน่นอนทางการเมืองและเศรษฐกิจในช่วงปี พ.ศ. 2553 ที่ผ่านมา ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอาคารสำนักงานมีแนวโน้มของการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้นในอนาคต (ที่มา : บริษัทที่ปรึกษาด้านอสังหาริมทรัพย์ระหว่างประเทศ โจนส์ แลง ลาซาลล์ อ้างถึงใน [www.http://thaicontractor.com](http://thaicontractor.com))



รูปที่ 1.2 พื้นที่ก่อสร้างอาคาร จำแนกตามชนิดของอาคารทั่วราชอาณาจักร ปี พ.ศ. 2542-2552
ที่มา : ดัดแปลงข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ



รูปที่ 1.3 สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าแยกตามภาคเศรษฐกิจปี 2552

ที่มา : รายงานประจำปี 2552 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอาคารเป็นอีกภาคส่วนที่มีอัตราการพัฒนาอย่างรวดเร็วและมีน้อยเชิงปริมาณ ซึ่งย่อมมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และปลดปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมตลอดอายุการใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการนำแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ซึ่งแนวทางการพัฒนาอาคารอย่างยั่งยืนนั้นอยู่ในรูปแบบของอาคารเขียว (Green Building) โดยอาคารเขียวมีความหมายครอบคลุมถึงการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร ลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ ปัจจุบันอาคารเขียวได้ถูกใช้เป็นมาตรฐานทางสิ่งแวดล้อมในการก่อสร้างอาคาร เนื่องจากการดำเนินการให้เป็นอาคารเขียวสามารถช่วยลดต้นทุนด้านพลังงาน ด้านสิ่งแวดล้อม เพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร ซึ่งเป็นประโยชน์โดยตรงกับเจ้าของและผู้ใช้อาคาร รวมถึงส่งผลประโยชน์ต่อส่วนรวมได้อีกทางหนึ่งเนื่องจากการลดการใช้พลังงานเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อันเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ ทั้งนี้ได้มีมาตรการจูงใจเพื่อให้เจ้าของอาคารมุ่งมั่นดำเนินงานให้อาคารเข้าสู่การเป็นอาคารเขียวมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดประกวดอาคารเขียวหรือในบางประเทศได้มีการระบุมตรฐานการก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกฎหมายหรือข้อบังคับต่างๆ ดังนั้นจึงทำให้การก่อสร้างและดำเนินงานอาคารเขียวเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการบ่งชี้ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของอาคาร

การประเมินอาคารเขียว Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) ถูกเผยแพร่เป็นครั้งแรกโดยประเทศอังกฤษในปี ค.ศ. 1990 ต่อมาในปี ค.ศ. 1999 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มเผยแพร่เกณฑ์การประเมิน Leadership in Energy and Environment Design (LEED) และใช้กลไกทางเศรษฐกิจเป็นตัวกระตุ้นให้มีการนำการประเมินดังกล่าวไปใช้ดำเนินการกับอาคารเป็นประเทศแรกโดยทำการตลาดเชิงรุกกับอาคารที่ต้องการมีชื่อเสียงในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมดังนั้นแบบประเมิน LEED จึงเป็นที่รู้จักมากกว่า BREEAM อย่างไรก็ตามปัจจุบันแบบประเมินทั้งสองถือเป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกมากที่สุด ในเอเชียญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกที่มีการพัฒนาการประเมินอาคารเขียวและเผยแพร่ในปี ค.ศ. 2002 นั่นคือแบบประเมิน Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) ซึ่งใช้แนวคิดที่ว่าอาคารเขียวนั้นจะต้องคำนึงถึงอัตราส่วนของการบริการที่ได้รับจากอาคารต่อปัจจัยนำเข้า เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าอาคารนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะเป็นอาคารเขียวหรือไม่ จากนั้นประเทศต่างๆก็เริ่มมีการตื่นตัวในการพัฒนาวงการอุตสาหกรรมก่อสร้างให้มีการดำเนินการให้เป็นอาคารเขียวและต้องการที่จะได้รับการยอมรับจากสถาบันต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามการนำแบบประเมินจากต่างประเทศมาใช้กับประเทศอื่นที่มีสภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันย่อมทำให้เกิดความผิดพลาดในการก่อสร้าง แม้ว่าจะก่อสร้างอาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปก็ตามแต่ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรก็ไม้อาจเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นแต่ละประเทศจึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาแบบประเมินอาคารเขียวของตนเองขึ้นมาใช้เพื่อให้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ประเทศไทยก็เช่นเดียวกันที่ประสบกับปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นจึงเริ่มมีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2550 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้เล็งเห็นศักยภาพและความสำคัญในการประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจและอาคารพักอาศัยอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรม จึงได้จัดทำแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Thailand Energy & Environmental Assessment Method: TEEAM) ซึ่งเป็นโครงการย่อยของโครงการดำเนินการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารโดยการติดฉลาก ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวจะให้น้ำหนักคะแนนเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงานเท่านั้นแต่เกณฑ์ในส่วนของสิ่งแวดล้อมเป็นที่เกณฑ์ที่แนะนำให้ดำเนินการแต่ไม่มีน้ำหนักคะแนน ต่อมากรมควบคุมมลพิษได้จัดทำเกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว โดยเกณฑ์ดังกล่าวใช้ค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นเกณฑ์การประเมิน พร้อมทั้งมีการให้น้ำหนักคะแนนครอบคลุมทั้งสองด้าน นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2553 สมาคมวิศวกรรมสถาน

แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) และสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้ร่วมมือจัดตั้งสถาบันอาคารเขียวไทยเพื่อให้เป็นสถาบันที่สามารถรับรองผลการดำเนินงานของอาคารเขียวแห่งประเทศไทย และได้จัดทำเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินอาคารเขียว

อย่างไรก็ตามเกณฑ์การประเมินที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยนั้นยังขาดในส่วนของเกณฑ์การประเมินการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุทำให้สภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงและนำมาสู่ซึ่งภัยพิบัติทางธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจ อีกทั้งในปัจจุบันมีกลไกตามพิธีสารเกียวโต ซึ่งอยู่ภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดและรักษาระดับก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสภาวะอากาศของโลก โดยมีทั้งหมด 3 กลไก ซึ่งกลไกที่ประเทศไทยสามารถเข้าร่วมได้คือ กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) กลไกนี้กำหนดให้ประเทศในกลุ่ม Annex I สามารถดำเนินโครงการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกร่วมกับประเทศกลุ่ม Non – Annex I ได้ เพื่อช่วยให้ประเทศ Annex I แล้วบรรลุเป้าหมายในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกควบคู่ไปกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีและช่วยให้ประเทศในกลุ่ม Non – Annex I มีการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน ทั้งนี้หน่วยของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ที่ผ่านการรับรองจาก UNFCCC แล้ว จะถูกเรียกว่า Certified Emission Reductions (CERs) โดยสามารถนำไปรวมกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดของประเทศที่ดำเนินการได้ ทำให้ไม่ต้องจ่ายค่าปรับ โดยจะต้องมีการแสดงผลการคำนวณให้เห็นถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นผลจากการดำเนินโครงการ (Project Emissions) นั้นน้อยกว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่ไม่มีการหรือกรณีฐาน (Baseline Emissions) เป็นปริมาณเท่าใดในระยะเวลาอายุของโครงการ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดสาเหตุที่ทำให้สภาวะแวดล้อมโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงและมีมูลค่าทางเศรษฐกิจผ่านกลไกอาคารเขียว รวมถึงเพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตที่ประเทศไทยอาจจะถูกบังคับให้มีพันธะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบประเมินอาคารเขียวในประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีเกณฑ์และเครื่องมือการประเมินที่แสดงถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน เพราะอาคารเขียวเป็นภาคส่วนที่มีศักยภาพในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตตามมาตรฐานสากลซึ่งจะทำให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการแข่งขันเชิงธุรกิจสะอาดมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่มีการรวบรวมเกณฑ์บังคับตามกฎหมายด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีความเหมาะสมกับประเทศไทยและเกณฑ์

ที่พัฒนาขึ้นจะกำหนดปริมาณก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ที่แต่ละอาคารสามารถปลดปล่อยโดยคำนวณจากปริมาณก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ทางตรงที่ถูกปลดปล่อยจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร เพื่อให้อาคารนั้นมีศักยภาพในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตโดยเกณฑ์ในส่วนนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบการประเมินอาคารเขียว

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมกับประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาผลการใช้แบบประเมินกับอาคารกรณีศึกษา
3. เพื่อศึกษาศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. เกณฑ์การประเมินในส่วนของการลดก๊าซเรือนกระจกจะศึกษาเฉพาะการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ทางตรงที่ถูกปลดปล่อยจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในอาคารเท่านั้น
2. ค่าแฟกเตอร์ (Emission Factors) ที่ใช้คำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์จะใช้ค่าแฟกเตอร์จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
3. เกณฑ์ที่รวบรวมมาใช้ในการประเมินจะใช้เกณฑ์จากมาตรฐานข้อบังคับทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเท่านั้น
4. เกณฑ์การประเมินนี้จะใช้กับอาคารสำนักงานเท่านั้น ซึ่งในการศึกษานี้ใช้อาคารสำนักงานธนาคารเป็นอาคารกรณีศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการศึกษา

1. ได้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยและมีความสะดวกในการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และข้อบังคับด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย
2. ได้เกณฑ์การประเมินปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ของอาคารเขียวสำหรับประเทศไทยและทำให้มีศักยภาพในการซื้อขายคาร์บอนเครดิต
3. ทราบถึงแนวทางและมาตรการในการพัฒนาอาคารของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนทั้งในทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดของอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวคิดในการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งในการประชุมสมัชชาโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development) ในปี ค.ศ. 1987 โดยเรียกร้องให้ชาวโลกเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตให้ปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับข้อจำกัดของธรรมชาติรวมทั้งได้เสนอว่ามนุษยชาติสามารถที่จะทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) โดยแนวความคิดดังกล่าวประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องเป็นการพัฒนาที่สมดุลและมีการผสมผสานในด้านต่างๆ ทั้งนี้หากพัฒนาเพียงด้านเดียวและไม่พัฒนาในด้านอื่นจะทำให้ไม่บรรลุถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้

แนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ถูกเผยแพร่เป็นครั้งแรกโดย Rachel Carson จากการ์ตูนพิมพ์หนังสือเรื่องฤดูใบไม้ผลิที่เงียบงัน (Silent Spring) ในปี ค.ศ. 1962 ที่กล่าวถึงกระทบของยาฆ่าแมลงต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ด้วยข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ทำให้เรื่องนี้อยู่ในความสนใจของประชาชนอเมริกัน และนำไปสู่การประกาศต่อต้านการใช้ DDT ในปี ค.ศ. 1972 อันเป็นสาเหตุที่ทำให้คนจำนวนมากหันมาตระหนักถึงความเกี่ยวข้องอย่างระหว่างสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งเป็นแนวคิดหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืนมากยิ่งขึ้น (ที่มา: <http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2008q1/2008march27p4.htm>)

จากนั้นแนวคิดดังกล่าวจึงได้รับการยอมรับและเผยแพร่มากยิ่งขึ้นตั้งแต่ทศวรรษ 1980 และถูกนำไปใช้อย่างเป็นทางการในปี ค.ศ. 1992 (พ.ศ. 2535) ในการประชุมผู้นำนานาชาติทั่วโลก (Earth Summit) ในกรุงริโอ เดอ จานโรในบราซิล ได้นำเค้าโครงของรายงานบรรทัดแลนด์ไปสร้างสนธิสัญญาและแถลงการณ์เกี่ยวกับประเด็นหลักๆ ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การตัดไม้ทำลายป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ และได้ร่วมกันร่างแผนปฏิบัติการ 21 เพื่อใช้เป็นแผนสำหรับการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาในอนาคต และแนวคิดดังกล่าวยังได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการต่างๆอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติของประเทศไทยตั้งแต่ฉบับที่ 1-ฉบับที่ 10 นั้นในช่วงแรกของการพัฒนาประเทศ (ตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1-3 พ.ศ. 2504-2519) พบว่าไม่ได้กล่าวถึงนโยบายสิ่งแวดล้อม ในระยะเวลาดังกล่าวจึงเป็นช่วงที่มีการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ เพื่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างไม่มีขีดจำกัด ต่อมาในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 - 2524) นักวางแผนเริ่มมองเห็นว่า การใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดเกินไปนั้นกำลังนำความทรุดโทรมมาสู่ระบบนิเวศ จึงเริ่มมีการคำนึงถึงการฟื้นฟูและการคุ้มครองธรรมชาติ จนกระทั่งถึงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 - 2529) ได้มีการเสนอการทำแผนแบบผสมผสาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - 2534) ได้เริ่มมีการกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการที่ทรัพยากรธรรมชาติลดน้อยถอยและความเสื่อมโทรม กำลังสร้างขีดจำกัดให้แก่การพัฒนาประเทศในอนาคต ดังนั้นในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535 - 2539) จึงได้เริ่มให้ความสำคัญกับแนวคิดของการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีนโยบายหลักสามประการคือ รักษาอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพ การกระจายรายได้และกระจายการพัฒนาไปสู่ภูมิภาคและชนบทให้กว้างขวางยิ่งขึ้นและ เร่งรัดพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ คุณภาพชีวิต สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการนำเอาแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนเข้ามาใช้ในประเทศไทย และในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 - 10 ยังคงไว้ซึ่งความสำคัญของแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวและได้เพิ่มเติมแนวคิดของการพัฒนาคนให้มีความรู้ ซึ่งเป็นการทำให้แนวคิดการพัฒนาของประเทศไทยมีความยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2550, 1 มกราคม) รวมทั้งในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 ได้มีทิศทางการพัฒนาที่สอดคล้องกับสังคมโลกในภาพรวมโดยมีการให้ความสำคัญในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุของสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อระบบสังคมและเศรษฐกิจ ดังนั้นแผนพัฒนาฉบับนี้จึงมีนำพาประเทศไทยเข้าสู่ยุคของสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (2553, 6 สิงหาคม)

ทั้งนี้การนำแนวความคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบและก่อสร้างอาคารนั้นเริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป ซึ่งการออกแบบและก่อสร้างอาคารอย่างยั่งยืนนั้นได้พัฒนาภายใต้แนวคิดของ Sustainable Design Sustainable Architecture และ Green Building ซึ่ง The American Institute of Architects (AIA) ได้ให้ความหมายของ Sustainable Design ไว้ว่าเป็นการออกแบบบนพื้นฐานความเข้าใจของมนุษย์ต่อธรรมชาติ โดยการออกแบบเริ่มต้นด้วยการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของมนุษย์ที่สอดคล้องกับนิเวศวิทยา

เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมทางสังคมของอาคาร โดยจะต้องออกแบบตามลักษณะของภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ชุมชน พื้นที่ข้างเคียงและที่ตั้งโครงการ

นอกจากนี้ AIA ได้ให้ความหมายของคำว่า Green Building ไว้ว่า คือ อาคารที่ได้รับการออกแบบและการก่อสร้างเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือการรักษาความยั่งยืนของที่ตั้งโครงการ การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ การอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียน การอนุรักษ์ทรัพยากรและวัสดุ และคุณภาพแวดล้อมภายในอาคารและสุขภาพของมนุษย์

U.S. Green Building Council ได้ให้คำนิยามแนวทางปฏิบัติเรื่อง Green Building ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือการเพิ่มศักยภาพของอาคารและที่ตั้งอาคารในการใช้พลังงานน้ำ และทรัพยากร ส่วนที่สองคือการลดผลกระทบที่เกิดจากอาคารต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากการเลือกที่ตั้งที่เหมาะสม การออกแบบ การก่อสร้าง การใช้งาน การดูแลรักษา และการรื้อถอนตลอดช่วงอายุของอาคาร

ASHRAE Green Guide ได้มีการเสนอเกณฑ์ของ Green Building ไว้ว่าจะต้องคำนึงถึง 4 เรื่อง คือ การเลือกที่ตั้งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การใช้ประโยชน์ของสาธารณูปโภคที่มีอยู่ให้มากที่สุดเพื่อลดการสร้างระบบสาธารณูปโภคใหม่เพิ่มเติมสำหรับโครงการ การลดผลกระทบจากการใช้ยานยนต์ เพื่อควบคุมปริมาณที่จอดรถและถนน และการพัฒนาศักยภาพอาคารให้ส่งเสริมต่อการผลิตงาน สภาวะความสบาย ควบคุมการใช้พลังงานและน้ำให้น้อยที่สุด ใช้วัสดุมีความทนและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ASTM International ได้ให้ความหมายของ Green Building คือ อาคารที่ออกแบบให้มีศักยภาพตามความต้องการ โดยที่ใช้ทรัพยากรและพลังงานน้อยที่สุด ส่งผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทั้งยังส่งเสริมระบบนิเวศในพื้นที่และโลก ตลอดช่วงก่อสร้างและเข้าใช้งาน

Kenneth Yeang (อ้างถึงในอังคณา, 2551:7) ว่ารายละเอียดเรื่องการออกแบบอาคาร Green Building สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การเลือกที่ตั้งโครงการ ต้องใช้ประโยชน์ให้เต็มศักยภาพของที่ตั้งนั้น ทั้งอาคารที่มีอยู่เดิม ตำแหน่งและทิศทางอาคารใหม่ ระบบนิเวศเดิม และการเข้าถึงต่อมาคือเป็นการใช้พลังงานรวมให้น้อยที่สุดตามมาตรฐานที่กำหนดและควรผสมผสานการออกแบบด้วยวิธีพึ่งธรรมชาติ การใช้น้ำอย่างประหยัดและนำกลับมาใช้ใหม่ การเลือกวัสดุที่มีพลังงานรวมวัสดุต่ำ ซึ่งรวมถึงตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งติดตั้ง และการนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนต่อมาเป็นเรื่องของคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ อยู่ในสภาวะสบายและส่งเสริมต่อการทำกิจกรรม การใช้แสงธรรมชาติ การระบายอากาศตามธรรมชาติ การควบคุมความชื้นและไม่ใช้วัสดุที่มีสารพิษต่อร่างกาย

สำหรับในบริบทของประเทศไทยนั้นได้ให้ความหมายของ Green Building คือ อาคารเขียว ซึ่งได้มีนิยามที่แตกต่างกันตามลักษณะของหน่วยงานและบริบทในการใช้

อังคณา สิริวรรณศิลป์ (2551) ผู้ที่ได้ศึกษาเรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงออกแบบร่างอาคาร โดยมุ่งเน้นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบ จึงได้ให้ความหมายของอาคารเขียวว่าเป็นอาคารที่ถูกรออกแบบด้วยการประสานระบบต่างๆตั้งแต่การออกแบบและการก่อสร้างเพื่อให้ได้อาคารที่มีศักยภาพตามความต้องการโดยที่ใช้ทรัพยากรและพลังงานน้อยที่สุด ส่งผลเสียต่อผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทั้งยังส่งเสริมระบบนิเวศในพื้นที่และของโลกตลอดช่วงอายุของอาคาร

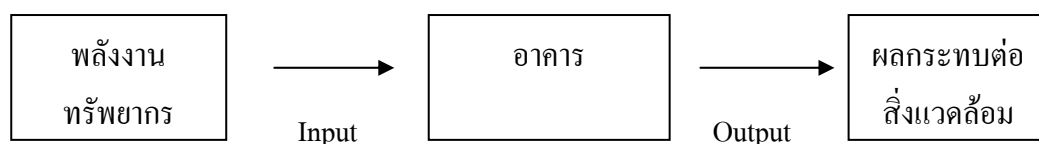
กรมควบคุมมลพิษ (2551) ได้ให้ความหมายของอาคารเขียว ว่าเป็นอาคารที่มีการดำเนินการเพื่อการใช้พลังงานและทรัพยากรสำหรับอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีการควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของผู้ใช้อาคารตลอดช่วงการใช้งานอาคารจนถึงการรื้อถอนเมื่อสิ้นสุดการใช้งาน

นินนาท ไชยธีรภิญโญ (2552) ประธานคณะกรรมการอาคารเขียว ได้ให้ความหมายของ อาคารเขียวว่าหมายถึง อาคารที่มีการจัดการ สิ่งแวดล้อมอย่างรอบด้าน การจัดการด้านพลังงานรวมทั้งสุขภาวะที่ดี ของผู้อยู่อาศัยในอาคาร

ดังนั้น Green Building หรืออาคารเขียว หมายถึงอาคารที่มีระบบและกลไกตลอดอายุการใช้งานที่ทำให้อาคารพึงพิงทรัพยากรนำเข้าและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และช่วยส่งเสริมระบบนิเวศรอบโครงการให้ดียิ่งขึ้น โดยที่อาคารยังสามารถใช้งานได้ตามความต้องการแห่งบริบทของเศรษฐกิจและค่านิยมทางสังคม

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากอาคาร

ในการก่อสร้างอาคารนั้นมีขั้นตอนที่มากมายและมีความซับซ้อน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือปัจจัยนำเข้าเพื่อใช้ในอาคารและสิ่งที่ได้จากการก่อสร้างอาคาร โดยปัจจัยนำเข้าคือพลังงานและทรัพยากรและสิ่งที่ได้จากการก่อสร้างก็คือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สิ่งที่ใช้และผลที่ได้จากการก่อสร้างอาคาร

การใช้พลังงานและทรัพยากรที่เป็นปัจจัยนำเข้าในการก่อสร้างอาคารจะเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงเริ่มโครงการ ช่วงก่อสร้าง ช่วงเข้าใช้อาคาร จนถึงช่วงรื้อถอนอาคาร ซึ่งทรัพยากรที่ใช้ทั้งหมดขึ้นอยู่กับหลายตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็นผลกระทบทางตรงและผลกระทบทางอ้อม ซึ่งสามารถแยกเป็น 2 ปัจจัย คือปัจจัยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงอายุของอาคารและปัจจัยที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบของอาคาร (ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2550) มีรายละเอียดดังนี้

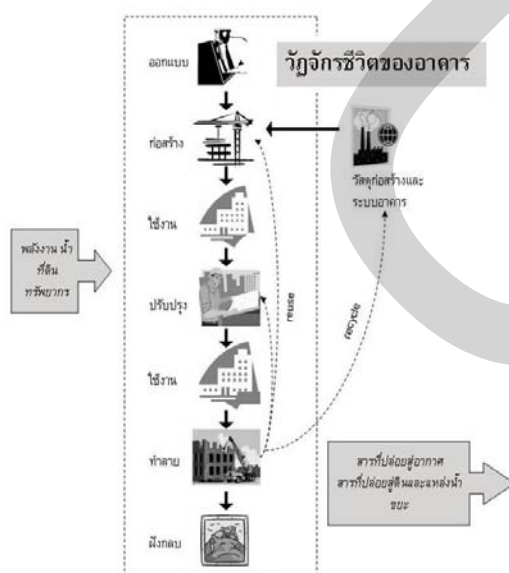
ปัจจัยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงอายุของอาคารตามแนวคิดวัฏจักรชีวิต(Life Cycle) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 นั้นมีความต้องการใช้ทรัพยากรและสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันตามลักษณะความเกี่ยวข้องและความต้องการใช้งานอาคารในช่วงนั้นๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็นช่วงได้ดังนี้

ช่วงการผลิตวัสดุก่อสร้าง อันได้แก่การขนส่งวัตถุดิบเพื่อนำมาแปรรูปเพื่อให้ได้วัสดุก่อสร้างอาคารที่ต้องการ รวมถึงขั้นตอนการบรรจุและการขนส่ง

ช่วงการก่อสร้างอาคาร ประกอบด้วย การขนส่งวัสดุจากแหล่งผลิตมาบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กระบวนการก่อสร้าง รวมถึงการกำจัดขยะจากงานก่อสร้าง

ช่วงการเข้าใช้อาคาร ประกอบด้วย การเข้าใช้อาคาร การดูแลรักษา ซ่อมแซม ปรับปรุง

ช่วงสุดท้ายของอาคารประกอบด้วย การรื้อถอนอาคาร การขนย้าย การกำจัดขยะ การนำกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 2.2 วัฏจักรชีวิตของอาคาร

ที่มา : ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2550: 4

ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบโครงการ ประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ ที่ตั้งอาคารและสภาพแวดล้อม รูปแบบอาคาร ระบบประกอบอาคาร และลักษณะการใช้งานอาคาร โดยปัจจัยทั้งหมดเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การใช้ทรัพยากรและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปตามสภาพและตามช่วงเวลาของอาคารนั้นๆ โดยมีรายละเอียด คือ

ที่ตั้งอาคารและสภาพแวดล้อม คือกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของอาคาร ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมภายในโครงการและข้างเคียง การออกแบบจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับสภาพที่ตั้งโครงการเพื่อใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมให้ได้มากที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ส่งผลการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในอาคาร โดยทำลายระบบนิเวศของพื้นที่น้อยที่สุด โดยมีข้อควรพิจารณาดังนี้

- 1) การเลือกที่ตั้งอาคาร วางตำแหน่งอาคารให้สัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ เพื่อรักษาระบบนิเวศเดิมที่ดีที่สุด ได้ให้มากที่สุด พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกิดระบบนิเวศใหม่ที่ดี
- 2) การกำหนดพื้นที่ว่างและพื้นที่สีเขียวภายในโครงการเพื่อให้ร่มเงาของต้นไม้ช่วยลดความร้อนจากพื้นที่ลาดแข็งและตัวอาคาร
- 3) การลดพื้นที่ลาดแข็งเป็นพื้นที่ซับน้ำเพื่อช่วยลดการปริมาณระบายน้ำฝนสู่ท่อสาธารณะ
- 4) การเข้าถึงโครงการโดยใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือช่วยลดปริมาณการใช้รถส่วนบุคคลและลดการใช้พลังงาน
- 5) การตรวจสอบผลกระทบจากอาคารต่อพื้นที่ข้างเคียง โดยไม่บังแดดอาคารข้างเคียง
- 6) การตรวจสอบผลกระทบจากอาคารเรื่องทิศทางลมที่พัดผ่านตัวอาคารรวมทั้งเรื่องมลภาวะทางเสียง

รูปแบบอาคารและระบบประกอบอาคาร คือ กลุ่มตัวแปรหลักที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน ซึ่งประกอบด้วย ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล เป็นต้น ทั้งนี้การออกแบบรูปทรงอาคาร การเลือกวัสดุ และการเลือกระบบประกอบอาคารที่เหมาะสมและมีความสัมพันธ์กันจะทำให้อาคารมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด และช่วยสร้างสุขภาวะที่ดีต่อผู้ใช้อาคาร ซึ่งจะต้องพิจารณาตัวแปรต่างๆ ต่อไปนี้

- 1) การออกแบบอาคารให้สัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศ
- 2) การออกแบบรูปทรง เปลือกอาคารและสีที่เหมาะสมตามสภาพที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศเพื่อลดการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร

3) การกำหนดพื้นที่ที่ใช้ระบบธรรมชาติ (Passive Zone) ใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ และการระบายอากาศโดยธรรมชาติให้มากที่สุด เพื่อลดพลังงานด้านไฟฟ้าแสงสว่างและด้านการปรับอากาศและระบายอากาศ

4) การกำหนดปริมาณและตำแหน่งช่องเปิดที่สัมพันธ์กับการระบายอากาศโดยธรรมชาติ

5) การควบคุมความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านช่องเปิด

6) การคำนึงถึงพลังงานรวมของวัสดุและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น

7) การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ช่วยประหยัดพลังงาน เช่น วัสดุป้องกันความร้อนที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง มีค่าการสะสมความร้อนต่ำ มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง

8) การเลือกใช้วัสดุหมุนเวียนเพื่อลดพลังงานในการผลิตวัสดุ

9) การเลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

10) การเลือกใช้วัสดุท้องถิ่นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและลดพลังงานเพื่อขนส่ง

11) การแยกพื้นที่ที่ก่อให้เกิดสภาวะไม่มี เช่น พื้นที่สูบบุหรี่ พื้นที่ถ่ายเอกสาร พื้นที่ที่มีความชื้นและความร้อนสูง ออกจากพื้นที่ปรับอากาศ

12) การเลือกระบบประกอบอาคารที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่

13) การเลือกใช้เทคโนโลยีในระบบต่างๆที่เหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน

14) การกำหนดพื้นที่ที่ใช้ระบบกล (Active Zone) ในพื้นที่ที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

15) การใช้พลังงานทดแทนหรือเตรียมพื้นที่รองรับเทคโนโลยีสะอาดในอนาคต

16) การควบคุมการบริโภคพลังงานและการปล่อยของเสียของอาคาร เช่น การใช้น้ำ และการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ การกักเก็บน้ำฝนเพื่อการอุปโภค การบำบัดน้ำเสีย และระบบการรายงานผลการใช้พลังงาน

ลักษณะการใช้งานอาคาร พฤติกรรมการใช้งานอาคารและการดำเนินการจัดการอาคารเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคารรวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้การเข้าอาคารนั้นจะต้องคำนึงถึง

1) การใช้งานพื้นที่ของอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานได้สะดวก

3) การกำหนดพื้นที่ใช้งานให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรม

4) ระบบการจัดการและวางแผนงานในการปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษาอาคาร

5) การควบคุมการใช้งานของระบบต่างๆภายในอาคารให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเสมอ

2.3 การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก

2.3.1 หลักการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก (Carbon Credits) เป็นการซื้อขายโดยผ่านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ตามพิธีสารเกียวโต ซึ่งเริ่มมีผลบังคับใช้แล้วตั้งแต่วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2548 โดยในช่วงแรกระหว่างปี 2551 – 2555 ให้ประเทศพัฒนาแล้วที่เป็นสมาชิกในกลุ่มประเทศภาคผนวกที่ 1 (Annex I) มีพันธกรณีในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 5.2 จากปริมาณการปล่อยปี 2533 สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นสมาชิกอยู่ในกลุ่มประเทศภาคผนวกที่ 2 (Annex II) ซึ่งปัจจุบันไม่มีพันธกรณีที่จะต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งนี้พิธีสารเกียวโต มีกลไกสามประการที่กำหนดไว้ว่าภาคีสมาชิกต้องดำเนินการเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พิธีสารเกียวโตได้กำหนดกลไกยืดหยุ่น (Flexibility Mechanisms) ขึ้น 3 กลไก ดังนี้

1) กลไกการทำโครงการร่วม (Joint Implementation: JI) ซึ่งกำหนดให้ประเทศพัฒนาแล้ว สามารถดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกันเองระหว่างประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เรียกว่า Emission Reduction Units (ERUs)

2) กลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ตามที่ระบุไว้ในมาตรา 12 ซึ่งกำหนดให้ประเทศในภาคผนวกที่ 1 สามารถดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกับประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศในกลุ่ม Non-Annex I ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ จะต้องผ่านการรับรอง จึงเรียกว่า Certified Emission Reduction (CERs)

3) กลไกการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Trading: ET) ซึ่งกำหนดให้ประเทศในภาคผนวกที่ 1 ที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศตามที่กำหนดไว้ได้ สามารถซื้อสิทธิ์การปล่อยจากประเทศในภาคผนวกที่ 1 ด้วยกันเอง ที่มีสิทธิ์การปล่อยเหลือ (โดยอาจเป็นเครดิตที่เหลือจากการทำโครงการ JI และ CDM หรือ สิทธิ์การปล่อยที่เหลือเนื่องจากระบบเศรษฐกิจทำให้ปริมาณการปล่อยในปัจจุบันน้อยกว่าปริมาณการปล่อยเมื่อปี พ.ศ. 2533 จึงมีสิทธิ์การปล่อยเหลือพร้อมที่จะขายได้) เรียกสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะซื้อขายกันนี้ว่า Assigned Amount Units (AAUs)

2.3.2 ประเภทของโครงการที่สามารถเข้าร่วมการซื้อขายคาร์บอนเครดิต

พิธีสารเกียวโตได้กำหนดประเภทโครงการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถเข้าร่วมการซื้อขายคาร์บอนเครดิตไว้ทั้งหมด 15 โครงการ คือ

1. โครงการจากอุตสาหกรรมพลังงาน จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนและพลังงานไม่หมุนเวียน (Energy industries (Renewable/non-Renewable sources))
2. โครงการจากกิจกรรมการจัดส่งพลังงาน (Energy distribution)
3. โครงการด้านความต้องการพลังงาน (Energy demand)
4. โครงการจากอุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing industries)
5. โครงการจากอุตสาหกรรมเคมี (Chemical industries)
6. โครงการจากการก่อสร้าง (Construction)
7. โครงการจากการขนส่ง (Transport)
8. โครงการจากการทำเหมืองแร่และถลุงแร่ (Mining/Mineral production)
9. โครงการจากการผลิตโลหะ (Metal production)
10. โครงการจากการรั่วไหลจากเชื้อเพลิง (Fugitives emissions from fuels (solid, oil, gas))
11. โครงการจากการรั่วไหลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตผลิตภัณฑ์และใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Fugitives emissions from production and consumption of halocarbons and sulphurhexafluoride)
12. โครงการจากการใช้สารละลาย (Solvent use)
13. โครงการด้านการจัดการและกำจัดขยะ (Waste handling and disposal)
14. โครงการปลูกป่าและการฟื้นฟูป่า (Afforestation and reforestation)
15. โครงการจากภาคการเกษตร (Agriculture)

2.3.3 วิธีการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอาคาร

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งซึ่งมีอยู่ในธรรมชาติมีประโยชน์เพื่อกักเก็บความร้อนจากดวงอาทิตย์เอาไว้เพื่อควบคุมความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในตอนกลางวันและกลางคืน ซึ่งในปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวมีปริมาณมากขึ้นจนเกินสมดุลและเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน โดย IPCC ได้ทำการแบ่งแหล่งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนออกเป็น 7 แหล่ง ได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการใช้สารละลายและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ภาคการเกษตร ภาคการใช้พื้นที่และป่าไม้ ภาคการจัดการของเสีย และภาคอื่นๆ โดยภาคพลังงานเป็นภาคที่มีการปลดปล่อยในสัดส่วนมากที่สุด ทั้งนี้มีวิธีการคำนวณหลายวิธี โดย IPCC ได้กำหนดวิธีการคำนวณออกเป็น 3 ระดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระดับ Tier 1 คือการใช้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ IPCC กำหนดมาใช้ เป็น Emission Factor ในการคูณกับปริมาณการใช้งานของเชื้อเพลิงหรือพลังงานนั้นๆ (Default Value from IPCC)

ระดับ Tier 2 คือการใช้ค่าจำเพาะของประเทศที่ได้จากงานวิจัยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

ระดับ Tier 3 คือการใช้ค่าจำเพาะของกิจกรรมที่ต้องการศึกษา

สำหรับการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทยนั้น จะประเมินจากความต้องการปริมาณไฟฟ้าเนื่องจากเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในอาคาร โดยจะใช้ Emission Factors ตามลำดับขั้น (Tier) ที่ IPCC กำหนด ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลระดับ Tier 1 จากการรวบรวมข้อมูลและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ตามคู่มือ Revises IPCC 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories และ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy ประจำปี พ.ศ.2552 โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.57 kgCO₂/kWh

2.4 แบบประเมินอาคาร

2.4.1 แบบประเมิน LEED

แบบประเมิน LEED ของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งพัฒนาโดย United States Green Building Council (USGBC) ซึ่งแบบประเมินนี้ได้รับความนิยมทั่วโลกเนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการประเมินจึงทำให้อาคารทุกประเภทสามารถเข้ารับการประเมินได้ อีกทั้งการประเมินอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐานนั้นหากค่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าจะทำให้ได้รับคะแนนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการศึกษานี้เลือกแบบประเมิน LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 โดยแบ่งออกเป็น 5 หมวด ได้แก่

หมวดที่ 1 Sustainable Sites

หมวดที่ 2 Water Efficiency

หมวดที่ 3 Materials & Resources

หมวดที่ 4 Indoor Environmental Quality

หมวดที่ 5 Innovation In Operations

และเกณฑ์ในการตัดสินแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

ระดับ Certified 34-42 คะแนน

ระดับ Silver 43-50 คะแนน

ระดับ Gold 51-67 คะแนน

ระดับ Platinum 68-92 คะแนน

2.4.2 แบบประเมิน BREEAM

แบบประเมิน BREEAM ของประเทศอังกฤษ ได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงาน Building Research Establishment (BRE) เป็นแบบประเมินอาคารเขียวแรกของโลกและได้รับรางวัลชนะเลิศจากการประกวดแบบประเมินที่ประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ. 2548 เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ง่าย ทั้งนี้ผู้ออกแบบสามารถนำแบบประเมินเบื้องต้นมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ โดยเลือกศึกษาจากแบบประเมิน BREEAM Office 2008 ทั้งนี้แบบประเมินแบ่งออกเป็น 10 หมวดคือ

หมวดที่ 1 Management	หมวดที่ 2 Health & Wellbeing
หมวดที่ 3 Energy	หมวดที่ 4 Transport
หมวดที่ 5 Water	หมวดที่ 6 Materials
หมวดที่ 7 Waste	หมวดที่ 8 Land Use & Ecology
หมวดที่ 9 Pollution	หมวดที่ 10 Innovation

โดยในการประเมินนั้นจะแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

ระดับ Unclassified	< 30 คะแนน
ระดับ Pass	≥ 30 คะแนน
ระดับ Good	≥ 45 คะแนน
ระดับ Very Good	≥ 55 คะแนน
ระดับ Excellent	≥ 70 คะแนน
ระดับ Outstanding	≥ 85 คะแนน

2.4.3 แบบประเมิน CASBEE

แบบประเมิน CASBEE ของประเทศญี่ปุ่นได้รับการพัฒนาจากหน่วยงาน Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) แบบประเมินนี้มีลักษณะการประเมินแตกต่างจากแบบประเมินอื่นๆ โดยสิ้นเชิง คือการประเมินได้พิจารณาถึงสัดส่วนของการสร้างคุณภาพการบริการอาคารให้ดีที่สุดและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังนั้นการให้คะแนนจึงแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คุณภาพของสภาวะแวดล้อมและประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Q, Quality: The environment and performance of the building) และการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม (L, Loading: The building's environmental Loading) แล้วนำมาคำนวณเป็นอัตราส่วนประสิทธิภาพรวมของอาคาร (Building Environmental efficiency: BEE) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินระดับของอาคาร ซึ่งทำให้อาคารมีขีดความสามารถในการพัฒนาได้มากขึ้น โดยไม่ถูกจำกัดในเรื่องของการใช้ทรัพยากรนำเข้าและปริมาณของผลกระทบแต่พิจารณาจากสัดส่วนของทั้งสองส่วน ทั้งนี้แบบประเมิน

CASBEE for Existing Building มีเฉพาะรูปแบบภาษาญี่ปุ่น ดังนั้นจึงเลือกศึกษา CASBEE for New construction 2008 แทนเนื่องจากมีความใกล้เคียงและสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากที่สุด แบบประเมินดังกล่าวแบ่งออกเป็น 6 หมวด ได้แก่

หมวดที่ 1 Q1 Indoor Environment	หมวดที่ 2 Q2 Quality of Service
หมวดที่ 3 Q3 Outdoor Environment on Site	หมวดที่ 4 LR1 Energy
หมวดที่ 5 LR2 Resources & Materials	หมวดที่ 6 LR3 Off-site Environment

โดยเกณฑ์การประเมินจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับตามค่าของ BEE ที่ได้จากการคำนวณ อัตราส่วนระหว่าง Q ต่อ L คือ

ระดับ C (poor)	BEE < 0.5
ระดับ B-	BEE < 1.0
ระดับ B+	BEE < 1.5
ระดับ A	BEE < 3.0
ระดับ S	BEE > 3.0

2.4.4 แบบประเมิน Green star

แบบประเมิน Green Star ของประเทศออสเตรเลีย พัฒนาโดย Green Building Council of Australia (GBCA) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินฉบับแรกที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียวในประเทศออสเตรเลีย โดยมีการคำนึงถึงการประเมินตลอดอายุการใช้งานของอาคาร โดยเลือกศึกษาแบบประเมิน Green Star - Office v.3 2008 ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 หมวด คือ

หมวดที่ 1 Management	หมวดที่ 2 Indoor Environment Quality
หมวดที่ 3 Energy	หมวดที่ 4 Transport
หมวดที่ 5 Water	หมวดที่ 6 Materials
หมวดที่ 7 Land Use & Ecology	หมวดที่ 8 Emissions
หมวดที่ 9 Innovation	

โดยมีเกณฑ์การตัดสินแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

4 Star Green Star Certified Rating recognises and rewards "Best Practice"

5 Star Green Star Certified Rating recognises and rewards "Australian Excellence"

6 Star Green Star Certified Rating recognises and rewards "World Leadership"

2.4.5 แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Thailand Energy & Environmental Assessment Method: TEEAM) เป็นแบบประเมินอาคารเขียวฉบับแรกของประเทศ

ไทยพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2550 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามประเภทอาคารและมีทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ แบบประเมินสำหรับอาคารพักอาศัย (บ้านเดี่ยว บ้านแถว อาคารอยู่อาศัยรวม) และแบบประเมินอาคารที่ไม่ใช่อาคารที่พักอาศัย ซึ่งแยกย่อยเป็น 3 ชุด ได้แก่ แบบประเมินอาคารสำนักงาน ห้องสมุด แบบประเมินอาคารสรรพสินค้า อาคารพาณิชย์ อาคารแสดงสินค้าหรือนิทรรศการและแบบประเมินอาคารโรงพยาบาล โรงแรม ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้แบบประเมินอาคารสำนักงาน และห้องสมุด ซึ่งมีทั้งหมด 9 หมวด คือ

หมวดที่ 1 สถานที่ตั้งอาคาร

หมวดที่ 2 ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม

หมวดที่ 3 เปลือกอาคาร

หมวดที่ 4 ระบบปรับอากาศ

หมวดที่ 5 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

หมวดที่ 6 ระบบธรรมชาติ พลังงานทดแทนและการจัดการพลังงาน

หมวดที่ 7 ระบบสุขาภิบาล

หมวดที่ 8 วัสดุและการก่อสร้าง

หมวดที่ 9 เทคนิคการออกแบบและกลยุทธ์ประหยัดพลังงาน/รักษาสິงแวดล้อม

ทั้งนี้เกณฑ์การตัดสินแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามคะแนนที่ได้รับจากการประเมิน

ระดับดี ≥ 45 คะแนน

ระดับดีมาก ≥ 60 คะแนน

ระดับดีเด่น ≥ 75 คะแนน

2.4.6 เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว

เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2551 โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 2 ชุดตามช่วงอายุของอาคาร คือกรณีอาคารเดิมและกรณีอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานทางภาครัฐทั้งในระดับส่วนกลางและระดับท้องถิ่นนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป ซึ่งเกณฑ์การประเมินนี้มีการให้นำหนักคะแนนครอบคลุมทั้งด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อม ในการศึกษานี้เลือกใช้ชุดการประเมินสำหรับกรณีอาคารเดิม

การประเมินอาคารสำนักงานราชการเขียวกรณีอาคารเดิม มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการประเมินอาคารที่มีการก่อสร้างเสร็จและมีการเข้าใช้งานแล้ว โดยแนวคิดในการประเมินจะมุ่งเน้น

ด้านการใช้งานและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance) เกณฑ์ประเมินแบ่งออกเป็น 7 หมวด ได้แก่

- หมวดที่ 1 การบริหารจัดการให้เป็นอาคารสำนักงานราชการเขียว
- หมวดที่ 2 ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม
- หมวดที่ 3 การใช้น้ำ
- หมวดที่ 4 พลังงาน
- หมวดที่ 5 สภาวะแวดล้อมในอาคาร
- หมวดที่ 6 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร
- หมวดที่ 7 นวัตกรรม

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เกณฑ์ที่ต้องผ่าน (Prerequisite) และเกณฑ์ที่ให้คะแนน (Credit) ดังนั้นหากหมวดใดมีเกณฑ์ทั้งสองประเภทจำเป็นที่จะต้องผ่านเกณฑ์ที่ต้องผ่าน (Prerequisite) ให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนในหมวดนั้นๆก่อน แล้วจึงประเมินตามเกณฑ์ที่ให้คะแนน (Credit) ต่อไป

2.4.7 เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย โดยได้รับการพัฒนาจากสถาบันอาคารเขียวไทยซึ่งเป็นสถาบันที่สามารถรับรองผลการดำเนินงานของอาคารเขียวแห่งประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุดตามช่วงอายุของอาคาร คือ สำหรับอาคารที่มีการก่อสร้างแล้วและสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ ซึ่งในปัจจุบันทางสถาบันอาคารเขียวได้พัฒนาเสร็จเพียงแบบประเมินสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่เท่านั้นและเริ่มเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งเกณฑ์การประเมินดังกล่าวแบ่งออกเป็น 8 หมวด ได้แก่

- หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร
- หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์
- หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ
- หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ
- หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง
- หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมในการทำงาน
- หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- หมวดที่ 8 นวัตกรรม

เกณฑ์ในการตัดสินนั้นมีทั้งในส่วนของการปฏิบัติตามข้อบังคับและเกณฑ์ที่ให้คะแนน โดยมีข้อบังคับทั้งหมด 9 ข้อ รวม 85 คะแนน ซึ่งในการผ่านการประเมินทุกระดับนั้นผู้เข้าร่วม

ประเมินต้องผ่านการทำคะแนนข้อบังคับ 9 ข้อ หากไม่สามารถทำคะแนนข้อบังคับข้อใดข้อหนึ่ง จะถือว่าไม่สามารถเข้าร่วมการประเมินได้ โดยแบ่งระดับของผลการประเมินได้ 4 ระดับ คือ

Platinum	61 คะแนน ขึ้นไป
Gold	46-60 คะแนน
Silver	38-45 คะแนน
Certified	30-37 คะแนน

2.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบประเมินอาคารเขียวในประเทศและต่างประเทศ

แบบประเมินอาคารของประเภทอาคารสำนักงานที่ได้กล่าวรายละเอียดของเนื้อหาไปแล้วข้างต้น ประกอบด้วยแบบประเมินจากต่างประเทศซึ่งเลือกใช้แบบประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายจากแต่ละทวีป คือ ประเมิน LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ทวีปอเมริกา แบบประเมิน BREEAM Office 2008 ของประเทศอังกฤษ ทวีปยุโรป แบบประเมิน CASBEE for New construction 2008 ของประเทศญี่ปุ่น ทวีปเอเชีย และ แบบ Green Star - Office v.3 2008 ของประเทศออสเตรเลีย ทวีปออสเตรเลีย ส่วนแบบประเมินภายในประเทศที่เลือกนำมาศึกษาได้แก่ แบบประเมิน TEEAM เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงาน ราชการเขียว และเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

จากการพิจารณาแบบประเมินแต่ละแบบนี้สามารถกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ได้ 5 ปัจจัยคือ การประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน การคำนึงถึง Passive Design การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง การเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร และการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของแต่ละแบบประเมิน

ปัจจัย	TEEAM	อาคารสำนักงาน ราชการเขียว	อาคารเขียวไทย	LEED	BREEM	CASBEE	Green Star
การประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน							○
การคำนึงถึง Passive Design						○	
การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง	○	○	○	○	○	○	○
การเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร				○	○	○	○
การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO ₂ ของอาคาร				○	○	○	○

ทั้งนี้พบว่าแบบประเมินทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง เนื่องจากแนวทางการดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์มีความยืดหยุ่นได้จึงจำเป็นที่จะต้องตีความแล้วประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของเกณฑ์ให้มากที่สุด ทั้งนี้ในส่วนของปัจจัยด้านการคำนึงถึง Passive Design นั้นมีเฉพาะแบบประเมิน CASBEE ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้อาคารมีนำประโยชน์จากสถานะแวดล้อมทางธรรมชาติมาใช้ นอกจากนี้แบบประเมินอาคารอื่นๆนอกจากแบบประเมิน Green Star นั้นไม่ได้คำนึงถึงการประเมินตลอดอายุอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่จะขาดการประเมินในช่วงการรื้อถอนอาคาร ในส่วนของการเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคารนั้นพบว่าหากใช้เกณฑ์การประเมินของประเทศไทยจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากรัฐบาลเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้เพราะต้องการส่งเสริมให้เกิดอาคารเขียวและดึงดูดให้มาใช้แบบประเมินของไทย เนื่องจากในปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้แบบประเมินจากต่างประเทศ เนื่องจากเชื่อว่าการได้รับการรับรองจากต่างประเทศเป็นที่น่าเชื่อถือมากกว่า อย่างไรก็ตามการนำแบบประเมินจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงนั้นไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากแบบประเมินของต่างประเทศย่อมออกแบบตามลักษณะปัจจัยสถานะแวดล้อมของประเทศนั้นๆจึงไม่ได้มีการคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศสิ่งแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยซึ่งอาจทำให้อาคารไม่สามารถใช้ทรัพยากรและลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากให้กับต่างประเทศในการประเมิน อย่างไรก็ตามแบบประเมินอาคารเขียวที่มีใช้ในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้พัฒนาเกณฑ์ในส่วนของประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อาคารไม่สามารถ

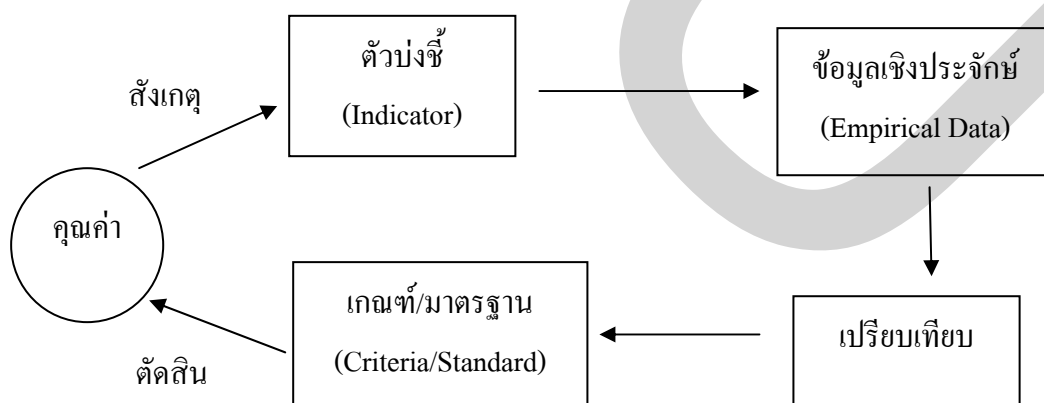
ประเมินศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวอันเป็นช่องทางธุรกิจที่สำคัญในอนาคต ซึ่งมาจากความต้องการลดภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ

2.6 ทฤษฎีการกำหนดคุณค่าและการประเมิน

การประเมินเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ประเมินเพื่อจุดมุ่งหมายของการพัฒนาของสิ่งนั้น ซึ่งคุณค่าเป็นคุณลักษณะนามธรรมที่ถูกกำหนดขึ้นภายใต้บริบทของสังคม การเข้าถึงคุณค่าของสิ่งต่างๆจำเป็นที่จะต้องอาศัยแนวคิด ทฤษฎีมาใช้สำหรับศึกษาข้อเท็จจริงที่สามารถนำไปอ้างอิงถึงคุณค่านั้นๆ

ทุกสิ่งย่อมมีคุณค่าซึ่งคุณค่าเป็นมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ประกอบด้วยคุณค่าคุณค่าภายใน (Merit) และคุณค่าภายนอก (Value or Worth) คุณค่าภายในเป็นสิ่งที่แฝงเร้นอยู่ในสิ่งนั้นตลอดเวลาและมีลักษณะของความเป็นสากล แต่คุณค่าภายนอกมีลักษณะสัมพัทธ์ที่ขึ้นอยู่กับบริบท

ในการกำหนดคุณค่าของสิ่งใดๆนั้นนักประเมินจะต้องทำการสรุปอ้างอิงจากสิ่งที่สังเกตได้โดยตรงที่เป็นตัวแทนของคุณค่านั้นเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานโดยใช้วิธีการเชิงธรรมชาติหรือวิธีเชิงระบบ โดยวิธีการเชิงธรรมชาติต้องอาศัยหลักการตัดสินคุณค่าด้วยเหตุผลและประสบการณ์ส่วนตัว ส่วนวิธีการเชิงระบบอาศัยหลักการมาตรฐานด้วยการตีความจากการทดสอบสมมุติฐานบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณค่าของสิ่งนั้น โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐาน



รูปที่ 2.3 ระบบความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า ตัวบ่งชี้ ข้อมูลเชิงประจักษ์และเกณฑ์

นักทฤษฎีหลายท่านได้พยายามศึกษาและวางแนวทางในการกำหนดคุณค่าของสิ่งต่างๆ ทั้งนี้ Dewey (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 79) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่าคุณค่า (Value) เป็นคุณลักษณะที่ขึ้นอยู่กับบริบท (Context) คุณค่าของสิ่งใดก็ตามย่อมมีความแปรเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ จึงยากที่จะกำหนดคุณค่าให้มีความแน่นอนได้อย่างสมบูรณ์ (Absolute) ฉะนั้นเมื่อก้าวถึงคุณค่ามักจะพิจารณาในแง่ของคุณค่าเชิงเปรียบเทียบตามสถานการณ์มากกว่าที่จะพิจารณาถึงคุณค่าสัมบูรณ์หรือความเป็นสากลของคุณค่า ทั้งนี้คุณค่าได้แบ่งเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1) คุณค่าภายใน (Intrinsic Value/ Merit) เป็นคุณค่าที่แฝงเร้นอยู่ในสิ่งนั้นตลอดเวลาไม่ขึ้นอยู่กับบริบท จึงประมาณค่าภายในของสิ่งนั้นได้ยาก

2) คุณค่าภายนอก (Extrinsic Value/ Value or Worth) เป็นคุณค่าภายนอกของสิ่งนั้นซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์แวดล้อม สามารถตีค่าได้อย่างค่อนข้างเป็นปรนัย โดยจะต้องมีการนิยามคุณค่าให้มีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจน

ทั้งนี้คุณค่าเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการสรุปอ้างอิงจากสิ่งที่สังเกตได้และใช้เป็นตัวแทนของคุณค่านั้นเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินเพื่อบ่งชี้คุณค่าของสิ่งนั้น ทั้งนี้คุณสมบัติของตัวบ่งชี้ที่ดีมีคุณสมบัติสำคัญดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544: 84-86)

1. ความตรง (Validity) ตัวบ่งชี้ที่จะต้องบ่งชี้ได้ตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1.1 มีความตรงประเด็น (Relevant) ตัวบ่งชี้ต้องชี้วัดได้ตรงประเด็น มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณลักษณะที่มุ่งวัด

1.2 ความเป็นตัวแทน (Representative) ตัวบ่งชี้จะต้องมีความเป็นตัวแทนคุณลักษณะที่มุ่งวัดหรือมีมุมมองที่ครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญของคุณลักษณะที่มุ่งวัดอย่างครบถ้วน

2. ความเที่ยง (Reliability) ตัวบ่งชี้ที่ดีจะต้องบ่งชี้คุณลักษณะที่มุ่งวัดได้อย่างน่าเชื่อถือ คงเส้นคงวา หรือบ่งชี้ได้คงที่เมื่อทำการวัดซ้ำในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

2.1 ความเป็นปรนัย (Objectivity) ตัวบ่งชี้ต้องชี้วัดได้อย่างเป็นปรนัย การตัดสินใจเกี่ยวกับค่าของตัวบ่งชี้ ควรขึ้นอยู่กับสถานะที่เป็นอยู่หรือคุณสมบัติของสิ่งนั้นมากกว่าที่จะขึ้นอยู่กับความรู้สึกตามอัตวิสัย

2.2 มีความคลาดเคลื่อนต่ำ (Minimum Error) ตัวบ่งชี้ต้องชี้วัดได้อย่างมีความคลาดเคลื่อนต่ำค่าที่ได้จะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

3. ความเป็นกลาง (Neutrality) ตัวบ่งชี้ที่ดีต้องบ่งชี้ด้วยความเป็นกลาง ปราศจากความลำเอียง (bias) ไม่โน้มเอียงเขาหาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ไม่ชี้นำโดยการเน้นการบ่งชี้เฉพาะลักษณะความสำเร็จหรือความล้มเหลวหรือความไม่ยุติธรรม

4. ความไว (Sensitivity) ตัวบ่งชี้ที่ดีจะต้องมีความไวต่อคุณลักษณะที่มุ่งวัด สามารถแสดงความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างหน่วยวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน โดยตัวบ่งชี้จะต้องมีมาตรฐานและหน่วยวัดที่มีความละเอียดเพียงพอ

5. สะดวกในการนำไปใช้ (Practicality) ตัวบ่งชี้ที่ดีจะต้องมีความสะดวกในการนำไปใช้ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

5.1 เก็บข้อมูลง่าย (Availability) ตัวบ่งชี้ที่ดีจะต้องสามารถนำไปใช้วัดหรือเก็บข้อมูลได้สะดวก สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากการตรวจ นับ วัด หรือสังเกตได้ง่าย

5.2 แปลความหมายง่าย (Interpretability) ตัวบ่งชี้ที่ดีควรให้ค่าการวัดที่มีจุดสูงสุดและต่ำสุด เข้าใจง่ายและสามารถสร้างเกณฑ์ตัดสินคุณภาพได้ง่าย

2.7 เทคนิควิธีพัฒนาเกณฑ์ (บุญส่ง มหัทธนาภรณ์ : 2544)

การเลือกหรือพัฒนาเกณฑ์เพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งที่เหมาะสมเป็นงานยากที่สุดของการประเมิน สตีฟเฟิลบีม (อ้างถึงในบุญส่ง มหัทธนาภรณ์, 2544:22) ได้กล่าวถึงปัญหาการกำหนดเกณฑ์ว่าเป็นปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการประเมินที่ยากแก่การแก้ไขประการหนึ่ง ดังนั้นนักประเมินจึงพยายามหาวิธีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินตามแนวทางของตน เช่น ไทเลอร์ ได้ยึดวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนเป็นเกณฑ์ในการประเมิน สเตก ใช้เกณฑ์ 2 ประเภท ได้แก่ เกณฑ์สัมพัทธ์และเกณฑ์สัมบูรณ์ ทั้งนี้วิธีการพัฒนาเกณฑ์ตามแนวคิดของสเตก มีหลักสำคัญ ดังนี้

1) ผู้ประเมินจะต้องหาคำตอบให้ได้ว่า มีการกำหนดเกณฑ์หรือมาตรฐานที่เกี่ยวกับสิ่งที่ประเมินไว้อย่างไรบ้าง ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ประเมินมีเกณฑ์เกี่ยวกับสิ่งที่ประเมินอย่างไร

2) การเลือกใช้เกณฑ์จะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับสิ่งที่ประเมินและหน้าที่ของการประเมินครั้งนั้น โดยเฉพาะ

3) เป็นหน้าที่ของผู้ประเมินที่จะต้องหาเกณฑ์ที่มีความเที่ยงตรง สมเหตุสมผลและเป็นที่ยอมรับร่วมกันให้ได้ไม่ว่าเกณฑ์นั้นจะกำหนดโดยผู้ใดหรือลักษณะใดก็ตาม

ทั้งนี้โพรวิส ได้ใช้วิธีกำหนดเกณฑ์โดยคณะบุคคล ซึ่งประกอบด้วยคณะผู้ดำเนินงานและคณะผู้ประเมินเป็นหลัก และอาจมีที่ปรึกษาในบางกรณี การกำหนดเกณฑ์ตามแนวทางดังกล่าวจะดำเนินการคือ ขั้นแรกจัดให้มีการประชุมหามาตรฐานหรือเกณฑ์ของทั้ง โครงการซึ่งจะ

ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ประการ คือ ปัจจัยป้อน การปฏิบัติ และผลผลิต โดยกิจกรรมของคณะกรรมการคือทำหน้าที่กำหนดเกณฑ์ คือการระบุตัวแปรสำคัญในมิติต่างๆ อย่างชัดเจน

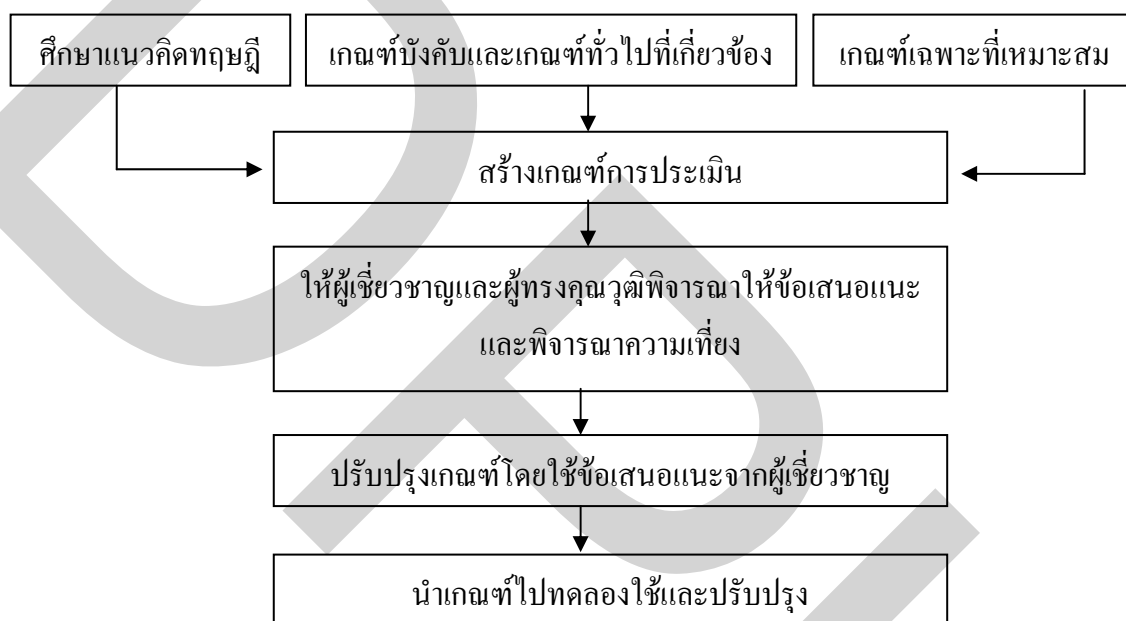
แนวทางการกำหนดเกณฑ์เชิงทฤษฎีของนักประเมินที่สำคัญอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ สตีฟเฟิลบีม ซึ่งได้เสนอรูปแบบของเกณฑ์เป็น 2 รูปแบบ คือรูปแบบที่ 1 เกณฑ์เชิงอุดมคติและรูปแบบที่ 2 เกณฑ์ซึ่งมีอยู่ในความเป็นจริง โดยการเลือกใช้เกณฑ์ตามแนวคิดดังกล่าวมีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

- 1) ผู้มีอำนาจสั่งการซึ่งบ่งชี้สิ่งที่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการดำเนินการ
- 2) ผู้มีอำนาจสั่งการกำหนดเกณฑ์รูปแบบที่ 1 ทั้งในมิติสภาวะแวดล้อม ปัจจัยป้อน การปฏิบัติ และผลผลิต
- 3) หากความไม่สอดคล้องกันระหว่างเกณฑ์เชิงอุดมคติและสภาพความเป็นจริง
- 4) กำหนดเกณฑ์รูปแบบที่ 2 ที่สอดคล้องกับเกณฑ์รูปแบบที่ 1
- 5) ตรวจสอบเกณฑ์รูปแบบที่ 2 กับสภาพความเป็นจริง
- 6) หากเกณฑ์รูปแบบที่ 2 ความเป็นไปได้ ให้นำเกณฑ์ไปใช้ แต่ถ้าผลการตรวจสอบไม่มีความเป็นไปได้ จะต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ การสร้างรูปแบบที่ 2 ใหม่จนกว่าจะ เป็นไปได้ หรือสร้างรูปแบบที่ 1 ใหม่ หรือเลือกสร้างรูปแบบที่ 1 หลายๆรูปแบบ โดยในการเลือก ทั้งรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 จะต้องพิจารณาแนวคิด ความเชื่อ ค่านิยม เกณฑ์หรือมาตรฐานอย่าง ครอบคลุม

ในเชิงประจักษ์ได้มีผู้พัฒนาเกณฑ์เพื่อประเมินในหลายลักษณะ เช่น การพัฒนาเกณฑ์ ประเมินจากนิยามและเกณฑ์มาตรฐานที่ยึดถือปฏิบัติกันโดยทั่วไป แล้วดำเนินการประชุมเชิง ปฏิบัติการเพื่ออาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาข้อสรุปเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม และเป็นไปได้เพียงใด โดยเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ถือว่าใช้ได้ก็ต่อเมื่อผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นตรงกัน อย่างน้อยร้อยละ 80 หรือค่ามัธยฐานเลขคณิตไม่ต่ำกว่า 3.5 จากระบบ 5 แต้ม (คณัย เทียนพุดธ อ่างถึง ในบุญส่ง : 25)

นอกจากนี้การพัฒนาเกณฑ์เชิงประจักษ์ตามการพัฒนาเกณฑ์ประเมินของยังและสโตน ซึ่งจะต้องดำเนินการจัดประชุม 3 ครั้ง ครั้งแรกประชุมเพื่อจัดทำร่างเกณฑ์ โดยอาศัยผลจากการ วิเคราะห์เอกสารและข้อมูลที่มีอยู่แล้ว จากนั้นทำการพิมพ์เผยแพร่ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องแสดงความ คิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ ประชุมครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงเกณฑ์จากข้อเสนอแนะที่ได้ได้แล้วนำ เกณฑ์ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของเกณฑ์ การประชุมครั้งที่ 3 เป็นการเตรียมการ เกี่ยวกับการกำหนดคณะบุคคลหรือองค์กรที่มีหน้าที่รับผิดชอบ ตลอดจนข้อปฏิบัติต่างๆ เพื่อใช้ เป็นแนวทางใช้เกณฑ์ต่อไป

จากตัวอย่างการพัฒนาเกณฑ์การประเมินทั้งในทางทฤษฎีและในเชิงประจักษ์ โดยจะเห็นได้ว่าการพัฒนาเกณฑ์สามารถทำได้หลายลักษณะ อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัติผู้ประเมินอาจเลือกใช้เทคนิควิธีพัฒนาเกณฑ์ตามความเหมาะสมกับสภาพความต้องการและข้อจำกัดที่มีอยู่ โดยส่วนใหญ่มักนิยมใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณา การสร้างรูปแบบการสร้างเกณฑ์ควรเป็นดังนี้



รูปที่ 2.4 การสร้างรูปแบบการสร้างเกณฑ์

2.8 ทฤษฎีการวัดและมาตรประเมินค่า

การวัดเป็นการกำหนดค่าตัวเลขหรือสัญลักษณ์ใดๆ ต่อคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า ทั้งนี้ระดับการวัดอาจแบ่งตามลักษณะของข้อมูลที่วัดได้เป็น 4 ประเภท คือ การวัดแบบมาตรนาม (Nominal Scale) การวัดแบบมาตราเชิงอันดับ (Ordinal Scale) การวัดมาตราเชิงอันตรภาค (Interval Scale) และการวัดมาตราเชิงอัตราส่วน (Ratio Scale) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวัดแบบมาตรนาม เป็นวิธีการวัดที่กำหนดหลักเกณฑ์แบ่งแยกประเภทของข้อมูลที่ทำการศึกษาออกเป็นกลุ่ม โดยสิ่งที่มีคุณสมบัติเดียวกันไว้กลุ่มเดียวกัน การวัดในลักษณะนี้ จะใช้หมายเลขเป็นสัญลักษณ์ของกลุ่มหรือประเภทได้ เพื่อความสะดวกในการประมวลผลข้อมูล โดยจำนวนตัวเลขไม่ได้มีความหมายต่อระดับคิกริ กล่าวคือคุณสมบัติหลักของการวัดแบบมาตรา

นามนี้ คือ ความเท่าเทียมกันของแต่ละกลุ่มหรือประเภท โดยมีคุณค่า เนื้อหา สาระ และคุณสมบัติที่เท่าเทียมกัน

2. การวัดแบบมาตราเชิงอันดับ คือมาตรที่ใช้ในการจัดลำดับของตัวแปรหรือสิ่งที่ต้องการวัดค่าของตัวแปรใดมากกว่ากัน แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบจำนวนหรือค่าของความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดได้ว่าต่างกันอยู่เท่าใด ได้แก่ การวัดลำดับของทัศนคติ ลำดับของการรับรู้ และลำดับความชอบ เป็นต้น

3. มาตรอันตรภาคชั้น (Interval Scale) คือมาตรที่สามารถบ่งบอกค่าความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวแปรได้ว่ามีความแตกต่างกันอยู่เท่าใด เป็นคุณสมบัติที่มีเพิ่มขึ้นมาจากสองมาตรข้างต้น ที่สามารถใช้บ่งบอกความแตกต่างและลำดับของตัวแปรหรือสิ่งที่ต้องการวัด เพราะมีความห่างของการวัดที่เท่ากันในทุกหน่วยของการวัดกล่าวคือมีความแตกต่างของแต่ละหน่วยเท่ากัน แต่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบอัตราส่วนของสิ่งที่ต้องการวัดได้ เพราะจุดเริ่มต้นของมาตรอันตรภาค ไม่ใช่ 0 แท้

4. มาตรอัตราส่วน (Ratio Scale) เป็นมาตรที่มีคุณสมบัติสมบูรณ์ โดยมีคุณสมบัติของทุกมาตรที่ได้กล่าวมาแล้ว และเป็นมาตรที่สามารถใช้บอกความแตกต่าง บอกลำดับและค่าความต่างของแต่ละลำดับได้และสามารถหาอัตราส่วนของค่าความต่างนั้นได้ เนื่องจากจุดเริ่มต้นค่าของมาตรอัตราส่วนนี้เป็น 0 แท้

แบบประเมินค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดหนึ่งโดยการแปลงเป็นปริมาณในเชิงเปรียบเทียบ นิยมใช้วัดสิ่งที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยตรงได้ เช่น ค่านิยม ความเชื่อ ความเหมาะสม ความสำคัญ และการปฏิบัติต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้แบบประเมินค่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ มาตรประเมินค่าที่ให้เปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Comparative Scales) และมาตรประเมินค่าที่ไม่เปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Non-comparative Scales) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. มาตรประเมินค่าแบบให้เปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Comparative Scales)

มาตรประเมินค่าแบบให้เปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Comparative Scales) คือ การเปรียบเทียบตัวแปรหรือสิ่งที่ต้องการวัดตั้งแต่สองตัวขึ้นไปโดยใช้วัดมาตรเรียงลำดับ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัด ทั้งนี้ผลของการเปรียบเทียบจะจำกัดอยู่เฉพาะสิ่งที่ทำการเปรียบเทียบเท่านั้นไม่สามารถนำผลการเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรหนึ่งกับตัวแปรหนึ่งไปเทียบกับอีกตัวแปรอื่นได้ ซึ่งมาตรประเมินค่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 แบบเทียบเป็นคู่ (Paired Comparisons) เป็นการให้เปรียบเทียบ โดยเลือกเปรียบเทียบเลือกเป็นคู่ๆ โดยจะมีเรื่องเปรียบเทียบ ครั้งละ 2 สิ่ง แล้วให้เลือกว่าสิ่งใดมีความสำคัญ

หรือเหมาะสมมากกว่ากัน โดยจะเปรียบเทียบเป็นคู่จนครบทุกสิ่งที่จะพิจารณาและจึงทำอีกครั้งในประเด็นอื่นจนครบทุกประเด็น

1.2 แบบเรียงลำดับ (Rank Order) เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญเรียงลำดับความสำคัญหรือความเหมาะสมของสิ่งที่ต้องการพิจารณาทั้งหมด โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องทำการเปรียบเทียบแต่ละสิ่งที่จะพิจารณาโดยการเรียงลำดับความสำคัญ โดยทั่วไปจะมีการถ่วงน้ำหนักของแต่ละลำดับด้วย

1.3 แบบให้คะแนนเต็ม (Constant-sum Scales) เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน โดยจะมีคะแนน 100 คะแนน แล้วให้ผู้ตอบใส่คะแนนแต่ละสิ่งที่จะพิจารณาว่ามีความสำคัญเป็นกี่คะแนน โดยเมื่อรวมทุกหมวดแล้วคะแนนจะเป็น 100 คะแนน

2. ชนิดมาตรประเมินค่าแบบไม่เปรียบเทียบกับสิ่งอื่น (Non-comparative Scales)

เป็นแบบประเมินเปรียบเทียบสิ่งเดียวไม่ต้องไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นหรือประเด็นอื่น เป็นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานส่วนตัวของผู้ตอบเอง โดยจะเป็นมาตรประเมินค่าแบบที่มีมาตราสิ่งที่จะวัดจะถูกรัดโดยอิสระ ซึ่งมาตรประเมินค่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แบบประเมินค่าด้วยเส้นกราฟ (Graphic Rating Scale) เป็นแบบให้ผู้ตอบทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งตามลักษณะพฤติกรรมหรือคุณลักษณะตามที่บุคคลเป็นอยู่ลงบนเส้นกราฟ โดยแต่ละข้างของกราฟจะมีความแตกต่างกัน มีกราฟหลายแบบที่นิยมใช้ทั้งมีตัวเลขและไม่มีตัวเลขกำกับและเห็นเป็นกราฟชัดเจนและไม่ชัดเจน

2.2 แบบประเมินค่าด้วยคำตอบจำกัด (Itemized Rating Scale) จะมีการกำหนดข้อความ คำ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไว้เป็นคำตอบให้เลือกแน่นอน ได้แก่ แบบกำหนดคำตอบเป็นข้อความ แบบกำหนดคำตอบเป็นเส้นกราฟที่มีคำบรรยายไว้ และแบบกำหนดคำตอบเป็นร้อยละ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแบบประเมินนี้มุ่งเน้นที่จะทำให้อาการเขียวสามารถประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ดังนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงมี 2 ส่วน คือการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาการเขียว และการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาการเขียวที่มีความเหมาะสมกับสภาวะภูมิอากาศของประเทศไทยนั้นจะต้องศึกษาเกณฑ์การประเมินที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่จะศึกษาเปรียบเทียบจากเกณฑ์การประเมินจากแบบประเมินอื่นๆ และศึกษาการออกแบบอาคารที่มีความเหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมในเขตร้อนชื้นอันเป็นลักษณะสำคัญของประเทศไทยเนื่องจากการออกแบบโดยอาศัยประโยชน์จากสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงาน

อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างสภาวะความสบายให้กับผู้ใช้อาคาร อีกทั้งเกณฑ์การประเมิน ยังต้องคำนึงถึงในส่วนของกฎหมาย ข้อบังคับ ที่อาคารจำเป็นจะต้องปฏิบัติตามด้วย โดยการพัฒนา เกณฑ์การประเมินมีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

จิตติมา กลั่นหอม (2546) ได้ทำการศึกษาแนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการ ประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับช่องเปิดอาคารในเขตร้อนชื้น พบว่าจากการที่อาคารปรับอากาศ ในประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพื่อทำความเย็นสูงนั้น มีสาเหตุหนึ่งมาจากการออกแบบช่องเปิด ของอาคารที่มีการเลือกใช้รูปแบบ วัสดุ และทิศทางการเจาะที่ไม่เหมาะสม การวิจัยนี้จึง ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อระดับความร้อนและความชื้นที่ผ่านเข้าสู่อาคารผ่าน ทางช่องเปิด รวมทั้งสร้างแบบประเมินเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยออกแบบช่องเปิดที่สามารถ ลดภาระการทำความเย็นภายในอาคาร

ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าภาระการทำความ เย็นของเครื่องปรับอากาศผ่านช่องทางเปิดอาคาร โดยแยกกลุ่มตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นจากการรั่วซึมของอากาศในขณะที่ช่องเปิดนั้นมีการ เปิด-ปิด หรืออีกนัยหนึ่ง คือค่าความแตกต่างของระดับเอนทัลปีระหว่างภายในกับภายนอก
2. กลุ่มของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นในขณะที่ช่องเปิดนั้นปิดอยู่ ซึ่งได้แก่ ค่าการ ถ่ายเทความร้อนจากการนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ และการรั่วซึมของ อากาศผ่านทางช่องเปิดอาคาร ผลจากการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ จะนำมาสร้างดัชนีการ ประเมินศักยภาพค่าการประหยัดพลังงานสำหรับช่องเปิดอาคาร

ทั้งนี้จากการศึกษาดังกล่าวได้มีการเสนอวิธีการออกแบบช่องเปิดภายในอาคารเพื่อลด ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากความร้อน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือ การลดภาระการทำความ เย็นที่เกิดจากความแตกต่างของค่าเอนทัลปี โดยมีปัจจัยที่จะต้องพิจารณาได้แก่ ทิศทางที่เหมาะสม ในการเจาะช่องเปิดอาคารของแต่ละภูมิภาคและการเลือกรูปแบบของช่องเปิด แนวทางที่สองคือ การลดภาระที่เกิดจากการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน โดยมีปัจจัยที่จะต้องพิจารณา ได้แก่ สัดส่วนของช่องเปิดต่อพื้นที่ใช้งานของอาคาร และทิศทางของช่องเปิด

นอกจากนี้ในปีเดียวกัน (2546) กัมปนาท กระจุกชัย ได้ศึกษาแนวทางการสร้างแบบ ประเมินอาคารปรับอากาศเพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในภูมิภาคเขตร้อนชื้น โดยได้ ทำการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต่างๆต่อภาระการทำความเย็น เพื่อบ่งชี้ถึงศักยภาพด้านการ ประหยัดพลังงานของอาคารที่พักอาศัยที่มีการปรับอากาศ โดยพบว่าองค์ประกอบสำคัญที่มีอิทธิพล ต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ นั้นประกอบด้วยตัวแปรด้านสภาวะแวดล้อม การ ออกแบบรูปทรงอาคาร หลังคาของอาคาร การรั่วซึมของอากาศ ผนังอาคาร การสะสมความร้อน

และความชื้นของวัสดุก่อสร้าง และพื้นอาคาร อีกส่วนคือตัวแปรที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร ประกอบด้วย ตัวแปรด้านพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง และภาวะที่เกิดจากผู้ใช้งาน ส่วนที่สามคือตัวแปรด้านประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

อังคณา สิริวรรณศิลป์ (2551) ได้ทำการศึกษาแนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงออกแบบร่างอาคารซึ่งแตกต่างจากการประเมินอื่นที่มีใช้ในปัจจุบันที่เน้นประเมินขั้นตอนในการสร้างที่เสร็จแล้ว ซึ่งการปรับปรุงอาคารที่สร้างแล้วให้ดีขึ้นในบางเรื่อง อาจทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง

จุดมุ่งหมายหลักของแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นนี้เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินว่าแบบร่างใดที่มีแนวโน้มจะเป็นอาคาร Green Building ได้มากกว่ากันเมื่อสร้างอาคารเสร็จแล้ว ซึ่งแบบประเมินนี้จึงเน้นให้สถาปนิกผู้ออกแบบอาคารเป็นผู้ใช้งาน โดยสามารถนำไปใช้ในการประเมินอาคารได้ง่ายและรวดเร็ว โดยแบบประเมินแบบร่างนี้ครอบคลุมเนื้อหา 6 หมวด ได้แก่ 1. ที่ตั้งโครงการและสภาพแวดล้อม 2. การใช้พลังงานและปล่อยมลภาวะ 3. พลังงานทดแทนและการจัดการ 4. การใช้น้ำ วัสดุและทรัพยากร 5. คุณภาพแวดล้อมภายในอาคารและการจัดพื้นที่ 6. ความคิดสร้างสรรค์

จากการตื่นตัวในเรื่องของสภาวะโลกร้อนอันเกิดจากระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นและเรื่องของการซื้อขายคาร์บอนเครดิตทำให้ทุกภาคส่วนมีความสนใจในเรื่องของการคำนวณและประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

วิรัช ไชยวงศ์ (2539) ได้ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตถ่านด้วยเตาขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร 2 ประเภท คือ เตาอิฐและเตาดินเหนียว โดยใช้ไม้ยูคาลิปตัสและไม้กระถินยักษ์เป็นวัตถุดิบ ก๊าซเรือนกระจกที่ศึกษา ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO₂) สารไฮโดรคาร์บอนรวมยกเว้นมีเทน (TNMHC) และฝุ่นละออง (TSP)

ผลจากการศึกษาด้วยเตาผลิตถ่านทั้งสองประเภทดังกล่าว พบว่าเตาผลิตถ่านต่างชนิดมีผลต่อประเภท และปริมาณของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมามากที่สุดต่อหนึ่งกิโลกรัมไม้แห้งต่างกันคือ เตาอิฐจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด แต่เตาดินเหนียวจะปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนรวมยกเว้นมีเทนมากที่สุด ขณะเดียวกันเตาผลิตถ่านต่างชนิดกันมีผลต่อปริมาณ

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เท่ากันคือ การผลิตถ่านด้วยเตาอิฐจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และฝุ่นละอองออกมาในปริมาณที่มากกว่าดินเหนียว ในทางกลับกันปริมาณการปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนรวม

ยกเว้นมีเทนและก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จากดินเหนียว ในปริมาณต่อหนึ่งหน่วยกิโลกรัมไม้แห้งมากกว่าเตาอิฐ เนื่องจากลักษณะเตาที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อกระบวนการเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส เมื่อไม้ต่างชนิดกันในการผลิตถ่านพบว่า ไม่มีผลต่อประเภทและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้ทั้งสองชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันค่า Emission Factors ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซมีเทน สารไฮโดรคาร์บอนรวมยกเว้นมีเทน ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และปริมาณฝุ่นละอองที่ประเมินได้จากการผลิตถ่านด้วยเตาอิฐโดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินยักษ์ และจากการผลิตถ่านด้วยเตาดินเหนียวโดยใช้ไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินยักษ์ พบว่าทั้ง 4 กรณีมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็นปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น โดยการผลิตถ่านด้วยเตาอิฐโดยใช้ไม้กระถินยักษ์ปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวออกมามากที่สุด

จินต์ พันธุ์ไชโยและคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการโลจิสติกส์ย้อนกลับของอุตสาหกรรมขวดแก้วกรณีศึกษาบริษัท บางกอกกล๊าส จำกัด ในปี พ.ศ. 2552 ซึ่งได้หาวิธีการคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในระบบโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยแยกเป็นกิจกรรม ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาทำงานวิจัยในลักษณะนี้ โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะแยกศึกษาเพียงกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งเท่านั้นทำให้ผลที่ได้ไม่สะท้อนปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้ศึกษาและหาวิธีการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบโลจิสติกส์ย้อนกลับในภาคอุตสาหกรรมแก้วของประเทศไทย ซึ่งมีหลักการคำนวณจาก Carbon Footprints โดยแบ่งเป็น 2 กิจกรรม คือกิจกรรมการขนส่งและกิจกรรมรีไซเคิล โดยกิจกรรมการขนส่งจะวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถบรรทุก โดยแบ่งตามประเภทของน้ำมันที่ใช้คูณกับตัวคูณประเภท Fuel CO₂ Conversion Factors และกิจกรรมรีไซเคิลวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปริมาณการใช้ไฟฟ้าในส่วนของโรงงานรีไซเคิลคูณกับค่าสัมประสิทธิ์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย หลังจากได้วิธีการแล้ว จึงนำมาทดสอบโดยใช้ บริษัท บางกอกกล๊าส จำกัด เป็นกรณีศึกษา และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยเพื่อแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อทั้งประเทศ

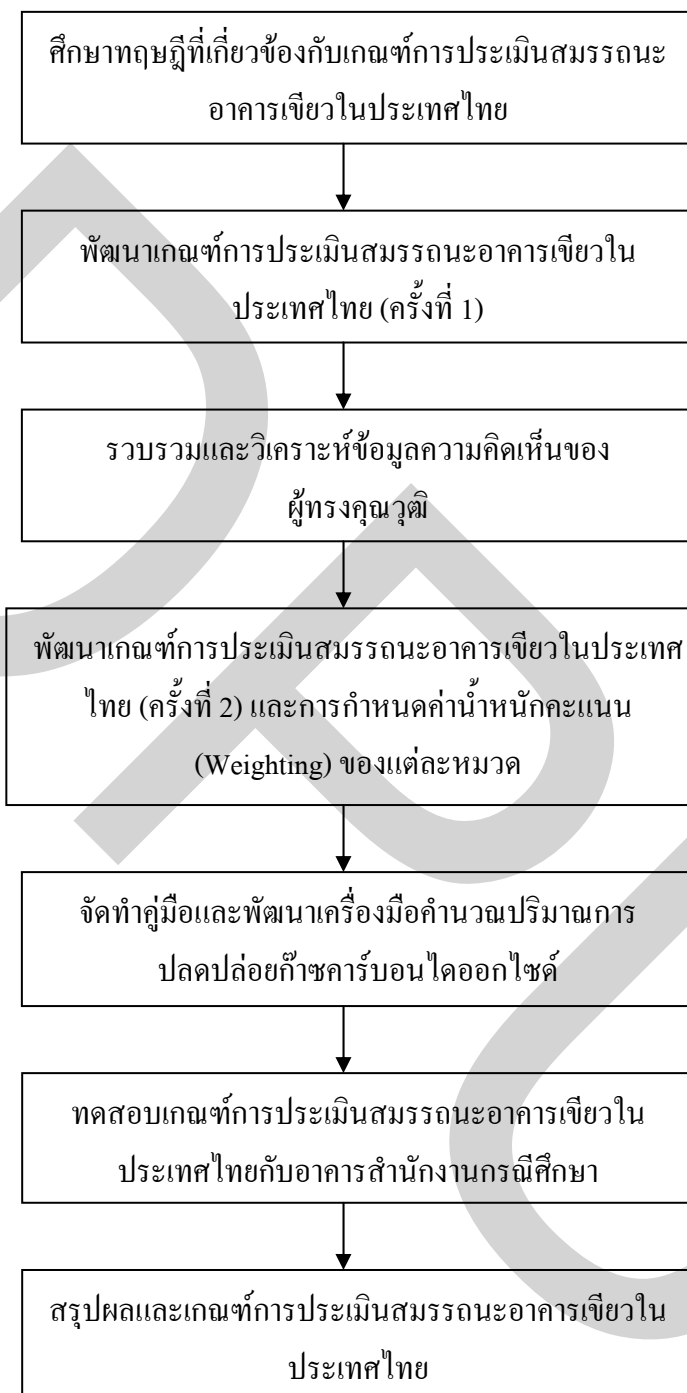
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

แนวทางการพัฒนาเกณฑ์ประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยเพื่อให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมกับบริบทและค้นหาศักยภาพการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเขียวในประเทศไทย จึงต้องมีการพัฒนาเกณฑ์และเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเขียวโดยพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกิดจากประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รวมถึงประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร โดยก่อนที่จะกำหนดเกณฑ์การประเมินจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน คือ นิยามและขอบเขตของแบบประเมิน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความหมายของอาคารเขียวที่ต้องการกำหนด ซึ่งอาคารเขียวคือ อาคารที่มีระบบและกลไกตลอดอายุการใช้งานที่ทำให้อาคารพึงพิงทรัพยากรนำเข้าและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และช่วยส่งเสริมระบบนิเวศรอบอาคารให้ดียิ่งขึ้น โดยที่อาคารยังสามารถใช้งานได้ตามความต้องการแห่งบริบทของเศรษฐกิจและสังคม

ทั้งนี้มีขั้นตอนการพัฒนาเกณฑ์ประเมินสมรรถนะอาคารเขียวทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย
- 3.2 พัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ครั้งที่ 1)
- 3.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3.4 พัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ครั้งที่ 2) และการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด
- 3.5 จัดทำคู่มือและพัฒนาเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 3.6 ทดสอบเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยกับอาคารสำนักงานกรณีศึกษา
- 3.7 สรุปผลและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1 ศึกษาทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย

แบบประเมินนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินอาคารสำนักงานที่มีการเข้าใช้งานแล้ว ดังนั้น ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย จึงประกอบด้วยการพัฒนาอย่างยั่งยืน นิยามอาคารเขียว การออกแบบอย่างยั่งยืน การใช้สภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการใช้อาคาร (Passive Design) การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) มาตรฐานสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอาคารและการวิเคราะห์เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศจากเอกสารเผยแพร่ สื่อออนไลน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบประเมินจากต่างประเทศได้เลือกศึกษาแบบประเมินที่เป็นที่ยอมรับทั่วไปจากแต่ละทวีป ได้แก่ ทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป ทวีปเอเชีย และทวีปออสเตรเลีย คือ LEED BREEAM CASBEE และ Green Star ตามลำดับ และศึกษาแบบประเมินในประเทศไทยทั้งหมด 3 แบบประเมิน คือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (TEEAM) เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ทั้งนี้แต่ละแบบประเมินจะมีแบบประเมินย่อยตามประเภทและอายุของอาคาร ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับขอบเขตและวัตถุประสงค์จึงได้เลือกเกณฑ์การประเมินที่มีความใกล้เคียงมากที่สุด คือ

- LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008
 - BREEAM Office 2008
 - แบบประเมิน CASBEE for New Construction 2008
 - Green Star - Office v.3 2008
 - เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว
- กรณีอาคารเดิม
- แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารสำนักงาน ห้องสมุด
 - เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ครั้งที่ 1)

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยครั้งที่ 1 ได้ดำเนินการแบ่งหมวดและการเลือกเกณฑ์การประเมิน โดยใช้วิธีเลือกจากเกณฑ์ทั่วไปตามหลักทฤษฎีการประเมิน อันหมายถึงเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวที่แบบประเมินอื่นๆ ใช้และเป็นที่ยอมรับ

ทั่วไปโดยใช้เกณฑ์จากแบบประเมินทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งเลือกเกณฑ์ที่มีจุดมุ่งหมายเดียวกันไว้ในหมวดเดียวกัน พร้อมทั้งได้กำหนดค่าคะแนนของเกณฑ์ในแต่ละหมวด การประเมินโดยได้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือเกณฑ์ที่ต้องผ่านและเกณฑ์ที่ได้คะแนน โดยการประเมินจะต้องเริ่มจากการพิจารณาเกณฑ์ที่ต้องผ่านให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนของหมวดนั้นๆ แล้วจึงประเมินเกณฑ์ที่ให้คะแนนในหมวดนั้นๆต่อไป ซึ่งแบบประเมินนี้มุ่งเน้นการประเมินการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของอาคารที่มีการเข้าใช้งานแล้ว ปัจจัยที่จะทำให้เกิดปริมาณการลดก็คือปริมาณการใช้พลังงาน ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร ทั้งนี้การใช้พลังงานจากอาคารสำนักงานจะมีสัดส่วนการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศประมาณ 55% ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 30% และจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ อีก 15% (วัชระ, 2550: 66) นอกจากนี้หมวดนวัตกรรมเป็นอีกหมวดหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการลดปัจจัยทรัพยากรนำเข้า การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารดีขึ้นอย่างเหมาะสมกับเงื่อนไขเฉพาะของอาคาร ทั้งสองหมวดนี้จึงจำเป็นต้องมีค่าคะแนนสูงกว่าหมวดอื่นๆ โดยในส่วนของที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม หมวดวัสดุในการก่อสร้าง และเกณฑ์อื่นๆ ซึ่งเป็นหมวดที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้เนื่องจากแบบประเมินที่พัฒนานี้เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เข้าใช้งานแล้วจึงสามารถปรับปรุงทางอ้อมได้เท่านั้นดังนั้นค่าคะแนนจึงมีค่าต่ำกว่าหมวดอื่น และในส่วนของการพัฒนาเกณฑ์การประเมินย่อยของแต่ละหมวดในรอบที่ 1 ได้พัฒนาต่อยอดมาจากเกณฑ์การประเมินของแบบประเมินภายในประเทศและทำการวิเคราะห์ว่าเกณฑ์ใดมีความเหมาะสมกับบริบทมากที่สุด โดยการพัฒนาได้ใช้แบบประเมินที่พัฒนาดำเนินการในประเทศไทยคือเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเป็นหลักและอ้างอิงเกณฑ์กับมาตรฐาน 2 ส่วน คือ

1. การอ้างอิงจากมาตรฐานข้อบังคับ

ใช้มาตรฐานข้อบังคับด้านพลังงานและด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารแห่งราชอาณาจักรไทยโดยด้านพลังงานอ้างอิงตามกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร โดยกระทรวงพลังงาน เกณฑ์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา (Overall Thermal Transfer Value: OTTV and Roof Thermal Transfer Value: RTTV) สำหรับสำนักงาน และเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (Lighting Power Density: LPD) สำหรับสำนักงาน ด้านสิ่งแวดล้อมอ้างอิงตามกฎกระทรวงแรงงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมใน

การทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และประกาศกรมอนามัย อาทิ ค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ ระดับเสียงขณะทำงาน ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ อัตราการระบายอากาศ ความปลอดภัยในอาคาร มาตรฐานน้ำทิ้ง การลดแสงจ้าจากอาคาร และการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลา เป็นต้น

2. การอ้างอิงเกณฑ์จากแบบประเมินต่างประเทศ

สำหรับเกณฑ์การประเมินซึ่งมีได้เป็นข้อบังคับทางกฎหมายมีการอ้างอิงเกณฑ์ที่ได้รับการพัฒนามาแล้วจากสถาบันการวิจัย และใช้ในแบบประเมินต่างประเทศ โดยมีการประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพสังคมและแนวทางการปฏิบัติวิชาชีพประเทศไทย อาทิเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งโครงการและระบบขนส่งมวลชน เกณฑ์เทคนิค การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร และการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.3 ขั้นตอนการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

นำเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยที่พัฒนาในรอบแรกจัดทำให้อยู่ในรูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเกณฑ์การประเมินว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของแต่ละหมวดที่กำหนดไว้ในระดับใดโดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แต่ละเกณฑ์จะให้ความสำคัญ 5 ระดับ และมีค่าคะแนนในแต่ละระดับดังตารางที่ 3.1 ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน และมีการจัดการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) อีกครั้งเพื่อสรุปผล

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์ของหมวดการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้องมากที่สุด (5)	สอดคล้องมาก (4)	สอดคล้องปานกลาง (3)	สอดคล้องน้อย (2)	ไม่สอดคล้อง (1)	
หมวดที่	1.						
	2.						
	3.						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม							

นอกจากนี้ได้มีการรวบรวมความคิดเห็นในส่วนของการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ โดยจัดทำหมวดการประเมินให้อยู่ในรูปแบบของตารางเปรียบเทียบที่ระบุดังตารางที่ 3.2 เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละหมวดที่ระบุเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักคะแนนตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยมีค่าเนนความสำคัญ 9 ระดับ ดังนี้

- 1/9 สำคัญน้อยกว่าสุด ๆ
- 1/7 สำคัญน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด
- 1/5 สำคัญน้อยกว่าปานกลาง
- 1/3 สำคัญน้อยกว่าเล็กน้อย
- 1 สำคัญเท่ากัน
- 3 สำคัญมากกว่าเล็กน้อย
- 5 สำคัญมากกว่าปานกลาง
- 7 สำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด
- 9 สำคัญมากกว่ามากกว่าสุด ๆ

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละหมวดที่ระบุ

	หมวด 1	หมวด 2	หมวด 3	หมวด 4	หมวด 5	หมวด 6	หมวด 7	หมวด 8
หมวด 1								
หมวด 2								
หมวด 3								
หมวด 4								
หมวด 5								
หมวด 6								
หมวด 7								
หมวด 8								

หมายเหตุ : ให้ผู้เชี่ยวชาญใส่ค่าตัวเลขเฉพาะในช่องว่างสีขาวเท่านั้น

3.4 พัฒนาเกณฑ์การประเมิน (ครั้งที่ 2) และการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน

พัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยในครั้งที่ 2 และการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละหมวดสามารถทำได้โดยอาศัยผลการวิเคราะห์ข้อมูลความ

คิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยในส่วนของเกณฑ์การประเมินใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ และการถ่วงน้ำหนักค่าคะแนนของแต่ละหมวดโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)

3.4.1 ขั้นตอนพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ครั้งที่ 2)

เมื่อได้รับผลการพิจารณาและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทางแบบสอบถามแล้วจึงวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำเกณฑ์การประเมินไปใช้เพื่อปรับปรุงตามข้อเสนอแนะโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์และการพิจารณาความหมายดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้มาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึงเกณฑ์ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและไม่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้

โดยค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป สรุปว่าเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ หากค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.5 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเกิน 1.00 ผู้จัดทำจะทำการพิจารณาปรับปรุงและนำไปให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้งในการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาข้อสรุปของแต่ละเกณฑ์อีกครั้ง

3.4.2 ขั้นตอนการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด

การกำหนดค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละหมวดจะอาศัยข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้จัดทำเป็นตัวถ่วงน้ำหนักของค่าคะแนนที่ผู้จัดทำกำหนด ทั้งนี้ได้มีการกำหนดค่าน้ำหนักคะแนน (Wight) โดยมาตรฐานประเมินค่าแบบให้เปรียบเทียบกับหมวดอื่น (Comparative Scales) ในแต่ละหมวด โดยใช้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้จัดทำเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญของแต่ละหมวดจากการสร้างตารางเมตริกซ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่โดยกำหนดมาตราส่วนในการเปรียบเทียบ

เป็น 9 ระดับ หลังจากที่ทราบความเห็นที่ผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของคะแนนความสำคัญแล้ว จะทำการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของแต่ละหมวดจากสมการที่ 3.1

$$Aw = \lambda_{\text{Max}} w \quad \dots\dots\dots 3.1$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของคะแนนความสำคัญ ซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

w คือ Eigenvector แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสิ่งซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของลำดับชั้นที่สูงกว่า

λ_{Max} คือ Maximum Eigen value

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix}$$

a_{ij} = คะแนนความสำคัญของสิ่งที่เปรียบเทียบทีละคู่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

$$w = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{e^T A^k e} \quad \dots\dots\dots 3.2$$

เมื่อ k คือ การคำนวณครั้งที่ k

e คือ Unit Vector

จากนั้นทำการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลโดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ถ้า $CI > 0.1$ แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล (Huizingh and Vrolijk, 1994; Sahoo, 1998) จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่จากสมการที่ 3.3

$$CI = RI/CR \quad \dots\dots\dots 3.3$$

เมื่อ CI คือครรชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)
 CR คือสัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio)
 RI คือครรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก A ดังตารางที่ 3.3

$$CR = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad \dots\dots\dots 3.4$$

เมื่อ n คือขนาดของสแควร์เมตริก

ตารางที่ 3.3 ครรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (RI)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ที่มา : Sahoo, 1998 อ้างถึงใน วราวุธ , ม.ป.ป.: 5

ทั้งนี้ได้แบ่งระดับคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละจากค่าคะแนนเต็ม ซึ่งมีระดับดังต่อไปนี้

- ร้อยละ 50 – 59 ระดับ ผ่าน
- ร้อยละ 60 – 69 ระดับ ดี
- ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดีมาก
- ร้อยละ 80 – 100 ระดับ ยอดเยี่ยม

3.5 ขั้นตอนจัดทำคู่มือและพัฒนาเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ทั้งนี้ได้พัฒนาคู่มือการใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยโดยมีการบรรยายละเอียดวิธีการประเมินในแต่ละเกณฑ์ โดยมีรายละเอียดของคู่มือ ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของการพัฒนาเกณฑ์การประเมินประเมิน วัตถุประสงค์ของการประเมินในแต่ละหมวดขอบเขตการประเมิน ประโยชน์ของแบบประเมิน วิธีการให้คะแนนและระดับการใช้การรับรองเกณฑ์การประเมิน แนวทางการตรวจประเมิน แนวทางการดำเนินการ เกณฑ์มาตรฐานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยที่กำหนดไว้

ในส่วนของการพัฒนาเครื่องมือในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารในการศึกษานี้คำนวณได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร จากระบบต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงาน เช่น ระบบกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ โดยจะใช้ Emission Factors ตามลำดับขั้น (Tier) ที่ IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) กำหนดในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลระดับ Tier 1 จากการรวบรวมข้อมูลและคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ตามคู่มือ Revises IPCC 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories และ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy ประจำปี พ.ศ.2552 โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.57 kgCO₂/kWh โดยพัฒนาในรูปแบบของ Excel Spread Sheet Program เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับกรณีฐาน ซึ่งกรณีฐานจะใช้การแปลงค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานของอาคารประเภทสำนักงาน (Specific Energy Consumption) ในหน่วยของการใช้พลังงานต่อหน่วยพื้นที่ให้เป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพื้นที่ เพื่อเปรียบเทียบกับ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานจริงของอาคารกรณีศึกษา

3.6 ทดสอบเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวกับอาคารกรณีศึกษา

อาคารกรณีศึกษาได้เลือกอาคารสำนักงานที่มีการเปิดใช้งานแล้ว โดยเป็นอาคารที่มีการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้สามารถทดสอบเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยได้ครบถ้วนทุกเกณฑ์จึงจะต้องเป็นอาคารที่ถูกกำหนดให้ดำเนินการตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กฎกระทรวงแรงงานเรื่องกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

แห่งชาติ พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และประกาศกรมอนามัย รวมถึงเป็นอาคารที่เคยได้รับการประเมินจากเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวอื่นๆมาแล้ว ซึ่งอาคารกรณีศึกษาที่เลือกมานั้นเป็นอาคารสำนักงานที่มีพื้นที่อาคารทั้งสิ้น 87,675 m² ประกอบด้วยพื้นที่สำนักงาน 5 ชั้น และที่จอดรถชั้นใต้ดิน 4 ชั้น ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้เริ่มการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2546 และเปิดใช้งานอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2552

ทั้งนี้ได้ดำเนินการเตรียมความพร้อมก่อนการเข้าตรวจประเมินโดยการระบุนายการเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบการประเมินให้แก่ผู้รับผิดชอบอาคารกรณีศึกษาล่วงหน้าและจัดประชุมร่วมกันระหว่างผู้ตรวจและผู้เข้ารับการประเมินอย่างน้อย 1 ครั้ง และดำเนินการสำรวจสภาพจริง



รูปที่ 3.2 อาคารกรณีศึกษา

3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยเพื่อใช้ประเมินอาคาร โดยมีการมุ่งเน้นในส่วนของการลดใช้พลังงานของอาคารที่สามารถนำมาประเมินการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบการประเมิน ซึ่งมีแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล คือ

- การแบ่งหมวดและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย
- คำนวณน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด
- คู่มือและเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ผลการประเมินอาคารกรณีศึกษา
- ศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารกรณีศึกษา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่มีใช้ในประเทศไทยในปัจจุบันนั้นยังไม่มีหมวดที่เกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากประเทศไทยจะยังไม่มีการบังคับในเรื่องของการควบคุมการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อีกทั้งการนำแบบประเมินจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงนั้นไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากแบบประเมินของต่างประเทศย่อมออกแบบตามลักษณะปัจจัยสภาวะแวดล้อมของเทศนั้นๆ จึงไม่ได้มีการคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศสิ่งแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยซึ่งอาจทำให้อาคารไม่สามารถใช้ทรัพยากรและลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากให้กับต่างประเทศในการประเมิน การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จากมาตรการต่างๆ ของอาคารและใช้สำหรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตได้ในอนาคต ซึ่งมีแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล คือ

- 4.1 การแบ่งหมวดและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย
- 4.2 ค่าน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด
- 4.3 คู่มือและเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 4.4 ผลการประเมินอาคารกรณีศึกษา
- 4.5 ศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารกรณีศึกษา

4.1 การแบ่งหมวดและเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย

จากการศึกษาแบบประเมินทั้งในประเทศและต่างประเทศทั้งสิ้น 7 แบบประเมินพบว่าแต่ละแบบประเมินได้กำหนดชื่อหมวดไว้แตกต่างกันแต่เนื้อหามุ่งเน้นไปในทางเดียวกัน หากแต่เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยนั้นยังไม่มีหมวดที่เกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีการบังคับในเรื่องของการควบคุมการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการมีพันธะสัญญาในการลดปริมาณการปลดปล่อยเพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตหลังจากที่พิธีสารเกียวโตสิ้นสุดลงในปี พ.ศ.2555 ซึ่งอาจจะมีการแก้ไขใหม่ที่กำหนดให้ทุกประเทศที่เป็นสมาชิกมี

ส่วนร่วมในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศมีความรุนแรงมากขึ้น จึงแบ่งหมวดการประเมินได้ทั้งหมด 8 หมวด คือ

หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร

หมวดที่ 2 ที่ตั้ง พังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม

หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

หมวดที่ 5 วัสดุในการก่อสร้าง

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร

หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หมวดที่ 8 นวัตกรรม

การกำหนดเกณฑ์การประเมินในแต่ละหมวดได้ดำเนินการจำนวน 2 รอบ โดยรอบที่ 1 ได้พัฒนาต่อยอดมาจากเกณฑ์การประเมินของแบบประเมินภายในประเทศและทำการวิเคราะห์ว่าเกณฑ์ใดมีความเหมาะสมกับบริบทมากที่สุด โดยการพัฒนาได้ใช้แบบประเมินที่พัฒนามาที่สุดในประเทศไทยคือเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเป็นหลักและอ้างอิงเกณฑ์กับมาตรฐาน 2 ส่วน คือการอ้างอิงจากมาตรฐานข้อบังคับที่ประเทศไทยกำหนดและการอ้างอิงเกณฑ์จากแบบประเมินต่างประเทศ ในส่วนของการกำหนดค่าคะแนนของเกณฑ์ในแต่ละหมวดการประเมินได้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือเกณฑ์ที่ต้องผ่านและเกณฑ์ที่ได้คะแนน ซึ่งสัดส่วนคะแนนของเกณฑ์ในแต่ละหมวดได้ดำเนินการแบ่งตามวิธี AHP โดยแต่ละเกณฑ์ในหมวดที่ 1 2 3 5 6 7 และ 8 นั้นมีค่าความสำคัญเท่ากัน ส่วนเกณฑ์การประเมินในหมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นได้กำหนดให้เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าคะแนนมากกว่าเกณฑ์อื่นในหมวดเนื่องจากต้องการกระตุ้นผู้ที่เกี่ยวข้องให้ตระหนักถึงความสำคัญในการเพิ่มศักยภาพของคาร์บอนเครดิตของอาคาร การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยที่พัฒนาในรอบที่ 2 ได้มาจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ที่มีต่อเกณฑ์การประเมินว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของแต่ละหมวดที่กำหนดไว้ในระดับใดโดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยเกณฑ์ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00 สามารถสรุปได้ว่าเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้และมีการจัดการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) อีกครั้งเพื่อสรุป

เกณฑ์การประเมิน ซึ่งเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยและค่าคะแนนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	Score ratio	\bar{X}	S.D.	Focus Group
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร					
บอ.บ.1	การบ่งบอกเจตนารมณ์ความเป็นอาคารเขียว	บังคับ	4.75	0.107	/
บอ. 1	คู่มือแนวทางการปฏิบัติ	1	4.25	0.107	/
บอ. 2	แผนการติดตามประเมินผลตลอดอายุการใช้งานของอาคาร	1	4.25	0.519	/
บอ. 3	การวางแผนการดำเนินงานได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว	1	4.25	0.519	/
หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม					
ทผ. 1	การลดผลกระทบต่อนพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือลดผลกระทบและช่วยฟื้นฟู	1	5.00	0.000	/
ทผ. 2	การพัฒนาผังพื้นที่โครงการที่ยั่งยืน	1	4.50	0.143	/
ทผ. 3	การขีมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม	1	4.00	0.389	/
ทผ. 4	การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ	1	4.25	0.519	/
ทผ. 5	มีผังบริเวณอาคารและองค์ประกอบหลักที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต	1	4.25	0.519	/
ทผ. 6	มีการอำนวยความสะดวกและระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ไม่ใช้รถส่วนตัว ตลอดเส้นทางจากจุดที่ขนส่งมวลชนสิ้นสุดถึงอาคาร	1	3.75	0.546	/
ทผ. 7	มีแผนการจอดรถที่ช่วยลดการใช้พลังงาน	1	3.75	0.546	/

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	Score ratio	\bar{X}	S.D.	Focus Group
หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ					
ปน. 1	การใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	1	5.00	0.000	/
ปน. 2	หมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่	1	5.00	0.000	/
ปน. 3	มีระบบกักเก็บน้ำฝน	1	4.50	0.143	/
ปน. 4	ติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่จุดจ่ายน้ำสำคัญ	1	3.25	1.396	×
หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์					
พล.บ.1	การรับรองมาตรฐานการใช้พลังงานของระบบประกอบอาคารหลัก	บังคับ	4.25	0.519	/
พล.บ.2	ประสิทธิภาพการใช้งานขั้นต่ำตามเกณฑ์มาตรฐาน	บังคับ	4.50	0.578	/
พล.บ.3	อาคารปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ลดลงจากที่คาดการณ์	บังคับ	4.25	0.519	/
พล. 1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่ามาตรฐาน	5	4.00	0.000	/
พล. 2	การใช้พลังงานทดแทน : ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารแต่ละปี	1	4.75	0.107	/
พล. 3	การตรวจสอบเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน: มีแผนการตรวจสอบและทดสอบ	1	4.75	0.107	/
พล. 4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศและสารดับเพลิงที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ	1	4.75	0.107	/
พล. 5	ติดตั้งมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบประกอบอาคารหลัก	1	3.25	1.046	×
พล. 6	การจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานให้ไม่เกินค่าที่กำหนด	10	4.75	0.107	/

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	Score ratio	\bar{X}	S.D.	Focus Group
หมวดที่ 5 การเลือกใช้วัสดุในการปรับปรุงอาคาร					
วส. 1	การใช้อาคารเดิมโดยใช้พื้นหรือหลังคาของอาคารเดิมไว้ 50-75% ของพื้นผิว	1	4.00	0.389	/
วส. 2	การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้างนำขยะไปใช้หรือรีไซเคิล 50-75% ของปริมาณหรือน้ำหนัก	1	4.25	0.519	/
วส. 3	การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว	1	4.50	0.143	×
วส. 4	การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล	1	3.75	0.546	/
วส. 5	การใช้วัสดุท้องถิ่นหรือในประเทศ	1	4.75	0.107	/
วส. 6	วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	1	4.25	0.107	/
วส. 7	การใช้วัสดุสำเร็จรูปในการก่อสร้าง	1	4.75	0.107	/
วส. 8	การลดจำนวนของวัสดุก่อสร้างของอาคาร	1	4.25	0.519	/
หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร					
สอ.บ.1	อัตราการระบายอากาศภายในอาคารผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ	4.75	0.107	/
สอ.บ.2	ความส่องสว่างภายในอาคารขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ	4.75	0.107	/
สอ.บ.3	ระบบความปลอดภัยแก่ชีวิตของอาคาร	บังคับ	4.25	0.519	/
สอ.1	การลดผลกระทบมลภาวะภายในอาคาร	1	4.25	0.107	/
สอ. 2	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ: ใช้วัสดุตกแต่งภายในที่ได้ฉลากเขียวหรือมาตรฐานสากลที่ปล่อยสารพิษน้อย 100%	1	4.50	0.578	/
สอ. 3	การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร: แยกวงจรแสงประดิษฐ์	1	3.75	0.546	/
สอ. 4	การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร	1	4.25	0.519	/

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	Score ratio	\bar{X}	S.D.	Focus Group
หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร (ต่อ)					
สอ. 5	สภาวะน่าสบาย: อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	1	4.50	0.578	/
สอ. 6	การสำรวจความต้องการจากผู้ใช้อาคาร	1	3.50	0.25	/
สอ. 7	ระบบทำความสะอาดสีเขียว (Green Cleaning)	1	3.75	0.546	/
สอ. 8	ความสามารถในการจัดพื้นที่ให้สามารถใช้งานได้สูงสุด (Service Abilities)	1	4.25	0.107	/
สอ. 9	การควบคุมคุณภาพน้ำดื่ม	1	3.75	0.546	/
สอ.10	การมองเห็นทัศนียภาพภายนอก	1	2.75	0.688	×
หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม					
ลส.บ.1	การบริหารจัดการขยะ: การเตรียมพื้นที่แยกขยะ	บังคับ	4.50	0.578	/
ลส.บ.2	มีระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ	5.00	0.000	/
ลส.บ.3	ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์	บังคับ	4.75	0.107	/
ลส.บ.4	การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร: ปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอนัลลา (Legionella) ในหอฝักเย็นของอาคารในประเทศไทย	บังคับ	4.00	0.77	/
ลส. 1	วางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนที่ไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงอาคาร	1	4.25	0.519	/
ลส. 2	สัดส่วนการลดขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัดลดลงได้โดยเฉลี่ยก่อนรับการประเมิน	1	3.00	0.750	×

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

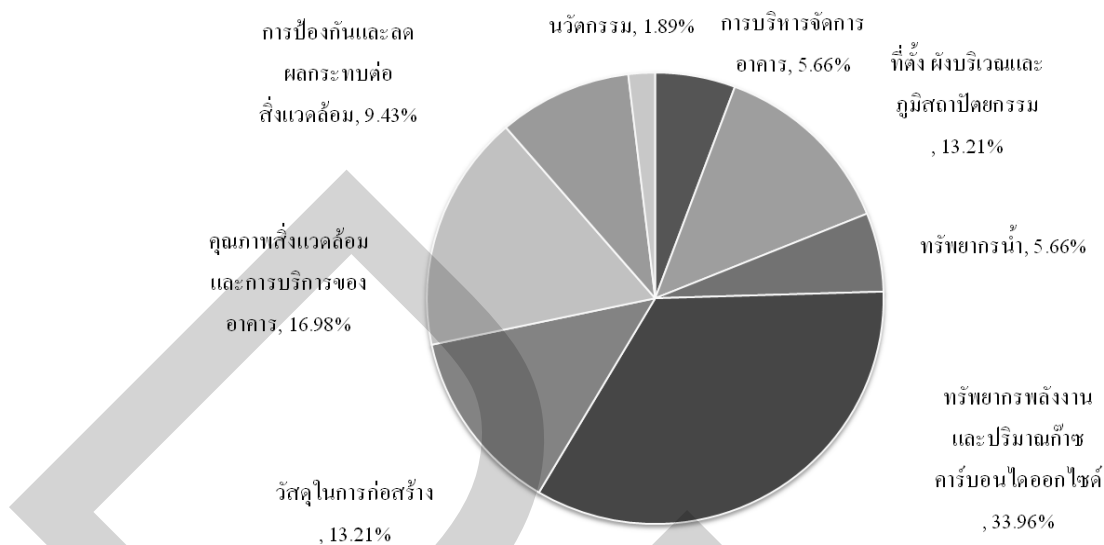
รหัส	เกณฑ์ประเมิน	Score ratio	\bar{X}	S.D.	Focus Group
หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ต่อ)					
ลส. 3	การลดมลภาวะทางแสงในเวลากลางคืน (Reduction of night time light pollution)	1	3.75	0.546	/
ลส. 4	การลดทอดเสียงรบกวนออกสู่ด้านนอก	1	3.75	0.188	/
ลส. 5	ลดการบังกระแสลมและการพาดเงาของอาคาร (Wind damage & Sunlight obstruction)	1	3.75	0.188	/
ลส. 6	การลดมลพิษจากการปรับปรุงอาคาร	1	4.00	0.770	/
หมวดที่ 8 นวัตกรรม					
นว. 1	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน	1	3.75	2.08	/

จากผลการประเมินเกณฑ์แต่ละหมวดจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 3.5 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า 1.00 มีทั้งหมด 5 เกณฑ์การประเมิน ได้แก่ เกณฑ์ ปน. 4 ติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่จุดจ่ายน้ำสำคัญ เกณฑ์ พค. 5 ติดตั้งมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบประกอบอาคารหลัก เกณฑ์ สอ.10 การมองเห็นทัศนียภาพภายนอก เกณฑ์ ลส. 2 สัดส่วนการลดขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัดลดลงได้โดยเฉลี่ยก่อนรับการประเมิน และ เกณฑ์ นว. 1 มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน

ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงและเพิ่มเติมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ทั้ง 5 เพื่อใช้ในการอธิบายเพิ่มเติมให้แก่ผู้เชี่ยวชาญในการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) เพื่อแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญท่านอื่นและผู้จัดทำ ซึ่งจากการประชุมกลุ่มย่อยร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดสรุปว่าการติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่จุดจ่ายน้ำสำคัญนั้นไม่มีความจำเป็นเนื่องจากอาคารสำนักงานมีจุดใช้น้ำสำคัญในส่วนที่เป็นห้องน้ำเท่านั้น ซึ่งสามารถวัดปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์รวมของอาคารได้ เกณฑ์ ปน.4 จึงตัดออก ในส่วนของการติดตั้งมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบประกอบอาคารหลักนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่มีความเกี่ยวข้องกับอาคารเขียวเป็นเพียงอำนวยความสะดวกในการตรวจประเมินค่าสัดส่วนการใช้พลังงานเท่านั้น เกณฑ์ พค. 5 จึงตัดออก การเลือกใช้วัสดุใช้แล้วกรรมกรเห็นว่าเป็นตามความเป็นจริงไม่มีถูกคำใดที่จะยอมใช้วัสดุใช้แล้วสำหรับอาคารสำนักงานเนื่องจากไม่ต้องการรับความเสี่ยงในเรื่องของความปลอดภัยและมาตรฐาน

ในการปรับปรุงอาคาร จึงตัดเกณฑ์ วส. 3 ออก ในเรื่องของการมองเห็นทัศนียภาพภายนอกแม้ว่าจะช่วยสร้างความสบายและทำให้อาคารสามารถบริการผู้ใช้งานให้ดีขึ้น แต่ในกรณีที่เป็นอาคารเดิมที่มีการใช้งานแล้วนั้น การเจาะช่องเปิดเพิ่มทำได้ยากเนื่องจากกฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมอาคาร จึงตัดเกณฑ์ สอ.10 การมองเห็นทัศนียภาพภายนอก ในส่วนของสัดส่วนการลดขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัดลดลงได้โดยเฉลี่ยก่อนรับการประเมินนั้นกรรมการเสนอว่าขยะในอาคารสำนักงานส่วนใหญ่เป็นกระดาษจึงไม่มีผลต่อสภาพแวดล้อมเท่าใดนักอีกทั้งส่วนใหญ่ผู้ใช้งานอาคารก็มักจะใช้กระดาษเหล่านั้นอย่างคุ้มค่าและส่งขายเพื่อนำไปรีไซเคิลอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นจะต้องมีเกณฑ์ ลส. 2 ทั้งนี้ในส่วนของการมีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมินนั้นกรรมการได้ให้ข้อเสนอแนะว่านวัตกรรมที่อาคารนำเสนออาจมีความซ้ำซ้อนกับการดำเนินงานในหมวดอื่นจึงเสนอว่าไม่ควรจะมี แต่ถ้าหากผู้จัดทำเห็นว่าอาจจะมีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมินกับอาคารและไม่ซ้ำซ้อนกับหมวดอื่นก็สามารถคงไว้ได้ โดยจะต้องมีการบรรยายละเอียดไว้ในคู่มืออย่างชัดเจนเนื่องจากขอบเขตของนวัตกรรมของผู้จัดทำ ไม่ได้มีความหมายเดียวกันกับ Innovation ในภาษาอังกฤษหากแต่เป็นนิยามเฉพาะซึ่งหมายถึงสิ่งใดๆที่องค์กรพัฒนาขึ้นมาใช้และมีความเหมาะสมเฉพาะในองค์กรของตนเท่านั้น

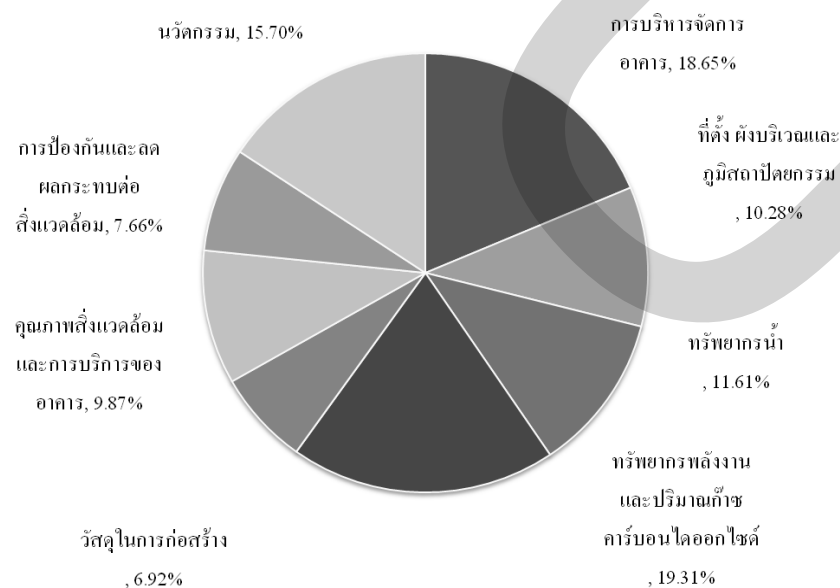
ดังนั้นการพัฒนาแบบประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยได้แบ่งหมวดการประเมินทั้งสิ้น 8 หมวด ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินที่ต้องผ่านทั้งสิ้น 11 เกณฑ์ และเกณฑ์ที่ได้คะแนน 40 เกณฑ์ รวมคะแนนทั้งสิ้น 53 คะแนน โดยคิดเป็นสัดส่วนในหมวดที่ 1 ถึงหมวดที่ 8 ตามลำดับดังต่อไปนี้ 5.66 % 13.21 % 5.66% 33.96% 13.21% 16.98% 9.43% และ 1.89% ลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ทั้งนี้สัดส่วนของค่าคะแนนในหมวดที่ 4 มีค่าสูงมากที่สุดเนื่องมาจากเป็นหมวดที่มีความเกี่ยวข้องกับพลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวในประเทศไทยซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ ทั้งนี้หากอาคารมีการดำเนินการเป็นไปตามเกณฑ์ในหมวดที่ 4 จะส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่อาคารอ้างอิงใช้ และทำให้อาคารเขียวสามารถนำปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงเป็นคาร์บอนเครดิตได้



รูปที่ 4.1 สัดส่วนคะแนนของแต่ละหมวดการประเมิน

4.2 ค่าน้ำหนักคะแนน (Weighting) ของแต่ละหมวด

ค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละหมวดที่ได้จากการใช้มาตราประเมินค่าแบบให้เปรียบเทียบกับหมวดอื่น (Comparative Scales) ในแต่ละหมวด โดยใช้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้จัดทำเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญของแต่ละหมวดโดยใช้วิธีการบวกราคาวิเคราะห์ตามลำดับชั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

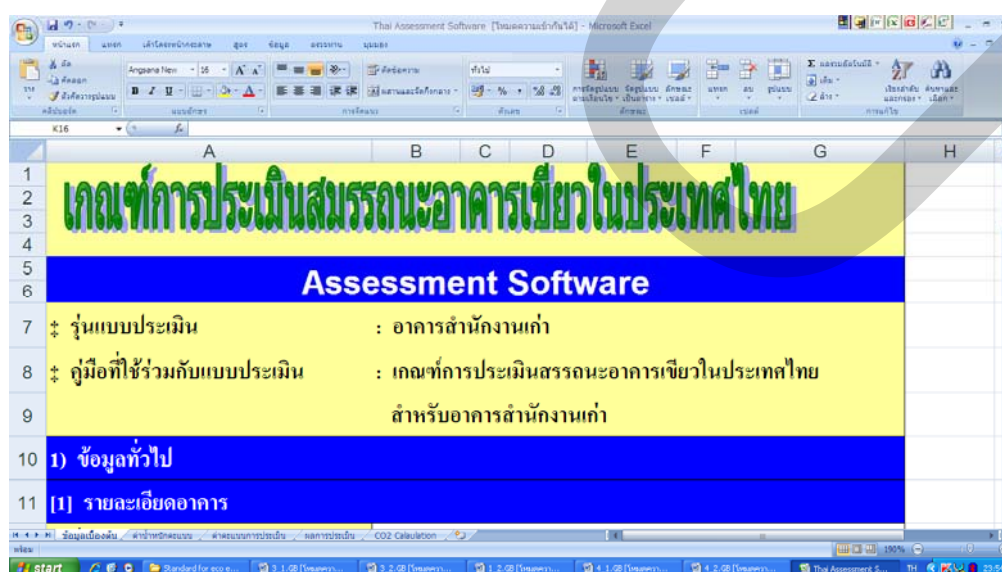


รูปที่ 4.2 สัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของแต่ละหมวดการประเมิน

การให้ค่าน้ำหนักคะแนนแต่ละหมวดการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ให้สัดส่วนของน้ำหนักคะแนนในหมวดที่ 1 มากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.43% โดยให้ความเห็นว่าการบริหารจัดการอาคารเป็นส่วนที่ทำให้อาคารจะสามารถดำรงไว้ซึ่งความยั่งยืนในการเป็นอาคารเขียว เนื่องจากการดำเนินงานให้เป็นอาคารเขียวอย่างยั่งยืนนั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยการสนับสนุนทางด้านแผนงานต่างๆขององค์กร เช่น นโยบายจากผู้บริหาร การวางแผนปฏิบัติการ การประชาสัมพันธ์ งบประมาณ และการฝึกอบรม รวมถึงการแต่งตั้งที่ปรึกษาเพื่อให้สามารถดำเนินได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในส่วนของ การให้น้ำหนักคะแนนของผู้จัดทำได้ให้หมวดที่ 4 ซึ่งเป็นหมวดที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานและปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.77% เนื่องจากต้องการให้องค์กรตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมการใช้พลังงานและปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญและผู้จัดทำในหมวดที่ 1 ถึง 8 มีค่าเท่ากับ 18.65, 10.28, 11.61, 19.31, 6.92, 9.87, 7.66 และ 15.70 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าน้ำหนักคะแนนมาเฉลี่ยให้กับเกณฑ์ในแต่ละหมวดตามสัดส่วนที่ได้กำหนดไว้

4.3 กลุ่มมือและเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การพัฒนาเครื่องมือการใช้งานแบบประเมิน แนวทางการตรวจประเมิน แนวทางการดำเนินการ และเครื่องมือคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการประเมินอาคารนั้นได้จัดทำในรูปแบบของแผ่นงาน (Spread Sheet) ของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลล์และได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 4.3

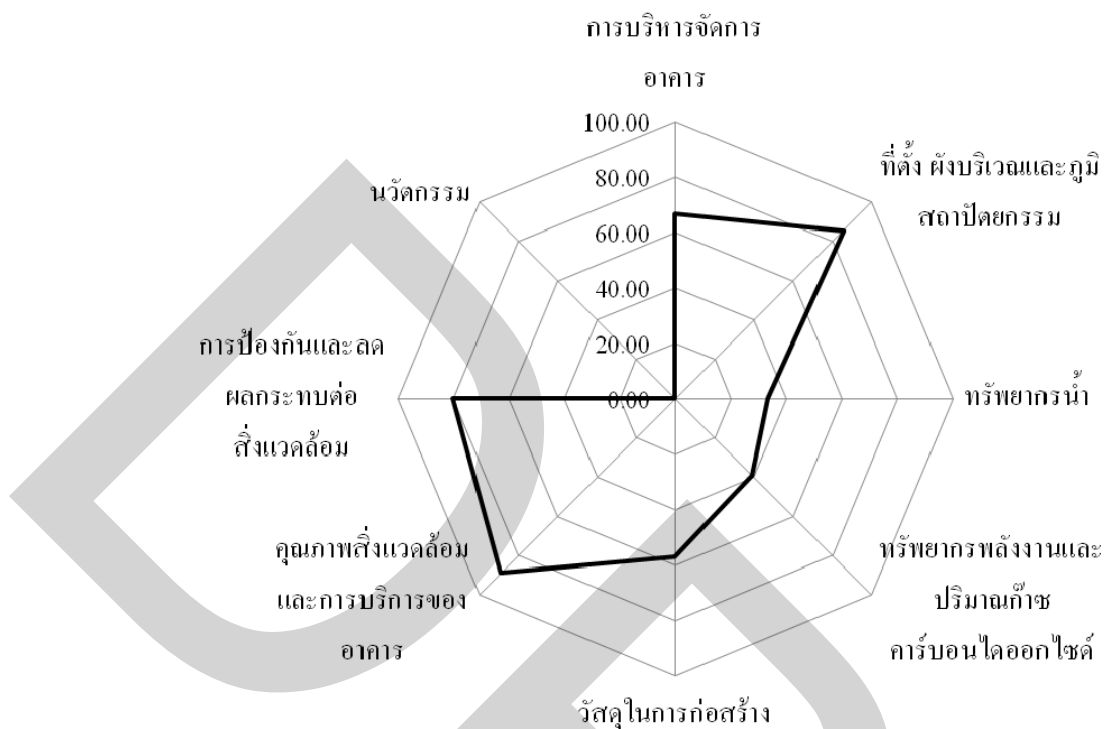


รูปที่ 4.3 Assessment Software

Assessment Software ได้ระบุสีให้กับช่องบันทึกและแสดงข้อมูลแตกต่างกันโดยให้กรอกข้อมูลเฉพาะในช่องสีขาวในแต่ละส่วนของแผ่นงาน ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อระบุรายละเอียดอาคาร การดำเนินการประเมิน ข้อมูลอ้างอิงในการประมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร หัวข้อการแสดงผลข้อมูล และวิธีการใช้งานแบบประเมิน ส่วนที่ 2 คำนวณน้ำหนักคะแนน ให้ระบุข้อมูลค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากวิธีการที่ต้องการโดยการศึกษาใช้วิธี AHP ส่วนที่ 3 ค่าคะแนนการประเมินโดยแผ่นงานได้มีการระบุค่าคะแนนการประเมินที่มีการถ่วงน้ำหนักตามสัดส่วนของแต่ละเกณฑ์ไว้แล้ว ซึ่งให้ผู้ใช้งานระบุหมายเลข 1 เมื่ออาคารเป็นไปตามเกณฑ์หรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ให้ระบุหมายเลข 0 และส่วนที่ 4 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้ระบุการใช้พลังงานอาคารสำนักงานกรณีศึกษา ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เปรียบเทียบกับมาตรฐานซึ่งใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารตามมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง ปี 2553 มาปรับเป็นค่าปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตามวิธีการที่ IPCC กำหนดเพื่อเปรียบเทียบกับการปลดปล่อยจริงของอาคาร

4.4 ผลการประเมินอาคารกรณีศึกษา

อาคารสำนักงานกรณีศึกษามีพื้นที่อาคารทั้งสิ้น 87,675 m² ประกอบด้วยพื้นที่สำนักงานจำนวน 5 ชั้น และที่จอดรถชั้นใต้ดิน 4 ชั้น ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานครซึ่งเริ่มการก่อสร้างในปี 2546 และเปิดใช้งานอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2552 ทั้งนี้แนวความคิดของอาคาร(Concept Design) ดังกล่าวได้รับรางวัลสถาปัตยกรรมสีเขียวซึ่งมีการออกแบบให้ครอบคลุมในส่วนของความมุ่งมั่นในการออกแบบอาคารเขียว บริบททางสังคมและชุมชน การใช้ประโยชน์ที่ดินและภูมิทัศน์อย่างยั่งยืน ความสอดคล้องกับเขตอากาศเขตร้อนชื้น ปลอดภัย น่าสบาย และสุขภาพของผู้ใช้อาคาร ประหยัดพลังงาน ประหยัดน้ำ วัสดุอาคารและการก่อสร้าง ความยืดหยุ่น การปรับใช้และความพอเพียง และผลตอบรับหลังการใช้งาน ซึ่งผลการทดสอบเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยกับอาคารสำนักงานกรณีศึกษาพบว่ามีค่าสัดส่วนคะแนนที่มีการถ่วงน้ำหนักมีค่าเท่ากับ 51.48% ซึ่งอยู่ในระดับคะแนนผ่าน โดยแต่ละหมวดมีสัดส่วนของคะแนนจริงต่อคะแนนเต็มดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลการประเมินอาคารกรณีศึกษา

อาคารกรณีศึกษามีสัดส่วนของค่าคะแนนจริงต่อคะแนนเต็มมากเป็น 3 อันดับแรกในหมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม และ หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งมีค่าเท่ากับ 88.89 % 85.71% และ 80.00% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากหมวดการประเมินดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับเกณฑ์การประเมินรางวัลสถาปัตยกรรมสีเขียวที่อาคารได้รับ ดังนั้นผลการประเมินจึงมีความสอดคล้องกัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องของอาคารในแต่ละหมวดที่ส่งผลการประเมินดังต่อไปนี้

หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร อาคารกรณีศึกษาได้ก่อสร้างจากแบบที่ได้รับรางวัลสถาปัตยกรรมสีเขียวที่ทางบริษัทผู้ออกแบบเป็นผู้ส่งแบบเข้าร่วมประกวด และคณะผู้บริหารระดับสูงของอาคารเป็นผู้คัดเลือกแบบดังกล่าวมาก่อสร้างโดยมีการระบุเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมในการคัดเลือกแบบ จึงถือได้ว่าการบ่งบอกถึงเจตนารมณ์ความเป็นอาคารเขียวโดยผ่านการประชุมและวางแผนร่วมกับบริษัทผู้ออกแบบที่มีความรู้ด้านการจัดการอาคารเขียว อีกทั้งอาคารยังได้มีแผนการตรวจสอบอาคารประจำปีตลอดอายุการใช้งานของอาคารซึ่งทำให้ทราบถึงสมรรถนะของอาคารว่าควรมีการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมสิ่งต่างๆ เพื่อให้อาคาร

ยังคงความเป็นสถาปัตยกรรมสีเขียวอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามเพื่อให้การบริหารจัดการอาคารมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นองค์กรควรมีคณะกรรมการ นโยบาย และแผนที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียวอย่างเป็นทางการพร้อมทั้งจัดทำคู่มือเพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอาคารเขียวให้ทราบโดยทั่วกัน

หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม อาคารกรณีศึกษา มีการจัดสวนบริเวณโดยรอบจึงช่วยลดความร้อนของพื้นที่คาดแจ้งของอาคาร อีกทั้งในส่วนในพื้นที่คาดแจ้งนั้นได้ใช้อิฐตัวหนอนที่สามารถระบายความร้อนได้ในการปูพื้นจึงช่วยลดการสะสมความร้อนของพื้น โดยรอบอาคารพร้อมทั้งสามารถระบายน้ำสู่พื้นที่หนองน้ำก่อนปล่อยทิ้งร่วมกับทางเขตกทมมหานครต่อไป ในส่วนของการอำนวยความสะดวกในการเดินทางให้แก่ผู้ใช้อาคารผ่านระบบขนส่งสาธารณะพบว่าอาคารตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่มีระบบขนส่งสาธารณะ 2 ประเภท คือการคมนาคมทางเรือโดยสารซึ่งมีท่าเรือห่างจากอาคารประมาณ 500 m. และการคมนาคมโดยรถประจำทางซึ่งมีจุดจอดรับส่งห่างจากอาคารประมาณ 200 m. ทั้งนี้ตลอดเส้นทางดังกล่าวได้มีการจัดทางเดินเท้าและทางข้ามจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยทางอาคารกรณีศึกษาได้สนับสนุนโดยการมอบพื้นที่บางส่วนด้านหน้าทางเข้าให้จัดทำทางเดินเท้าล้ำเข้ามาได้เพื่ออำนวยความสะดวกให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในระบบการจราจรของอาคารได้มีการมอบหมายหน้าที่การจัดหาที่จอดรถให้กับพนักงานรักษาความปลอดภัยเพิ่มเติมซึ่งเป็นการทำให้ลดระยะเวลาในการหาที่จอดรถได้ อย่างไรก็ตามการสนับสนุนในเรื่องของการอำนวยความสะดวกของผู้ที่เดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะควรมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะมีการก่อสร้างทางเดินเท้าและหลังคาให้เชื่อมเข้ามาจากทางเข้าเข้าสู่อาคารได้ อีกทั้งควรมีระบบการจัดหาที่จอดรถให้เป็นระบบอัตโนมัติเพื่อความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำและสุขภัณฑ์เป็นแบบประหยัดน้ำ โดยในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำจะเป็นระบบที่สามารถตั้งเวลาการไหลของน้ำในการกดแต่ละครั้งได้ และมีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำบางส่วนเป็นระบบการตรวจจับสัญญาณอัตโนมัติ (Sensor) แต่ในส่วนของการหมุนเวียนน้ำที่กลับมาใช้ใหม่และการกักเก็บน้ำฝนมาใช้งานนั้นอาคารไม่ได้มีการดำเนินการ ทั้งนี้ในส่วนของน้ำทิ้งและน้ำฝนทั้งหมดจะปล่อยลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียของสำนักงานเขตกรุงเทพมหานครและใช้น้ำประปาในการรดน้ำต้นไม้ผ่านระบบการควบคุมอัตโนมัติ ดังนั้นอาคารจึงมีศักยภาพในการปรับปรุงในส่วนนี้สูง เนื่องจากด้านทิศตะวันตกของอาคารติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาจึงสามารถนำน้ำในแม่น้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น มีผลการประเมินเพียง 38.89% แม้ว่าอาคารจะมีการดำเนินงานด้านพลังงานเป็นไปตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริม

การอนุรักษ์พลังงานกำหนด โดยในส่วนของ การลดค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (OTTV) และกรอบหลังคา (RTTV) มีการใช้วัสดุแผ่นผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จรูปเสริมใยแก้ว (GRC) วัสดุ Aluminum Cladding การออกแบบให้มีช่องว่างอากาศและติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ ใต้กลางระหว่างผนังที่ภายนอกอาคารกับผนังยับยั้งบอร์คที่เป็นผนังภายในอาคาร การใช้กระจก Tempered Laminated Glass ประกอบเข้ากับกระจกฉนวนกันความร้อน (Insulating Glass) โดยมี ช่องอากาศ (Air Gap) ตรงกลางของกรอบหน้าต่าง มีผลให้ช่องหน้าต่างกระจกมีการกันความร้อน จากภายนอกอาคารเข้ามาในตัวอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะที่ด้านตัวอาคารตามแนว ยาวรับด้านทิศตะวันตกติดตั้งด้านแม่น้ำเจ้าพระยา การออกแบบให้ช่องหน้าต่างมีการหลุบเข้าไปใน กรอบผนัง รวมทั้งการติดตั้งระแนงอลูมิเนียม (Fin) เพื่อประโยชน์ในการกันแดดและฝนให้กับ หน้าต่างที่เหมาะสมกับอาคารเมืองร้อน อีกทั้งในส่วนของหลังคาได้มีการติดตั้งหลังคาเหล็กกริดลอน เคลือบสี โดยมีวัสดุฉนวนกันความร้อนเซลลูโลสหนาฉนวนใต้ผิวหลังคา พร้อมติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนาอีกชั้น เพื่อกันความร้อนและลดเสียงที่เกิดขึ้นจากกรณีฝนตกกระทบหลังคาเหล็ก ซึ่งทำให้ค่า OTTV และค่า RTTV มีค่าเท่ากับ 34.19 W/m^2 และ 12.95 W/m^2 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบปรับ อากาศนั้นมีการเลือกใช้ Centrifugal Water Cooled Chiller ที่ใช้พลังงานเพียง 0.67 kW/Ton และใช้ อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive) กับมอเตอร์พัดลมและมอเตอร์ปั๊มน้ำ เย็นมอเตอร์ในระบบจ่ายน้ำเย็นควบคู่กับการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศทำความเย็น อื่นๆ เช่น การออกแบบโถงขนาดใหญ่ปรับเย็นตามธรรมชาติ เพื่อลดค่าการนำความร้อน (Conduction Heat Gain) เป็นต้น อีกทั้งมีการนำแสงสว่างธรรมชาติที่เป็นรังสีกระจายเข้ามาใช้ใน อาคารทดแทนแสงประดิษฐ์ทั้งในส่วนของสำนักงานและที่จอดรถชั้นใต้ดิน จึงทำให้สามารถลด การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างได้และทำให้ค่าการส่องสว่างของพื้นที่เท่ากับ 11.27 W/m^2 ดังนั้น เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานทุกเกณฑ์จึงมีค่าเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โดยเฉลี่ยทุกระบบ 26.53 %

แต่เนื่องจากอาคารยังไม่มี การนำพลังงานทดแทนมาใช้และไม่ได้มีการดำเนินการจำกัด ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้ค่าสัดส่วนคะแนนโดยรวมของหมวดค่า ทั้งนี้การที่อาคารในประเทศไทยยังไม่ได้มีการจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นั้นถือว่าเป็นเรื่องปกติเนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยนั้นจะเป็นเพียงสมาชิกแห่งพิธีสารเกียวโต ในกลุ่มที่ไม่มีพันธะสัญญาในการลดปริมาณการปลดปล่อยจึงยังไม่ได้มีวิธีการกำหนดให้เป็น มาตรฐานเดียวกัน แต่เพื่อกระตุ้นให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญในการเตรียมตัวรองรับ สถานการณ์ในอนาคตหลังปี พ.ศ. 2555 ที่พิธีการเกียวโตหมดอายุและอาจจะมีการบังคับให้ทุก ประเทศสมาชิกมีพันธะกรณีในการลดคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุทำให้สภาวะภูมิอากาศ

เปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยจริงและสะสมเป็นคาร์บอนเครดิตเพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตต่อไป

หมวดที่ 5 การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างหรือปรับปรุงอาคาร ทั้งนี้ก่อนการก่อสร้างอาคารกรณีศึกษาได้มีการออกแบบโดยอาศัยหลักเกณฑ์สถาปัตยกรรมสีเขียวจึงทำให้มีการวางแผนเกี่ยวกับวิธีการเลือกวัสดุก่อสร้างจากวิศวกรผู้ดูแลระบบ โดยเลือกใช้วัสดุที่ผลิตและจัดจำหน่ายภายในประเทศ ซึ่งวัสดุที่ใช้งานส่วนใหญ่คือหินแกรนิตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และคอนกรีตมวลเบา รวมถึงมีการเลือกใช้วัสดุสำเร็จรูปในการก่อสร้างอาคารและควบคุมไม่ให้มีการจัดซื้อวัสดุก่อสร้างมากกว่าการใช้จริงมากเกินไปจากช่างเทคนิคและวิศวกรผู้ควบคุมการใช้งาน นอกจากนี้ในกรณีที่มีการปรับปรุงอาคาร อาคารกรณีศึกษามีการกำหนดให้บริษัทผู้รับเหมาส่งมอบแผนการดำเนินงานล่วงหน้าก่อนการดำเนินการจริงซึ่งจะต้องครอบคลุมถึงแผนเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่เหมาะสมและจัดหาได้ภายในประเทศเป็นหลัก อย่างไรก็ตามอาคารกรณีศึกษาไม่ได้มีการเลือกใช้วัสดุเดิมที่ได้มาจากอาคารอื่นหรือวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุรีไซเคิล เนื่องจากไม่เชื่อมั่นในเรื่องของความมั่นคงแข็งแรง อีกทั้งในปัจจุบันวัสดุรีไซเคิลที่ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศไทยยังไม่เป็นที่ยอมรับกันมากนัก

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร ทั้งนี้จากนิยามอาคารเขียวที่ครอบคลุมในเรื่องของสมรรถนะในการรักษาระดับคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร ดังนั้นอาคารจึงต้องจัดให้มีระบบต่างๆเพื่อรองรับเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ คุณภาพของแสงสว่าง ความปลอดภัย การควบคุมระดับเสียง และมลภาวะอื่นๆ ซึ่งอาคารกรณีศึกษามีการดำเนินงานที่ช่วยส่งเสริม คือ การแยกพื้นที่สูบบุหรี่ให้อยู่ห่างจากช่องเปิดของอาคารอย่างชัดเจน การติดตั้งฉนวนในห้องเครื่องเพื่อลดเสียง การใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อควบคุมการเติมอากาศอัตโนมัติ มีการตรวจสอบระบบความปลอดภัยแก่ชีวิตของอาคารให้พร้อมใช้งานได้เสมอ ค่าความส่องสว่างเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในสภาวะความสบายโดยมีค่าความชื้นและอุณหภูมิประมาณ 44.6 % และ 25.4 °C ตามลำดับ รวมถึงการควบคุมคุณภาพน้ำดื่มทางกายภาพและแผนการบำรุงรักษาระบบทำน้ำดื่มอย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตามการจัดการทำ ความสะอาดสีเขียวมาใช้งานในอาคารเป็นการตัดสินใจของบริษัทผู้รับจ้างทำความสะอาด ดังนั้นควรมีการกำหนดเกณฑ์การเลือกใช้สารทำความสะอาดสีเขียวที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการเลือกผู้รับจ้างทำความสะอาด

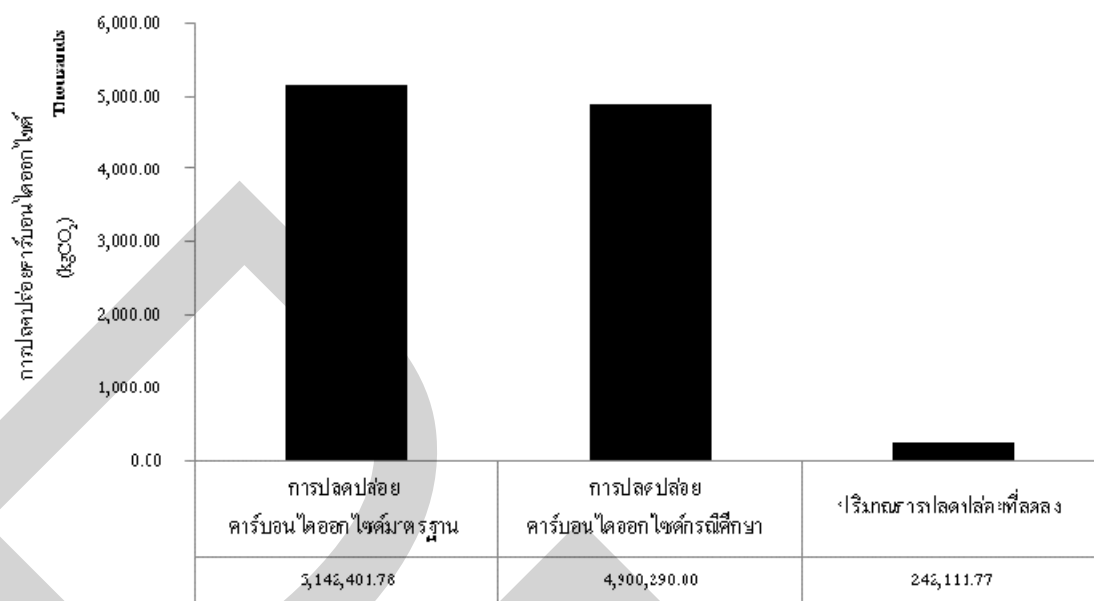
หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันอาคารกรณีศึกษา มีห้องเก็บขยะอย่างมิดชิดรวมถึงมีการคัดแยกขยะออกเป็น 4 ประเภท คือ ขยะทั่วไปที่ไม่สามารถย่อย

สลายได้ ขณะที่เน่าเสียย่อยสลายได้ ขณะที่มีอันตราย และขณะที่นำมารีไซเคิลหรือขายได้ รวมถึงมีการจัดตั้งคณะกรรมการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดการขยะอย่างเป็นทางการ ทั้งนี้การบำบัดน้ำเสียและการวิเคราะห์ผลน้ำทิ้งนั้นอาคารกรณีศึกษาได้ปล่อยทิ้งสู่บ่อบำบัดน้ำเสียของสำนักงานเขตกรุงเทพมหานครเพื่อบำบัดและทิ้งต่อไป ในส่วนของเครื่องระบายความร้อนด้วยน้ำของระบบปรับอากาศของอาคารกรณีศึกษาเป็นชนิดไหลสวนทาง (Cross Flow) จึงทำให้ระยะเวลาการกระจายของน้ำมีไม่มากนักรวมถึงการติดตั้งอยู่บริเวณคาน้ำฟ้าของอาคารที่อยู่ห่างจากอาคารอื่นๆเกินรัศมีการกระจายของน้ำจึงไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียง และจากการตรวจสอบค่าของเชื้อลิจิโอนেলাทุกปีโดยบริษัทตรวจสอบภายนอกพบว่ามีความไม่เกินที่กฎหมายกำหนด นอกจากนี้มาตรการประหยัดพลังงานของอาคารยังส่งผลต่อการลดมลภาวะทางแสงในเวลากลางคืนโดยมีมาตรการปิดไฟส่องตัวอาคารในเวลา 22.00 น. และเปิดเพียงไฟฟ้าบริเวณทางเดินและส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาคารเท่านั้น อย่างไรก็ตามเนื่องผู้บริหารระดับสูงของกลุ่มอาคารที่อาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่ยังไม่มีแผนการนำพลังงานทดแทนประเภทพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมมาใช้งานจึงยังไม่มีมีการพิจารณาในส่วนของการลดการบังกระแสลมและการพาดเงาของอาคาร

หมวดที่ 8 นวัตกรรม อาคารกรณีศึกษาเริ่มเปิดใช้งานมาได้เพียง 2 ปี ระบบประกอบอาคารส่วนใหญ่จึงอยู่ในช่วงเวลาการรับประกัน ดังนั้นการตัดแปลงหรือปรับปรุงให้ใช้งานตามเงื่อนไขเฉพาะของอาคารจึงยังไม่สามารถดำเนินการได้

4.5 ศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารกรณีศึกษา

ศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารได้จากปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐานหรือมาตรฐาน ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานหรือการจำกัดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานจึงสามารถใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารตามมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อาคารกรณีศึกษาและมาตรฐาน

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารคำนวณได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตามมาตรฐานวิธีที่ IPCC กำหนดโดยจะใช้ Emission Factors ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยโดยการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.57 kgCO₂/kWh ทั้งนี้อาคารกรณีศึกษาไม่ได้มีการจำกัดค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารต่อปีตามมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานและพื้นที่ใช้สอยอาคารเปลี่ยนเป็นปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 5,142,401.78 kgCO₂ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จริงของอาคารกรณีศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 4,900,290.00 kgCO₂ ดังนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงหรือคาร์บอนเครดิตของอาคารกรณีศึกษาของปีที่ศึกษาจึงมีค่าเท่ากับ 242,111.77 kgCO₂ คิดเป็น 4.71 %

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินในส่วนองปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยนั้นจะเป็นเพียงสมาชิกแห่งพิธีสารเกียวโตในกลุ่มที่ไม่มีพันธะสัญญาในการลดปริมาณการปลดปล่อย แต่เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตหลังจากที่พิธีสารเกียวโตสิ้นสุดลงในปี พ.ศ.2555 ซึ่งอาจจะมีกลไกใหม่ที่กำหนดให้ทุกประเทศที่เป็นสมาชิกมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศมีความรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งการซื้อขายคาร์บอนอาจจะทำได้อย่างเสรี ดังนั้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจสะอาด จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวและเครื่องมือที่สามารถคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินเพื่อใช้ในการสร้างแบบประเมินอาคารสำนักงานกรณีอาคารเดิม ทั้งภายในและภายนอกประเทศทั้งสิ้น 7 แบบประเมินพบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 8 หมวด โดยมีเกณฑ์การประเมินที่ต้องผ่านทั้งสิ้น 11 เกณฑ์ และเกณฑ์ที่ได้คะแนน 40 เกณฑ์ รวมคะแนนทั้งสิ้น 53 คะแนน และถ่วงน้ำหนักให้แต่ละหมวดรวมเป็น 100 คะแนน โดยแบบประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนี้มีการเพิ่มเติมหมวดที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบการประเมิน ซึ่งการคำนวณปริมาณปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารสามารถคำนวณได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร โดยจะใช้ Emission Factors ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.57 kgCO₂/kWh นอกจากนี้การพัฒนาให้เกณฑ์การประเมินคำนึงถึงการประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งานและการออกแบบที่นำธรรมชาติภูมิประเทศของไทยเข้ามาช่วยอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Passive Design) เพื่อให้อาคารเขียวในประเทศไทยสามารถใช้ทรัพยากรและลด

ผลกระทบต่ออย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดค่าใช้จ่ายจำนวนมากให้กับต่างประเทศในการดำเนินการเพื่อให้มีผลการประเมินเป็นไปตามที่แบบประเมินของประเทศนั้นๆกำหนด

ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างความตระหนักและสนับสนุนให้อาคารลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคต โดยค่าสัดส่วนของคะแนนเกณฑ์การประเมินที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงมากกว่าเกณฑ์อื่นๆ ซึ่งในหมวดที่ 4 เกณฑ์ พค.บ.3 อาคารปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ลดลงจากที่คาดการณ์หรือมาตรฐาน กำหนดให้เป็นเกณฑ์ที่บังคับให้อาคารต้องสามารถดำเนินการได้ซึ่งเป็นการบังคับให้อาคารจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการลดคาร์บอนเครดิตมิฉะนั้นจะไม่ได้คะแนนในหมวดนี้ รวมถึงการให้ค่าสัดส่วนคะแนนเกณฑ์ พค. 5 การจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่ามากที่สุด

ทั้งนี้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมีเป้าหมายเพื่อนำมาใช้ในการประเมินอาคารสำนักงานกรณีอาคารเดิม เนื่องจากประเทศไทยในปัจจุบันเริ่มเข้าสู่ความเป็นสังคมเมืองและมีการพัฒนาในด้านเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นความต้องการพื้นที่เพื่อประกอบกิจการจึงมีแนวโน้มสูงมากยิ่งขึ้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้พื้นที่สำนักงานเป็นศูนย์กลางการปฏิบัติงานซึ่งส่วนใหญ่ไม่นิยมก่อสร้างอาคารเพื่อใช้เฉพาะองค์กรเนื่องจากต้องลงทุนสูง ดังนั้นการก่อสร้างอาคารสำนักงานรวมเพื่อให้บริษัทเช่าจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อีกทั้งภาคพาณิชย์กรรมของประเทศมีการใช้พลังงานสูงถึง 35.5% (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ดังนั้นการดำเนินการให้อาคารสำนักงานซึ่งเป็นส่วนสำคัญในภาคพาณิชย์กรรมสำหรับสังคมเมืองให้เป็นอาคารเขียวจึงเป็นสิ่งที่ช่วยให้ลดการใช้ทรัพยากร ลดการปลดปล่อยของเสีย และการเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารซึ่งต้องอาศัยอยู่ในอาคารไม่ต่ำกว่า 8-12 ชั่วโมงในแต่ละวันให้ดียิ่งขึ้น

โดยแบบประเมินนี้สามารถนำไปใช้ประเมินอาคารประเภทอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับอาคารสำนักงานตามการจัดกลุ่มอาคารของกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 (พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2552: 10) คือ อาคารสถานศึกษา เนื่องจากมีเวลาการใช้งาน ระบบประกอบอาคาร และสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้สำหรับอาคารประเภทอื่นที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับอาคารสำนักงานซึ่งมีเงื่อนไขที่ค่อนข้างไม่สอดคล้องกันนั้นสามารถนำเกณฑ์จากแบบประเมินที่พัฒนาไปใช้เป็นแนวทางการดำเนินงานได้

จากการทดลองใช้แบบประเมินกับอาคารกรณีศึกษาซึ่งเป็นอาคารที่เคยได้รับการประเมินจากเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียวมาแล้วในช่วงที่เป็นแบบก่อสร้าง พบว่าอาคารยังมีค่าคะแนนการประเมินเพียงระดับผ่าน โดยมีค่าคะแนน 51.48% ทั้งนี้อาคารกรณีศึกษาได้มีการดำเนินการในส่วนของเกณฑ์ที่ต้องผ่านในทุกหมวดและได้คะแนนในหมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคารมากที่สุด เนื่องจากเกณฑ์ในหมวดนี้อ้างอิงมาจากเกณฑ์ตาม

มาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและมีความเกี่ยวข้องกับอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน อย่างไรก็ตามในหมวดที่ 8 นวัตกรรมนั้นมีค่าคะแนนต่ำที่สุดเนื่องจากในหมวดนี้พิจารณาในส่วน ของเทคนิคพิเศษเฉพาะที่องค์กรพัฒนาขึ้นมาใช้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและ สิ่งแวดล้อมซึ่งอาคารกรณีศึกษายังไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากเทคนิคเฉพาะต้องอาศัยการ ปรับเปลี่ยนหรือตัดแปลงระบบภายในของอาคาร ซึ่งยังไม่สามารถดำเนินการได้เพราะยังอยู่ในช่วง ของการรับประกัน อย่างไรก็ตามผลการประเมินอาคารกรณีศึกษานี้ยังถือได้ว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำ กว่าที่คาดการณ์ไว้ จากการเข้าสำรวจ พบว่าอาคารมีศักยภาพในการดำเนินการเพื่อให้ผลการ ประเมินอยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยมีแนวทางในการผ่านเกณฑ์การประเมินเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. องค์กรควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการ นโยบาย และแผนที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว อย่างเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อเป็นการยืนยันเจตนารมณ์ความเป็นอาคารเขียวชัดเจนมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งจัดทำคู่มือเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอาคารเขียวให้บุคลากรทุกคนทราบโดยทั่วกันและ สามารถปฏิบัติตามเพื่อส่งเสริมให้อาคารมีการใช้ทรัพยากรและปลดปล่อยของเสียลดลง

2. ควรนำน้ำฝนที่กักเก็บจากแหล่งธรรมชาติมาใช้เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่ใน บริเวณติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาจึงสามารถนำน้ำในแม่น้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ และควรมีการลด มลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยการหมุนเวียนน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่

3. ควรมีการปรับปรุงหรือดำเนินการเกี่ยวกับการจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ตามความเหมาะสมกับเงื่อนไขการใช้อาคารอย่างเป็นทางการเพื่อป้องกันถึง ความมุ่งมั่นที่จะค้นหาศักยภาพคาร์บอนเครดิตของอาคาร

4. การสร้างกลไกการจัดซื้อวัสดุรีไซเคิลเพื่อใช้ในการปรับปรุงอาคารและการจัดการ ขยะที่เกิดจากวัสดุก่อสร้างที่เกิดจากการปรับปรุงให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การขายหรือบริจาค เศษวัสดุที่มีคุณภาพให้กับอาคารอื่นที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการถมที่ เพื่อลดการ ใช้ทรัพยากรนำเข้าของอาคารอื่น

5. ควรมีการใช้สารทำความสะอาดสีเขียวที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติและไม่ ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยการกำหนดเป็นเกณฑ์สำหรับการเลือกผู้รับจ้างทำความสะอาด ภายในอาคาร

6. เมื่อมีการปรับปรุงหรือต่อเติมอาคารจำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาถึงผลกระทบด้าน การบังคับกระแสลมและการพาความร้อนของอาคาร โดยมีการสอบถามอาคารบริเวณใกล้เคียงว่าได้รับ ผลกระทบดังกล่าวหรือไม่เพื่อหาแนวทางในการดำเนินการที่เหมาะสมต่อไป

7. เตรียมการค้นหาเทคนิคพิเศษเฉพาะของระบบต่างๆที่เหมาะสมและช่วยส่งเสริมช่วยลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน รวมถึงการเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารให้ดียิ่งขึ้นไว้ล่วงหน้า เพื่ออนาคตหลังจากระยะเวลารับประกัน

อย่างไรก็ตามยังมีบางเกณฑ์ที่อาคารมีข้อจำกัดและไม่มีศักยภาพในการดำเนินการได้ ได้แก่

1. การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ เนื่องจากบริเวณโดยรอบอาคารเป็นส่วนของถนนที่ใช้ในการสัญจรจึงจำเป็นต้องมีพื้นที่ลาดแข็งเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่ใช้อาคาร อีกทั้งการจัดสวนแนวตั้งยังไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากอาคารไม่ได้มีการออกแบบไว้สำหรับเพาะปลูกพืช จึงอาจจะก่อให้เกิดการชอนไชของรากต้นไม้และทำให้เกิดความชื้นกับอาคารได้

2. เทคโนโลยีพลังงานทดแทนส่วนใหญ่ที่นำมาใช้กับอาคารในปัจจุบัน คือ โซลาร์เซลล์ เนื่องจากมีความสะดวกและบำรุงรักษาง่าย ซึ่งอาคารกรณีศึกษาเป็นอาคารที่ถูกดบังแสงอาทิตย์จากอาคารข้างเคียงเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งในบริเวณคานฟ้าด้านบนได้มีการติดตั้งหลังคาแบบเมทัลชีทเพื่อป้องกันความร้อน จึงทำให้มีข้อจำกัดด้านพื้นที่จึงไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้

3. ในการปรับปรุงอาคารโดยมีการการใช้อาคารเดิมโดยใช้พื้นที่หรือหลังคาของอาคารเดิมนั้นในปัจจุบันยังไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากไม่เชื่อมั่นในเรื่องของความมั่นคงแข็งแรง และการปรับปรุงหรือก่อสร้างตามระบบราชการจำเป็นที่จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับได้

ทั้งนี้เมื่ออาคารกรณีศึกษาได้ดำเนินการตามข้อเสนอแนะจะช่วยให้ผลการประเมินอาคารมีค่าคะแนนเพิ่มสูงขึ้นเป็น 96.47 % ซึ่งอยู่ในระดับยอดเยี่ยม อันถือเป็นศักยภาพสูงสุดของการประเมินอาคารเขียวที่พัฒนา

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการหาศักยภาพคาร์บอนเครดิตของอาคาร

คาร์บอนเครดิตของอาคารคือปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐานหรือมาตรฐาน ซึ่งการหาศักยภาพคาร์บอนเครดิตครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทางตรงที่ปลดปล่อยมาจากปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้า และใช้ค่า Emission Factors ในการเปลี่ยนค่าเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับกรณีฐานหรือมาตรฐานที่ได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ใช้สอยอาคารต่อปีตามมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานและพื้นที่ใช้สอย ทั้งนี้การ

รวบรวมคาร์บอนเครดิตจากการดำเนินการเป็นอาคารเขียว นั้นต้องคำนึงถึงการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์แบบทางอ้อมที่เกิดจากในส่วนอื่น เช่น มีการอำนวยความสะดวกและระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ไม่ใช้รถส่วนตัว ตลอดเส้นทางจากจุดที่ขนส่งมวลขนส่งที่สุดถึงอาคาร มีแผนการจ่อครกที่ช่วยลดการใช้พลังงาน และการใช้วัสดุท้องถิ่นหรือในประเทศ เป็นต้น อีกทั้งการใช้ค่าข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นกรณีฐานหรือมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบนั้นสามารถใช้ค่าข้อมูลการใช้พลังงานรวมของอาคารตามมาตรฐานที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ ซึ่งได้มากจากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์สมรรถนะของอาคาร (Building Energy Code: BEC)

5.2.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. การดำเนินการให้อาคารเขียวมีความยั่งยืนจะต้องเริ่มต้นที่ระบบการบริหารจัดการและความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง
2. ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารจึงไม่มีเกณฑ์การเปรียบเทียบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้นเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับสถานการณ์ในอนาคตที่อาจจะมีการบังคับให้ประเทศไทยซึ่งเป็นสมาชิกแห่งพิธีสารเกียวโตมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงควรมีการกำหนดปริมาณการปลดปล่อยให้กับอาคารให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน
3. ควรมีการรวบรวมข้อกำหนด กฎหมาย และมาตรการที่ส่งเสริมการดำเนินการให้อาคารมีลักษณะความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้กับองค์กร เช่น การจูงใจในการลดปริมาณพลังงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายและการขายคาร์บอนเครดิต

5.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป

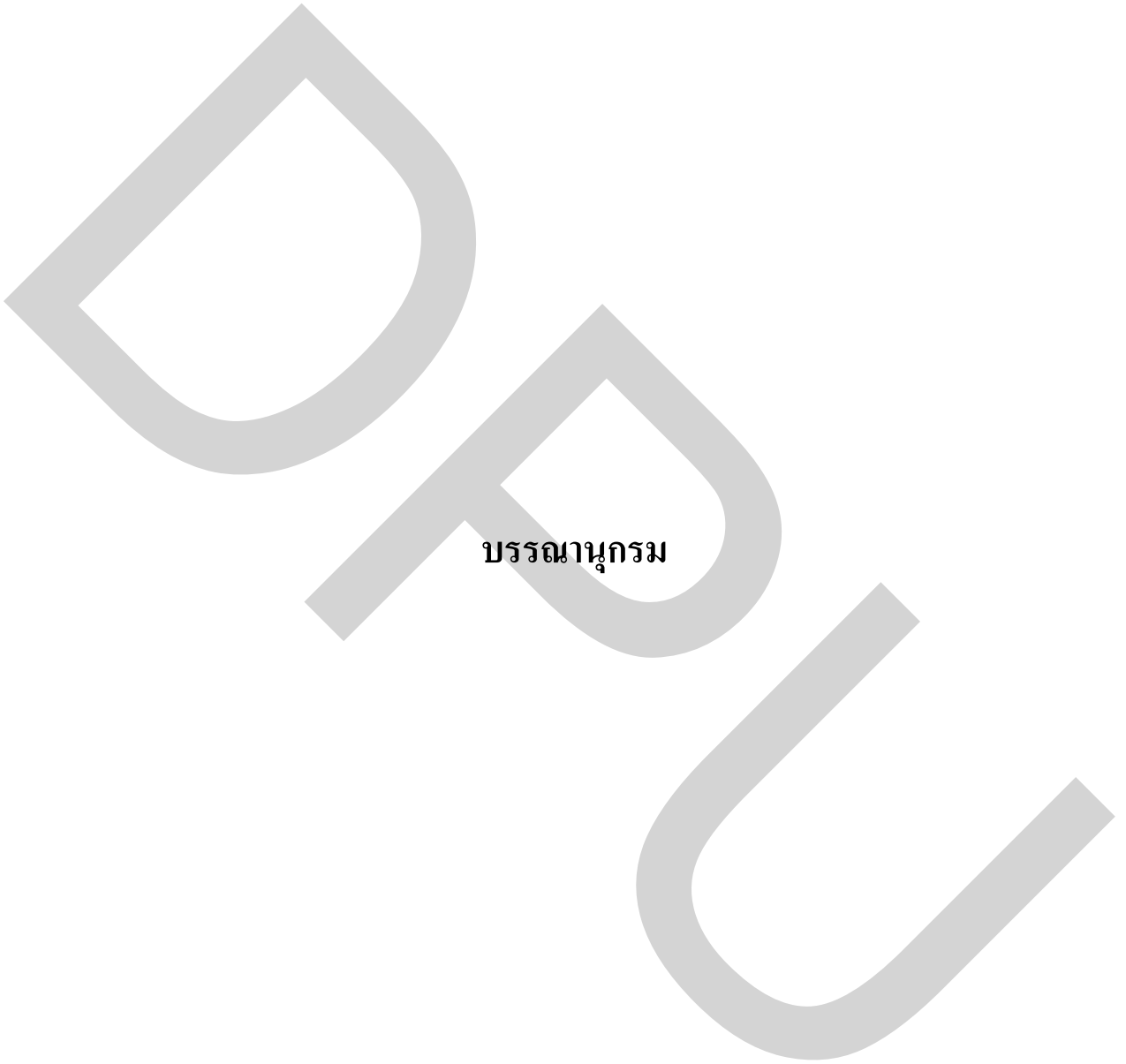
การพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวเป็นสิ่งที่ต้องอาศัยหลักการสร้างตัวบ่งชี้เพื่อชี้วัดคุณภาพของการเป็นอาคารเขียวซึ่งมีแนวทางในการพัฒนาได้หลากหลาย รวมถึงการสร้างเครื่องมือในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นก็จำเป็นต้องพัฒนาต่อไป ซึ่งแนวทางสำหรับการศึกษาต่อไปมีดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมที่ใช้การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งแบบทางตรงและทางอ้อมที่อาคารเขียวสามารถลดลงได้เพื่อค้นหาศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคาร
2. การพัฒนาค่าตัวแปรการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเพาะของประเทศไทยและค่าจำเพาะของกิจกรรมที่ต้องการศึกษาในแต่ละกิจกรรมของอาคารเขียว เพื่อใช้ประกอบกับการคำนวณหาปริมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของประเทศไทย

3. การศึกษาความเป็นไปได้ในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตระหว่างอาคารที่อยู่ในเขตประเทศไทยหรือต่างประเทศ

4. การพัฒนามาตรฐานที่เกี่ยวกับการใช้สถานะแวดล้อมจากธรรมชาติแบบร้อนชื้นของประเทศไทยเพื่อใช้ในการประเมินอาคาร

5. การรวบรวมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียวเพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2553). **คู่มือมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน สำหรับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง** (เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย). กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.(ม.ป.ป.). **การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง
กระทรวงศึกษาธิการ.2545. **ชุดวิชาการประเมินเพื่อพัฒนา**. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
ชูญาดา เส็งโศตตะ. (2547). **สูตร & ฟังก์ชัน Excel ฉบับใช้งานจริงในสำนักงาน**. กรุงเทพฯ : เฟสท์ออฟเซต (1993).

บุญชม ศรีสะอาด.(2540). **การวิจัยทางการวัดและประเมินผล**.กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2537). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : บีแอนด์บีพลับลิชชิง.

ฝ่ายสิ่งแวดล้อม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(2553). **ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์** (รายงานฝ่ายสิ่งแวดล้อม ประจำปี พ.ศ. 2553). กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.
พับลิเคชั่น จำกัด.

วัชรระ มั่งวิฑิตกุล . (2550). **กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : หจก. สามลดคา.

วันชัย ริจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า . (2550) . **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2545). **ทฤษฎีการประเมิน** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล

ศุภชัย ปัญญาวิวี และจตุพร สถากุลเจริญ. (2549). **คู่มือการลดต้นทุนผลิตด้านพลังงาน**. กรุงเทพฯ : ส.ส.ท.

สมศักดิ์ ศรีสันติสุข.2538.**ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : หลักการหาความรู้ วัด ดำเนินงานวิจัย วิเคราะห์ข้อมูล และเขียนรายงาน**. ขอนแก่น : ห้างหุ้นส่วนจำกัดขอนแก่นการพิมพ์.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2534). การสร้างมาตรฐานในการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

วิทยานิพนธ์

กัมปนาท กระจุกชัย. (2546). แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารปรับอากาศเพื่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น. หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิตติมา กลั่นหอม. (2546). แนวทางการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารสำหรับห้องเปิดในอาคารเขตร้อนชื้น. หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญส่ง มหัทธนาภรณ์. (2544). การพัฒนาเกณฑ์ประเมินคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

วริศรา ไชยวงศ์. (2539). การตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตถ่าน. หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อังคณา สิริวรรณศิลป์. (2551). แนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงออกแบบร่างอาคาร. หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บทความ

จินต์ พันธุ์ไชโยและคณะ. (2552). การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการโลจิสติกส์ย้อนกลับของอุตสาหกรรมขวดแก้วกรณีศึกษาบริษัท บางกอกกล๊าส จำกัด. การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 9.

ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2550). การออกแบบสถาปัตยกรรมโดยใช้แนวทางวิถีชีวิต. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3.

ธนิต จินดาวณิก. (2550). แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย. บทความในการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2552, มีนาคม-เมษายน).

“สัมภาษณ์พิเศษคุณนินนาท ไชยธีรภิญโญ.” วิศวกรรมสาร, 62, 2. 31-35

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2551). เคมท์และแนวทางใน

การจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว กรณีอาคารเดิม. เอกสาร

ประกอบการสัมมนา. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2553, จาก <http://www.thaihvac.com>

[/forums/showthread.php?t=1163](http://www.thaihvac.com/forums/showthread.php?t=1163)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2552). สัดส่วนพลังงานไฟฟ้าแยกตามภาค

เศรษฐกิจปี 2552. รายงานประจำปี 2552. สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2554, จาก

http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/miniThaiEnStat2009.pdf

บริษัทมิลเลนเนียม เว็บบ จำกัด. (2553). ตลาดออฟฟิศให้เช่ามีแนวโน้มขยายตัว. สืบค้นเมื่อ 17

มกราคม 2554, จาก [www.http://thaicontractor.com](http://thaicontractor.com)

วราวุธ วุฒินิชย์. (ม.ป.ป.). การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Decision

Making by Analytic Hierachy Process). สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2554, จาก

<http://irre.ku.ac.th/research%5C53-AHP-paper.pdf>

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2553). ก่อสร้างปี 2554 ยังขยายตัวต่อเนื่อง. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2554, จาก

[http://www.kasikornresearch.com/TH/K-Econ%20Analysis/Pages/](http://www.kasikornresearch.com/TH/K-Econ%20Analysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=26234)

[ViewSummary.aspx?docid=26234](http://www.kasikornresearch.com/TH/K-Econ%20Analysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=26234)

สถณี อชวานันทกุล. (2551). การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development). สืบค้นเมื่อ 1

มกราคม 2554, จาก <http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2008q1>

[/2008march27p4.htm](http://www.nidambe11.net/ekonomiz/2008q1/2008march27p4.htm).

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2553). เคมท์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่. สืบค้นเมื่อ 27 ธันวาคม 2553, จาก

<http://www.asa.or.th/?q=node/102697>

สุธรรม อรุณ. (ม.ป.ป.). การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis

Hierarchy Process: AHP). สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2554, จาก

http://202.183.190.2/FTPiWebAdmin/knw_pworld/image_content/64/process1.pdf

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2553). พื้นที่ก่อสร้างของอาคาร โรงเรือน จำแนกตามชนิดของอาคาร และ
เขตการปกครอง ทัวราชอาณาจักร. สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2554, จาก

http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/theme_4-1-5.html

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2551). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติฉบับที่ 1- 10 . สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2554, จาก <http://www.nesdb.go.th>.

The Joint Graduate School of Energy and Environment. (2552). การแบ่งภาคสาขาของแหล่งปล่อย
และแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก. สืบค้นเมื่อ 22 มีนาคม 2554, จาก

http://www.jgsee.kmutt.ac.th/snc/p1_method.html#a3

เอกสารอื่น

กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการ
ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552. (2552, 20 กุมภาพันธ์). เล่ม ๑๒๖,
ตอนที่ ๑๒ ก. หน้า 10.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2553). **ทิศทางแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11. เอกสารประกอบการประชุมประจำปี พ.ศ. 2553**
ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

ภาษาต่างประเทศ

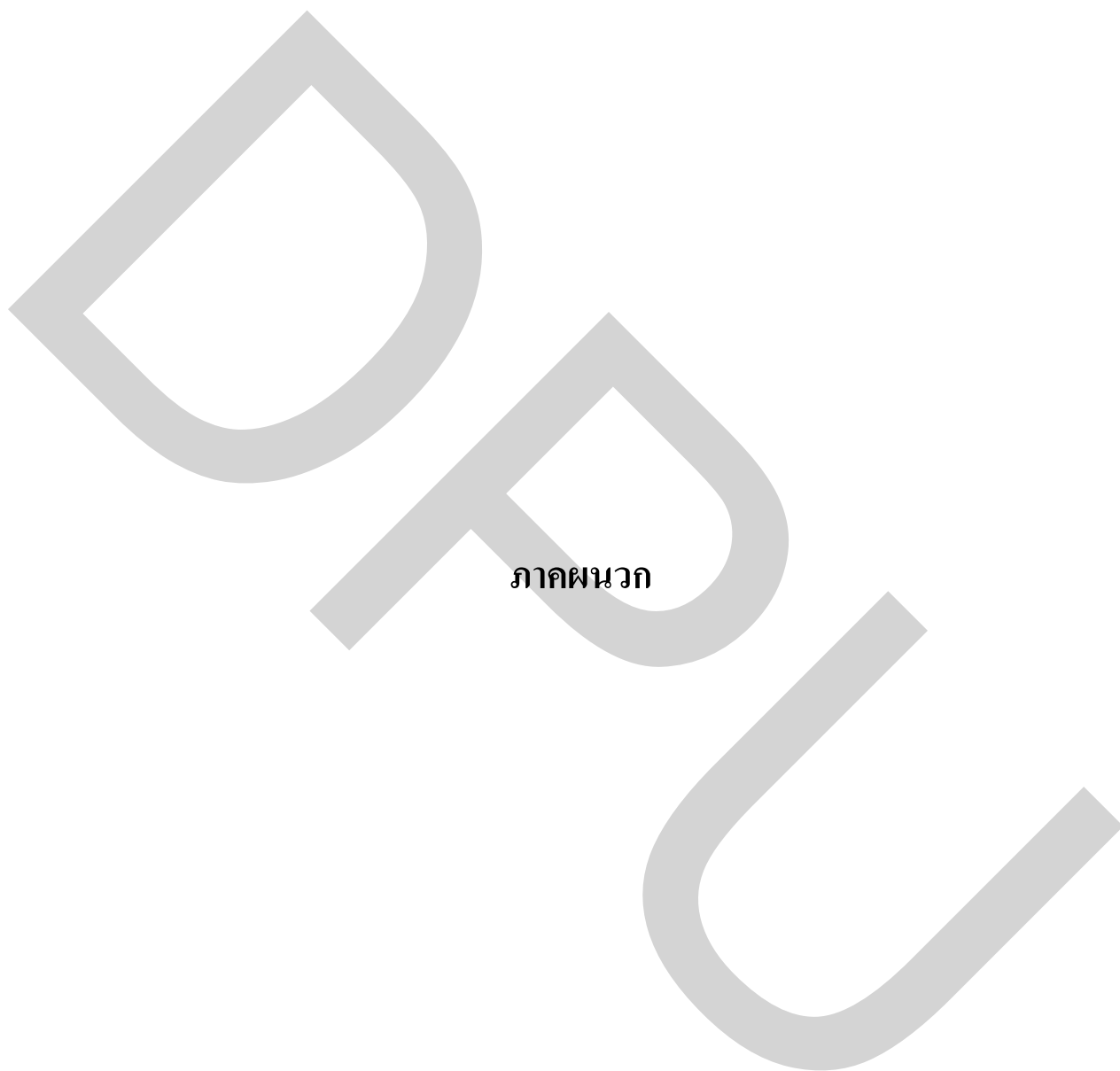
ELECTRONIC SOURCES

ASHREA. **ASHRAE Green Guide: The defign, constructuion, and operation of**
sustainablebuilding. Retrieved December 15, 2010 from [http://books.google.co.th/
books?id=Q4DeJ5zRrB4C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#](http://books.google.co.th/books?id=Q4DeJ5zRrB4C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#))

Building Research Establishment. (2008). BREEAM Office 2008. Retrieved December 2,2010
from <http://www.breem.org/page.jsp?id=17c40cities> .

College of National and Social Sciences. Global Climate Change and the Developing World.
Retrieved December 27, 2010 from <http://www.calstatela.edu/dept/geology/G312.htm>

- Green Building Council of Australia. (2008). Green Star-Office v.3 2008 .Retrieved December 27, 2010 from <http://www.gbca.org.au/green-star/rating-tools/green-star-office-v3/1710.htm>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). Revises IPCC 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Retrieved January 5, 2011 from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Retrieved January 5, 2011 from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- International Facility Management Association. Sustainability Study. Retrieved December 15, 2010 from <http://www.ifma.org/resources/reports/pages/sustainability-study.htm>
- Japan Sustainable Building Consortium. (2008). CASBEE for New construction 2008. Retrieved December 27, 2010 from <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download.htm>
- The American Institute of Architects. (2009). AIA COTE Definition of Sustainable Design. Retrieved December 15, 2010 from http://info.aia.org/nwsltr_cote.cfm?pagename=cote_a_200608_define
- The Tokyo cap & Trade Program – Japan’s first mandatory Emission Trading scheme. Retrieved December 15, 2010 from <http://www.c40cities.org/>
- United States Green Building Council. (2008). LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 .Retrieved December 2, 2010 from <https://www.usgbc.org/ShowFile.aspx?DocumentID=3617>
- U.S. Green building council. Benefit of green building. Retrieved December 15, 2010 from <http://www.usgbc.org/displayPage.aspx?CMSPageID=171>



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ผลการพิจารณาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของผู้เชี่ยวชาญ
และคู่มือการใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียว
ในประเทศไทย

คำชี้แจง : เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่พัฒนาขึ้นฉบับนี้ใช้สำหรับประเมินอาคารสำนักงานที่มีการเข้าใช้งานแล้ว โดยอ้างอิงเกณฑ์กับมาตรฐาน 2 ส่วน คือการอ้างอิงจากมาตรฐานข้อบังคับ การอ้างอิงเกณฑ์จากแบบประเมินต่างประเทศและงานวิจัย ทั้งนี้ได้มีการกำหนดหมวดการประเมินให้มีความสอดคล้องกับแบบประเมินอื่นๆทั้งภายในและต่างประเทศ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มีทั้งหมด 8 หมวด โดยในแต่ละหมวดได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเกณฑ์การประเมินไว้ ดังนั้นจึงขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบว่าเกณฑ์การประเมินที่ผู้จัดทำระบุนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ โดยระบุเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีระดับดังนี้

สอดคล้องมากที่สุด หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวด และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุด

สอดคล้องมาก หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้มาก

สอดคล้องปานกลาง หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ปานกลาง

สอดคล้องน้อย หมายถึงเกณฑ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อย

ไม่สอดคล้อง หมายถึงเกณฑ์ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหมวดและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้

ทั้งนี้หากมีเกณฑ์การประเมินอื่นๆเพิ่มเติมให้ท่านผู้เชี่ยวชาญระบุในส่วนขอเสนอแนะเพิ่มเติม

*****ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ช่วยสละเวลาในการตรวจสอบและพิจารณา
เกณฑ์การประเมิน*****

ตารางที่ 1 ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์ของ หมวดการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการ อาคาร: เพื่อให้ องค์กรมีแผนการ ดำเนินงานที่ถูกต้อง เป็นระบบและมั่นคง ตลอดวัฏจักรชีวิต	1. มีการแสดงถึงเจตนา ความเป็นอาคารเขียว	3	1			
	2. มีการคู่มือแนวทางการ ปฏิบัติ	1	3			
	3. มีแผนการติดตาม ประเมินผลตลอดอายุการใช้ งานของอาคาร	2	1	1		
	4. มีการวางแผนการ ดำเนินงานได้รับการรับรอง จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับ อาคารเขียว	2	1	1		
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ของ หมวดการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง
หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผัง บริเวณและภูมิ สถาปัตยกรรม : เพื่อใช้เป็นการ พิจารณาปรับปรุง สภาวะแวดล้อมของ อาคารและวิธีการ ดำเนินงานให้ เอื้ออำนวยต่อการ อนุรักษ์พลังงานและ ลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม อัน เนื่องมาจากบริเวณ ที่ตั้ง	1.การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่ มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือลดผลกระทบและช่วย ฟื้นฟู	4				
	2.การพัฒนาผังพื้นที่โครงการ ที่ยั่งยืน	2	2			
	3.การลดใช้น้ำและลดปัญหา น้ำท่วม	1	2	1		
	4.การลดปรากฏการณ์เกาะ ความร้อนในเมืองจากการ พัฒนาโครงการ	2	1	1		
	5.มีผังบริเวณอาคารและ องค์ประกอบหลักที่เป็นอยู่ใน ปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นใน อนาคต	2	1	1		
	6. มีการอำนวยความสะดวก และระบบความปลอดภัย สำหรับผู้ที่ไม่ใช่รถส่วนตัว ตลอดเส้นทางจากจุดที่ขนส่ง มวลชนสิ้นสุด	1	1	2		
	7.มีแผนการจอดรถที่ช่วยลด การใช้พลังงาน	1	1	2		
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง
หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ: เพื่อใช้ ทรัพยากรน้ำ ให้เกิด ประสิทธิภาพ สูงสุดและลด ปริมาณน้ำทิ้ง	1. การใช้สุขภัณฑ์ ประหยัดน้ำ	4				
	2. หมุนเวียนน้ำ กลับมาใช้ใหม่	4				
	3. มีระบบกักเก็บ น้ำฝน	2	2			
	4. ติดตั้งมิเตอร์วัด ปริมาณน้ำที่จุดจ่าย น้ำสำคัญ	2		1	1	
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	ติดตั้งมิเตอร์รวมทั้งอาคารเนื่องจากเป็นอาคารสำนักงานจึงมีเพียงจุดหลักสำคัญ เพียงส่วนของห้องน้ำเท่านั้น					

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ของ หมวดการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง
หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงาน และปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์: เพื่อส่งเสริม การใช้พลังงานอย่างมี ประสิทธิภาพ และ ประเมินคาร์บอน เครดิตปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ลดได้จากกรณีฐาน	1.การรับรอง มาตรฐานการใช้ พลังงานของระบบ ประกอบอาคารหลัก	2	1	1		
	2.ประสิทธิภาพการ ใช้งานเป็นไปตาม เกณฑ์มาตรฐาน	3		1		
	3.การจำกัดปริมาณ การปลดปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้พลังงาน ไม่เกินค่าที่กำหนด	3	1			
	4.ประสิทธิภาพการ ใช้พลังงานสูงกว่า มาตรฐาน		4			
	5.การใช้พลังงาน ทดแทน : ไม่น้อย กว่าร้อยละ 5 ของ การใช้พลังงาน ทั้งหมดของอาคาร ในแต่ละปี	3	1			
	6.การตรวจสอบเพื่อ ยืนยันการประหยัด พลังงาน: มีแผนการตรวจสอบ และทดสอบ	3	1			

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ของ หมวดการประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง
	7.สารทำความเย็น ในระบบปรับอากาศ และสารดับเพลิงที่ ไม่ทำลายชั้น บรรยากาศ	3	1			
	8.ติดตั้งมาตรวัด พลังงานไฟฟ้าที่ ระบบประกอบ อาคารหลัก	1	2		1	
	9.อาคารปล่อยก๊าซ เรือนกระจกจากการ ใช้พลังงานได้ลดลง จากที่คาดการณ์	2	1	1		
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	การติดตั้งติดตั้งมาตรวัดพลังงานไฟฟ้าที่ระบบประกอบอาคารหลักไม่มีความเกี่ยวข้องกับอาคารเขียวเป็นเพียงอำนวยความสะดวกใน					
	การตรวจประเมินค่าสัดส่วนการใช้พลังงานเท่านั้น					

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวด การประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ				
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่สอดคล้อง
หมวดที่ 5 การเลือกใช้ วัสดุในการ ปรับปรุง อาคาร : เพื่อ ใช้เป็น แนวทางใน การเลือกใช้ วัสดุใน ปรับปรุง อาคารให้มี ศักยภาพ	1.วัสดุที่ใช้จะต้อง ได้รับความเห็นชอบ จากคณะกรรมการ อาคารเขียวของ องค์กร	1	2	1		
	2.การเลือกใช้วัสดุใช้ แล้ว	2	1	1		
	3.การเลือกใช้วัสดุรี ไซเคิล	2	2			
	4.การใช้วัสดุท้องถิ่น หรือในประเทศ	1	1	2		
	5.วัสดุที่มีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมต่ำ	3	1			
	6.การใช้วัสดุ สำเร็จรูปในการ ก่อสร้าง	1	3			
	7.การลดจำนวนของ วัสดุก่อสร้างของ อาคาร	3	1			
	8.การใช้วัสดุโดยไม่มี ส่วนเกินเหลือทิ้ง มากกว่า 25% ของ ปริมาตรหรือน้ำหนัก	2	1	1		
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ของ หมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
หมวดที่ 6 คุณภาพ สิ่งแวดล้อมและ การบริการของ อาคาร : เพื่อให้ ผู้ใช้อาคารเกิด สภาวะความ สบาย ความ ปลอดภัย และใช้ ประโยชน์พื้นที่ ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ สูงสุด	1. อัตราการ ระบายอากาศ ภายในอาคารผ่าน เกณฑ์ตาม มาตรฐาน	3	1				
	2. ความส่องสว่าง ภายในอาคารชั้น ต่ำผ่านเกณฑ์ตาม มาตรฐาน	3	1				
	3. ระบบความ ปลอดภัยแก่ชีวิต ของอาคาร	2	1	1			
	4. การลด ผลกระทบ มลภาวะภายใน อาคาร	1	3				
	5. การเลือกใช้ วัสดุที่ไม่ก่อ มลพิษ: ใช้วัสดุ ตกแต่งภายในที่ ได้ฉลากเขียว หรือ มาตรฐานสากลที่ ปล่อยสารพิษ น้อยร้อยละ 100	3		1			

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ของ หมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
	5. การควบคุม แสงสว่างภายใน อาคาร: แยกวงจร แสงประดิษฐ์	1	1	2			
	6. การใช้แสง ธรรมชาติภายใน อาคาร	2	1	1			
	7. การควบคุม คุณภาพน้ำดื่ม	1	1	2			
	8. การมองเห็น ทัศนียภาพด้าน นอก (View out)		2	1	1		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
หมวดที่ 6 คุณภาพ สิ่งแวดล้อม และการบริการ ของอาคาร (ต่อ) : เพื่อให้ ผู้ใช้อาคารเกิด สภาวะความ สบาย ความ ปลอดภัย และ ใช้ประโยชน์ พื้นที่ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ สูงสุด	9.สภาวะน่าสบาย: อุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์ ในส่วนที่มีการ ปรับอากาศ เหมาะสมตาม มาตรฐานระบบ ปรับอากาศและ ระบายอากาศ	3		1			
	10.การสำรวจ ความต้องการจาก ผู้ใช้อาคาร		2	2			
	11.ระบบทำความ สะอาดสีเขียว (Green Cleaning)	1	1	2			
	12.ความสามารถ ในการจัดพื้นที่ให้ สามารถใช้งานได้ สูงสุด (Service Abilities)	1	3				
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	แม้ว่าการมองเห็นทัศนียภาพด้านนอกจะช่วยสร้างความสบายและทำให้อาคารสามารถ บริการผู้ใช้งานให้ดีขึ้น แต่ในกรณีที่เป็นอาคารเดิม						
	ที่มีการใช้งานแล้วนั้น การเจาะช่องเปิดเพิ่มทำได้ยากเนื่องจากกฎหมายเกี่ยวกับการ ควบคุมอาคาร						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
หมวดที่ 7 การ ป้องกันและลด ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม : เพื่อไม่ ก่อให้เกิด ผลกระทบทาง ลบต่อ สภาพแวดล้อม	1.การบริหารจัดการ ขยะ: การเตรียมพื้นที่ แยกขยะ	3		1			
	2.มีระบบบำบัดน้ำ เสีย	4					
	3.ผลการวิเคราะห์น้ำ ทิ้งต้องอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานทุก พารามิเตอร์	3	1				
ภายนอกและ ไม่ก่อให้เกิด ความเดือดร้อน และขัดขวาง ผลประโยชน์ที่ ควรได้รับแก่ ผู้อื่น	4.การควบคุมโรคที่ เกี่ยวข้องกับอาคาร: ปฏิบัติตามประกาศ กรมอนามัยเรื่องข้อ ปฏิบัติการควบคุม เชื้อลิจิโอเนลลา (Legionella) ในหอ ผึ่งเย็นของอาคารใน ประเทศไทย	2		2			
	5.วางตำแหน่งเครื่อง ระบายความร้อนที่ ไม่สร้างความ เดือดร้อนรำคาญต่อ สภาพแวดล้อม ใกล้เคียงอาคาร	2	1	1			
	6.สัดส่วนการลดขยะ มูลฝอยที่จะนำไป กำจัดลดลงได้โดย เฉลี่ยก่อนรับการ ประเมิน		3		1		

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
หมวดที่ 7 การ ป้องกันและลด ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม (ต่อ) : เพื่อไม่ ก่อให้เกิด ผลกระทบต่อ สภาพแวดล้อม ภายนอกและ ไม่ก่อให้เกิด ความเดือดร้อน และขัดขวาง ผลประโยชน์ที่ ควรได้รับต่อ ผู้อื่น	7.การลด มลภาวะทาง แสงในเวลา กลางคืน (Reduction of night time light pollution)	1	1	2			
	8.การลดทอน เสียงรบกวน ออกสู่ด้านนอก		3	1			
	9.ลดการบัง กระแสดมและ การพาดเงาของ อาคาร(Wind damage & Sunlight obstruction)		3	1			
	10.การลดมลพิษ จากการ ก่อสร้าง: มีแผน และดำเนินการ ป้องกันมลพิษ และสิ่งรบกวน จากการก่อสร้าง	2		2			
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	ขยะในอาคารสำนักงานส่วนใหญ่เป็นกระดาษจึงไม่มีผลต่อสภาพแวดล้อมเท่าใดนัก						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

จุดประสงค์ ของหมวดการ ประเมิน	เกณฑ์ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					หมายเหตุ
		สอดคล้อง มากที่สุด	สอดคล้อง มาก	สอดคล้อง ปานกลาง	สอดคล้อง น้อย	ไม่ สอดคล้อง	
หมวดที่ 8 นวัตกรรม : เพื่อเปิด โอกาสให้เกิด แนวคิดใหม่ๆที่ เกี่ยวข้องกับ การส่งเสริมให้ อาคารอนุรักษ์ พลังงานและ สิ่งแวดล้อม อันเหมาะสม กับองค์กร โดยเฉพาะและ ใช้งานได้จริง	1.มีเทคนิควิธีที่ไม่ ระบุไว้ในแบบ ประเมิน	2	1			1	
ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม	หมวดนี้อาจจะทำให้เกิดความซ้ำซ้อนกับหมวดหรือเกณฑ์อื่น อาจจะมีการเปลี่ยนชื่อหมวด หรือขยายความให้ชัดเจน						

คู่มือการใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย
(Guidebook for Green Building Performance Assessment in Thailand)



1. ที่มาและความสำคัญ

จากการขยายตัวของเศรษฐกิจที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับการพัฒนา ด้านสังคมของโลกนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัจจัยนำเข้าและมีการปลดปล่อย ของเสียสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปริมาณมากและนำมาสู่ซึ่งความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ซึ่งมลพิษ เหล่านี้ก่อให้เกิดความแปรปรวนของระบบนิเวศ อันส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจด้วย เช่นกัน ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดในเรื่องของการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างความ สมดุลในการพัฒนาและก่อให้เกิดความยั่งยืน

อาคารถือเป็นภาคส่วนสำคัญในการพัฒนาด้านสังคมและเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน เนื่องมาจากจำนวนประชากรของโลกเพิ่มขึ้นและมีความต้องการพื้นที่ในการใช้งานสูงขึ้น จากผล การสำรวจการประมวลข้อมูลพื้นที่การก่อสร้างอาคารของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี พบว่าการ ก่อสร้างอาคารมีอัตราการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2546 ที่มีอัตราการก่อสร้างใน ภาคของอาคารที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์เป็นมูลค่ากว่า 2 เท่าของปี พ.ศ. 2545 และมีอัตราเพิ่มขึ้น สูงขึ้นทุกปีจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาอาคารให้ยั่งยืน คืออาคารเขียว (Green Building) โดยมีความหมายครอบคลุมถึงการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของ อาคาร ลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ ปัจจุบันได้ถูกใช้เป็นมาตรฐานในการก่อสร้างอาคาร โดยหน่วยงานต่างๆทั่วโลกได้มีการพัฒนา แบบประเมินมาใช้เองและส่งเสริมการนำมาตรฐานอาคารเขียวที่พัฒนาขึ้นไปในต่างประเทศ อย่างไรก็ตามการนำเกณฑ์การประเมินจากต่างประเทศมาใช้กับประเทศอื่นที่มีสภาพภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการประเมินได้ แม้ว่าจะก่อสร้าง อาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับโดยทั่วไปก็ตาม แต่ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรก็ไม้อาจ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นแต่ละประเทศจึงพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของตนเอง ขึ้นมาใช้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศมากที่สุด และเพื่อเป็นการจูงใจให้เจ้าของ อาคารมีความต้องการมุ่งสู่การเป็นอาคารเขียวมากยิ่งขึ้น การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะ อาคารเขียวในประเทศไทยนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเกณฑ์การประเมินในส่วนของ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตหลังจากที่พิธีสาร เกียวโตสิ้นสุดลงในปี พ.ศ.2555 ซึ่งอาจจะมีการแก้ไขใหม่ที่กำหนดให้ทุกประเทศที่เป็นสมาชิกมี ส่วนรวมในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากสภาวะโลกร้อนและ การเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศมีความรุนแรงมากขึ้นอีกทั้งการซื้อขายคาร์บอนอาจจะทำได้ง่าย เสรี ดังนั้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจสะอาด จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนา

เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่สามารถคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

2. วัตถุประสงค์ของการประเมิน

- 1) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสร้างจิตสำนึกของผู้ใช้อาคารในการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
- 2) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลการใช้อาคารตลอดอายุการใช้งาน
- 3) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพลังงาน สิ่งแวดล้อม และการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารให้เป็นไปตามข้อบังคับภายในประเทศอย่างสมดุล
- 4) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจสะอาดจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวในประเทศไทย

3. ขอบเขตการประเมิน

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย ฉบับนี้ออกแบบไว้เพื่อใช้กับอาคารควบคุมด้านพลังงานประเภทสำนักงานที่มีการเข้าใช้งานแล้ว โดยพลังงานหลักของอาคารคือพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยมีขอบเขตการประเมินดังนี้

- 1) เกณฑ์การประเมินในส่วนของการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะศึกษาเฉพาะการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางตรงที่ถูกปลดปล่อยจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร
- 2) ค่าแฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะใช้ค่าแฟกเตอร์จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)
- 3) เกณฑ์ที่รวบรวมมาใช้ในการประเมินจะใช้เกณฑ์จากมาตรฐานข้อบังคับทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเท่านั้น
- 4) เกณฑ์การประเมินนี้จะใช้กับอาคารสำนักงานที่มีการใช้งานแล้ว

4. ประโยชน์ของแบบประเมิน

- 1) ได้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยและมีความสะดวกในการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และข้อบังคับด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย
- 2) ได้เกณฑ์การประเมินปริมาณการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเขียวสำหรับประเทศไทยและทำให้มีศักยภาพในการซื้อขายคาร์บอนเครดิต
- 3) ทราบถึงแนวทางและมาตรการในการพัฒนาอาคารของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนทั้งในทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ

5. แนวทางการใช้แบบประเมิน

ในการใช้งานแบบประเมินนี้มีผู้ที่เกี่ยวข้อง 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ประเมิน และผู้ได้รับการประเมิน ดังนั้นเพื่อให้ผลการประเมินอาคาร โดยใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน จึงกำหนดแนวทางการใช้เกณฑ์ดังกล่าว เริ่มตั้งแต่การเตรียมตัวของผู้ประเมิน การจัดเตรียมข้อมูลและเอกสารของผู้รับการประเมิน แนวทางการตรวจประเมิน และการใช้คะแนนและการประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การเตรียมตัวของผู้ประเมิน

ผู้ประเมินจะต้องมีความรู้และเข้าใจเจตนารมณ์ของการเป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพ โดยจะต้องคำนึงถึงหลักของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) และนิยามของอาคารเขียวที่ครอบคลุมถึงการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร ลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ ดังนั้นจึงจะต้องเตรียมตัวให้พร้อม ดังนี้

- 1) ศึกษาเกณฑ์การประเมินและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินในแต่ละหมวดให้ครบถ้วนเพื่อกำหนดแผนการประเมิน
- 2) ทบทวนกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ และมาตรฐานต่างๆที่อ้างอิงในเกณฑ์ที่ใช้ประเมิน
- 3) จัดเตรียมอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆให้ครบถ้วนเพื่อใช้สำหรับเกณฑ์การประเมินที่จำเป็นจะต้องใช้ผลจากการตรวจวัดจริง
- 4) จัดเตรียมอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ทั่วไป เช่น กล้องถ่ายรูป สมุดจดบันทึก ไฟฉาย ถุงมือ ไขควง เป็นต้น

5.2 การจัดเตรียมข้อมูลและเอกสารของผู้รับการประเมิน

ผู้รับการประเมินนั้นมีบทบาทสำคัญในการดำเนินการตรวจประเมิน เนื่องจากเป็นผู้ที่ดูแลสถานที่ ข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นเพื่อให้ผลการตรวจประเมินมีประสิทธิภาพ ผู้รับการประเมินจะต้องเตรียมตัวดังต่อไปนี้

- 1) การจัดเตรียมบัญชีรายการข้อมูลการตรวจประเมิน (Check list)
- 2) การจัดเตรียมแบบก่อสร้างหรือปรับปรุงอาคาร เช่น ระบบกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบพลังงานหมุนเวียน เป็นต้น
- 3) เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องของอาคาร เช่น รายงานการจัดการพลังงาน ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้ง ไบโสรีจันน้ำ ค่าไฟฟ้า ผลการยืนยันค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด เป็นต้น
- 4) การอำนวยความสะดวกในการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหารอาคาร ผู้ดูแลระบบของอาคาร และผู้ใช้อาคาร เป็นต้น

5) การจัดตารางเวลาเพื่อเตรียมตัวรับการประเมิน

5.3 แนวทางการตรวจประเมิน

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย ฉบับนี้ออกแบบไว้เพื่อใช้กับอาคารควบคุมด้านพลังงานประเภทสำนักงานที่มีการเข้าใช้งานแล้ว และมุ่งเน้นการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารจากสายจำหน่ายของการไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งแบ่งหมวดการประเมินได้ทั้งหมด 8 หมวด คือ

หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร

หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม

หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

หมวดที่ 5 วัสดุในการก่อสร้าง

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร

หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หมวดที่ 8 นวัตกรรม

เกณฑ์การประเมินต้องแบ่งเป็น 2 ประเภท คือเกณฑ์ที่ต้องผ่านและเกณฑ์ที่ได้คะแนน โดยการประเมินจะต้องเริ่มจากการพิจารณาเกณฑ์ที่ต้องผ่านให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนของหมวดนั้นๆ แล้วจึงประเมินเกณฑ์ที่ได้คะแนนในหมวดนั้นๆต่อไป ซึ่งแบบประเมินนี้มุ่งเน้นการประเมินการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของอาคาร และส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมอันเป็นเป็นส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการลดปัจจัยทรัพยากรนำเข้า การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำให้การบริการของอาคารดีขึ้น ดังนั้นทั้งสองหมวดนี้จึงมีค่าคะแนนสูงกว่าหมวดอื่นๆ และในส่วนของที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม หมวดวัสดุในการก่อสร้าง และเกณฑ์อื่นๆ ซึ่งเป็นหมวดที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้เนื่องจากแบบประเมินที่พัฒนานี้เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เข้าใช้งานแล้วจึงสามารถปรับปรุงทางอ้อมได้เท่านั้น ดังนั้นค่าคะแนนจึงมีค่าต่ำกว่าหมวดอื่น ทั้งนี้ได้แบ่งระดับคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละจากค่าคะแนนเต็ม ซึ่งมีระดับดังต่อไปนี้

- ร้อยละ 50 – 59 ระดับ ผ่าน

- ร้อยละ 60 – 69 ระดับ ดี

- ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดีมาก

- ร้อยละ 80 – 100 ระดับ ยอดเยี่ยม

**เกณฑ์ แนวทางการตรวจประเมินและแนวทางการดำเนินการ
ในการสร้างสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย**

หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
บอ.บ. 1	การบ่งบอกเจตนาเรื่องความเป็นอาคารเขียว	บังคับ	<ul style="list-style-type: none"> - เอกสารนโยบายที่มีการลงนามจากผู้บริหาร - ตรวจสอบแผนปฏิบัติการการประชาสัมพันธ์งบประมาณ และการฝึกอบรมอย่างน้อย 1 ปี - รายชื่อคณะทำงานและที่ปรึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้มีอำนาจสูงสุดของอาคารประกาศนโยบายเป็นลายลักษณ์อักษร - การแต่งตั้งคณะทำงานและที่ปรึกษา - มีแผนการดำเนินงาน เช่น แผนการประชาสัมพันธ์ แผนงบประมาณ แผนการฝึกอบรม แผนปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง
บอ. 1	คู่มือแนวทางการปฏิบัติ	6.22	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบจำนวนและสถานที่จัดเก็บคู่มือเทคนิคและวิธีการสำหรับการดำเนินการให้เป็นอาคารเขียว 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำคู่มือเทคนิคและวิธีการสำหรับการดำเนินการให้เป็นอาคารเขียว และจัดวางให้สามารถเข้าถึงได้สะดวกจากทุกฝ่าย
บอ. 2	แผนการติดตามประเมินผลตลอดอายุการใช้งานของอาคาร	6.22	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบการติดตามประเมินผลตลอดอายุการใช้งานของอาคาร จากเอกสารสำคัญขององค์กร 	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดให้แผนการติดตามประเมินผลตลอดอายุการใช้งานของอาคารอยู่ในแผนแม่บทในการพัฒนาองค์กร
บอ. 3	การวางแผนการดำเนินงานได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว	6.22	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบการเก็บหลักฐานการติดต่อหรือเอกสารรับรองแผนการดำเนินงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียวภายในประเทศ 	<ul style="list-style-type: none"> - การจัดทำรายงานการเข้าปรึกษาหรือประชุมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียวภายในประเทศ เช่น กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงพลังงาน หรือสถาบันอาคารเขียวไทย
	รวม	18.65(1)		

หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
ทผ. 1	การลดผลกระทบต่อน้ำที่มี ความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือลดผลกระทบและช่วย ฟื้นฟู	1.47	มีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 25 ของพื้นที่เปิดโล่งทั้งหมด	การจัดให้พื้นที่โล่งโดยรอบอาคารเป็นพื้นที่สีเขียวโดยซึ่งใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจและที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ท้องถิ่น
ทผ. 2	การพัฒนาผังพื้นที่โครงการที่ ยั่งยืน	1.47	มีต้นไม้ยืนต้นเฉลี่ย 1 ต้นต่อพื้นที่เปิดโล่ง 100 ตารางเมตร โดยให้ร่มเงาแก่บริเวณพื้นที่คาดแจ้งถนนถาวรอย่างน้อย 5 ปี	ปลูกต้นไม้โดยให้ร่มเงาแก่บริเวณพื้นที่คาดแจ้งถนนถาวรอย่างน้อย 5 ปี
ทผ. 3	การขีมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม	1.47	มีพื้นที่ขีมน้ำอย่างน้อยร้อยละ 5 ของขนาดพื้นที่โครงการ หรือมีทางระบายน้ำลงลำรางสาธารณะและพื้นที่หนองน้ำ	พื้นที่อย่างน้อยร้อยละ 5 ของขนาดพื้นที่โครงการไม่เป็นพื้นคาดแจ้งคันควรมีช่องทางระบายน้ำได้ หรือมีทางระบายน้ำและบ่อหนองน้ำ
ทผ. 4	การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนา โครงการ	1.47	มีการจัดสวนบนหลังคาหรือสวนแนวตั้ง มีต้นไม้บังแดดในทิศที่รับรังสีตรง และมีพื้นที่คาดแจ้งไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่โครงการ	จัดสวนแนวตั้งหรือบนหลังคา โดยเลือกพืชที่เหมาะสมกับท้องถิ่น และปลูกไม้ยืนต้นบังแดดในทิศใต้ จะวันออก และตะวันตก ลดพื้นที่คาดแจ้งให้ไม่เกินร้อยละ 50 ของพื้นที่โครงการ
ทผ. 5	มีผังบริเวณอาคารและ องค์ประกอบหลักที่เป็นอยู่ใน ปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นใน อนาคต	1.47	มีผังบริเวณอาคารในปัจจุบันและมีการวางแผนและจัดทำแผนผังในอนาคตภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 ปี	วางแผนปรับปรุงพัฒนาระบบกายภาพและจัดทำแผนผังในรูปของเอกสารและดิจิทัลไฟล์
ทผ. 6	มีการอำนวยความสะดวกและ ระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ ที่ไม่ใช้รถส่วนตัว ตลอดเส้นทาง จากจุดที่ขนส่งมวลชนสิ้นสุดถึง อาคาร	1.47	- มีระบบอำนวยความสะดวก เช่น รถขนส่งขององค์กร - การวางแผนกับองค์กรที่เกี่ยวข้องในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวก	สำรวจและสร้างระบบขนส่งสาธารณะขององค์กรเพิ่มเพื่ออำนวยความสะดวก เช่น การจัดรถรับส่งสาธารณะในช่วงเวลาเข้าทำงานและเลิกงาน
ทผ. 7	มีแผนการจอดรถที่ช่วยลดการใช้พลังงาน	1.47	มีระบบการจอดรถเป็นระดับชั้นเพื่อลดระยะเวลาหาที่จอดรถ	เปิดให้จอดรถที่ละชั้นอย่างเป็นระบบ
		10.28(0)		

หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
ปน. 1	การใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	3.87	จัดซื้อและติดตั้งสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำที่ได้รับการรับรองร้อยละ 100 ของจำนวนที่จัดซื้อภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี หรือมีสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนทั้งหมด	จัดซื้อและติดตั้งสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำที่ได้รับการรับรองร้อยละ 100 ของจำนวนที่จัดซื้อภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี หรือมีสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนทั้งหมด
ปน. 2	หมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่	3.87	จัดซื้อและติดตั้งก๊อกประหยัดน้ำที่ได้รับการรับรองร้อยละ 100 ของจำนวนที่จัดซื้อภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี หรือมีสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนทั้งหมด	จัดซื้อและติดตั้งก๊อกประหยัดน้ำที่ได้รับการรับรองร้อยละ 100 ของจำนวนที่จัดซื้อภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี หรือมีสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของจำนวนทั้งหมด
ปน. 3	มีระบบกักเก็บน้ำฝน	3.87	มีระบบกักเก็บน้ำฝนและน้ำทิ้งมาใช้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดตลอดทั้งปี	มีระบบกักเก็บน้ำฝนและน้ำทิ้งมาใช้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดตลอดทั้งปี
	รวม	11.61(0)		

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
พค.บ.1	การรับรองมาตรฐานการใช้พลังงานของระบบประกอบอาคารหลัก	บังคับ	- ตรวจสอบรายละเอียดระบบประกอบอาคาร	- การเลือกใช้ระบบที่มีฉนวนประหยัดพลังงานและติดตั้งตามมาตรฐานวิธีที่กำหนด - มีการตรวจรับงานและผลการยืนยันประสิทธิภาพพลังงาน
พค.บ.2	ประสิทธิภาพการใช้งานขึ้นต่ำตามเกณฑ์มาตรฐาน	บังคับ	- ตรวจสอบการใช้พลังงานของอาคารจากรายงานการจัด การพลังงาน หรือเอกสารอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	- การใช้พลังงานของอาคารให้เป็นไปตามที่ พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนด ซึ่งมีให้เลือกผ่าน 2 กรณี (ผนวก ก.)
พค.บ.3	อาคารปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ลดลงจากที่คาดการณ์ที่คาดการณ์หรือมาตรฐาน	บังคับ	- ตรวจสอบจากรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	- รายงานผลการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร โดยใช้เครื่องมือที่ใช้คู่กับแบบประเมินนี้ (คู่มือ CO2 Calculation Sheet)
พค. 1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่ามาตรฐาน	5.36	- เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารหรือค่าดัชนีของแต่ละเกณฑ์ของอาคารกับมาตรฐาน	การใช้พลังงานรวมของอาคารหรือค่าดัชนีทุกระบบต่ำกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนด
พค. 2	การใช้พลังงานทดแทน : ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารในแต่ละปี	1.07	- ตรวจสอบรายละเอียดระบบพลังงานหมุนเวียนและรายการคำนวณปริมาณพลังงานที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคาร	- มีการนำระบบพลังงานทดแทนผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในอาคาร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารในแต่ละปี

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
พค. 3	การตรวจสอบเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน: มีแผนการตรวจสอบและทดสอบ	1.07	- ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบประกอบอาคารหลักและตารางการบำรุงรักษา	- มีตารางเวลาในการตรวจสอบประสิทธิภาพและบำรุงรักษาเป็นประจำ
พค. 4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศและสารดับเพลิงที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ	1.07	- ตรวจสอบรายละเอียดของสารทำความเย็นและสารดับเพลิงที่ใช้ของอาคาร	- ไม่ใช่สารทำความเย็นและสารในระบบดับเพลิงที่ทำลายชั้นบรรยากาศทุกชนิด - มีแผนการเปลี่ยนระบบปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็นที่ทำลายชั้นบรรยากาศ
พค. 5	การจำกัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	10.73	- ตรวจสอบวิธีการกำหนดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร	- การกำหนดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารจากปริมาณการใช้พลังงานขั้นต่ำตามที่กฎหมายกำหนด หรือตามมาตรฐานอื่นๆอันเป็นที่ยอมรับได้
	รวม	19.31(3)		

หมวดที่ 5 การเลือกใช้วัสดุในการปรับปรุงอาคาร

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
วส. 1	การใช้อาคารเดิมโดยใช้พื้นหรือหลังคาของอาคารเดิมไว้ร้อยละ 50-75% ของพื้นผิว	0.99	ในการปรับปรุงโครงการให้เก็บรักษาพื้นหรือหลังคาของอาคารไว้ใช้ร้อยละ 50-75% ของพื้นผิว	การดัดแปลงอาคารให้ทำการออกแบบวิธีการดัดแปลงที่ช่วยเก็บรักษาวัสดุเพื่อใช้งานซ้ำมากที่สุด

หมวดที่ 5 การเลือกใช้วัสดุในการปรับปรุงอาคาร (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
วส. 2	การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้างนำขยะไปใช้หรือรีไซเคิล 50-75% ของปริมาณหรือน้ำหนัก	0.99	หลีกเลี่ยงการนำขยะจากการปรับปรุงอาคารไปทิ้ง หรือถมที่ โดยจะต้องมีการขายหรือบริจาคเพื่อนำไปใช้งานซ้ำหรือรีไซเคิล	ขายหรือบริจาคขยะให้กับหน่วยงานที่ต้องการใช้ โดยมีการวางแผนการติดต่อกับผู้ที่ต้องการ
วส. 3	การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล	0.99	เลือกใช้วัสดุรีไซเคิลมูลค่าอย่างน้อยร้อยละ 5-10 ของมูลค่าทั้งหมด	ควรเลือกใช้วัสดุรีไซเคิลจากแหล่งที่เชื่อถือได้ว่ามีปริมาณของวัสดุรีไซเคิลตามปริมาณที่ระบุไว้จริง
วส. 4	การใช้วัสดุท้องถิ่นหรือในประเทศ	0.99	การใช้วัสดุจากท้องถิ่น ที่มีการจัดหา ผลิตและจำหน่ายในบริเวณใกล้เคียงไม่เกินรัศมี 500 km. มูลค่าอย่างน้อยร้อยละ 20 ของมูลค่าทั้งหมด	ควรระบุเป็นเงื่อนไขใน TOR ในการให้ผู้รับเหมาต้องดำเนินการ
วส. 5	วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	0.99	การเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้รับฉลากเขียว หรือการรับรองที่น่าเชื่อถือเทียบเท่าอย่างน้อยร้อยละ 10 ของมูลค่าทั้งหมด	ควรระบุเป็นเงื่อนไขใน TOR ในการให้ผู้รับเหมาต้องดำเนินการ
วส. 6	การใช้วัสดุสำเร็จรูปในการก่อสร้าง	0.99	เลือกใช้วัสดุสำเร็จรูปในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดวัสดุส่วนเกินที่เกิดจากความผิดพลาดจากความชำนาญการทำงานมูลค่าอย่างน้อยร้อยละ 5 ของมูลค่าโครงการ	ควรระบุเป็นเงื่อนไขใน TOR ในการให้ผู้รับเหมาต้องดำเนินการ
วส. 7	การลดจำนวนของวัสดุก่อสร้างของอาคาร	0.99	เศษส่วนเกินของวัสดุก่อสร้างเหลือไม่เกินร้อยละ 30 ของปริมาณทั้งหมดของวัสดุนั้นๆ ที่สั่งซื้อ	มีการจัดเก็บข้อมูลวัสดุก่อสร้างเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่สั่งซื้อและใช้งานจริง
	รวม	6.92(0)		

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
สอ.บ.1	อัตราการระบายอากาศภายในอาคารผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ	ตรวจสอบรายการคำนวณปริมาณการระบายอากาศจากรายงานการตรวจสอบอาคาร	ดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร (พ.ศ. 2522)
สอ.บ.2	ความส่องสว่างภายในอาคารขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ	ตรวจสอบจากรายงานการตรวจสอบค่าความส่องสว่างเพื่อรายงานต่อกระทรวงแรงงานและสุขุมตรวจวัดด้วย Lux Meter อย่างน้อยร้อยละ 5 ของพื้นที่ใช้งาน	ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างประดิษฐ์ (ไม่รวมแสงธรรมชาติ) ในแต่ละพื้นที่ของอาคารให้ผ่านเกณฑ์ที่กฎกระทรวงแรงงานกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง (พ.ศ. 2549)
สอ.บ.3	ระบบความปลอดภัยแก่ชีวิตของอาคาร	บังคับ	ตรวจสอบจากรายงานการตรวจสอบอาคาร โดยเน้นที่ระบบ ระวัง และ ป้องกัน อัคคีภัย อาชญากรรม ระบบสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงแข็งแรงของอาคาร	ดำเนินการตามรายละเอียดการตรวจสอบอาคาร ที่ออกตามความใน พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2543
สอ.1	การลดผลกระทบมลภาวะภายในอาคาร	1.10	การสุ่มตรวจสอบพื้นที่ใช้งานจริงอย่างน้อยร้อยละ 10 ของพื้นที่ใช้งานทั้งหมด	การจัดให้มีพื้นที่สูบบุหรี่แยกออกมาจากพื้นที่ใช้สอยอื่น โดยเฉพาะ โดยอยู่ห่างจากช่องเปิดที่สามารถเข้าสู่พื้นที่ใช้สอยไม่ต่ำกว่า 10 เมตร และการควบคุมเสียงในพื้นที่ทำงานไม่เกิน 65 dB และหากเป็นพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้เสียงต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 ไม่เกิน 90 dB

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและบริการของอาคาร

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
สอ. 2	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ: ใช้วัสดุตกแต่งภายในที่ได้ฉลากเขียวหรือมาตรฐานสากลที่ปล่อยสารพิษน้อยร้อยละ 100	1.10	มีการจัดซื้อวัสดุตกแต่งย้อนหลังไม่เกิน 1 ปีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือได้รับฉลากเขียว หรือการรับรองที่น่าเชื่อถือเทียบเท่าร้อยละ 100	ควรรระบุเป็นเงื่อนไขในการจัดซื้อสินค้า
สอ. 3	การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร: แยกวงจรแสงประดิษฐ์	1.10	ผู้ตรวจการแยกวงจรแสงประดิษฐ์ของทุกห้องอย่างน้อยร้อยละ 10 ของพื้นที่ใช้งานทั้งหมด	แยกวงจรแสงประดิษฐ์ทุก 250 ตารางเมตรเพื่อสุขอนามัยในการมองเห็น หรือมีวงจรแยกทุกห้อง
สอ. 4	การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร	1.10	มีการนำแสงธรรมชาติที่เป็นรังสีกระจายเข้ามาใช้ในอาคาร	มีการจัดช่องแสงในทางทิศเหนือเข้ามาใช้ในอาคารเข้ามาใช้ในอาคารเป็นสัดส่วนที่มากกว่าทิศอื่น
สอ. 5	สภาวะน่าสบาย: อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบยอากาศ	1.10	มีการออกแบบตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบยอากาศ วสท. (วสท.-3003) หรือมาตรฐานเทียบเท่าอันที่ยอมรับโดยทั่วไปในประเทศไทย	การออกแบบให้ค่าไม่ถึงอุณหภูมิความชื้น การแผ่รังสีความร้อน ความเร็วลม
สอ. 6	การสำรวจความต้องการจากผู้ใช้อาคาร	1.10	รายงานผลการสำรวจความต้องการจากผู้ใช้อาคารย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี	มีการสำรวจความต้องการและคามพึงพอใจของการใช้อาคารเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงอาคารให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
สอ. 7	ระบบทำความสะอาดสีเขียว (Green Cleaning)	1.10	ตรวจสอบจากรายการจัดซื้อสารทำความสะอาดที่ขอยุ่สลายได้ย้อนหลังไม่เกิน 1 ปี ร้อยละ 100	ควรรระบุเป็นเงื่อนไขในการจัดซื้อโดยเลือกใช้สารทำความสะอาดที่ขอยุ่สลายได้ตามธรรมชาติ เช่น สารทำความสะอาดที่เป็นอินทรีย์วัตถุ
สอ. 8	ความสามารถในการจัดพื้นที่ให้สามารถใช้งานได้สูงสุด (Service Abilities)	1.10	ตรวจสอบจากรายงานผลการจัดสรรพื้นที่ใช้งานของฝ่ายอาคารสถานที่หรือฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	มีการจัดทำการประเมินผลการใช้พื้นที่ตามหลักการบริหารจัดการพื้นที่เป็นประจำไม่เกินกว่า 5 ปีต่อครั้ง
สอ. 9	การควบคุมคุณภาพน้ำดื่ม	1.10	ประเมินจากรายงานการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่ม	มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มทุกปีเพื่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร
	รวม	9.87(0)		

หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
ลส.บ.1	การบริหารจัดการขยะ: การเตรียมพื้นที่แยกขยะ	บังคับ	มีจุดที่ระบุการทิ้งขยะอย่างชัดเจน โดยจะต้องมีการคัดแยกขยะออกเป็นหมวดหมู่ตามที่หน่วยงานรับขยะขององค์กรกำหนด	มีการคัดแยกขยะและมีห้องเก็บอย่างมีฉีดยุ่
ลส.บ.2	มีระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ	ตรวจสอบจากรายงานการตรวจสอบอาคาร	มีการตรวจสอบเสมอว่าระบบบำบัดน้ำเสียสามารถใช้งานได้จริง

หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
ลส.บ.3	ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์	บังคับ	รายงานผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากกฎกระทรวงฉบับที่ 34 (พ.ศ. 2538) ออกตาม พ.ร.บ. อาคารควบคุม พ.ศ. 2522	มีการส่งตัวอย่างน้ำเสียไปตรวจสอบเป็นประจำทุกปีและหากตรวจสอบเองจะต้องมีการรวบรวมน้ำเสียที่ใช้สารเคมีตรวจสอบไปกำจัดเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการปลดปล่อยสารเคมีลงสู่ลำรางสาธารณะ
ลส.บ.4	การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร: ปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลา (Legionella) ในหอฝุ้งเย็นของอาคารในประเทศไทย	บังคับ	ตรวจสอบจากรายงานผลการดำเนินการตามประกาศของกรมอนามัย เรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลา (Legionella) ในหอระบายความร้อนของอาคารในประเทศไทย	ปฏิบัติตามประกาศของกรมอนามัย เรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลา (Legionella) ในหอระบายความร้อนของอาคารในประเทศไทย (เฉพาะระบบปรับอากาศที่มีการติดตั้งหอระบายความร้อน)
ลส. 1	วางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนที่ไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงอาคาร	1.53	ตรวจสอบจากการติดตั้งจริงและสภาพแวดล้อมโดยรอบที่อาจได้รับผลกระทบ	มีการสำรวจความคิดเห็นของผู้อยู่อาศัยอยู่โดยรอบถึงผลกระทบที่ได้รับ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุง
ลส. 2	การลดมลภาวะทางแสงในเวลากลางคืน	1.53	ตรวจสอบจากรายงานผลการประเมินแสงรบกวนผู้อื่นในเวลากลางคืน	มีช่องทางเปิดรับความคิดเห็นจากผู้อื่นเกี่ยวกับมลภาวะทางแสงในเวลากลางคืน เช่น ทางจดหมายทางกระทู้ทางระบบดิจิทัลเน็ตเวิร์ก

หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
ลส. 3	การลดทอดเสียงรบกวนออกสู่ด้านนอก	1.53	มีระบบป้องกันเสียงรบกวนออกสู่ภายนอก เช่น การบุฉนวนในผนังอาคาร	มีการสำรวจความคิดเห็นของผู้อาศัยอยู่โดยรอบถึงผลกระทบที่ได้รับ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุง
ลส. 4	ลดการบังกระแสลมและการพาดเงาของอาคาร(Wind damage & Sunlight obstruction)	1.53	สำรวจการใช้งานระบบพลังงานหมุนเวียนประเภทที่เกี่ยวข้องกับกระแสลมหรือแสงอาทิตย์ของอาคารใกล้เคียงที่มีการใช้งานระบบก่อนการก่อสร้างอาคารว่าได้รับผลกระทบหรือไม่	มีการสำรวจความคิดเห็นของผู้อาศัยอยู่โดยรอบถึงผลกระทบที่ได้รับ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุง
ลส. 5	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	1.53	มีแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการปรับปรุงอาคาร ได้แก่ มลภาวะทางอากาศ แสง เสียง อุบัติเหตุ การจราจร ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 ปี	ดำเนินการวางแผนการลดมลพิษก่อนการปรับปรุงอาคาร
	รวม	7.66(0)		

หมวดที่ 8 นวัตกรรม

รหัส	เกณฑ์ประเมิน	คะแนน (บังคับ)	แนวทางการตรวจประเมิน	แนวทางการดำเนินการ
นว. 1	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน	15.70	- ตรวจสอบการนำเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมินมาใช้งาน	- มีการนำเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมินมาใช้งานที่ช่วยส่งเสริมให้อาคารอนุรักษ์พลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
	รวม	15.70(0)		



ภาคผนวก ข

บทความนำเสนอในงานสัมมนาระดับประเทศ



แบบคอบรับบทความวิชาการ เครื่องข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7

เรื่อง คอบรับบทความวิชาการ

เรียน เจ้าของบทความวิชาการ รหัสบทความ EC42

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิชาการเพื่อเข้าร่วมการประชุมสัมมนาทางวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 3-5 พฤษภาคม 2554 ณ Phuket Orchid Resort and Spa จังหวัดภูเก็ต ในการนี้คณะผู้ดำเนินการจัดการประชุม มีความยินดีที่จะเรียนให้ท่านทราบว่า บทความของท่านได้ผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิให้นำเสนอในที่ประชุมวิชาการในรูปแบบบรรยาย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับเวลา และห้องบรรยาย สามารถดูรายละเอียดได้ที่ <http://www.ec-ecet.org>

รหัสบทความ: EC42

ชื่อบทความ: Development of Green Building Performance Assessment in Thailand

ผู้นำเสนอ: กัญญวรา นาคสิลา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม)

ประธานคณะกรรมการจัดงาน



ศูนย์วิจัยพลังงานเพื่อประเทศไทย
Energy Research Center for Thailand

E-NETT 2011



สำนักงานพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7
7th Conference on Energy Network of Thailand

มอบเกียรติบัตรนี้แด่

กัญญ์วรา นาคติกล ทิกะ บุณนาค อำนวย มณฑุศิริศิลป์

DEN20 : การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารสีเขียวในประเทศไทย

ซึ่งเป็นผู้นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการนี้
ให้ไว้ ณ วันที่ 4 พฤษภาคม 2554

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวิโรดม)
ประธานการจัดการประชุม E-NETT 2011

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย Development of Green Building Performance Assessment in Thailand

กัญญ์วรา นาคดิลก¹ ดิเกะ บุนนาค² และ อานาจ ผดุงศิลป์³

¹สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทร 0-2954-7300
ต่อ 587 โทรสาร 0-2954-7356 E-mail: kunwara_gifl@hotmail.com

²สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทร 0-2954-7300
ต่อ 686 โทรสาร 0-2580-0058 E-mail: lbunnag@hotmail.com

³สาขาการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 โทร 0-2954-7300
ต่อ 587 โทรสาร 0-2954-7356 E-mail: aumnad@dupu.ac.th

บทคัดย่อ

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนี้ได้รับการพัฒนาและจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมและประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเขียวในประเทศไทยเพื่อรองรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิต แบบประเมินอาคารจัดขึ้นหรือคู่มือการใช้งานและเครื่องมือในการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงจากการอนุรักษ์พลังงานเปรียบเทียบกับกรณีฐาน แบบประเมินประกอบด้วย 8 หมวดหลัก 57 เกณฑ์ย่อย โดยการประเมินจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ต้องมีและเกณฑ์ที่ให้คะแนน โดยแต่ละหมวดจะต้องผ่านเกณฑ์ที่ต้องมีก่อนแล้วจึงประเมินเกณฑ์ที่ให้คะแนน ทั้งนี้ได้แบ่งระดับคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละจากค่าคะแนนเต็ม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 50 – 59 ระดับ ผ่าน ร้อยละ 60 – 69 ระดับ ดี ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดีมาก และร้อยละ 80 – 100 ระดับ ยอดเยี่ยม

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, อาคารเขียว, พลังงาน

Abstract

The Green Buildings Performance Assessment in Thailand was developed with the objective to evaluate Carbon Dioxide emissions from Green Buildings for support carbon credits scheme. The Green Building Performance Assessment has been developed with guideline manual and emission calculation tool. The assessment forms are categorized into 8 groups with 57 criteria. There are 2 parts for evaluation, prerequisite and credit points. To achieve the assessment certification, buildings must meet all prerequisite in the rating system and earn a minimum of 50% from full mark. The ranking has 4 levels: 50 – 59 % (Pass); 60 – 69 % (Good); 70 – 79% (Very Good); and 80 – 100 % (Excellence), respectively.

Keywords: Carbon Dioxide, Green Building, Energy

1. บทนำ

จากการขยายตัวของเศรษฐกิจที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับการพัฒนาด้านสังคมของโลกนั้นจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัจจัยนำเข้าและการปลดปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมเป็นปริมาณมากและนำมาสู่ซึ่งความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ซึ่งมลพิษเหล่านี้ก่อให้เกิดความแปรปรวนของระบบนิเวศ อันส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดในเรื่องของการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างความสมดุลในการพัฒนาและก่อให้เกิดความยั่งยืน

อาคารถือเป็นภาคส่วนสำคัญในการพัฒนาด้านสังคมและเศรษฐกิจในยุคปัจจุบัน เนื่องมาจากจำนวนประชากรของโลกเพิ่มขึ้นและมีความต้องการพื้นที่ในการใช้งานสูงขึ้น จากผลการสำรวจการประมวลผลข้อมูลพื้นที่การก่อสร้างอาคารของประเทศไทยย้อนหลัง 10 ปี พบว่าการก่อสร้างอาคารมีอัตราการเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2546 ที่มีอัตราการก่อสร้างในภาคของอาคารที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์เป็นมูลค่ากว่า 2 เท่าของปี พ.ศ. 2545 [1] และมีอัตราเพิ่มขึ้นสูงขึ้นทุกปีจนถึงปัจจุบันแม้ว่าจะหดตัวตามสภาพเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2551 โดยในภาคเอกชนจะมีการขยายตัวประมาณร้อยละ 3.5-5.5 ทั้งนี้บริษัทที่ปรึกษาด้านอสังหาริมทรัพย์ระหว่างประเทศได้วิเคราะห์ถึงแนวโน้มของความต้องการอาคารสำนักงานว่าเป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีแนวโน้มการขยายตัวโดยเฉพาะในส่วนของใจกลางเมือง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการพัฒนาอาคารให้ยั่งยืน คืออาคารเขียว (Green Building) โดยมีความหมายครอบคลุมถึงการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ ปัจจุบันได้ถูกใช้เป็นมาตรฐานในการก่อสร้างอาคาร โดยการพัฒนาเกณฑ์การประเมินจากหน่วยงานต่างๆทั่วโลก เช่น BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ของประเทศอังกฤษ LEED (Leadership in Energy and Environment Design) ของประเทศสหรัฐอเมริกา CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) ของประเทศญี่ปุ่น และแบบประเมิน Green Star ของประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำเกณฑ์การประเมินจากต่างประเทศมาใช้กับประเทศอื่นที่มีสภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการประเมินได้ แม้ว่าจะก่อสร้างอาคารให้

เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับโดยทั่วไปก็ตาม แต่ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรก็อาจเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นแต่ละประเทศจึงพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของตนเองขึ้นมาใช้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศมากที่สุด ประเทศไทยได้เริ่มพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารที่ยั่งยืน เช่น TEEAM (Thailand Energy & Environmental Assessment Method: TEEAM) เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว และเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

อย่างไรก็ตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยนั้นไม่มีเกณฑ์และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและสามารถซื้อขายได้ตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ภายใต้พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) และคาดว่า การซื้อขายคาร์บอนเครดิตดังกล่าวจะมีการดำเนินการอยู่หลังจากพิธีสารเกียวโต (Post-2012 Kyoto Protocol) ที่จะหมดอายุในปี พ.ศ. 2555

ดังนั้นการศึกษาจึงได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยมุ่งเน้นไปในส่วนของอาคารใช้พลังงานของอาคารที่สามารถประเมินการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประกอบการประเมิน

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมกับประเทศไทย
- 2) เพื่อศึกษาการใช้แบบประเมินกับอาคารกรณีศึกษา
- 3) เพื่อศึกษาศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวในประเทศไทย

3. การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการสำรวจและศึกษาแบบประเมินนั้นพบว่าแต่ละแบบประเมินมีการแบ่งเกณฑ์การประเมินตามประเภทและอายุของอาคาร ซึ่งในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินนี้ได้มุ่งเน้นที่จะนำไปใช้สำหรับอาคารประเภทสำนักงานในช่วงที่มีเจ้าใช้อาคาร ดังนั้นการสำรวจและศึกษาการประเมินอาคารเขียวในประเทศไทยและต่างประเทศเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงจึงเลือกศึกษาแบบประเมินที่สามารถประเมินอาคารตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

จากการสำรวจเอกสารเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยอันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมีทั้งสิ้น 3 แบบประเมิน คือ - แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Thailand Energy & Environmental Assessment Method: TEEAM) [2] เป็นแบบประเมินอาคารเขียวฉบับแรกของประเทศไทย พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2550 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามประเภทอาคารและมีทั้งหมด 4 ชุด ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้แบบประเมินอาคารสำนักงานและห้องสมุด ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวจะให้น้ำหนักคะแนนเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้าน

พลังงานเท่านั้นแต่เกณฑ์ในส่วนของสิ่งแวดล้อมเป็นทั้งเกณฑ์ที่แนะนำให้ดำเนินการแต่ไม่มีน้ำหนักคะแนน

- เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว [3] ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2551 โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 2 ชุดตามช่วงอายุของอาคาร ซึ่งเกณฑ์นี้มีการให้น้ำหนักคะแนนครอบคลุมทั้งด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในทิศทางนี้เลือกใช้ชุดการประเมินสำหรับอาคารเก่า

- เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับอาคารก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ [4] เริ่มเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2553 โดยได้รับการพัฒนาจากสถาบันอาคารเขียวไทยซึ่งเป็นสถาบันที่สามารถรับรองผลการดำเนินงานของอาคารเขียวแห่งประเทศไทย

ในการสำรวจและศึกษาแบบประเมินจากต่างประเทศนั้นเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะของแบบประเมินทั่วโลกจึงเลือกใช้แบบประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายจากแต่ละทวีป ได้แก่ ทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป ทวีปเอเชีย และทวีปออสเตรเลีย ดังต่อไปนี้

- แบบประเมิน LEED [5] ของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งพัฒนาโดย United States Green Building Council (USGBC) ซึ่งแบบประเมินนี้ได้รับความนิยมทั่วโลกเนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการประเมินจึงทำให้อาคารทุกประเภทสามารถเข้ารับการประเมินได้ อีกทั้งการประเมินอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐานนั้นหากค่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าจะทำให้ได้รับคะแนนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการศึกษานี้เลือกแบบประเมิน LEED - EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008

- แบบประเมิน BREEAM [6] ของประเทศอังกฤษ ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงาน Building Research Establishment (BRE) เป็นแบบประเมินอาคารเขียวแรกของโลกและได้รับรางวัลชนะเลิศจากการประกวดแบบประเมินที่ประเทศญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 2005 เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ง่าย ทั้งนี้ผู้ออกแบบสามารถนำแบบประเมินเบื้องต้นมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบได้โดยไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ โดยเลือกศึกษาจากแบบประเมิน BREEAM Office 2008

- แบบประเมิน CASBEE [7] ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้รับการพัฒนาจากหน่วยงาน Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) แบบประเมินนี้มีลักษณะการประเมินแตกต่างจากแบบประเมินอื่นๆโดยสิ้นเชิง คือการประเมินได้พิจารณาถึงสัดส่วนของการสร้างคุณภาพการบริการอาคารให้ดีที่สุดและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังนั้นการให้คะแนนจึงแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คุณภาพของสภาวะแวดล้อมและประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Q, Quality: The environment and performance of the building) และการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม (L, Loading: The building's environmental Loading) แล้วนำมาคำนวณเป็นอัตราส่วนประสิทธิภาพรวมของอาคาร (Building Environmental efficiency: BEE) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินระดับของอาคาร ซึ่งทำให้อาคารมีขีดความสามารถในการพัฒนาได้มากขึ้นโดยไม่ถูกจำกัดในเรื่องของการใช้ทรัพยากรน้ำเข้าและปริมาณของผลกระทบต่อพิจารณาจากสัดส่วนของทั้งสองส่วน ทั้งนี้แบบประเมิน CASBEE for Existing Building มีเฉพาะรูปแบบภาษาญี่ปุ่น ดังนั้นจึงเลือกศึกษา CASBEE for New construction 2008 แทน เนื่องจากมีความใกล้เคียงและสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากที่สุด

- แบบประเมิน Green Star [8] ของประเทศออสเตรเลีย พัฒนาโดย Green Building Council of Australia (GBCA) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินฉบับแรกที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียวในประเทศออสเตรเลีย โดยมีค่ามุ่งถึงการประเมินตลอดอายุการใช้งานของอาคาร โดยเลือกศึกษาแบบประเมิน Green Star - Office v.3 2008

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบประเมินอาคารเขียวในประเทศและต่างประเทศ

จากการพิจารณาแบบประเมินแต่ละแบบนั้นสามารถกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ได้ 5 ปัจจัยคือ การประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน การคำนึงถึง Passive Design การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง การเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร และการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของแต่ละแบบประเมิน

ปัจจัย	TEEAM	อาคารสำนักงาน ราชการเขียว	อาคารเขียวไทย	LEED	BREEM	CASBEE	Green Star
การประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน							*
การคำนึงถึง Passive Design						*	
การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง	*	*	*	*	*	*	*
การเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร				*	*	*	*
การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร				*	*	*	*

ทั้งนี้พบว่าแบบประเมินทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง เนื่องจากแนวทางการดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์มีความยืดหยุ่นได้จึงจำเป็นที่จะต้องตีความแล้วประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของเกณฑ์ให้มากที่สุด ทั้งนี้ในส่วนของปัจจัยด้านการคำนึงถึง Passive Design นั้นมีเฉพาะแบบประเมิน CASBEE ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้อาคารมีนั้ปะโยชน์จากสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติมาใช้ นอกจากนี้แบบประเมินอาคารอื่นๆ นอกจากแบบประเมิน Green star นั้นไม่ได้คำนึงถึงการประเมินตลอดอายุอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่จะขาดการประเมินในช่วงการรื้อถอนอาคาร ในส่วนของการเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคารนั้นพบว่าหากใช้เกณฑ์การประเมินของประเทศไทยจะต้องเสียค่าใช้จ่าย เนื่องจากรัฐบาลเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้เพราะต้องการส่งเสริมให้เกิดอาคารเขียวและดึงดูดให้มาใช้แบบประเมินของไทย เนื่องจากใน

ปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้แบบประเมินจากต่างประเทศ เนื่องจากเชื่อว่าการได้รับการรับรองจากต่างประเทศเป็นที่น่าเชื่อถือมากกว่า อย่างไรก็ตามการนำแบบประเมินจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงนั้นไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากแบบประเมินของต่างประเทศย่อมออกแบบตามลักษณะปัจจัยสภาวะแวดล้อมของประเทศนั้นๆ จึงไม่ได้มีการคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศสิ่งแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยซึ่งอาจทำให้อาคารไม่สามารถใช้ทรัพยากรและลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากให้กับต่างประเทศในการประเมิน อย่างไรก็ตามแบบประเมินอาคารเขียวที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้พัฒนาเกณฑ์ในส่วนของการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อาคารไม่สามารถประเมินศักยภาพการชดเชยคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวอันเป็นช่องทางธุรกิจที่สำคัญในอนาคตซึ่งมาจากความต้องการลดภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญ

3.2 คาร์บอนเครดิตและวิธีการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร

ในประเทศไทยการซื้อขายคาร์บอน (Carbon Credits) เป็นการซื้อขายโดยผ่านกลไกการพัฒนาที่สะอาด(CDM) ตามพิธีสารเกียวโตอีกทั้งในปัจจุบัน Tokyo Metropolitan government (TMG) ได้มีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในปี พ.ศ. 2563 ลง 25% จากปริมาณการปลดปล่อยในปี พ.ศ. 2543 และเริ่มโครงการซื้อขายคาร์บอนระหว่างอาคารภายในเมืองโตเกียว [9] ดังนั้นการพัฒนาเกณฑ์การประเมินนี้จึงเป็นการรองรับโครงการลักษณะดังกล่าวที่อาจเกิดขึ้นในประเทศไทยในอนาคตซึ่งกำลังเข้าสู่สังคมเมืองที่อาศัยอาคารสูงในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจ

การคำนวณปริมาณปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารในการศึกษานี้สามารถคำนวณได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารจากระบบต่างๆ ที่มีหรือที่ต่อการใช้พลังงาน เช่น ระบบระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ โดยจะใช้ Emission Factors ตามลำดับขั้น (Tier) ที่ IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) กำหนด ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลระดับ Tier 1 จากการรวบรวมข้อมูลและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใ้โรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ตามคู่มือ Revises IPCC 1996 Guidelines for National Gashouse gas Inventories [10] และ ๓๐๐ IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy [11] ประจำปี พ.ศ. 2552 โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.57 kgCO₂/kWh [12]

4. วิธีการพัฒนาเกณฑ์การประเมิน

แนวทางการพัฒนาแบบประเมินอาคารเขียวเพื่อค้นหาศักยภาพการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทย มีการพัฒนาเกณฑ์เพื่อใช้บ่งบอกถึงปริมาณการปลดปล่อยของก๊าซดังกล่าวจากการใช้พลังงานของอาคารเขียว รวมถึงประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร โดยก่อนที่จะกำหนดเกณฑ์ จะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการประเมิน คือ ขอบเขตของแบบประเมิน ต่อจากนั้นจึงพัฒนาหัวข้อหลัก และหัวข้อย่อยในการประเมินโดยใช้วิธีเลือกจากเกณฑ์ทั่วไปตามหลักทฤษฎีการประเมิน [13] อันหมายถึงถึงเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวที่แบบประเมินอื่นๆ ใช้และเป็นที่ยอมรับ

ทั่วไปโดยใช้เกณฑ์จากแบบประเมินทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จากนั้นพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารตามหลักเกณฑ์ของ IPCC และทำการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินผ่านการลงความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และทดสอบการใช้แบบประเมินกับอาคารสำนักงานกรณีศึกษา สรุปผลการประเมินและทำการเสนอแนะมาตรการต่างๆ พร้อมผลการคำนวณปริมาณการลดลงของการใช้พลังงานและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปรียบเทียบกับกรณีฐาน

4.1 หมวดหลักที่ใช้ในการประเมินอาคาร

แบบประเมินนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินอาคารสำนักงานในช่วงที่อาคารอยู่ในขณะใช้งาน โดยการกำหนดหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยที่ใช้ในการประเมินอาคารจะใช้เกณฑ์มาตรฐานทั่วไปจากแบบประเมินในประเทศและต่างประเทศ

จากการเปรียบเทียบ รวมถึงวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแบบประเมินต่างๆ รวมถึงการคำนึงถึงเกณฑ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์และเทคโนโลยีการก่อสร้างภายในประเทศ ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ประเมินอาคารในประเทศไทย และเป็นเกณฑ์ทั่วไปอันเป็นที่ยอมรับ พบว่าการแบ่งหมวดการประเมินของแต่ละแบบประเมินได้กำหนดชื่อหมวดไว้แตกต่างกันแต่เนื้อหามุ่งเน้นไปในทางเดียวกัน หากแต่เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยนั้นยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากประเทศไทยจะยังไม่มีการบังคับในเรื่องของการควบคุมการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีกลไกพัฒนาสะอาดที่มีชื่อทางการตลาดเพื่อจูงใจให้ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ดังนั้นการประเมินปริมาณการลดลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงทำให้อาคารมีศักยภาพทางธุรกิจอีกทางหนึ่ง จึงแบ่งหมวดการประเมินได้ทั้งหมด 8 หมวด คือ

- หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร
- หมวดที่ 2 ที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตย์กรรม
- หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ
- หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- หมวดที่ 5 วัสดุในการก่อสร้าง
- หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร
- หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- หมวดที่ 8 นวัตกรรม

4.2 เกณฑ์ย่อยที่ใช้ในการประเมินอาคาร

ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการพัฒนาเกณฑ์ย่อยในการประเมินจึงเลือกใช้เกณฑ์การประเมินจากแบบประเมินที่พัฒนาสูงสุดในประเทศไทยคือเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเป็นหลักและอ้างอิงเกณฑ์กับมาตรฐาน 2 ส่วน คือ

4.2.1. การอ้างอิงจากมาตรฐานข้อบังคับ

ใช้มาตรฐานข้อบังคับด้านพลังงานและด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารแห่งราชอาณาจักรไทยโดยด้านพลังงานอ้างอิงตามกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคารโดยกระทรวงพลังงาน เกณฑ์

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังคา (OTTV/RTTV) สำหรับสำนักงาน และเกณฑ์ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (Lighting Power Density: LPD) สำหรับสำนักงาน ด้านสิ่งแวดล้อมอ้างอิงตามกฎกระทรวงแรงงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และประกาศกรมอนามัย ยากิ กำหนดส่องสว่างขั้นต่ำ ระดับเสียงขณะทำงาน ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ อัตราภาวะระบายอากาศ ความปลอดภัยในอาคาร มาตรฐานน้ำทิ้ง การลดแสงจ้าจากอาคาร และการควบคุมเชื้อลิจิโอะเนลดา เป็นต้น

4.2.2. การอ้างอิงเกณฑ์จากแบบประเมินต่างประเทศ

สำหรับเกณฑ์การประเมินซึ่งมีได้เป็นข้อบังคับทางกฎหมายมีการอ้างอิงเกณฑ์ที่ได้รับการพัฒนามาแล้วจากสถาบันการวิจัย และใช้ในแบบประเมินต่างประเทศ โดยมีการประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สภาพสังคมและแนวทางการปฏิบัติวิชาชีพประเทศไทย อาทิเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่ตั้งโครงการและระบบขนส่งมวลชน เกณฑ์เทคนิค การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร และการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.3 การให้น้ำหนักคะแนนในแต่ละเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินต้องแบ่งเป็น 2 ประเภท คือเกณฑ์ที่ต้องผ่านและเกณฑ์ที่ได้คะแนน โดยการประเมินจะต้องเริ่มจากการพิจารณาเกณฑ์ที่ต้องผ่านให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนของหมวดนั้นๆ แล้วจึงประเมินเกณฑ์ที่ได้คะแนนในหมวดนั้นๆต่อไป ซึ่งแบบประเมินนี้มุ่งเน้นการประเมินการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานของอาคารที่มีการเข้าใช้งานแล้ว ดังนั้นปัจจัยที่จะทำให้เกิดปริมาณการลดคือปริมาณการใช้พลังงาน ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยการใช้พลังงานจากอาคารสำนักงาน จะมีสัดส่วนการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศประมาณ 55% ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 30% และจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ อีก 15% (14) นอกจากนี้หมวดนวัตกรรมเป็นอีกหมวดหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการลดปัจจัยทรัพยากรนำเข้า การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำให้การบริการของอาคารดีขึ้น ทั้งสองหมวดนี้จึงจำเป็นต้องมีค่าคะแนนสูงกว่าหมวดอื่นๆ โดยในส่วนของที่ตั้ง ผังบริเวณและภูมิสถาปัตย์กรรม หมวดวัสดุในการก่อสร้าง และเกณฑ์อื่นๆ ซึ่งเป็นหมวดที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากแบบประเมินที่พัฒนานี้เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่เข้าใช้งานแล้วจึงสามารถปรับปรุงทางอ้อมได้เท่านั้น ดังนั้นค่าคะแนนจึงมีค่าต่ำกว่าหมวดอื่น ทั้งนี้ได้แบ่งระดับคะแนนให้อยู่ในรูปของร้อยละจากค่าคะแนนเต็ม ซึ่งมีระดับดังต่อไปนี้

- ร้อยละ 50 – 59 ระดับ ผ่าน
- ร้อยละ 60 – 69 ระดับ ดี
- ร้อยละ 70 – 79 ระดับ ดีมาก
- ร้อยละ 80 – 100 ระดับ ยอดเยี่ยม

5. เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในประเทศไทย

จากการแบ่งหมวดการประเมินได้ทั้งหมด 8 หมวดหลัก และใช้เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเป็น

แกนหลัก และอ้างอิงเกณฑ์กับมาตรฐานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม และจากแบบประเมินในประเทศและต่างประเทศ จึงสามารถสรุปเกณฑ์ทั่วไปตามหลักทฤษฎีการประเมิน ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกอาคารเขียวในประเทศไทย

เกณฑ์ประเมิน		คะแนน (บังคับ)
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร		
บอ.บ.1	การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว	บังคับ
บอ. 1	การประชาสัมพันธ์ผู้สังคม	1
บอ. 2	คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร	1
บอ. 3	แผนการติดตามประเมินผลลดอัตรการใช้พลังงานของอาคาร	1
บอ. 4	การวางแผนการดำเนินงานได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่ออกใบรับรองให้	1
รวม		4(1)
หมวดที่ 2 ที่ตั้ง มังบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม		
ทม. 1	การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะกับการสร้างอาคาร (ไม่ตั้งอยู่ในนอกเขตที่กำหนด)	0.5
ทม. 2	การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือลดผลกระทบและช่วยฟื้นฟู	0.5
ทม. 3	การพัฒนาโครงการบนพื้นที่ที่พัฒนาแล้ว	0.5
ทม. 4	การพัฒนาพื้นที่ที่โครงการที่ยังขึ้น	0.5
ทม. 5	การขิมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม	0.5
ทม. 6	การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ	0.5
ทม. 7	มีมังบริเวณอาคารและองค์ประกอบหลักที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต	0.5
ทม. 8	มีการอำนวยความสะดวกและระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ไม่ใช้รถส่วนตัว ตลอดเส้นทางจากจุดขึ้นส่งมวลชนสิ้นสุด	0.5
ทม. 9	มีแผนการจอดรถที่ช่วยลดการใช้พลังงาน	0.5
รวม		4.5(0)
หมวดที่ 3 ทรัพยากรน้ำ		
บ.น. 1	การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	1
รวม		1(0)
หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์		
พค.บ.1	การประกันคุณภาพอาคารมีแผนการตรวจสอบและปรับตั้งระบบอย่างต่อเนื่องโดยบุคคลที่ 3	บังคับ
พค.บ.2	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ	บังคับ
พค.บ.3	การจำกัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไม่เกินค่าที่กำหนด	บังคับ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

หมวดที่ 4 ทรัพยากรพลังงานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(ต่อ)		
พค. 1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามเกณฑ์มาตรฐาน	1
พค. 2	การใช้พลังงานทดแทน	1
พค. 3	การตรวจสอบเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน: มีแผนการตรวจสอบและทดสอบ	1
พค. 4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ	1
พค. 5	ติดตั้งมาตรวัดไฟที่ใช้กับระบบปรับอากาศน้ำเสีย	1
พค. 6	อาคารปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานได้ลดลงจากที่คาดการณ์ไว้	10
รวม		15(3)
หมวดที่ 5 วัสดุในการก่อสร้าง		
วส. 1	การใช้อาคารเดิมเก็บรักษาพื้นหรือหลังคาของอาคารเดิมไว้ร้อยละ 50-75% ของพื้นผิว	0.5
วส. 2	การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้างนำขยะไปใช้หรือรีไซเคิล 50-75% ของปริมาณหรือน้ำหนัก	0.5
วส. 3	การเลือกใช้วัสดุไม้แล้ว	0.5
วส. 4	การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล	0.5
วส. 5	การใช้วัสดุท้องถิ่นหรือในประเทศ	0.5
วส. 6	วัสดุที่มีสีหรือมีมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ	0.5
วส. 7	การใช้วัสดุสำเร็จรูปในการก่อสร้าง	0.5
วส. 8	การลดจำนวนของวัสดุก่อสร้างของอาคาร	0.5
รวม		4(0)
หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร		
สบ.บ.1	ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร: อัตราการระบายอากาศผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ
สบ.บ.2	ความส่องสว่างภายในอาคาร: ความส่องสว่างขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน	บังคับ
สบ.บ.3	ระบบความปลอดภัยแก่ชีวิตของอาคาร (เช่นระบบเพลิงไหม้ แผ่นดินไหว อาชญากรรม)	บังคับ
สบ. 1	การลดผลกระทบต่อมลภาวะภายในอาคาร	1
สบ. 2	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ: ใช้วัสดุตกแต่งภายในที่ได้ฉลากเขียวหรือมาตรฐานสากลที่ปล่อยสารพิษน้อยกว่าร้อยละ 100	1
สบ. 3	การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร: แยกวงจรแสงประดิษฐ์	1
สบ. 4	การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร	1
สบ. 5	สถานะน้ำเสีย: อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	1
สบ. 6	การสำรวจความต้องการจากผู้ใช้อาคาร	1
สบ. 7	ระบบทำความสะอาดสีเขียว (Green Cleaning)	1

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกอาคารเขียวในประเทศไทย (ต่อ)

หมวดที่ 6 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและการบริการของอาคาร (ต่อ)		
สอ. 8	ความสามารถในการจัดพื้นที่ให้สามารถใช้งานได้สูงสุด (Service Abilities)	1
สอ. 9	การควบคุมคุณภาพน้ำดื่ม	1
สอ. 10	การมองเห็นทัศนียภาพด้านนอก (View out)	1
รวม		10(3)
หมวดที่ 7 การป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม		
ดส.บ.1	การบริหารจัดการขยะ: การเตรียมพื้นที่แยกขยะ	บังคับ
ดส.บ.2	มีระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ
ดส.บ.3	ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์	บังคับ
ดส.บ.4	การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร: ปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติ การควบคุมเชื้อลี้จิโอเนลลา (Legionella) ในหอฝักเป็นของอาคารในประเทศไทย	บังคับ
ดส. 1	ใช้สารที่ความเข้มข้นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระดับที่ปลอดภัย	1
ดส. 2	วางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนที่ไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญต่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงอาคาร	1
ดส. 3	ลดส่วนการลดขยะมูลฝอยที่จะนำไปกำจัดลงได้โดยเฉลี่ยก่อนรับการประเมิน	1
ดส. 4	การลดมลภาวะทางแสงในเวลากลางคืน (Reduction of night time light pollution)	1
ดส. 5	การลดทอดเสียงรบกวนออกสู่ภายนอก	1
ดส. 6	ลดการบังกระแสลมและการพาดเงาของอาคาร (Wind damage & Sunlight obstruction)	1
ดส. 7	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง: มีแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง	0.5
รวม		6.5(5)
หมวดที่ 8 นวัตกรรม		
นว. 1	มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน	15
รวม		15(0)

6. สรุป

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทยนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินในส่วนของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยนั้นจะเป็นเพียงสมาชิกแห่งพิธีสารเกียวโตในกลุ่มที่ไม่มีพันธะสัญญาในการลดปริมาณการปลดปล่อย แต่เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตหลังจากที่พิธีสารเกียวโตสิ้นสุดลงในปี พ.ศ.2555 ซึ่งอาจจะมีการแก้ไขใหม่ที่กำหนดให้ทุกประเทศที่เป็นสมาชิกมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เนื่องจากสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศมีความรุนแรงมากขึ้นอีก

ทั้งการซื้อขายคาร์บอนอาจจะทำได้อย่างเสรี ดังนั้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในธุรกิจสะอาด จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่สามารถคำนวณปริมาณการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิศกุล บุญนาค ที่ปรึกษา และอาจารย์อำนาจ มงคลพิสัย อาจารย์ผู้ช่วยที่ปรึกษาและคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และคำแนะนำให้มีความรู้ค่าปรึกษาตลอดระยะเวลาของการจัดทำความอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ.2553. พื้นที่ก่อสร้างของอาคารโรงเรือนจำแนกตามชนิดของอาคาร และเขตการปกครอง ทัวราชอาณาจักร พ.ศ. 2552.กรุงเทพมหานคร
- [2] ธนิต จินดาวงศ์.2550.แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย.กรุงเทพมหานคร
- [3] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.2551.เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว กรณีอาคารเดิม. กรุงเทพมหานคร
- [4] สถาบันอาคารเขียวไทย.2553.เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่.กรุงเทพมหานคร
- [5] United States Green Building Council. 2/12/2553. LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 [Online]. <http://www.usgbc.org>
- [6] Building Research Establishment. 2/12/2553. BREEAM Office 2008 [Online]. <http://www.breeam.org>
- [7] Japan Sustainable Building Consortium.27/12/2553.CASBEE for New construction 2008 [Online]. <http://www.jbec.or.jp>
- [8] Green Building Council of Australia.27/12/2553. Green Star - Office v.3 2008 [Online]. <http://www.gbca.org.au>
- [9] <http://www.c40cities.org/>.15/12/2553
- [10] Intergovernmental Panel on Climate Change.5/01/2554. . Revises IPCC 1996 Guidelines for National Greenhouse gas Inventories[Online].<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gf/invs1.html>
- [11] Intergovernmental Panel on Climate Change.5/01/2554. . 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[Online].<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- [12] ฝ่ายสิ่งแวดล้อม การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2553. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์. กรุงเทพมหานคร.
- [13] ศิริวิชัย กาญจนวาณี.2545.ทฤษฎีการประเมิน.กรุงเทพมหานคร.
- [14] วิษระ มิ่งวิศิษฏ์กุล.2550.กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม.กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

นางสาวกัญญ์วรา นาคติลก

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1)

สาขาการจัดการพลังงาน

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปีการศึกษา 2551

อาจารย์ผู้สอน

สาขาการจัดการพลังงาน

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

110/1-4 ถ.ประชาชื่น เขตหลักสี่

กรุงเทพมหานคร 10210