การออกแบบระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียว

นายธนากร ธเนศธนาธร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DESIGN OF GREEN BUILDING INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT DEVELOPMENT

Mr. Thanakorn Thanedtanatorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียว
โดย	นายธนากร ธเนศธนาธร
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.ชานัน ติรณะรัต)

ธนากร ธเนศธนาธร : การออกแบบระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียว (DESIGN OF GREEN BUILDING INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT DEVELOPMENT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์, 177 หน้า.

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกับอาคารเขียวเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญของโครงการก่อสร้างอาคารเขียว การพัฒนาโครงการอาคารเขียวต้องอาศัยสารสนเทศที่เกี่ยวข้องจำนวนมากซึ่งไม่ได้ถูกเรียบเรียงในลักษณะที่จะนำไปใช้งานได้ทันที ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศเพื่อช่วยบริหารโครงการอาคารเขียวให้สะดวกและมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้เสนอแนวทางการออกแบบระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียว (Green Building Information Management System หรือ GBIMS) โดยอ้างอิงจากระบบประเมิน LEED จากการวิเคราะห์ LEED Reference Guide ซึ่งเป็นหนังสืออธิบายข้อพิจารณาในการรับรองอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED ใน 4 ประเด็นหลัก คือ เวลา (Timeline) กิจกรรม (Activity) มาตรฐานอ้างอิง (Referenced Standards) และกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Team) ร่วมกับแนวทางการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างทั่วไป ผู้วิจัยสามารถจำแนกข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) งานวิจัยนี้แบ่งวัฏจักรชีวิตของการพัฒนาโครงการอาคารเขียวออกเป็น 3 ระดับ คือ ขั้นตอนหลัก (Stage) ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอน กระบวนการ (Process) ซึ่งประกอบด้วย 32 กระบวนการ และกิจกรรม (Activity) ซึ่งประกอบด้วย 275 กิจกรรม ส่วนสารสนเทศประกอบด้วย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 57 ฝ่าย และมาตรฐานอ้างอิง 50 มาตรฐาน จากนั้นจึงเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวัฏจักรชีวิตกับสารสนเทศเข้าด้วยกัน โดยใช้แผนผังคลาส (Class Diagram) จากนั้นสารสนเทศทั้งหมดได้ถูกนำเข้าสู่ระบบ ระบบ GBIMS ที่ถูกพัฒนาขึ้นได้ถูกนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญระบบการประเมิน LEED จำนวน 7 ท่าน ซึ่งแสดงความคิดเห็นว่า การจัดการสารสนเทศตามขั้นตอนจริงของการพัฒนาโครงการอาคารเขียวนี้มีความเหมาะสมและสามารถช่วยในการบริหารโครงการได้จริง ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวให้สะดวกและมีประสิทธิภาพ แนวคิดนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการสารสนเทศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวเพื่อให้การบริหารจัดการโครงการมีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในอนาคต

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2554.....

5170320821: MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD : GREEN BUILDING

THANAKORN THANEDTANATORN : DESIGN OF GREEN BUILDING INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT DEVELOPMENT. ADVISOR: ASSOC. PROF. VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D., 177 pp.

In present, the worldwide construction industry has been focusing more on green buildings. A clear example is a significant growth of green building projects. Green building project development requires a large amount of information, which is not organized for practical purposes. Thus, it is necessary to develop an information management system that assists in administrating green building projects conveniently and efficiently. This research presents a guideline for designing a green building information management system (GBIMS) based on the LEED rating system. First, we analyzed four main issues of the LEED Reference Guide (i.e., a manual that explains the considerations concerning the green building approval): timeline, activity, referenced standards, and team. The findings were then integrated with general concepts of construction project management to yield two main groups of data: life cycle and information. In this research, the life cycle of green building project development is broken down into three levels: stage, process, and activity, the numbers of which are 8 stages, 32 processes, and 275 activities, respectively. The information consists of 57 participants and 50 referenced standards. The relation between the life cycle and the information was presented by using a class diagram. All relevant information was then input into the system. The proposed GBIMS was presented to seven LEED experts, which were satisfied with its structure and practicality. The results of this research can be used to administer green building projects more conveniently and efficiently. The presented concept can further be applied to manage other information in green building project development.

Department….Civil Engineering…… Student's Signature……

Field of Study..Civil Engineering…... Advisor's Signature……

Academic Year....2011……

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตร และ ดร.ชานัน ติรณะรัต ที่ได้สละเวลาอันมีค่าช่วยให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบโดยสมบูรณ์

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์นั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยเขาสำรวจข้อมูลที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี รวมถึงขอขอบพระคุณ ดร.วนิดา พฤทธิวิทยา และคุณภัทรพล กีรติสิน ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่มีประโยชน์สำหรับการทำวิจัย ตลอดจนกำลังจากเพื่อน ๆ ทุกท่านที่มิได้กล่าวมาไว้ ณ ที่นี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอสำนึกและกราบขอบพระคุณต่อบิดา มารดา ที่ได้ให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เสมอมาแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 3

1.5 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ความหมายของอาคารเขียว 5

2.2 ระบบประเมิน (Rating System) อาคารเขียว 7

2.2.1 ระบบประเมินอาคารเขียวในต่างประเทศ 7

2.2.2 ระบบประเมินอาคารเขียวในประเทศ 19

2.3 ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว 21

2.4 ประโยชน์ของโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED 27

2.5 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED 29

2.6 การบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว 31

2.7 บทสรุป 33

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 37
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 37
3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ 39
3.3 วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน LEED 40
3.4 พัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 41
3.5 รวบรวมและจัดสารสนเทศที่จะใช้ในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 41
3.6 ตรวจสอบสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวโดยวิธีการสัมภาษณ์ 42
3.7 สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์ 42
3.8 บทสรุป 42
บทที่ 4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวของต่างประเทศ 44
4.1 การเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินของระบบประเมินอาคารเขียวต่าง ๆ 44
4.2 หัวข้อย่อยของระบบประเมินอาคารเขียวทั้ง 8 ระบบ 47
4.3 การจัดลำดับความสำคัญของหมวดหมู่ตามการจัดกลุ่มใหม่ 48
4.4 สรุปหัวข้อย่อยในการพิจารณาอาคารเขียวในแต่ละหมวดหมู่ 49
4.5 บทสรุป 53
บทที่ 5 สารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวในระบบประเมิน LEED 54
5.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนของระบบประเมิน LEED 54
5.2 โครงสร้างของคู่มืออ้างอิงสำหรับระบบประเมิน LEED 55
5.3 การพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 58
5.3.1 เวลา (Timeline) 60
5.3.2 กิจกรรม (Activity) 61

หน้า

5.3.3 กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Team) 62
5.3.4 มาตรฐานอ้างอิง (Referenced Standards) 65
5.4 บทสรุป 68
บทที่ 6 การพัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED 70
6.1 องค์ประกอบของโครงสร้างระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 70
6.1.1 วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) 70
6.1.2 สารสนเทศ (Information) 75
6.2 การจัดเก็บและแสดงผลสารสนเทศของระบบ GBIMS 83
6.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบ GBIMS 94
6.4 บทสรุป 96
บทที่ 7 สรุป 97
7.1 สรุปผลการวิจัย 97
7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 99
7.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต 99

รายการอ้างอิง 101
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก รายละเอียดของช่วงเวลาตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases 105
ภาคผนวก ข หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาทั้งหมดในแต่ละหมวดหมู่และหัวข้อย่อยภายหลังจากรวมหัวข้อในแต่ละหมวดหมู่ 111
ภาคผนวก ค กิจกรรมทั้งหมดที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิต 128
ภาคผนวก ง การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 150
ภาคผนวก จ การกำหนดรหัส (Code) 168

หน้า

ภาคผนวก ฉ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....175

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....177

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของช่วงเวลา Conception Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....27

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนความเป็นไปได้ (Feasibility)....32

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการออกแบบ (Design) 34

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการนำไปใช้งาน (Implementation)....35

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนสิ้นสุดโครงการ (Closeout) 36

ตารางที่ 4.1 ข้อพิจารณาและการให้คะแนนของแต่ละระบบประเมิน 46

ตารางที่ 4.2 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่มลพิษจาก 8 ระบบประเมินอาคารเขียว....50

ตารางที่ 4.3 การจัดอันดับของหมวดหมู่จากคะแนนของระบบประเมินทั้ง 8 ระบบ....51

ตารางที่ 4.4 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Materials and Resources) 52

ตารางที่ 5.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามระบบการประเมิน LEED 55

ตารางที่ 6.1 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....72

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ กับระบบประเมิน LEED 76

ตารางที่ 6.3 ตัวอย่างวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวทั้ง 3 ระดับ....79

ตารางที่ 6.4 ตัวอย่างการเชื่อมโยงกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมในแต่ละเครดิตของกระบวนการ Schematic Design Process....81

ตารางที่ 6.5 ตัวอย่างการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของกิจกรรมในขั้นตอน Construction Documents Stage กระบวนการ Construction Documents Process....82

หน้า

ตารางที่ 6.6 มาตรฐานอ้างอิงสำหรับกิจกรรมในขั้นตอน Design Stage กระบวนการ Design Development Process....84
ตารางที่ 6.7 การกำหนดรหัสสำหรับประเภทของโครงการอาคารเขียว....85
ตารางที่ 6.8 การกำหนดรหัสสำหรับขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ....86
ตารางที่ 6.9 การกำหนดรหัสสำหรับกระบวนการ....87
ตารางที่ 6.10 ตัวอย่างการกำหนดรหัสของกิจกรรมในหมวดหมู่ Sustainable Site....90
ตารางที่ ก.1 รายละเอียดของช่วงเวลา Conception Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....106
ตารางที่ ก.2 รายละเอียดของช่วงเวลา Project Delivery Selection Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....107
ตารางที่ ก.3 รายละเอียดของช่วงเวลา Design Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....107
ตารางที่ ก.4 รายละเอียดของช่วงเวลา Construction Documents Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....108
ตารางที่ ก.5 รายละเอียดของช่วงเวลา Procurement Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....108
ตารางที่ ก.6 รายละเอียดของช่วงเวลา Execution Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....109
ตารางที่ ก.7 รายละเอียดของช่วงเวลา Utilization Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....110
ตารางที่ ก.8 รายละเอียดของช่วงเวลา Closure Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases....110
ตารางที่ ข.1 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่มลพิษ (Emission)....112
ตารางที่ ข.2 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่พลังงาน (Energy)....113
ตารางที่ ข.3 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ (Indoor Environmental Quality)....114

หน้า

ตารางที่ ข.4 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่นวัตกรรม (Innovation) 116
ตารางที่ ข.5 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่การบริหาร (Management).....117
ตารางที่ ข.6 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Material and Resource).....118
ตารางที่ ข.7 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สถานที่ก่อสร้าง (Site) 120
ตารางที่ ข.8 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่น้ำ (Water) 122
ตารางที่ ข.9 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่มลพิษ (Emission).....123
ตารางที่ ข.10 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่พลังงาน (Energy).....123
ตารางที่ ข.11 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่สิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ (Indoor Environmental Quality) 124
ตารางที่ ข.12 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่นวัตกรรม (Innovation).....124
ตารางที่ ข.13 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่การบริหาร (Management).....125
ตารางที่ ข.14 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Materials and Resources).....126
ตารางที่ ข.15 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่สถานที่ก่อสร้าง (Site).....127
ตารางที่ ข.16 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่น้ำ (Water).....127
ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส.....129
ตารางที่ จ.1 การกำหนดรหัสสำหรับเครดิต 169
ตารางที่ จ.2 การกำหนดรหัสสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....172
ตารางที่ จ.3 การกำหนดรหัสสำหรับมาตรฐานอ้างอิง.....173
ตารางที่ ฉ.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....176

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน LEED 9
ภาพที่ 2.2 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Globes 11
ภาพที่ 2.3 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน BREEAM 13
ภาพที่ 2.4 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Star 15
ภาพที่ 2.5 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน GBTool 16
ภาพที่ 2.6 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน CASBEE 17
ภาพที่ 2.7 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน DGNB 19
ภาพที่ 2.8 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน HK Beam 20
ภาพที่ 3.1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย 38
ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามมาตรฐาน OmniClass™ และระบบประเมิน LEED 73
ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับขั้นตอนและกระบวนการต่าง ๆ 75
ภาพที่ 6.3 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 80
ภาพที่ 6.4 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับมาตรฐานอ้างอิง 83
ภาพที่ 6.5 แผนผังคลาสของข้อมูลในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว 85
ภาพที่ 6.6 ตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ในขั้นตอน Conception Stage กระบวนการ Predesign Process 92

หน้า

ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ในขั้นตอน Execution Stage กระบวนการ Construction Process 93

ภาพที่ ง.1 การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว.....151

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการก่อสร้างในปัจจุบันการก่อสร้างอาคารที่เน้นในเรื่องการประหยัดพลังงานและการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่าอาคารเขียว (Green Building) มีการขยายตัวเป็นอย่างมาก สาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติที่จะส่งผลกระทบในทางลบต่อมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศจากภาวะโลกร้อนและภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น น้ำแข็งขั้วโลกละลายเร็วกว่าที่คาดการณ์ไว้ นอกจากนี้การพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากการใช้พลังงานที่ลดลง ภาพลักษณ์ของเจ้าของอาคาร และนโยบายของประเทศนั้น ๆ ล้วนเป็นสาเหตุให้โครงการก่อสร้างอาคารคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

อาคารเขียวเป็นอาคารที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นในการลดการใช้ไฟฟ้าและน้ำ รวมถึงการใช้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การเลือกสถานที่ตั้งของอาคารใกล้ระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transportation) เพื่อลดการใช้รถส่วนบุคคลที่จะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) แปรกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และวัสดุปลูกทดแทนได้เร็ว รวมไปถึงการสร้างสิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ เช่น การมีระบบระบายอากาศที่เพียงพอต่อผู้ใช้อาคาร การมีระบบการควบคุมอุณหภูมิและปริมาณแสงที่พอเหมาะกับการใช้อาคาร ข้อพิจารณาของอาคารเขียวครอบคลุมมากกว่าอาคารประหยัดพลังงาน (Energy Saving Building) ที่ให้ความสนใจเฉพาะในเรื่องการลดปริมาณการใช้พลังงาน แต่ให้ความสนใจการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างจำกัด

การพัฒนาโครงการอาคารเขียวเป็นงานที่มีความท้าทายเนื่องจากมีข้อพิจารณาในหลากหลายประเด็น อีกทั้งมีผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหลายฝ่าย นำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ เช่น การประสานงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ หน้าที่ความรับชอบของแต่ละฝ่ายที่ไม่ชัดเจน รวมไปถึงการจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ สำหรับการขอรับรองอาคารเขียว ปัญหาเหล่านี้อาจส่งผลให้การพัฒนา

ในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว แม้ว่ารายละเอียดของโครงการจะแตกต่างกันในแต่ละโครงการ แต่ก็ล้วนมีพื้นฐานหลายอย่างที่คล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นวัตถุประสงค์ของการเข้าร่วมโครงการอาคารเขียว ข้อพิจารณาในการพัฒนาโครงการ หรือบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พื้นฐานเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อความสำเร็จของการพัฒนาโครงการอาคารเขียว แต่จากการศึกษาพบว่าการให้ความรู้เกี่ยวกับการบริหารโครงการอาคารเขียวนั้นมีอยู่น้อย ทำให้ผู้ที่จะพัฒนาโครงการอาคารเขียวไม่มีองค์ความรู้ในการบริหารโครงการประเภทนี้ ส่งผลให้การพัฒนาโครงการอาคารเขียวประสบความสำเร็จได้ยาก

นอกจากนี้การรับรองอาคารเขียวจะต้องผ่านการประเมินจากระบบประเมินหนึ่ง ๆ โดยระบบประเมินนี้มีอยู่อย่างหลากหลาย เช่น ระบบประเมิน Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) ระบบประเมิน Green Globe ระบบประเมิน Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM) และระบบประเมิน Green Star เป็นต้น วิธีการนำเสนอข้อมูลในแต่ละระบบประเมินอาคารเขียวถูกแบ่งตามหัวข้อในการพิจารณา ซึ่งไม่สามารถตอบสนองต่อการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว เนื่องจากข้อมูลกระจัดกระจายไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในการบริหารโครงการ

ดังนั้นการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการบริหารโครงการอาคารเขียวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้เป็นแนวทางในบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวให้ประสบความสำเร็จในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวโดยอ้างอิงจากระบบประเมิน LEED ระบบนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานทราบถึงกิจกรรมที่จะต้องดำเนินการในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาโครงการ รวมไปถึงข้อมูลที่ช่วยในการบริหารโครงการอาคารเขียว เช่น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและหน้าที่ความรับผิดชอบ มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวที่พัฒนาขึ้นจะมุ่งเน้นเฉพาะระบบประเมิน LEED V.3 ในส่วนของการก่อสร้างอาคารใหม่ (New Construction) เท่านั้น

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากบทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ หนังสือเรียน และเอกสารต่าง ๆ

(2) วิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศเพื่อให้เข้าใจเกณฑ์การประเมินที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียว

(3) วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน LEED เพื่อที่จะทราบถึงขั้นตอนและรายละเอียดของการพัฒนาโครงการอาคารเขียว และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้สำหรับการพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว

(4) พัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว กรอบความคิดนี้ประกอบด้วยโครงสร้างของระบบ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการกำหนดความเชื่องโยงกันของสารสนเทศต่าง ๆ สำหรับการนำเข้าของข้อมูลสู่ระบบ GBIMS

(5) รวบรวมและจัดสารสนเทศที่จะใช้ในระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว การนำเข้า (Input) ของสารสนเทศจะต้องมีความเชื่อมโยงกัน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูล คือ แผนผังคลาส (Class Diagram) นอกจากนี้ยังได้กำหนดรหัส (Code) ของสารสนเทศในแผนผังคลาสด้วย เพื่อช่วยในการสืบค้นและแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว

(6) ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของกรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED เพื่อนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงระบบนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

(7) สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้จะนำเสนอในบทที่ 3 ต่อไป

1.5 ผลที่ได้รับจากงานวิจัย

ระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการ รวมไปถึงการเชื่อมโยงกันของสารสนเทศต่าง ๆ

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยจะทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการทราบถึงกิจกรรมที่ต้องดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการ รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโครงการอาคารเขียวประสบความสำเร็จ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบช่วยในการบริหารโครงการอาคารเขียวให้ประสบความสำเร็จ โดยมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีประโยชน์ต่อการทำวิจัยดังนี้

2.1 ความหมายของอาคารเขียว

อาคารเขียว (Green Building) เป็นคำที่ไม่มีการให้ความหมายที่แน่ชัด แต่ในทางวิชาการมีผู้พยายามให้ความหมายของอาคารเขียวไว้มากมาย เช่น

“อาคารเขียว หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่ใช้กระบวนการที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด พิจารณาตลอดอายุการใช้งานของสิ่งก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการใช้งาน การบำรุงซ่อมแซม และการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ ประเด็นที่นำมาพิจารณานั้น ได้แก่ ด้านความคุ้มค่า การใช้ประโยชน์ ความทนทาน และความสะดวกสบาย” (US EPA, 2009)

“อาคารเขียว หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่หลักการและวิธีการก่อสร้างแบบยั่งยืน มีการคำนึงถึงคุณภาพและลักษณะการใช้งานจริงของอาคาร ” (Kibert, 2008)

“อาคารเขียว หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่มีกระบวนการก่อสร้างด้วยวิธีที่ยั่งยืน และออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถอยู่อาศัยหรือทำงาน ในลักษณะที่ยั่งยืน” (Spiegel and Meadows, 1999)

“อาคารเขียว หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และวัสดุแปรกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ที่เพิ่มมากขึ้น และพยายามลดสิ่งที่จะส่งผลกระทบกับระบบนิเวศของโลกในอนาคตให้น้อยที่สุด” (Woodson, 2009)

“การก่อสร้างอาคารเขียว หมายถึง การวางแผนและการจัดการโครงการก่อสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับสัญญาก่อสร้าง เพื่อที่จะลดผลกระทบของกระบวนการก่อสร้างต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด” (Glavinich, 2008)

“อาคารเขียว หมายถึง อาคารที่ต้องประหยัดพลังงานแต่ต้องเคารพธรรมชาติโดยต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและต้องมีความยั่งยืน” (วิญญู วานิชศิริโรจน์, 2552)

“อาคารเขียว หมายถึง การดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร ได้แก่ พลังงาน น้ำ และวัสดุ ในขณะที่ลดผลกระทบต่อผู้ใช้ทางด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม โดยการคัดเลือกที่ตั้งอาคารออกแบบ ก่อสร้าง ใช้งาน บำรุงรักษา และรื้อถอน ที่ดีกว่าตลอดอายุการใช้งานของอาคาร” (นินนาท ไชยธีรภิญโญ, 2552)

“อาคารเขียว ประกอบขึ้นจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ทรัพยากร มลภาวะ และสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ทั้ง 3 องค์ประกอบนี้เกิดขึ้นจากธรรมชาติของการใช้งานอาคาร การที่อาคารบริโภคทรัพยากรไม่ว่าจะเป็น พลังงาน น้ำ วัสดุ เป็นไปเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคาร ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ขยะ น้ำเสีย และมลภาวะ หากพิจารณาวงจรของการใช้อาคารนี้ ธรรมชาติของอาคารเขียวโดยสามัญสำนึกนั้นควรประหยัดทรัพยากร ลดมลภาวะ ในขณะที่ส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ซึ่งคุณลักษณะของอาคารเขียวดังกล่าว ควรดำรงอยู่ในช่วงชีวิตของอาคาร ตั้งแต่ การออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งานอาคาร” (จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์, 2552)

จากความหมายของอาคารเขียวต่าง ๆ ในข้างต้น อาจสรุปความหมายของอาคารเขียว ได้ว่า

อาคารเขียว หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบโดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและใช้กระบวนการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ อีกทั้งยังพิจารณาถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งจะพิจารณาตลอดอายุการใช้งานของสิ่งก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกที่ตั้งอาคาร การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการใช้งาน การบำรุงซ่อมแซม และการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ

2.2 ระบบประเมิน (Rating System) อาคารเขียว

2.2.1 ระบบประเมินอาคารเขียวในต่างประเทศ

การที่อาคารเขียวจะเกิดเป็นรูปธรรมขึ้นมาได้นั้น จะต้องมีระบบประเมินมากำหนดว่าอาคารใดที่มีคุณสมบัติในการเป็นอาคารเขียว โดยระบบประเมินอาคารเขียวที่เป็นนิยมใช้กัน เช่น ระบบประเมินของประเทศอเมริกา คือ Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) ระบบประเมินของสหราชอาณาจักร คือ Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM) ระบบประเมินของประเทศออสเตรเลีย คือ Green Star

(1) ระบบประเมิน LEED

ระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) เนื่องมาจากการที่ประเทศอเมริกาเป็นประเทศที่มีอิทธิพลต่อทั่วโลกมากที่สุด และระบบประเมิน LEED นั้นค่อนข้างจะครอบคลุมกับอาคารทุกประเภท ระบบประเมินนี้อยู่ในการควบคุมของหน่วยงาน U.S. Green Building Council (USGBC) สำหรับระบบประเมิน LEED อาคารที่สามารถขอการรับรองการเป็นอาคารเขียวแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ อาคารที่สร้างขึ้นใหม่และอาคารที่มีอยู่เดิม ในส่วนของอาคารที่สร้างขึ้นใหม่นั้นสามารถแบ่งออกเป็นประเภทย่อย ๆ ได้แก่ บ้านอยู่อาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล อาคารพาณิชย์เฉพาะการตกแต่งภายใน และอาคารทั่วไปเฉพาะโครงสร้างหลักและโครงสร้างภายนอก สำหรับหลักเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน LEED จะมีการประเมินทั้งสิ้น 7 ด้าน แต่จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของรายละเอียดของแต่ละประเภทของอาคารที่จะขอประเมินเป็นอาคารเขียว หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (USGBC, 2009) คือ

1) Sustainable Site มีข้อพิจารณา เช่น การพัฒนาโครงการจากพื้นที่ปนเปื้อนสารพิษ (Brown Field) การเลือกสถานที่ตั้งอาคารที่มีระบบขนส่งสาธารณะ และการป้องกันมลพิษจากกิจกรรมการก่อสร้าง

2) Water Efficiency รวมไปถึงการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่อีกด้วย

3) Energy and Atmosphere เป็นการลดการใช้พลังงาน หรือการใช้พลังงานที่ผลิตจากกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ (Green Power) รวมไปถึงการใช้ระบบทำความเย็นที่ไม่มีสารซีเอฟซี (CFCs)

4) Material and Resources กล่าวคือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) วัสดุแปรกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการเตรียมพื้นที่สำหรับการจัดเก็บวัสดุที่สามารถแปรกลับมาใช้ใหม่ได้

5) Indoor Environmental Quality เช่น การควบคุมอุณหภูมิและปริมาณแสงที่พอเหมาะกับการทำงานของผู้ใช้อาคาร การจัดพื้นที่การสูบบุหรี่ และการเลือกใช้วัสดุมลภาวะต่ำ จำพวกสีและสารยาแนว

6) Innovation in Design

7) Regional Priority

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน LEED จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Energy and Atmosphere มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Sustainable Site และ Indoor Environmental Quality มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน LEED รวบรวมได้ทั้งสิ้น 57 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.1

(2) ระบบประเมิน Green Globes

ระบบประเมิน Green Globes เป็นอีกหนึ่งระบบประเมินที่มีการใช้ในประเทศอเมริกา โดยมีองค์กร Green Building Initiative (GBI) ควบคุมดูแลระบบประเมินนี้ สำหรับระบบประเมิน Green Globes จะแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียวทั้งอาคารที่สร้างขึ้นใหม่และอาคารที่มีอยู่เดิม ได้แก่ อาคารทั่วไป อาคารสำนักงาน และโรงเรียน หลักเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน Green Globes จะมีการประเมินทั้งสิ้น 7 ด้าน (GBI, 2009) คือ

	Credit	Point
	Sustainable Sites	
SS Prerequisite 1	Construction Activity Pollution Prevention	Required
SS Credit 1	Site Selection	1
SS Credit 2	Development Density and Community Connectivity	5
SS Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
SS Credit 4.1	Alternative Transportation - Public Transportation Access	6
SS Credit 4.2	Alternative Transportation - Bicycle Storage and Changing Rooms	1
SS Credit 4.3	Alternative Transportation - Low Emitting and Fuel Efficient Vehecles	3
SS Credit 4.4	Alternative Transportation - Parking Capacity	2
SS Credit 5.1	Site Development - Protect or Restore Habitat	1
SS Credit 5.2	Site Development - Maximize Open Space	1
SS Credit 6.1	Stormwater Design - Quantity Control	1
SS Credit 6.2	Stormwater Design - Quality Control	1
SS Credit 7.1	Heat Island Effect - Nonroof	1
SS Credit 7.2	Heat Island Effect - roof	1
SS Credit 8	Light Pollution Reduction	1

	Credit	Point
	Water Efficiency	
WE Prerequisite 1	Water Use Reduction	Required
WE Credit 1	Water Efficient Landscaping	2-4
WE Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2
WE Credit 3	Water Use Reduction	2-4

	Credit	Point
	Energy and Atmosphere	
EA Prerequisite 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	Required
EA Prerequisite 2	Minimize Energy Performance	Required
EA Prerequisite 3	Fundamental Refrigerant Management	Required
EA Credit 1	Optimize Energy Performance	1-19
EA Credit 2	On-site Renewable Energy	1-7
EA Credit 3	Enhanced Commissioning	2
EA Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2
EA Credit 5	Measurement and Verification	3
EA Credit 6	Green Power	2

	Credit	Point
	Indoor Environmental Quality	
IEQ Prerequisite 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
IEQ Prerequisite 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
IEQ Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
IEQ Credit 2	Increased Ventilation	1
IEQ Credit 3.1	Construction Indoor Air Quality Management Plan - During Construction	1
IEQ Credit 3.2	Construction Indoor Air Quality Management Plan - Before Occupancy	1
IEQ Credit 4.1	Low-Emitting Materials - Adhesives and Sealants	1
IEQ Credit 4.2	Low-Emitting Materials - Paints and Coatings	1
IEQ Credit 4.3	Low-Emitting Materials - Flooring Systems	1
IEQ Credit 4.4	Low-Emitting Materials - Composite Wood and Agrifiber Products	1
IEQ Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
IEQ Credit 6.1	Controllability of Systems - Lighting	1
IEQ Credit 6.2	Controllability of Systems - Thermal Comfort	1
IEQ Credit 7.1	Thermal Comfort - Design	1
IEQ Credit 7.2	Thermal Comfort - Verification	1
IEQ Credit 8.1	Daylight and Views - Daylight	1
IEQ Credit 8.2	Daylight and Views - Views	1

	Credit	Point
	Materials and Resources	
MR Prerequisite 1	Storage and Collection of Recyclables	Required
MR Credit 1.1	Building Reuse - Maintain Existing Walls, Floors and Roof	1-3
MR Credit 1.2	Building Reuse - Maintain Existing Interior Nonstructural Elements	1
MR Credit 2	Construction Waste Management	1-2
MR Credit 3	Materials Reuse	1-2
MR Credit 4	Recycled Content	1-2
MR Credit 5	Regional Materials	1-2
MR Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
MR Credit 7	Certified Wood	1

	Credit	Point
	Innovation in Design	
ID Credit 1	Innovation in Design	1-5
ID Credit 2	LEED Accredited Professional	1

	Credit	Point
	Regional Priority	
RP Credit 1	Regional Priority	1-4

ภาพที่ 2.1 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน LEED

1) Site

2) Water

3) Energy

4) Resources/Materials

5) Indoor Environment

6) Emissions

7) Project/Environmental Management

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน Green Globes จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Energy มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Indoor Environment และ Resources/Materials มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Globes รวบรวมได้ทั้งสิ้น 47 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.2

(3) ระบบประเมิน BREEAM

ระบบประเมิน Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM) ของสหราชอาณาจักร เป็นอีกหนึ่งระบบประเมินที่ได้รับการยอมรับ ระบบประเมินนี้ จะแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารทั่วไป อาคารสำนักงาน โรงเรียน โรงพยาบาล และทัณฑสถาน หลักเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน BREEAM จะครอบคลุมทั้งสิ้น 10 ด้าน (BRE Global, 2009) คือ

1) Management

2) Health and Wellbeing

3) Energy

4) Transport

5) Water

6) Waste

7) Land Use and Ecology

8) Pollution

9) Materials

10) Innovation

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน BREEAM จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Energy มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Health and Wellbeing และ Materials มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

	Credit	Point
	Site	120
1	Site Development Area	33
2	Ecological Impacts	25
3	Watershed Features	27
4	Site Ecology	28
5	Exterior Light Pollution	7

	Credit	Point
	Water	130
1	Plumbing Fixtures and Fittings, Appliances and Equipment	46
2	Cooling Towers	18
3	Boilers and Water Heaters	3
4	Commercial Food Service Operations	12
5	Medical/Dental and Laboratory Facilities	11
6	Commercial/Institutional On-Premise Laundry Operations	10
7	Special Water Features	4
8	Water Treatment	5
9	Alternate Sources of Water	15
10	Metering	6

	Credit	Point
	Indoor Environment	160
1	Ventilation Systems	39
2	Source Control of Indoor Pollutants	34
3	Source Control	6
4	Lighting Design and Integration of Lighting Systems	39
5	Thermal Comfort	20
6	Acoustic Comfort	22

	Credit	Point
	Emissions	45
1	Heating Equipment	18
2	Cooling Equipment	21
3	Storage of Janitorial Supplies	6

	Credit	Point
	Energy	300
	Path A	
1	Building Carbon Dioxide Equivalent (CO_2e) Emissions	250
2	Demand	40
3	Measurement and Verification	10
	Path B	
1	Building Opaque Envelope	42
2	Daylighting	15
3	HVAC Systems and Controls	84
4	Lighting Systems and Controls	54
5	Elevator and Conveyance Systems	5
6	Renewable Energy	100

	Credit	Point
	Resources/Materials	145
1	Furnishings, Finishes and Fit-outs	17
2	Other Material Properties	12
3	Reuse of Existing Structures	18
4	Reduction, Re-use and Recycling of Waste	9
5	Resource Conservation through Design	14
6	Building Envelope	30
7	Air Barriers	6
8	Vapor Retarders	6
	Path A	
9	Performance	33
	Path B	
9	Prescriptive	25

	Credit	Point
	Project Management	100
1	Coordination and Benchmarking	28
2	Environmental Management during Construction	16
3	Whole Building Commissioning	42
4	Environmental Management – Post Construction	14

ภาพที่ 2.2 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Globes

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน BREEAM รวบรวมได้ทั้งสิ้น 60 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.3

(4) ระบบประเมิน Green Star

ระบบประเมิน Green Star ของประเทศออสเตรเลีย จะมีการแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารที่พักอาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล และอาคารสำนักงาน โดยจะมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน 9 ด้าน (Green Building Council of Australia, 2009) คือ

1) Management

2) Indoor Environmental Quality

3) Energy

4) Transport

5) Water

6) Material

7) Land Use and Ecology

8) Emissions

9) Innovation

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน Green Star จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Energy มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Material และ Indoor Environmental Quality มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Star รวบรวมได้ทั้งสิ้น 64 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.4

	Credit	Point
	Management	
1	Commissioning	2
2	Considerate Constructors	2
3	Construction site impacts	4
4	Building User Guide	1
5	Security	1

	Credit	Point
	Health and Wellbeing	
1	Daylight	1
2	View Out	1
3	Glare Control	1
4	High frequency lighting	1
5	Internal and external lighting levels	1
6	Lighting zones and controls	1
7	Potential for Natural Ventilation	1
8	Indoor air quality	1
9	Volatile Organic Compounds	1
10	Thermal Comfort	1
11	Thermal Zoning	1
12	Microbial Contamination	1
13	Acoustic Performance	1

	Credit	Point
	Materials	
1	Materials Specification (Major Building Elements)	4
2	Hard Landscaping and Boundary Protection	1
3	Re-Use of Façade	1
4	Re-Use of Structure	1
5	Responsible Sourcing of Materials	3
6	Insulation	2
7	Designing for Robustness	1

	Credit	Point
	Energy	
1	Reduction of CO_2 Emissions	15
2	Sub-metering of Substantial Energy Uses	1
3	Sub-metering of High Energy Load and Tenancy Areas	1
4	External Lighting	1
5	Low or Zero Carbon Technologies	3
6	Lifts	2
7	Escalators and travelling walkways	1

	Credit	Point
	Land Use and Ecology	
1	Reuse of Land	1
2	Contaminated Land	1
3	Ecological Value of Site and Protection of Ecological Features	1
4	Mitigating Ecological Impact	2
5	Enhancing Site Ecology	3
6	Long Term Impact on Biodiversity	2

	Credit	Point
	Transport	
1	Provision of Public Transport	3
2	Proximity to amenities	1
3	Cyclist Facilities	2
4	Pedestrian and Cyclist Safety	1
5	Travel Plan	1
6	Maximum Car Parking Capacity	2

	Credit	Point
	Pollution	
1	Refrigerant GWP – Building Services	1
2	Preventing Refrigerant Leaks	2
3	NOx emissions from heating source	3
4	Flood Risk	3
5	Minimising Watercourse Pollution	1
6	Reduction of Night Time Light Pollution	1
7	Noise Attenuation	1

	Credit	Point
	Water	
1	Water consumption	3
2	Water Meter	1
3	Major Leak Detection	1
4	Sanitary Supply Shut Off	1

	Credit	Point
	Waste	
1	Construction Site Waste Management	4
2	Recycled Aggregates	1
3	Recyclable Waste Storage	1
4	Floor Finishes	1

	Credit	Point
	Innovation	
1	Innovation	10

ภาพที่ 2.3 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน BREEAM

(5) ระบบประเมิน GBTool

ระบบประเมิน GBTool ของประเทศแคนาดา จะมีการแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารสำนักงาน อาคารที่พักอาศัย และโรงเรียน หลักเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน GBTool จะครอบคลุมทั้งสิ้น 7 ด้าน (Chang, Chiang และ Chou, 2007) คือ

1) Site Selection, Project Planning, and Development

2) Energy and Resource Consumption

3) Environmental Loadings

4) Indoor Environmental Quality

5) Functionality and Controllability of Building Systems

6) Long Term Performance

7) Social and Economic Aspects

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน GBTool จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Environmental Loadings มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Energy and Resource Consumption และ Indoor Environmental Quality มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน GBTool รวบรวมได้ทั้งสิ้น 29 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.5

(6) ระบบประเมิน CASBEE

ระบบประเมิน CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) ของประเทศญี่ปุ่น จะมีการแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารสำนักงาน อาคารที่พักอาศัย โรงเรียน ร้านอาหาร โรงงาน โรงพยาบาล และโรงแรม โดยจะมีหลักเกณฑ์ในการประเมินทั้งสิ้น 6 ด้าน (Institute for Building Environment and Energy Conservation, 2008) คือ

	Credit	Point
	Management	
Man-1	Green Star Accredited Professional	2
Man-2	Commissioning Clauses	2
Man-3	Building Tuning	2
Man-4	Independent Commissioning Agent	1
Man-5	Building Users' Guide	1
Man-6	Environmental Management	2
Man-7	Waste Management	2

	Credit	Point
	Indoor Environmental Quality	
IEQ - 1	Ventilation Rates	3
IEQ - 2	Air Change Effectiveness	2
IEQ - 3	Carbon Dioxide Monitoring and Control	1
IEQ - 4	Daylight	3
IEQ - 5	Daylight Glare Control	1
IEQ - 6	High Frequency Ballasts	1
IEQ - 7	Electric Lighting Levels	1
IEQ - 8	External Views	2
IEQ - 9	Thermal Comfort	2
IEQ - 10	Individual Comfort Control	2
IEQ - 11	Hazardous Materials	1
IEQ - 12	Internal Noise Levels	2
IEQ - 13	Volatile Organic Compounds	3
IEQ - 14	Formaldehyde Minimisation	1
IEQ - 15	Mould Prevention	1
IEQ - 16	Tenant Exhaust Riser	1

	Credit	Point
	Energy	
Ene -	Conditional Requirement	Required
Ene - 1	Greenhouse Gas Emissions	20
Ene - 2	Energy Sub-metering	2
Ene - 3	Lighting Power Density	3
Ene - 4	Lighting Zoning	2
Ene - 5	Peak Energy Demand Reduction	2

	Credit	Point
	Transport	
Tra - 1	Provision of Car Parking	2
Tra - 2	Fuel-Efficient Transport	1
Tra - 3	Cyclist Facilities	3
Tra - 4	Commuting Mass Transport	5

	Credit	Point
	Water	
Wat - 1	Occupant Amenity Water	5
Wat - 2	Water Meters	1
Wat - 3	Landscape Irrigation	1
Wat - 4	Heat Rejection Water	4
Wat - 5	Fire System Water Consumption	1

	Credit	Point
	Materials	
Mat - 1	Recycling Waste Storage	2
Mat - 2	Building Reuse	6
Mat - 3	Reused Materials	1
Mat - 4	Shell and Core or Integrated Fit-out	2
Mat - 5	Concrete	3
Mat - 6	Steel	2
Mat - 7	PVC	2
Mat - 8	Timber	2
Mat - 9	Design for Disassembly	1
Mat - 10	Dematerialisation	1

	Credit	Point
	Land Use and Ecology	
Eco -	Conditional Requirement	Required
Eco - 1	Topsoil	1
Eco - 2	Reuse of Land	1
Eco - 3	Reclaimed Contaminated Land	2
Eco - 4	Change of Ecological Value	4

	Credit	Point
	Emissions	
Emi - 1	Refrigerant ODP	1
Emi - 2	Refrigerant GWP	2
Emi - 3	Refrigerant Leaks	2
Emi - 4	Insulant ODP	1
Emi - 5	Watercourse Pollution	3
Emi - 6	Discharge to Sewer	5
Emi - 7	Light Pollution	1
Emi - 8	Legionella	1

	Credit	Point
	Innovation	
Inn-1	Innovative Strategies & Technologies	2
Inn-2	Exceeding Green Star Benchmarks	2
Inn-3	Environmental Design Initiatives	1

ภาพที่ 2.4 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน Green Star

	Credit	Point
	Site Selection, Project Planning and Development	0.118
A1	Site Selection	0.037
A2	Project Planning	0.039
A3	Urban Design and Site Development	0.042

	Credit	Point
	Energy and Resource Consumption	0.186
B1	Total Life Cycle Primary Non-Renewable Energy	0.032
B2	Predicted electrical peak demand for building operations	0.026
B3	Renewable Energy	0.034
B4	Commissioning of building systems	0.030
B5	Materials	0.028
B6	Potable Water	0.036

	Credit	Point
	Environmental Loadings	0.211
C1	Greenhouse Gas Emissions	0.038
C2	Other Atmospheric Emissions	0.025
C3	Solid Wastes	0.035
C4	Rainwater, Stormwater and Wastewater	0.036
C5	Impacts on Site	0.038
C6	Other Local and Regional Impacts	0.039

	Credit	Point
	Indoor Environmental Quality	0.160
D1	Indoor Air Quality	0.035
D2	Ventilation	0.033
D3	Air Temperature and Relative Humidity	0.026
D4	Daylighting and Illumination	0.027
D5	Noise and Acoustics	0.023
D6	Electro-Magnetic Pollution—not yet active	0.016

	Credit	Point
	Functionality and Controllability of Building Systems	0.106
E1	Efficiency of space utilization	0.035
E2	Design for maintenance of core functions during power outages	0.036
E3	Controllability	0.035

	Credit	Point
	Long-Term Performance	0.111
F1	Maintenance of building envelope performance	0.022
F2	Flexibility and Adaptability	0.040
F3	Maintenance of Operating Performance	0.049

	Credit	Point
	Social and Economic aspects	0.108
G1	Cost and Economics	0.054
G2	Social Aspects	0.054

ภาพที่ 2.5 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน GBTool

1) Indoor Environmental

2) Quality of Service

3) Outdoor Environment on Site

4) Energy

5) Resources and Materials

6) Off Site Environment

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน CASBEE จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Indoor Environmental และ Off Site Environment มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Outdoor Environment on Site มีความสำคัญรองลงมา

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน CASBEE รวบรวมได้ทั้งสิ้น 20 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.6

(7) ระบบประเมิน DGNB

ระบบประเมิน Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) ของประเทศเยอรมัน จะมีการแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารสำนักงาน ศูนย์สรรพสินค้า อาคารที่พักอาศัย และโรงเรียน หลักเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน DGNB จะครอบคลุมทั้งสิ้น 6 ด้าน (GSBC, 2009) คือ

1) Ecological Quality

2) Economical Quality

3) Socio-Cultural and Functional Quality

4) Technical Quality

	Credit	Point
Q1	**Indoor Environment**	3.5
1	Noise & Acoustics	3.0
2	Thermal Comfort	3.9
3	Lighting & Illumination	3.6
4	Air Quality	3.4

	Credit	Point
LR1	**Energy**	3.4
1	Building Thermal Load	3.0
2	Natural Energy Utilization	3.0
3	Efficiency in Building Service System	4.0
4	Efficiency Operation	3.5

	Credit	Point
Q2	**Quality of Service**	3.0
1	Service Ability	3.5
2	Durability & Reliability	2.9
3	Flexibility & Adaptability	2.6

	Credit	Point
LR2	**Resources & Materials**	3.1
1	Water Resources	3.4
2	Reducing Usage of Non-renewable Resources	3.2
3	Avoiding the Use of Materials with Pollutant Content	3.0

	Credit	Point
Q3	**Outdoor Environment on Site**	3.4
1	Preservation & Creation of Biotope	4.0
2	Townscape & Landscape	3.0
3	Local Characteristics & Outdoor Amenity	3.5

	Credit	Point
LR3	**Off-site Environment**	3.5
1	Consideration of Global Warming	4.0
2	Consideration of Local Environment	3.5
3	Consideration of Surrounding Environment	3.0

ภาพที่ 2.6 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน CASBEE

5) Process Quality

6) Quality of the Location

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน DGNB จะให้ความสำคัญในทุกหัวข้อเท่าๆกัน ยกเว้นหัวข้อ Process Quality ที่จะมีความสำคัญน้อยกว่าหัวข้ออื่น ๆ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน DGNB รวบรวมได้ทั้งสิ้น 49 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.7

(8) ระบบประเมิน HK BEAM

ระบบประเมิน Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK BEAM) ของประเทศฮ่องกง จะมีการแบ่งประเภทอาคารที่จะขอรับการรับรองอาคารเขียว ได้แก่ อาคารสำนักงาน ศูนย์สรรพสินค้า อาคารที่พักอาศัย และโรงเรียน โดยจะมีหลักเกณฑ์ในการประเมินทั้งสิ้น 6 ด้าน (HK-BEAM Society, 2004) คือ

1) Site Aspects

2) Materials Aspects

3) Energy Use

4) Water Use

5) Indoor Environmental Quality

6) Innovations and Additions

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมิน HK Beam จะให้ความสำคัญในหัวข้อ Indoor Environmental Quality มากที่สุด โดยที่หัวข้อ Energy Use และ Site Aspects มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน HK Beam รวบรวมได้ทั้งสิ้น 23 หัวข้อย่อย ดังภาพที่ 2.8

	Credit	Point
	Ecological Quality	22.5
1	Global warming potential	30
2	Ozone depletion potential	5
3	Photochemical ozone creation potential	5
4	Acidification potential	10
5	Eutrophication potential	10
6	Risks to the regional environment	30
8	Other impacts on the global environment	10
9	Microclimate	5
10	Non-renewable primary energy demands	30
11	Total primary energy demands and proportion of renewable primary energy	20
14	Potable water consumption and sewage generation	20
15	Surface area usage	20

	Credit	Point
	Socio-cultural and Functional Quality	22.5
18	Thermal comfort in the winter	20
19	Thermal comfort in the summer	30
20	Indoor Hygiene	30
21	Acoustical comfort	10
22	Visual comfort	30
23	Influences by users	20
24	Roof design	10
25	Safety and risks of failure	10
26	Barrier free accessibility	20
27	Area efficiency	10
28	Feasibility of conversion	20
29	Accessibility	20
30	Bicycle comfort	10
31	Assurance of the quality of the design and for urban development for competition	30
32	Art within Architecture	10

	Credit	Point
	Economical Quality	22.5
16	Building-related life cycle costs	30
17	Value stability	20

	Credit	Point
	Technical Quality	22.5
33	Fire protection	20
34	Noise protection	20
35	Energetic and moisture proofing quality of the building's Shell	20
40	Ease of Cleaning and Maintenance of the Structure	20
42	Ease of deconstruction, recycling and dismantling	20

	Credit	Point
	Quality of the Process	10.0
43	Quality of the project's preparation	30
44	Integrated planning	30
45	Optimization and complexity of the approach to planning	30
46	Evidence of sustainability considerations during bid invitation and awarding	20
47	Establishment of preconditions for optimized use and operation	20
48	Construction site, construction phase	20
49	Quality of executing companies, prequalifications	20
50	Quality assurance of the construction activities	30
51	Systematic commissioning	30

	Credit	Point
	Quality of the Location	
56	Risks at the microlocation	20
57	Circumstances at the microlocation	20
58	Image and condition of the location and neighbourhood	20
59	Connection to transportation	30
60	Vicinity to usage-specific facilities	20
61	Adjoining media, infrastructure development	20

ภาพที่ 2.7 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน DGNB

2.2.2 ระบบประเมินอาคารเขียวในประเทศ

เมื่อปี พ.ศ. 2551 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้จัดตั้งคณะกรรมการอาคารเขียวขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เริ่มแรกเพื่อร่างเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทย โดยมีองค์กรที่เข้าร่วมการประชุมและร่างเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว ได้แก่ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กรมควบคุมมลพิษ กรมโยธาธิการและผังเมือง สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย และสมาคมไฟฟ้าและแสงสว่างแห่งประเทศไทย โดยการร่างหลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยนั้นจะใช้การอ้างอิงจาก 3 แห่งหลักๆ ได้แก่ ระบบประเมินของประเทศอเมริกา (LEED) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และกรมควบคุมมลพิษ เพื่อนำมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและนำมาใช้กับประเทศ

ไทยได้ สำหรับหลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวฉบับร่างนี้มีหลักเกณฑ์ในการประเมินทั้งสิ้น 8 ด้าน (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552) คือ

1) การบริหารจัดการอาคาร

2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์

3) การอนุรักษ์น้ำ

4) การใช้พลังงานและบรรยากาศ

5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง

	Credit	Point
	Site Aspects	25
1	Site Location	8
2	Site Planning and Design	11
3	Emissions from the Site	6

	Credit	Point
	Water Use	14
1	Water Quality	2
2	Water Conservation	11
3	Effluent	1

	Credit	Point
	Materials Aspects	23
1	Efficient Use of Materials	8
2	Selection of Materials	7
3	Waste Management	8

	Credit	Point
	Energy Use	43
1	Annual Energy Use	13
2	Energy Efficient Systems	14
3	Energy Efficient Equipment	8
4	Facilities for Energy Management	8

	Credit	Point
	Indoor Environmental Quality	49
1	Safety	4
2	Hygiene	3
3	Indoor Air Quality	11
4	Ventilation	10
5	Thermal Comfort	6
6	Lighting Quality	7
7	Acoustics and Noise	5
8	Building Amenities	3

	Credit	Point
	Innovation and Additions	5
1	Innovative Techniques	
2	Performance Enhancements	

ภาพที่ 2.8 ชื่อและคะแนนของหัวข้อย่อยในแต่ละหัวข้อหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์การพิจารณาอาคารเขียวของระบบประเมิน HK Beam

6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร

7) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

8) นวัตกรรม

เมื่อพิจารณาจากคะแนนของแต่ละหัวข้อ ระบบประเมินอาคารเขียวของประเทศไทย จะให้ความสำคัญในหัวข้อการใช้พลังงานมากที่สุด โดยที่หัวข้อผังบริเวณและภูมิทัศน์และวัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้างมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

สำหรับงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับระบบประเมิน LEED เนื่องจากระบบนี้มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นที่รู้จักของบุคคลทั่วไป อีกทั้งระบบประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยได้มีการอ้างอิงระบบประเมิน LEED เป็นหลัก งานวิจัยนี้จึงให้ความสนใจในการการศึกษาระบบประเมินนี้เป็นหลัก

2.3 ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว

งานก่อสร้างมีความซับซ้อนจึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อที่จะได้จัดเตรียมงานและก่อสร้างได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เราอาจแบ่งขั้นตอนการพัฒนาโครงการออกเป็น 6 ช่วงระยะเวลา (Bennett, 2003) คือ

(1) ช่วงก่อนเริ่มโครงการ (Pre-project Phase)

โดยทั่วไปโครงการก่อสร้างจะเริ่มต้นจากแนวความคิดและความต้องการของผู้ว่าจ้างที่จะสร้างสิ่งก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการใช้งาน รูปแบบของสัญญา หรือ งบประมาณการก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างจะศึกษาข้อมูลของผู้รับจ้างแต่ละรายเพื่อประกอบการตัดสินใจ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างไม่มีประสบการณ์ด้านการก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างสามารถจ้างผู้ให้คำปรึกษาได้ กลุ่มบุคคลนี้จะมีประสบการณ์การทำงานในด้านการก่อสร้างมาก่อน เช่น วิศวกร สถาปนิก ผู้ให้คำปรึกษามีหน้าที่ช่วยผู้ว่าจ้างตัดสินใจในการดำเนินงานก่อสร้างต่อไป

(2) **ช่วงวางแผนและออกแบบ** (Planning and Design Phase)

ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็นสามขั้นตอน คือ

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ พิจารณาทางเลือกในการทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ รวมไปถึงการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ

2) การออกแบบรายละเอียดของโครงการ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจะนำสิ่งที่ผู้ว่าจ้างได้วางแผนไว้ มาออกแบบรายละเอียดอย่างคร่าว ๆ เพื่อแสดงความเชื่อมโยงกันในแต่ละองค์ประกอบของโครงการไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างอาคาร ระบบไฟฟ้า และระบบอื่น ๆ ซึ่งในขั้นตอนนี้รวมไปถึงการคำนวณการรับน้ำหนักของอาคาร และการเลือกประเภทของวัสดุ

3) การเตรียมเอกสารสำหรับการประมูล โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจะทำหน้าที่ในด้านการออกแบบและจะเป็นผู้เตรียมและเขียนเอกสารสัญญา ซึ่งประกอบด้วย ข้อกำหนดทางกฎหมาย วัสดุเฉพาะบางประเภทที่ใช้ในโครงการ รวมไปถึงวิธีการติดตั้งของวัสดุเฉพาะนั้น ๆ

(3) **ช่วงการเลือกผู้รับจ้างก่อสร้าง** (Contractor Selection Phase)

ในขั้นตอนนี้ ผู้ว่าจ้างจะคัดเลือกผู้รับจ้างก่อสร้าง โดยทั่วไปวิธีการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อสร้างสามารถทำได้โดยประกาศหนังสือเชิญให้ผู้รับจ้างก่อสร้างที่สนใจเข้าร่วมการคัดเลือก หรือส่งหนังสือเชิญให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้างเป็นราย ๆ นอกจากนั้นยังอาจระบุข้อกำหนดเบื้องต้นสำหรับผู้รับจ้างก่อสร้างที่จะเข้าร่วมการคัดเลือก เพื่อเป็นการคัดกรองผู้รับจ้างก่อสร้างในขั้นต้น สำหรับผู้รับจ้างก่อสร้างที่สนใจเข้าร่วมการคัดเลือกจะต้องวางแผนการก่อสร้างและจัดเตรียมเอกสารเสนอราคา เพื่อเสนอแก่ผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาต่อไป

(4) **ช่วงจัดเตรียมงานก่อสร้าง** (Project Mobilization Phase)

หลังจากที่ผู้ว่าจ้างเลือกผู้รับจ้างก่อสร้างได้แล้ว เอกสารต่าง ๆ จะต้องจัดเตรียมให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มก่อสร้าง เช่น การขอใบอนุญาตและการทำประกันภัย นอกจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมการก่อสร้าง รวมไปถึงการจัดทำแผนงบประมาณก่อสร้างและแผนการติดตามค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในโครงการ กระบวนการจัดหาวัสดุและเครื่องมือ

เครื่องจักรจะต้องถูกรวบรวมเข้าไปในแผนงานของโครงการด้วย ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเริ่มการก่อสร้างจริง

(5) **ช่วงดำเนินงานก่อสร้าง** (Project Operations Phase)

กิจกรรมของขั้นตอนนี้สามารถแบบออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มการตรวจสอบและการควบคุม กลุ่มการจัดการทรัพยากร และกลุ่มการจัดการเรื่องเอกสารและการติดต่อสื่อสาร การตรวจสอบและควบคุมการก่อสร้างมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ความคืบหน้าของโครงการจะต้องถูกนำมาเปรียบเทียบกับแผนการก่อสร้างที่ได้วางแผนไว้ หากความคืบหน้าของโครงการล่าช้ากว่าแผนงานที่ได้กำหนดเอาไว้ ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องหาวิธีการที่จะทำให้ความคืบหน้าของโครงการกลับคืนสู่แผนงานที่วางไว้ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในโครงการจะนำไปเปรียบเทียบกับงบประมาณที่ได้วางแผนไว้ การตรวจสอบและควบคุมการก่อสร้างนี้เป็นการสะท้อนถึงการควบคุมคุณภาพของโครงการ นอกจากการควบคุมเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในโครงการแล้ว ผู้รับจ้างก่อสร้างมีหน้าที่ในการจัดการเรื่องความปลอดภัยในการทำงานภายในพื้นที่ก่อสร้างและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ผู้รับจ้างก่อสร้างมีหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรของโครงการ เริ่มจากการกำหนดผู้รับผิดชอบ ผู้ให้คำปรึกษา รวมไปถึงความสามารถของแรงงานเพื่อที่บรรลุเป้าหมายของโครงการในด้านเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพ นอกจากนี้เอกสารการก่อสร้างเป็นอีกหนึ่งในทรัพยากรที่มีความสำคัญ โครงการก่อสร้างมีเอกสารจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดการเอกสารนี้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของเอกสารการก่อสร้าง เช่น แบบก่อสร้างที่มีลักษณะเฉพาะจะต้องส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบอนุมัติก่อนการติดตั้ง และการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างหลังจากเริ่มงานก่อสร้างจริง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อลดความผิดพลาดและการสูญหาย

(6) **ช่วงการสิ้นสุดโครงการ** (Project Closeout and Termination Phase)

ในขั้นตอนสุดท้าย เมื่อโครงการใกล้เสร็จสมบูรณ์ กิจกรรมการก่อสร้างส่วนใหญ่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว กิจกรรมที่ต้องดำเนินการต่อไป ได้แก่ การทดสอบการใช้งานในส่วนต่าง ๆ

ของโครงการ การทำความสะอาด การตรวจสอบงานที่ต้องปรับปรุง และการรื้อถอนสำนักงานชั่วคราวในพื้นที่ก่อสร้าง นอกจากนี้ในบางโครงการจะมีการระบุไว้ในสัญญาให้ผู้รับจ้างก่อสร้างมีหน้าที่ในการอบรมการใช้งานให้กับผู้ใช้อาคารอีกด้วย

นอกจากขั้นตอนการพัฒนาโครงการที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว มาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases (OCCS, 2006b) ได้กำหนดขั้นตอนการพัฒนาโครงการเช่นกัน มาตรฐาน OmniClass™ เป็นมาตรฐานสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลรูปแบบใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น การจัดระเบียบคลังวัสดุก่อสร้าง การสร้างระบบสารสนเทศโครงการ และการสร้างรหัสเพื่อจัดเก็บข้อมูล (OCCS, 2006a)

ข้อมูลในโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องมีการคัดแยกประเภทของข้อมูลเพื่อลดความซ้ำซ้อนและสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน มาตรฐาน OmniClass™ จึงมีบทบาทในกระบวนการจัดการสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง เนื่องจากการแบ่งประเภทของข้อมูลรวมทั้งการระบุรหัส (Code) ที่เหมาะกับการสร้างฐานข้อมูล

มาตรฐาน OmniClass™ แบ่งประเภทของข้อมูลออกเป็น 15 ตาราง คือ

- Table 11 – Construction Entities by Function
- Table 12 – Construction Entities by Form
- Table 13 – Spaces by Function
- Table 14 – Spaces by Form
- Table 21 – Elements (Including Designed Element)
- Table 22 – Work Results
- Table 23 – Products
- Table 31 – Phases

- Table 32 – Services
- Table 33 – Disciplines
- Table 34 – Organizational Roles
- Table 35 – Tools
- Table 36 – Information
- Table 41 – Materials
- Table 49 – Properties

มาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases (OCCS, 2006b) ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาโครงการออกเป็น 8 ขั้นตอน ได้แก่ Conception, Project Delivery Selection, Design, Construction Documents, Procurement, Execution, Utilization, และ Closure รวมไปถึงกระบวนการย่อย ๆ ในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการ ตัวอย่างเช่น ในตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของ Conception Stage รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการ แสดงในภาคผนวก ก

สำหรับระบบประเมิน LEED จะมีการแบ่งขั้นตอนการพัฒนาโครงการแตกต่างจากโครงการทั่วไปโดยจะแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน (USGBC, 2009) ได้แก่

(1) ขั้นตอนก่อนการออกแบบ (Predesign)

ขั้นตอนนี้จะกำหนดความต้องการของเจ้าของโครงการ เป้าหมายของโครงการและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อใช้ในการออกแบบโครงการต่อไป

(2) ขั้นตอนการออกแบบแผนผังโครงการ (Schematic Design)

ข้อมูลที่ได้จากการขั้นตอนก่อนการออกแบบจะสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาทางเลือกในการออกแบบโครงการ เมื่อได้ทางเลือกในการออกแบบแล้วจึงกำหนดแผนงานและขอบเขตของโครงการ

(3) **ขั้นตอนการพัฒนาการออกแบบ** (Design Development)

ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบรายละเอียดของโครงการ โดยปกติจะออกแบบระบบเกี่ยวกับพลังงานเป็นสิ่งแรก โดยรายละเอียดของแบบและรายการ (Specification) จะยังไม่ชัดเจนและครบถ้วน

(4) **ขั้นตอนการทำเอกสารการก่อสร้าง** (Construction Documents)

ขั้นตอนนี้จะออกแบบโครงสร้าง (Drawing) และกำหนดรายละเอียดของแบบและรายการ (Specification) ในระดับความละเอียดที่สามารถนำไปก่อสร้างได้ จากนั้นนำสิ่งที่ได้ออกแบบไปถอดแบบคำนวณปริมาณ เพื่อจัดทำบัญชีแสดงปริมาณและราคา (Bill of Quantity)

(5) **ขั้นตอนการก่อสร้าง** (Construction)

ผู้รับจ้างก่อสร้างทำการก่อสร้างตามสิ่งที่ได้ออกแบบและกำหนดเอาไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า

(6) **ขั้นตอนการก่อสร้างสำเร็จตามวัตถุประสงค์** (Substantial Completion)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่รับรองว่าอาคารสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการก่อสร้างโครงการแล้ว โดยที่งานทั้งหมดอาจจะยังไม่เสร็จสมบูรณ์ก็ตาม โดยงานที่ยังก่อสร้างไม่เสร็จและงานที่ต้องแก้ไขเพิ่มเติม จะต้องบันทึกลงในรายการตรวจสอบงานที่ก่อสร้าง (Punch List)

(7) **ขั้นตอนการก่อสร้างสำเร็จตามสัญญา** (Final Completion)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่รับรองว่าอาคารได้ก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ตามสัญญาที่ได้ตกลงกันเอาไว้เรียบร้อยแล้ว

(8) **ขั้นตอนการรับรองการใช้อาคาร** (Certificate of Occupancy)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการขอใบรับรองการใช้อาคาร ซึ่งใบรับรองนี้จะสิ่งยืนยันว่าอาคารมีความปลอดภัยและสามารถใช้งานจริงได้

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของช่วงเวลา Conception Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
10 00 00	Conception Stage	10 11 00	Needs Identification Phase	10 11 14	Project Description Phase
				10 11 17	Imagination Phase
				10 11 21	Inception Phase
		10 14 00	Concept Phase	10 14 14	Market Analysis Phase
				10 14 15	Research Phase
				10 14 17	Project Feasibility Phase
				10 14 21	Project Programming Phase
				10 14 24	Project Planning Phase
		10 27 00	Pre-Design Phase		
		10 31 00	Budgetary Estimate Phase		
		10 34 00	Definition Phase		
		10 37 00	Conceptual Phase	10 37 11	Data Collection Phase
				10 37 14	Site Survey Phase
				10 37 21	Geotechnical Investigation Phase
		10 41 00	Preliminary Design Phase	10 41 11	Schematic Design Phase
				10 41 21	Design Development Phase
				10 41 31	Preliminary Estimate Phase
				10 41 34	Technical Studies Phase
				10 41 37	Public Consultation Phase
				10 41 41	Analysis Phase
				10 41 44	Feasibility Phase
				10 41 47	Environmental Studies Phase
				10 41 51	Due Diligence Phase
				10 41 54	Site Selection Phase
				10 41 57	Property Acquistion Planning Phase
				10 41 61	Planning Phase
		10 43 00	Scheduling Phase		
		10 45 00	Budgeting Phase		

2.4 ประโยชน์ของโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED

โครงการอาคารเขียวนั้นมีความซับซ้อนและยุ่งยากมากกว่าการก่อสร้างอาคารปกติ แต่ในปัจจุบันได้มีโครงการจำนวนมากได้ยื่นขอรับรองอาคารเขียว แสดงได้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจาก

โครงการอาคารเขียว โดยประโยชน์ที่จะได้รับนี้แบ่งออกได้เป็น 4 ด้าน (จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์, 2552) ได้แก่

(1) ประโยชน์ต่อเจ้าของโครงการ

1) การส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรให้บุคคลทั่วไปรับรู้ว่า เจ้าของโครงการมีส่วนช่วยอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

2) การเพิ่มมูลค่าโครงการ จากการศึกษาพบว่าโครงการที่ได้รับการรับรองอาคารเขียวจะมีราคาค่าเช่าพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยราคาค่าเช่าที่เพิ่มขึ้นนี้จะขึ้นอยู่กับระดับของอาคารเขียว

3) การดึงดูดผู้ใช้อาคาร เมื่ออาคารมีประสิทธิภาพและคุณภาพภายในอาคารดี จะส่งผลให้ความต้องการใช้อาคารมีเพิ่มขึ้น

4) การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จากการศึกษาพบว่าอาคารที่มีสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดี จะส่งผลให้ผู้ใช้อาคารขาดงานจากโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้อาคารลดลง และสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีนี้จะส่งผลให้ผู้ใช้อาคารมีความพึงพอใจ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานจะเพิ่มขึ้นอีกด้วย

5) การลดค่าใช้จ่ายของอาคาร เนื่องจากอาคารเขียวเป็นอาคารที่มีการอนุรักษ์พลังงาน ฉะนั้นค่าใช้จ่ายในด้านการใช้ไฟฟ้าและน้ำจะสามารถประหยัดได้มากกว่าอาคารทั่วไป

6) การสนับสนุนจากรัฐบาล นโยบาลของรัฐบาลในบางประเทศจะมีการลดภาษีที่ดินสำหรับการก่อสร้างโครงการเขียว

(2) ประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติวิชาชีพ

โครงการอาคารเขียวจะต้องใช้ความรู้ความชำนาญจากวิชาชีพต่าง ๆ เช่น สถาปนิก วิศวกร จึงเป็นโอกาสที่ดีในยกระดับวิชาชีพให้สูงขึ้น ส่งผลให้ค่าบริการวิชาชีพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้โครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED จะมีการให้คะแนนพิเศษสำหรับโครงการที่มี LEED AP (LEED Accredited Professionals) ฉะนั้นจึงเป็นเพิ่มวิชาชีพเฉพาะทางขึ้นมาอีกหนึ่งวิชาชีพอีกด้วย

(3) ประโยชน์ต่อผู้ใช้อาคาร

สภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีขึ้น เนื่องจากอาคารเขียวจะมีการประเมินด้านสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น คุณภาพอากาศภายในอาคาร ความอิสระในการควบคุม สภาวะน่าสบาย และแสงธรรมชาติ สภาพแวดล้อมภายในอาคารเขียวจะดีกว่าอาคารทั่วไป จากการวิจัยพบว่า สภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีกว่านี้จะทำให้ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

(4) ประโยชน์ต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

การที่อาคารใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ลดลง จะส่งผลให้ขยะและมลภาวะที่ลดลง รวมไปถึงลดการปล่อยสารเรือนกระจกจากโรงงานไฟฟ้าซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะโลกร้อน ดังนั้นการก่อสร้างอาคารเขียวนี้จะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งในปัจจุบันและอนาคต

2.5 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED

โครงการอาคารเขียวต้องใช้ความรู้ความชำนาญตลอดจนความร่วมมือจากหลายฝ่าย ได้แก่ เจ้าของโครงการ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับจ้างก่อสร้าง ผู้ตรวจสอบอาคาร และผู้เชี่ยวชาญด้าน LEED (จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์, 2552)

(1) เจ้าของโครงการ

เจ้าของโครงการเป็นผู้ที่มีบทบาทสูงสุดในการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการอาคารเขียว เจ้าของโครงการควรศึกษาถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการอาคารเขียว ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเข้าร่วมประเมินอาคารเขียว ค่าก่อสร้างที่เพิ่มสูงขึ้น บทบาทที่สำคัญของเจ้าของโครงการในการประเมิน LEED ได้แก่ การเลือกที่ตั้งโครงการที่เหมาะสม การพิจารณานำอาคารเก่ากลับมาใช้ใหม่ การจัดทำรายละเอียดโครงการ การเลือกใช้ไฟฟ้าจากการผลิตด้วยแหล่งพลังงานหมุนเวียน และการเลือกคณะทำงาน

(2) สถาปนิก

สถาปนิกเป็นผู้ที่มีบทบาทในการออกแบบอาคารเพื่อที่จะผ่านเกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน LEED ในหลายหัวข้อ เช่น การจัดวางผังบริเวณ การจัดพื้นที่เปิดโล่ง การเลือกใช้พื้นที่ดาดแข็ง การเลือกใช้วัสดุภายในอาคารที่มีความยั่งยืนและมีมลพิษต่ำ การจัดวางอาคารให้อยู่ในทิศทางที่เหมาะสมและการออกแบบสัดส่วนช่องเปิดเพื่อลดการใช้พลังงาน การออกแบบและเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีประสิทธิภาพสูง และการออกแบบเพื่อรับแสงธรรมชาติและวิวภายนอก

(3) วิศวกร

ในการเข้าร่วมการประเมินโครงการอาคารเขียว จะต้องมีวิศวกรในสาขาต่าง ๆ เข้ามามีส่วนร่วมเช่น วิศวกรสุขาภิบาล สิ่งแวดล้อม เครื่องกล โยธา และไฟฟ้า โดยบทบาทที่สำคัญต่อการเข้าร่วมประเมิน LEED ได้แก่ การออกแบบระบบระบายและกักเก็บน้ำฝน การออกแบบระบบสุขาภิบาลที่ประหยัดการใช้น้ำประปา การนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ การออกแบบและเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่ได้มาตรฐานตลอดจนไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การลดมลภาวะทางแสงจากทั้งภายในและภายนอกอาคาร การใช้โครงสร้างอาคารที่เอื้อต่อการลดการใช้ทรัพยากรใหม่และการขนส่ง การลดผลกระทบจากการสูบบุหรี่และแหล่งมลภาวะภายในอากาศ การสร้างสภาวะน่าสบาย การออกแบบระบบปรับอากาศและแสงสว่างที่ให้อิสระในการควบคุมกับผู้ใช้อาคาร

(4) ผู้รับจ้างก่อสร้าง

ผู้รับจ้างก่อสร้างควรมีความรู้ในด้านการก่อสร้างที่มีมลภาวะต่ำตั้งแต่การจัดการบริเวณสถานที่ก่อสร้าง ได้แก่ การป้องกันหน้าดิน การป้องกันมลภาวะทางน้ำ การป้องกันฝุ่นละอองขณะก่อสร้าง ควรคำนึงถึงการป้องกันมลภาวะตกค้างและการลดมลภาวะก่อนการใช้อาคาร อีกทั้งควรมีความชำนาญในการจัดการขยะ การแยกขยะเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และการแปรกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ผู้รับจ้างก่อสร้างควรรู้แหล่งวัสดุที่ยั่งยืนต่าง ๆ ทั้งวัสดุนำกลับมาใช้ใหม่ วัสดุ

แปรกลับมาใช้ใหม่ วัสดุพื้นถิ่น วัสดุปลูกทดแทนได้เร็ว และวัสดุมลภาวะต่ำจำพวกสี สารยาแนว พรม และไม้อัด

(5) ผู้ตรวจสอบอาคาร

เนื่องจากระบบประเมิน LEED สำหรับการก่อสร้างอาคารใหม่ มีความต้องการการยืนยันประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านพลังงานให้สอดคล้องกับที่ได้ออกแบบไว้ จึงมีการกำหนดให้ต้องมีผู้ตรวจสอบอาคารที่เป็นอิสระจากผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้าง ระบบประเมิน LEED กำหนดให้มีการวางแผนการมีส่วนร่วมของผู้ตรวจสอบอาคารตั้งแต่การบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ แนวทางการออกแบบ และกำหนดหน้าที่ของผู้ตรวจสอบอาคารอย่างต่อเนื่องไปจนถึงการตรวจสอบสภาพอาคารจริง

(6) ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED

เนื่องจากกระบวนการประเมิน LEED มีความซับซ้อนในหลาย ๆ หัวข้อ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเข้าใจในมาตรฐานเป็นอย่างดี เข้ามาช่วยให้คำแนะนำแก่โครงการที่เข้าร่วมการประเมิน โดยทาง USGBC ได้มีการจัดสอบ LEED AP ขึ้น ผู้ที่สอบผ่านจะถือว่าได้รับการรับรองความเป็นผู้ชำนาญทางระบบประเมิน LEED บทบาทของ LEED AP ได้แก่ ให้คำปรึกษาในระหว่างโครงการเข้าร่วมการประเมิน การประเมินศักยภาพโครงการ การเลือกระบบประเมิน LEED ที่เหมาะสมกับโครงการ การอบรมบุคลากรและให้ความรู้เกี่ยวกับระบบประเมิน LEED และการลงทะเบียนและทำธุรกรรมกับทาง USGBC

2.6 การบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว

การพัฒนาโครงการอาคารเขียวให้ประสบความสำเร็จต้องมีการบริหารจัดการโครงการที่ดี ซึ่งการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวนี้มีความแตกต่างจากอาคารทั่วไปอยู่หลายประเด็น Robichaud และ Anantamula (2011) ได้นำเสนอความแตกต่างกันแยกตามขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ 4 ขั้นตอน คือ

(1) **ความเป็นไปได้** (Feasibility)

ขั้นตอนความเป็นไปได้มีความแตกต่างกันใน 5 กระบวนการ ได้แก่ การประเมินความต้องการของโครงการ การเลือกผู้จัดการโครงการ การวิเคราะห์และวางแผนสถานที่ก่อสร้างเบื้องต้น การประชุมการออกแบบ และการเลือกสถานที่ก่อสร้าง รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนความเป็นไปได้ (Feasibility) (ที่มา: Robichaud และ Anantamula, 2011)

Project process	Traditional construction	Green construction
Phase 1: Feasibility		
Project need assessment	Define need based on market conditions, physical needs, or other narrow scopes.	Need definition, in addition to market conditions, physical needs, etc., includes environmental goal, LEED certification level, as well as the amount of capital investment toward green initiatives.
Project manager selection	Select an in-house manager or hire one to serve as the project manager. Selection may or may not happen this early in the project.	Hire an experienced green building consultant/project manager who is familiar with the product type and market and has exposure to all phases of sustainable construction; a LEED accredited professional is optimal and strongly recommended.
Preliminary site analysis and plan	Develop a preliminary budget estimate based on past or benchmarked traditional projects; unit costs are applied to a preliminary scope of work.	Finalize economic and ecological goals based on cost/benefit analysis. Consider site characteristics and weigh building needs against ecological issues. The preliminary budget is aligned with the project's unique goals, and is often accomplished by creating a cost model that aligns resources with program goals to ensure project priorities are not mismatched to resources . A LEED checklist and documenting system
Design charrette	Charrettes may or may not be implemented during a conventional project. They are often perceived as economic waste or schedule inhibitors.	Must include all key external stakeholders, including surrounding property owners and other community representatives. Diverse representation from the project team functions (design, architecture, building contractor, environmental engineer, real estate consultant, etc.) is optimal. The final report serves as
Final site selection	Select site based on traditional proforma with little stakeholder involvement.	Select site based on stakeholder involvement including community input, At this point, the construction team is in place (the owner, the project manager, the architect and the contractor), and all parties have a stake in site selection.

(2) **การออกแบบ** (Design)

ขั้นตอนการออกแบบมีความแตกต่างกันใน 6 กระบวนการ ได้แก่ การกำหนดงบประมาณและตารางการทำงาน การรับรองการแบ่งพื้นที่ การเลือกทีมออกแบบ การพัฒนาเอกสารการก่อสร้าง การตรวจสอบการอนุญาตจากรัฐบาล และการประมูลโครงการ รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

(3) **การนำไปใช้งาน** (Implementation)

ขั้นตอนการนำไปใช้งานมีความแตกต่างกันใน 4 กระบวนการ ได้แก่ การทำสัญญา การก่อสร้าง การตรวจสอบ และการรับรอง LEED รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังตารางที่ 2.4

(4) **สิ้นสุดโครงการ** (Closeout)

ขั้นตอนการนำไปใช้งานมีความแตกต่างกันใน 1 กระบวนการ คือ การใช้งานและการดำเนินการ รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังตารางที่ 2.5

2.7 บทสรุป

อาคารเขียว คือ สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบโดยการคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและใช้กระบวนการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ อีกทั้งยังพิจารณาถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งพิจารณาตลอดอายุการใช้งานของสิ่งก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกที่ตั้งอาคาร การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการใช้งาน การบำรุงซ่อมแซม และการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ

การที่เจ้าของโครงการจะพิจารณาเข้าร่วมการประเมินอาคารเขียวนั้น มีสาเหตุโดยทั่วไปมาจาก การส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรในด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม และการลดค่าใช้จ่ายในการใช้อาคาร (จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์, 2552)

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการออกแบบ (Design) (ที่มา: Robichaud และ Anantamula, 2011)

Project process	Traditional construction	Green construction
Phase 2: Design		
Initial budget and schedule	Budgets are typically developed by an architect based on a formula or unit costs, which can vary as much as 15% from actual costs. They are often created and expended with little consideration of future operating and maintenance costs.	Complete preconstruction estimates with input from the builder, project manager, architect, and real estate consultant. Estimating costs associated with specialized areas like green-building products require experience. The budget may also include an emphasis on life cycle costing, shifting focus from short-term return on investment (ROI) to long-term gains from operational savings.
Zoning approval	At this point in the project, this is often the first time regulatory agencies have seen design concepts or site plans. This can sometimes cause rework in the planning and feasibility stages if the concepts do not fit zoning ordinances or local land use goals.	The zoning approval process can often go more smoothly after an inclusive charrette process has been completed because the project will be less likely to face community resistance. The Charette process also encourages feedback from local government planners and other regulatory agencies in the early stages so that zoning considerations are factored into the site plan well in advance.
Design team selection	Select the architect or general contractor depending on the type of contract. All consultants report to the architect or general contractor.	Usually, the core design team has already been selected by this time. Additional experts for technical systems may be interviewed and selected.
Construction document development	Although the design is finalized by this time, often green initiatives are considered, causing rework.	Because the integrated team has participated in the planning and design process, construction documents can be developed more efficiently and with little design modifications.
Government permitting review	Plans are often reviewed for the first time for engineering compliance grading, erosion control, and storm water standards, building codes, water and sewer systems, etc.	Government stakeholders are involved at earlier stages to ensure compliance with local, state and federal guidelines. The regulation of these important environment systems like wastewater and erosion control are significantly connected to LEED requirements.
Project bidding	“Hard bid” methods are most common, where the lowest bid cost is awarded and subcontracts are negotiated by the contractor on a closed-book basis.	Recommend an “overhead/fee bid with an open-book subcontracting process” for green projects. Stipulations for minimum number of bids and cost savings allocations can also be included. “Open book” subcontracting allows the owner to have access to the estimates and pricing submitted by subcontractors.

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนการนำไปใช้งาน (Implementation) (ที่มา: Robichaud และ Anantamula, 2011)

Project process	Traditional construction	Green construction
Phase 3: Implementation		
Contracting	Traditional contracts like cost-plus-percentage or cost-plus-fixed fee are applied. Sometimes work is further divided into multiple contracts, depending on uncertainty surrounding the project. The less confident the builder feels about the project, the higher the fee or risk premium will be.	Integrated development requires a different kind of client/ architect and client/contractor contract. Contracts should include performance agreements, incentives, and bonuses for implementing sustainable practices and exceeding sustainability goals. Contracts should also include specific provisions for LEED points, Energy Star requirements, the use of recyclable materials, on-site recycling requirements, and agreements to return unused materials to vendors, among others.
Construction	Weekly site inspections are typically reported by architect or builder. There is little cross-communication among the site workforce, including subcontractors.	Launch construction with kickoff meeting that includes a sustainable education component for on-site construction personnel; monthly on-site meetings are required by entire site workforce and include periodic education and training sessions on green building. Sustainability requirements are reviewed with each subcontractor prior to commencing work.
Inspections	Field changes caused by fragmentation in the owner-architect-builder relationship can require additional government inspections, which create cost and	Field changes caused by fragmentation in the owner-architect-builder relationship can require additional government inspections, which create cost and schedule inefficiencies.
LEED certification	Typically not applicable. If the project is seeking certification, documentation can be difficult to assemble from multiple sources.	The ongoing efforts of the project manager, coupled with the benefits of an integrated team and specialized technology, can make compiling and submitting documentation more efficient for the project's schedule and budget.

อาคารหนึ่ง ๆ จะได้รับการยอมรับว่าเป็นอาคารเขียวนั้นต้องผ่านเกณฑ์ระบบประเมิน ระบบประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ระบบประเมิน LEED ขององค์กร USGBC ข้อพิจารณาในการประเมินของระบบประเมินนี้มี 7 ด้าน ได้แก่ Sustainable Site, Water Efficiency, Energy and Atmosphere, Material and Resources, Indoor Environmental Quality, Innovation in Design, และ Regional Priority

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดความแตกต่างของแต่ละกระบวนการในขั้นตอนสิ้นสุดโครงการ (Closeout) (ที่มา: Robichaud และ Anantamula, 2011)

Project process	Traditional construction	Green construction
Phase 4: Close out		
Occupancy and operations	Minimal testing is performed before the building is turned over for operations.	Building commissioning is an essential step in ensuring the building systems function as intended and set forth in the project criteria. The commissioning authority has been hired from the onset and understands the owner's goals and investments.

การที่อาคารจะได้รับการรับรองอาคารเขียว สามารถทำได้โดยการออกแบบและก่อสร้างให้ผ่านเกณฑ์การประเมินของระบบประเมินเท่านั้น แต่การก่อสร้างอาคารเขียวที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องคำนึงถึงการควบคุมต้นทุนของโครงการและความปลอดภัยในการก่อสร้างด้วย ต้นทุนนี้จะพิจารณาทั้งด้านเงินและเวลา การที่จะควบคุมต้นทุนของโครงการได้ต้องมีการบริหารจัดการโครงการที่ดี จึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนาระบบบริหารโครงการอาคารเขียวขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาโครงการ ระบบนี้จะทำให้ทุกฝ่ายเข้าใจถึงการพัฒนาโครงการอาคารเขียวและสิ่งที่ต้องปฏิบัติมากยิ่งขึ้น ในส่วนของความปลอดภัยของคนงานในการก่อสร้างอาคารเขียว จะมีผลลัพธ์ไม่ต่างกับการก่อสร้างอาคารทั่วไป (Sathyanarayanan, Gambatese และ Behm, 2009)

การก่อสร้างอาคารเขียวนี้ถือว่าเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย จากบทความและการศึกษาต่าง ๆ ในประเทศไทยนั้นพบว่า โดยทั่วไปจะเกี่ยวกับประโยชน์ของอาคารเขียวในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ และสังคม (ECONNorthwest, 2001) การพัฒนาระบบประเมินอาคารเขียว (Hikmat and Saba, 2009) และการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบประเมินอาคารเขียวขององค์กรต่าง ๆ (Kawazu and Shimada, 2005) เป็นส่วนมาก ขณะที่บทความเกี่ยวกับการบริหารโครงการอาคารเขียวนั้นมีอยู่น้อย ทำให้ผู้ที่จะพัฒนาโครงการอาคารเขียวไม่มีองค์ความรู้ในการบริหารโครงการประเภทนี้ ส่งผลให้การพัฒนาโครงการอาคารเขียวประสบความสำเร็จได้ยาก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว (Green Building Information Management System: GBIMS) รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัยมีดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

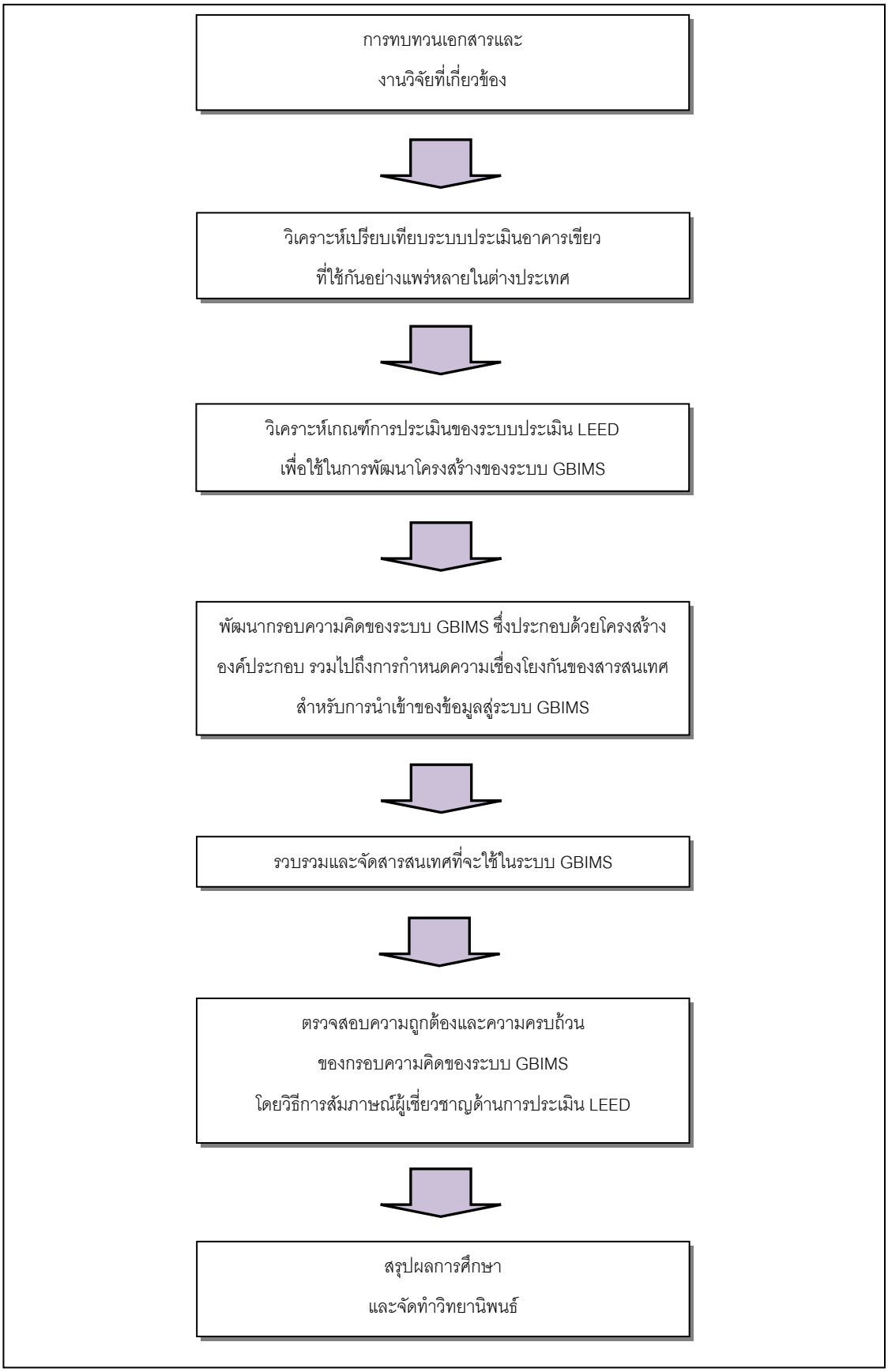
งานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอนหลักแสดงดังภาพที่ 3.1 คือ

(1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากบทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ หนังสือเรียน และเอกสารต่าง ๆ ในหัวข้อที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ความหมายของอาคารเขียว
- ระบบประเมินอาคารเขียว
- ขั้นตอนการพัฒนาโครงการอาคารเขียว
- ประโยชน์ของโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED
- ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED
- การบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว

(2) วิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศเพื่อให้เข้าใจเกณฑ์การประเมินที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียว

(3) วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน LEED เพื่อที่จะทราบถึงขั้นตอนและรายละเอียดของการพัฒนาโครงการอาคารเขียว และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้สำหรับการพัฒนาโครงสร้างของระบบ GBIMS



ภาพที่ 3.1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย

(4) พัฒนากรอบความคิดของระบบ GBIMS สำหรับการจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว กรอบความคิดนี้ประกอบด้วยโครงสร้างของระบบ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการกำหนดความเชื่องโยงกันของสารสนเทศต่าง ๆ สำหรับการนำเข้าของข้อมูลสู่ระบบ GBIMS

(5) รวบรวมและจัดสารสนเทศที่จะใช้ในระบบ GBIMS การนำเข้า (Input) ของสารสนเทศจะต้องมีความเชื่อมโยงกัน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูล คือ แผนผังคลาส (Class Diagram) นอกจากนี้ยังได้กำหนดรหัส (Code) ของสารสนเทศในแผนผังคลาสด้วย เพื่อช่วยในการสืบค้นและแสดงผลของระบบ GBIMS

(6) ตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของกรอบความคิดของระบบ GBIMS โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED เพื่อนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงระบบนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

(7) สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน 8 ระบบ คือ (1) Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), (2) Green Globes, (3) Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM), (4) Green Star, (5) GB Tool, (6) Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), (7) Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB), และ (8) Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK BEAM) เริ่มจากการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของหัวข้อหลักในแต่ละระบบประเมิน จากนั้นวิเคราะห์หัวข้อย่อยของแต่ละหัวข้อหลักเพื่อจัดหมวดหมู่ใหม่ นอกจากการจัดหมวดหมู่นี้แล้วยังได้คำนวณการให้ความสำคัญแต่ละหมวดหมู่ด้วย

การเปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศนี้จะทำให้ทราบถึงภาพรวมของเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวและประเด็นที่แต่ละระบบประเมินอาคารเขียวใช้ในการพิจารณา ซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับการพัฒนาระบบประเมินอาคารเขียวที่มีความครอบคลุมได้ในอนาคต งานวิจัยนี้อ้างอิงระบบประเมิน LEED เป็นแนวทางในการพัฒนากรอบความคิดของระบบ GBIMS เนื่องจากเป็นระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ

3.3 **วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินของระบบประเมิน** LEED

การวิเคราะห์เกณฑ์การประเมินของระบบประเมินนี้เพื่อที่จะทราบถึงขั้นตอนและรายละเอียดของการพัฒนาโครงการอาคารเขียว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลจากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009)

คู่มืออ้างอิงจำแนกออกเป็น 7 หมวดหมู่ (Category) ในแต่ละหมวดหมู่ยังแบ่งออกเป็นเครดิต (Credit) ย่อย ๆ ข้อมูลในแต่ละเครดิตประกอบด้วย 13 หัวข้อ คือ ประโยชน์ที่ได้รับและประเด็นที่ต้องพิจารณา เครดิตที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานอ้างอิง การนำไปดำเนินการ ระยะเวลาและกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง การคำนวณ เอกสาร ตัวอย่าง แบบอย่างการทำให้บรรลุผล การแปรผันตามภูมิภาค การพิจารณาเรื่องการดำเนินการและการบำรุงรักษา ทรัพยากร และคำนิยาม จะเห็นได้ว่าการจัดเรียงข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide เป็นการจัดเรียงข้อมูลสำหรับประเมินคะแนนในแต่ละเครดิตเท่านั้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับขั้นตอนการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวจึงไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้งานได้ทันที หากผู้ใช้งานคู่มืออ้างอิงนี้ต้องการทราบถึงข้อมูลในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในโครงการจะต้องพิจารณารายละเอียดในทุกเครดิตเพื่อที่จะทราบข้อมูลทั้งหมด ส่งผลให้การนำไปใช้งานจริงค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อนเนื่องจากการจัดเรียงของข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide นั้น ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว จึงนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวขึ้นเพื่อช่วยในการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวได้ให้ความสนใจในเรื่องของขั้นตอนการพัฒนาโครงการ กิจกรรมที่ต้องดำเนินการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ เอกสารที่ต้องจัดเตรียม รวมไปถึงข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมในการทำกิจกรรม เช่น วัสดุเขียว (Green Material) ที่สามารถนำมาใช้ได้ และมาตรฐานอ้างอิงที่ต้องใช้สำหรับการออกแบบและก่อสร้างอาคารเขียว

การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวทำได้โดยการคัดแยกจากแต่ละเครดิตในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ข้อมูลที่รวบรวมได้นี้จะนำมาใช้สำหรับการพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว โครงสร้างของระบบที่นำเสนอใช้หลักการแบบจำลองเชิงลำดับชั้น (Hierarchical Holographic Modeling) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสารสนเทศของระบบ โครงสร้างของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information)

3.4 พัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

งานวิจัยนี้ได้พัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว หน้าที่หลักของระบบนี้คือการจัดการสารสนเทศต่าง ๆ ในโครงการอาคารเขียวให้เป็นระบบและเชื่อมโยงกันเพื่อที่จะสามารถนำสารสนเทศดังกล่าวไปใช้ในการบริหารจัดการโครงการต่าง ๆ โครงสร้างของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) จากนั้นจึงระบุองค์ประกอบในแต่ละส่วน คือ ขั้นตอนหลัก (Stage) กระบวนการ (Process) กิจกรรม (Activity) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ (Participant) รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง (Reference Standard) ตามความสัมพันธ์กันที่ระบุไว้ในกรอบความคิดของระบบ GBIMS

3.5 รวบรวมและจัดสารสนเทศที่จะใช้ในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

เมื่อระบบ GBIMS ได้ถูกพัฒนาและองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ถูกระบุออกมาแล้ว จึงนำสารสนเทศที่เกี่ยวข้องเข้าสู่ระบบ GBIMS การจัดเก็บข้อมูลต้องมีรูปแบบที่แน่นอน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูลคือ แผนผังคลาส (Class Diagram) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัส (Code) ของสารสนเทศในแผนผังคลาสด้วย การนำเข้าข้อมูลจากการกำหนดรหัสและการเชื่อมโยงของสารสนเทศในแผนผังคลาสช่วยให้การสืบค้นและแสดงผลของระบบ GBIMS ทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การแสดงผลของงานวิจัยนี้ได้แสดงสารสนเทศและรหัสในรูปแบบตารางตามความเชื่อมโยงของกรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว ได้แก่ ขั้นตอนหลัก กระบวนการ กิจกรรม ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ

รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง ตามลำดับ

3.6 ตรวจสอบสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวโดยวิธีการสัมภาษณ์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว ผู้วิจัยนำระบบ GBIMS เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านระบบประเมิน LEED (LEED Accredited Professionals) จากนั้นผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้ที่ทดลองการใช้งานเพื่อนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้กรอบความคิดของระบบ GBIM มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

3.7 สรุปผลการศึกษา ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนนี้สรุปผลวิจัยของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว ประกอบด้วย โครงสร้างของระบบ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ความเชื่องโยงกันของสารสนเทศ รวมไปถึงข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

3.8 บทสรุป

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 7 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศเพื่อให้เข้าใจเกณฑ์การประเมินที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียว จากนั้นจึงวิเคราะห์สารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวในระบบประเมิน LEED จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ระบบประเมินนี้จะใช้สำหรับการพัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว (Green Building Information Management System: GBIMS) รายละเอียดของเกณฑ์การประเมินนี้ทำให้ทราบถึงสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนาโครงสร้างของระบบ GBIMS หลังจากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนากรอบความคิดของระบบ GBIMS สำหรับการจัดการสารสนเทศต่าง ๆ ในโครงการอาคารเขียวให้

เป็นระบบและเชื่อมโยงกันตามโครงสร้างที่ได้กำหนดไว้ โครงสร้างของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) จากนั้นจึงระบุองค์ประกอบในแต่ละส่วน คือ ขั้นตอนหลัก (Stage) กระบวนการ (Process) กิจกรรม (Activity) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ (Participant) รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง (Reference Standard) ตามความสัมพันธ์กันที่ระบุไว้ในกรอบความคิดของระบบ GBIMS เมื่อพัฒนากรอบความคิดของระบบ GBIMS ได้ถูกพัฒนาและองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ถูกระบุออกมาแล้ว ผู้วิจัยจะรวบรวมและจัดสารสนเทศที่จะใช้ในระบบ GBIMS การนำเข้า (Input) ของสารสนเทศจะต้องมีความเชื่อมโยงกัน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูล คือ แผนผังคลาส (Class Diagram) นอกจากนี้ยังได้กำหนดรหัส (Code) ของสารสนเทศในแผนผังคลาสด้วย การแสดงผลของระบบนี้จะอยู่ในรูปแบบตารางตามความเชื่อมโยงที่กำหนดเอาไว้ จากนั้นผู้วิจัยนำของระบบ GBIMS ไปตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนโดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED เพื่อนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงระบบนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ในขั้นตอนสุดท้ายผู้วิจัยเรียบเรียงและสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของงานวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต แล้วเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

บทที่ 4

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวของต่างประเทศ

บทนี้นำเสนอการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันในปัจจุบัน 8 ระบบ คือ (1) Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), (2) Green Globes, (3) Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM), (4) Green Star, (5) GB Tool, (6) Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), (7) Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB), และ (8) Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK BEAM) งานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินต่าง ๆ รวบรวบข้อพิจารณาและจัดหมวดหมู่ใหม่ รวมถึงจัดลำดับความสำคัญของหมวดหมู่เหล่านั้น เพื่อให้เข้าใจเกณฑ์การประเมินจากระบบประเมินอาคารเขียวหลักต่าง ๆ ที่ใช้กัน ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาระบบประเมินอาคารเขียวให้มีความครอบคลุมยิ่งขึ้น

4.1 การเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินของระบบประเมินอาคารเขียวต่าง ๆ

ระบบที่พิจารณาในบทนี้ประกอบด้วย 8 ระบบ คือ (1) Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) เป็นระบบประเมินที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน USGBC ของประเทศอเมริกา, (2) Green Globes เป็นระบบประเมินที่พัฒนาขึ้นโดยองค์กร GBI ของประเทศอเมริกา, (3) Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM) เป็นระบบประเมินที่ใช้กันในสหราชอาณาจักร, (4) Green Star เป็นระบบประเมินที่พัฒนาจากประเทศออสเตรเลีย, (5) GB Tool เป็นระบบประเมินจากประเทศแคนาดา, (6) Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) เป็นระบบประเมินที่ใช้กันในประเทศญี่ปุ่น, (7) Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) เป็นระบบประเมินจากประเทศเยอรมัน, และ (8) Hong Kong Building Environmental Assessment Method (HK BEAM) เป็นระบบประเมินที่พัฒนาจากประเทศฮ่องกง ระบบที่นำมาเปรียบเทียบนี้เป็นระบบประเมินอาคารเขียวหลักที่ใช้กันและพัฒนาจากประเทศที่อยู่ในทวีปต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป และทวีปเอเชีย ทำให้การ

เปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินมีความครอบคลุมมากขึ้น สำหรับระบบประเมินของประเทศไทยที่พัฒนาโดยคณะกรรมการอาคารเขียวมีความคล้ายคลึงกับระบบประเมิน LEED เนื่องจากการพัฒนาระบบประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยได้อ้างอิงระบบประเมิน LEED (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552) อีกทั้งในขณะที่ทำวิจัยนี้ ระบบประเมินของไทยยังไม่เริ่มใช้อย่างเป็นทางการ ฉะนั้นงานวิจัยนี้จึงไม่นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบด้วย

ตารางที่ 4.1 แสดงเกณฑ์การประเมินของระบบประเมินอาคารเขียวทั้ง 8 ระบบ และสามารถสรุปหัวข้อหลักในการพิจารณาได้ทั้งสิ้น 16 หัวข้อ คือ

(1) Sites เป็นหัวข้อเกี่ยวกับสถานที่ก่อสร้าง

(2) Energy เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการใช้พลังงาน

(3) Water เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการใช้น้ำ

(4) Materials and Resources เป็นหัวข้อเกี่ยวกับวัสดุและทรัพยากรก่อสร้าง

(5) Indoor Environmental Quality เป็นหัวข้อเกี่ยวกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร

(6) Innovation เป็นหัวข้อเกี่ยวกับนวัตกรรม

(7) Regional Priority เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการให้ความสำคัญภูมิภาคของพื้นที่ก่อสร้าง

(8) Project Management เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการบริการโครงการ

(9) Emissions/Pollution เป็นหัวข้อเกี่ยวกับมลพิษ

(10) Transport เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการขนส่ง

(11) Waste เป็นหัวข้อเกี่ยวกับของเสียจากโครงการก่อสร้าง

(12) Long-Term Performance เป็นหัวข้อเกี่ยวกับการใช้งานโครงการในระยะยาว

(13) Environmental เป็นหัวข้อเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

(14) Economic เป็นหัวข้อเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์

(15) Outdoor Environment on Site เป็นหัวข้อเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคารในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

(16) Technical Quality เป็นหัวข้อเกี่ยวกับเทคนิคการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.1 ข้อพิจารณาและการให้คะแนนของแต่ละระบบประเมิน

ข้อพิจารณา	LEED		Green Globes		BREEAM		Green Star		GBTool		CASBEE		DGNB		HK Beam	
	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%	คะแนน	%
1.Sites	26	23.64	120	12.00	10	8.70	8	5.63	0.118	11.80			22.50	22.50	25	15.72
2.Energy	35	31.82	300	30.00	24	20.87	29	20.42	0.186	18.60	3.30	16.67			43	27.04
3.Water	10	9.09	130	13.00	6	5.22	12	8.45							14	8.81
4.Materials and Resources	14	12.73	145	14.50	12	10.43	22	15.49			3.10	15.66			23	14.47
5.Indoor Environmental Quality	15	13.64	160	16.00	13	11.30	27	19.01	0.160	16.00	3.50	17.68			49	30.82
6.Innovation	6	5.45			10	8.70	5	3.52							5	3.14
7.Regional Priority	4	3.64														
8.Project Management			100	10.00	10	8.70	12	8.45	0.105	10.50	3.00	15.15	10.00	10.00		
9.Emissions/Pollution			45	4.50	13	11.30	16	11.27					22.50	22.50		
10.Transport					10	8.70	11	7.75								
11.Waste					7	6.09										
12.Long-Term Performance									0.111	11.10						
13.Environmental									0.211	21.10	3.50	17.68				
14.Social and Economic									0.109	10.90			22.50	22.50		
15.Outdoor Environment on Site											3.40	17.17				
16.Technical Quality													22.50	22.50		
รวม	110	100	1000	100	115	100	142	100	1.000	100	19.80	100	100.00	100	159	100

จะเห็นได้ว่าบางหัวข้อจะถูกพิจารณาในหลายระบบประเมิน แต่ในบางหัวข้อจะถูกพิจารณาเพียงระบบประเมินเดียวเท่านั้น ตัวอย่างเช่น หัวข้อ Site ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานที่ก่อสร้างจะถูกพิจารณาในเกือบทุกระบบประเมิน ยกเว้นระบบประเมิน CASBEE เท่านั้น ต่างจากหัวข้อ Technical Quality ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคนิคการก่อสร้าง จะถูกพิจารณาในระบบประเมิน DGNB เพียงระบบเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดหมวดหมู่ของแต่ละระบบประเมินอาคารเขียวมีแนวคิดที่แตกต่างกัน การพิจารณาเฉพาะหัวข้อหลักของแต่ละระบบประเมินนี้ทำให้ทราบเพียงภาพรวมของเกณฑ์การประเมินเท่านั้น ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อหลักเพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ถึงความเหมือนและความแตกต่างกันของหัวข้อที่นำมาใช้พิจารณาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.2 หัวข้อย่อยของระบบประเมินอาคารเขียวทั้ง 8 ระบบ

หัวข้อหลักของแต่ละระบบประเมินอาคารเขียวในข้างต้นจะถูกแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ดังรายละเอียดซึ่งแสดงไว้ในหัวข้อที่ 2.2 เมื่อวิเคราะห์หัวข้อย่อยของทุกระบบพบว่า หัวข้อย่อยหลายหัวข้อมีการพิจารณาในเรื่องที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างเช่น เรื่อง Site ระบบประเมินอาคารเขียวทั้ง 8 ระบบประเมิน ให้ความสนใจในเรื่องดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการใช้พื้นที่ที่มีสารปนเปื้อนมาปรับสภาพใหม่เพื่อใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้างหรือการให้ความสำคัญกับระบบนิเวศน์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และจัดกลุ่มหัวข้อย่อยที่มีการพิจารณาในเรื่องที่คล้ายคลึงกัน เริ่มจากการรวบรวมหัวข้อย่อยทั้งหมดจากระบบประเมิน 8 ระบบซึ่งหัวข้อย่อยมีทั้งสิ้น 349 หัวข้อ จากนั้นพิจารณารายละเอียดในแต่ละหัวข้อย่อยเพื่อคัดแยกหัวข้อย่อยที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งใช้แนวทางในการคัดแยกตามหัวข้อหลักที่ระบบประเมินส่วนมากได้กำหนดเอาไว้ ได้แก่ เรื่อง Site, เรื่อง Energy, เรื่อง Water, เรื่อง Material, เรื่อง Indoor Environmental Quality, และเรื่อง Project Management ในบางหัวข้อย่อยที่มีรายละเอียดไม่สอดคล้องกับหัวข้อหลักที่ได้กล่าวไว้จะคัดแยกออกมาเพื่อจัดกลุ่มใหม่ จากการวิเคราะห์และจัดกลุ่มสามารถกำหนดหมวดหมู่ใหม่ได้ทั้งสิ้น 8 หมวดหมู่ คือ

(1) Emission

(2) Energy

(3) Indoor Environmental Quality

(4) Innovation

(5) Management

(6) Material and Resource

(7) Site

(8) Water

ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างหัวข้อย่อยในหมวดหมู่มลพิษภายหลังจากการจัดหมวดหมู่ใหม่ทั้ง 39 หัวข้อ มาจากระบบประเมิน LEED 3 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน Green Globe 7 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน BREEAM 7 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน Green Star 9 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน GB Tool 3 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน CASBEE 2 หัวข้อย่อย ระบบประเมิน DGNB 6 หัวข้อย่อย และระบบประเมิน HK BEAM 2 หัวข้อย่อย สำหรับหัวข้อย่อยของแต่ละหมวดหมู่จะแสดงไว้ในภาคผนวก ข

4.3 การจัดลำดับความสำคัญของหมวดหมู่ตามการจัดกลุ่มใหม่

จากการจัดหมวดหมู่หัวข้อย่อยของระบบประเมินอาคารเขียวในหัวข้อที่ 4.2 ผู้วิจัยสามารถจัดลำดับความสำคัญของหมวดหมู่เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการให้ความสำคัญในหมวดหมู่ต่าง ๆ จากระบบการประเมินทั้ง 8 ระบบ การจัดลำดับความสำคัญนี้จะใช้การคำนวณคะแนนของแต่ละหมวดหมู่ออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งมีวิธีการคำนวนคะแนนดังนี้

(1) คำนวณคะแนนของแต่ละหัวข้อย่อยให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ของแต่ละระบบประเมิน ตัวอย่างเช่น หัวข้อย่อย Sustainable Site Credit 1 ของระบบประเมิน LEED มีคะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 110 คะแนน เมื่อคำนวณให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์จะมีค่าเท่ากับ 0.91 เปอร์เซ็นต์

(2) รวมคะแนนของทุกหัวข้อย่อยตามหมวดหมู่และระบบประเมินอาคารเขียว อีกทั้งคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละหมวดหมู่จาก 8 ระบบประเมิน งานวิจัยนี้กำหนดให้ทุกระบบประเมินมีความสำคัญเท่ากัน ตัวอย่างเช่น ในหมวดหมู่ Site สามารถรวมคะแนนของระบบประเมิน LEED ได้ 22.73 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน Green Globes ได้ 11.30 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน BREEAM ได้ 20.00 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน Green Star ได้ 14.79 เปอร์เซ็นต์, ระบบ

ประเมิน GB Tool ได้ 19.50 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน CASBEE ได้ 22.95 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน DGNB ได้ 6.10 เปอร์เซ็นต์, ระบบประเมิน HK BEAM ได้ 11.95 เปอร์เซ็นต์ และคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 8 ระบบประเมินมีค่าเท่ากับ 16.16 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 แสดงการจัดอันดับของหมวดหมู่จากคะแนนของระบบประเมินทั้ง 8 ระบบจะเห็นได้ว่า หมวดหมู่ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด 3 อันดับแรก คือ ว่า หมวดหมู่ Indoor Environmental Quality, Site, และ Management ตามลำดับ หากพิจารณาในแต่ละระบบประเมินจะเห็นได้ว่าหมวดหมู่ที่มีคะแนนสูงที่สุดในระบบนั้น ๆ ไม่จำเป็นต้องเป็นหมวดหมู่เดียวกันกับหมวดหมู่ที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดของทั้ง 8 ระบบประเมิน ตัวอย่างเช่น ระบบประเมิน LEED กำหนดคะแนนในหมวดหมู่ Energy มากที่สุด แต่เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของระบบประเมินทั้งหมด หมวดหมู่ Energy จะอยู่ในอันดับ 4 เท่านั้น นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความครอบคลุมในหมวดหมู่ใหม่นี้จะมีเพียง 4 ระบบประเมินที่มีหัวข้อย่อยครบในทุกหมวดหมู่ คือ ระบบประเมิน LEED, ระบบประเมิน BREEAM, ระบบประเมิน Green Star, และระบบประเมิน HK BEAM

4.4 สรุปหัวข้อย่อยในการพิจารณาอาคารเขียวในแต่ละหมวดหมู่

หัวข้อนี้ได้เปรียบเทียบและสรุปหัวข้อย่อยที่ระบุไว้ในเกณฑ์การพิจารณาทั้ง 8 ระบบประเมินอาคารเขียว เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาอาคารเขียว เมื่อพิจารณาหัวข้อย่อยในแต่ละหมวดหมู่พบว่า บางหัวข้อย่อยในแต่ละหมวดหมู่มีวัตถุประสงค์ในเรื่องเดียวกัน สามารถรวมหัวข้อย่อยเข้าด้วยกันได้ เช่น หัวข้อย่อย Sustainable Site Credit 3: Brownfield Redevelopment จากระบบประเมิน LEED, หัวข้อย่อย Land Use and Ecology 2: Contaminated Land จากระบบประเมิน BREEAM และหัวข้อย่อย Land Use and Ecology 3: Reclaimed Contaminated Land จากระบบประเมิน Green Star ทั้ง 3 หัวข้อย่อยนี้มีวัตถุประสงค์เดียวกันคือการนำพื้นที่ที่มีสารปนเปื้อนกลับมาใช้ใหม่ได้

ผู้วิจัยเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ของแต่ละหัวข้อย่อยทั้ง 349 หัวข้อ เพื่อรวมหัวข้อย่อยที่มีวัตถุประสงค์เดียวกันเข้าด้วยกัน ทำให้หัวข้อย่อย 349 หัวข้อสามารถรวมกันเหลือ 111 หัวข้อดังแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.2 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่มลพิษจาก 8 ระบบประเมินอาคารเขียว

No.	Category	Point	Rating
	Emission		
SS Credit 8	Light Pollution Reduction	1	LEED
EA Prerequisite 3	Fundamental Refrigerant Management	Required	LEED
EA Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2	LEED
5	Exterior Light Pollution	7	Green Globe
2	Environmental Management during Construction	16	Green Globe
4	Environmental Management – Post Construction	14	Green Globe
1	Building Carbon Dioxide Equivalent (CO2e) Emissions	250	Green Globe
1	Heating Equipment	18	Green Globe
2	Cooling Equipment	21	Green Globe
3	Storage of Janitorial Supplies	6	Green Globe
1	Reduction of CO2 Emissions	15	BREEAM
1	Refrigerant GWP – Building Services	1	BREEAM
2	Preventing Refrigerant Leaks	2	BREEAM
3	NOx emissions from heating source	3	BREEAM
5	Minimising Watercourse Pollution	1	BREEAM
6	Reduction of Night Time Light Pollution	1	BREEAM
7	Noise Attenuation	1	BREEAM
Ene - 1	Greenhouse Gas Emissions	20	Green Star
Emi - 1	Refrigerant ODP	1	Green Star
Emi - 2	Refrigerant GWP	2	Green Star
Emi - 3	Refrigerant Leaks	2	Green Star
Emi - 4	Insulant ODP	1	Green Star
Emi - 5	Watercourse Pollution	3	Green Star
Emi - 6	Discharge to Sewer	5	Green Star
Emi - 7	Light Pollution	1	Green Star
Emi - 8	Legionella	1	Green Star
C1	Greenhouse Gas Emissions	0.038	GB Tool
C2	Other Atmospheric Emissions	0.025	GB Tool
C3	Solid Wastes	0.035	GB Tool
1	Consideration of Global Warming	4.0	CASBEE
3	Consideration of Surrounding Environment	3.0	CASBEE
1	Global warming potential	30	DGNB
2	Ozone depletion potential	5	DGNB
3	Photochemical ozone creation potential	5	DGNB
4	Acidification potential	10	DGNB
5	Eutrophication potential	10	DGNB
6	Risks to the regional environment	30	DGNB
3	Effluent	1	HK BEAM
3	Emissions from the Site	6	HK BEAM

ตารางที่ 4.3 การจัดอันดับของหมวดหมู่จากคะแนนของระบบประเมินทั้ง 8 ระบบ

หมวดหมู่	LEED		Green Globes		BREEAM		Green Star		GB Tool		CASBEE		DGNB		HK BEAM		รวม	
	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%	หัวข้อย่อย	%
1. Indoor Environmental Quality (IEQ)	17	13.64	8	19.45	13	11.30	17	20.42	6	16.00	5	22.46	8	20.25	7	28.93	81	19.06
2. Sites (S)	14	22.73	4	11.30	13	20.00	9	14.79	5	19.50	4	22.95	11	6.10	2	11.95	62	16.16
3. Management (M)	2	4.55	2	7.00	5	8.70	5	5.63	8	32.50	2	10.22	18	48.67	1	1.89	43	14.89
4. Energy (En)	7	30.00	6	14.05	6	7.83	3	4.93	4	12.20	4	17.09	2	5.77	4	27.04	36	14.86
5. Emission (Em)	3	2.73	7	20.70	7	20.87	9	25.35	3	9.80	2	11.73	6	10.38	2	4.40	39	13.25
6. Material and Resource (MR)	9	12.73	10	14.50	11	17.39	11	16.90	1	2.80	2	10.05	3	6.52	3	14.47	50	11.92
7. Water (W)	4	9.09	10	13.00	4	5.22	5	8.45	2	7.20	1	5.52	1	2.31	2	8.18	29	7.37
8. Innovation (I)	1	4.55	-	-	1	8.70	3	3.52	-	-	-	-	-	-	2	3.14	7	2.49
Sum	57	100.00	47	100.00	60	100.00	62	100.00	29	100.00	20	100.00	49	100.00	23	100.00	347	100.00

ตารางที่ 4.4 แสดงหัวข้อย่อยในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติภายหลังจากการรวมหัวข้อที่มีวัตถุประสงค์เหมือนกันเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถลดจำนวนหัวข้อจาก 49 หัวข้อเหลือ 21 หัวข้อ

ตารางที่ 4.4 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Materials and Resources)

	Materials and Resources (MR)
MR1	Air barriers
MR2	Building envelope
MR3	Building reuse
MR4	Concrete
MR5	Construction waste management
MR6	Design for disassembly
MR7	Designing for robustness
MR8	Insulation
MR9	Materials reuse
MR10	Performance in design phase
MR11	PVC
MR12	Rapidly renewable materials
MR13	Recycled content
MR14	Regional materials
MR15	Resource conservation through design
MR16	Responsible sourcing of materials
MR17	Shell and core or integrated fit-out
MR18	Steel
MR19	Storage and collection of recyclables
MR20	Timber
MR21	Vapor retarders

4.5 บทสรุป

ในปัจจุบันระบบประเมินอาคารเขียวมีอยู่หลากหลายระบบ ข้อพิจารณารวมไปถึงหลักเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละระบบก็มีความแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น บางระบบให้ความสำคัญในเรื่อง Energy และ Water บางระบบมุ่งเน้นในเรื่อง Emission และ Economic ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างกันของ 8 ระบบประเมิน คือ (1) LEED, (2) Green Globes, (3) BREEAM, (4) Green Star, (5) GB Tool, (6) CASBEE, (7) DGNB, และ (8) HK BEAM เริ่มจากการระบุและเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของหัวข้อหลักในแต่ละระบบประเมิน ทำให้ได้หัวข้อหลักมาทั้งสิ้น 16 หัวข้อ บางหัวข้อหลักจะปรากฏอยู่ในหลายระบบประเมิน แต่บางหัวข้อหลักก็ปรากฏอยู่ในบางระบบประเมินเท่านั้น จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์หัวข้อย่อยของแต่ละหัวข้อหลักพบว่า หัวข้อย่อยหลายหัวข้อมีการพิจารณาในเรื่องที่คล้ายคลึงกันและสามารถนำมาจัดหมวดหมู่ใหม่ได้ จากการรวบรวมหัวข้อย่อยของ 8 ระบบประเมิน จะมีหัวข้อย่อยทั้งสิ้น 349 หัวข้อ นำมาจัดหมวดหมู่ใหม่ได้เป็น 8 หมวดหมู่ คือ Emission, Energy, Indoor Environmental Quality, Innovation, Management, Material and Resource, Site, และ Water นอกจากการจัดหมวดหมู่นี้แล้วยังได้คำนวณการให้ความสำคัญของแต่ละหมวดหมู่ จะเห็นได้ว่าหมวดหมู่ Indoor Environmental Quality, Site, และ Management เป็นสามอันดับแรกที่ควรพิจารณา จากนั้นวิเคราะห์ความเหมือนกันของหัวข้อย่อยเพื่อลดความซ้ำซ้อนพบว่า หัวข้อย่อยบางส่วนใน 349 หัวข้อมีความเหมือนกัน สามารถรวมเป็นหัวข้อย่อยเดียวกันได้ การวิเคราะห์นี้ทำให้ได้จำนวนหัวข้อย่อยที่มีความแตกต่างกันจำนวน 111 หัวข้อ

การเปรียบเทียบระบบประเมินอาคารเขียวแสดงให้เห็นว่าระบบประเมิน LEED, ระบบประเมิน BREEAM, ระบบประเมิน Green Star, และระบบประเมิน HK BEAM มีความครอบคลุมในทุกหมวดหมู่ และเมื่อพิจารณาร่วมกับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวในประเทศไทยพบว่าระบบประเมินที่พัฒนาโดยคณะกรรมการอาคารเขียว และอาคารที่เข้าร่วมการประเมินอาคารเขียวระบบประเมิน LEED เป็นระบบที่มีบทบาทมากกว่าระบบอื่น ๆ ฉะนั้นการพัฒนากรอบความคิดของการจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวสำหรับงานวิจัยนี้จะอ้างอิงจากระบบประเมิน LEED

บทที่ 5

สารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวในระบบประเมิน LEED

ระบบประเมิน LEED เป็นระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งระบบประเมินในประเทศไทยที่พัฒนาโดยคณะกรรมการอาคารเขียวได้มีการอ้างอิงระบบประเมิน LEED เป็นหลัก ระบบประเมิน LEED จึงมีความสำคัญสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารเขียวในประเทศไทย โครงการที่ต้องการเข้ารับการประเมินอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษารายละเอียดของระบบประเมินนี้เพื่อที่จะทราบถึงสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวและนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวต่อไป

5.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนของระบบประเมิน LEED

ระบบประเมิน LEED แบ่งประเภทของการรับรองอาคารเขียวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อาคารที่สร้างขึ้นใหม่และอาคารที่มีอยู่เดิม สำหรับงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการรับรองอาคารเขียวในประเภทการก่อสร้างใหม่ ซึ่งระบบประเมิน LEED แบ่งหลักเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 7 หมวดหมู่ รวมคะแนนทั้งสิ้น 110 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ระบบประเมิน LEED แบ่งระดับการรับรองอาคารเขียวออกได้เป็น 4 ระดับ (USGBC, 2009) คือ

- เซอร์ติฟายด์ (Certified) สำหรับอาคารที่ได้ 40-49 คะแนน
- ซิลเวอร์ (Silver) สำหรับอาคารที่ได้ 50-59 คะแนน
- โกลด์ (Gold) สำหรับอาคารที่ได้ 60-79 คะแนน
- แพลทินัม (Platinum) สำหรับอาคารที่ได้มากกว่า 80 คะแนน

ตารางที่ 5.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามระบบประเมิน LEED

หมวดหมู่	คะแนนสูงสุด
1. Sustainable Site	26 คะแนน
2. Water Efficiency	10 คะแนน
3. Energy and Atmosphere	35 คะแนน
4. Material and Resources	14 คะแนน
5. Indoor Environment Quality	15 คะแนน
6. Innovation in Design	6 คะแนน
7. Regional Priority	4 คะแนน

5.2 โครงสร้างของคู่มืออ้างอิงสำหรับระบบประเมิน LEED

คู่มืออ้างอิง (Reference Guide) ของระบบประเมิน LEED (USGBC, 2009) แสดงรายละเอียดของเกณฑ์การพิจารณาตามหมวดหมู่ ในแต่ละหมวดหมู่แบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ซึ่งในคู่มืออ้างอิงเรียกหัวข้อย่อยนี้ว่า “เครดิต (Credit)” ในแต่ละเครดิตประกอบไปด้วย 13 หัวข้อ คือ

(1) ประโยชน์ที่ได้รับและประเด็นที่จะต้องพิจารณา (Benefits and Issues to Consider)

แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ประเด็น คือ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ เนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมอธิบายประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมจากการกระทำกิจกรรมในเครดิตนี้ ส่วนเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์จะมุ่งเน้นในเรื่องของต้นทุนที่เกิดขึ้น ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน รวมไปถึงการประมาณค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการทำกิจกรรมนี้ ตัวอย่างเช่น Water Efficiency Credit 3: Water Use Reduction การลดการใช้น้ำในอาคารจะลดการนำน้ำจากแม่น้ำหรือน้ำใต้ดินมาใช้ ทำให้เกิดลดกระทบต่อระบบนิเวศน์ของสัตว์น้ำ อีกทั้งยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องการใช้น้ำอีกด้วย

(2) **เครดิตที่เกี่ยวข้อง** (Related Credits)

แสดงเครดิตต่าง ๆ ในระบบประเมิน LEED ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับเครดิตนี้ ส่งผลให้การบรรลุผลสำเร็จในเครดิตหนึ่งจะมีประโยชน์หรือมีผลต่อเครดิตอื่นด้วย ตัวอย่างเช่น Sustainable Sites Credit 1: Site Selection การเลือกสถานที่ก่อสร้างจะมีผลต่อการพิจารณาในเครดิตอื่น ๆ เช่น การนำพื้นที่มีสารพิษปนเปื้อนมาปรับปรุงเพื่อใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้าง หรือการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะ

(3) **มาตรฐานอ้างอิง** (Summary of Referenced Standards)

แสดงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในเครดิตนี้ สำหรับรายละเอียดของมาตรฐานที่ได้แสดงไว้ในคู่มืออ้างอิงจะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของมาตรฐานเท่านั้น ฉะนั้นการนำมาตรฐานที่เกี่ยวข้องนี้ไปใช้งานจะต้องใช้มาตรฐานตัวเต็มเท่านั้น ตัวอย่างของการอ้างอิงมาตรฐานใน Energy and Atmosphere Credit 2: On-site Renewable Energy ได้แก่ ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential

(4) **การนำไปดำเนินการ** (Implementation)

อภิปรายเกี่ยวกับระเบียบวิธีในการดำเนินการให้บรรลุผลสำเร็จตามข้อกำหนดของเครดิต

(5) **ระยะเวลาและกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง** (Timeline and Team)

ระบุกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ควรมีส่วนร่วมในแต่ละกิจกรรม รวมไปถึงระยะเวลาที่ควรจะเริ่มต้นการทำงานของกิจกรรมหนึ่ง ๆ

(6) **การคำนวณ** (Calculations)

เสนอตัวอย่างการคำนวณสำหรับเครดิตนั้น ๆ

(7) **คำแนะนำของเอกสาร** (Documentations Guidance)

แสดงเอกสารขั้นต้นสำหรับการยื่นขอรับการประเมินในแต่ละเครดิต แต่รายละเอียดของเอกสารที่ระบุไว้ในหัวข้อนี้จะไม่ครอบคลุมเอกสารทั้งหมดที่ต้องยื่นเพื่อขอรับการประเมิน เอกสารทั้งหมดที่ต้องยื่นจะสามารถหาได้จากเว็บไซต์ขององค์กร USGBC

(8) **ตัวอย่าง** (Examples)

แสดงตัวอย่างของกลยุทธ์ในการทำให้บรรลุผลสำเร็จของเครดิต

(9) **แบบอย่างการทำให้บรรลุผล** (Exemplary Performance)

เสนอวิธีการที่จะได้คะแนนเพิ่มเติมนอกเหนือจากเครดิตนี้ ตัวอย่างเช่น Energy and Atmosphere Credit 1: Optimize Energy Performance ในเครดิตนี้จะกำหนดคะแนนที่จะได้รับสูงสุด 19 คะแนน หากลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานได้ 48 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้รับคะแนนเพิ่มเติมจากเครดิตนวัตกรรมในการออกแบบได้

(10) **การแปรผันตามภูมิภาค** (Regional Variations)

เสนอแนะสิ่งที่เกี่ยวกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของที่ตั้งอาคาร เช่น สภาพอากาศของบริเวณที่ก่อสร้างอาคาร

(11) **ข้อพิจารณาเรื่องการดำเนินการและการบำรุงรักษา** (Operations and Maintenance Considerations)

แสดงสิ่งที่ต้องพิจารณาในช่วงการใช้งานอาคารและการบำรุงรักษาอาคาร ซึ่งมีการเชื่อมโยงไปสู่ระบบประเมิน LEED สำหรับอาคารที่มีอยู่แล้ว (LEED for Existing Building: Operation & Maintenance)

(12) **ทรัพยากร** (Resources)

เสนอแนะแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครดิตนี้ แหล่งทรัพยากรสำหรับการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมนี้สามารถค้นหาได้โดยตรงจากรายการขององค์กร รูปแบบของทรัพยากร ได้แก่ เว็บไซต์ หนังสือ และบทความ

(13) **คำนิยาม** (Definitions)

อธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในเครดิต อาจจะเป็นศัพท์ทั่วไปหรือศัพท์เฉพาะที่ใช้สำหรับระบบประเมิน LEED ก็ได้ ในบทอภิธานศัพท์ (Glossary) ได้รวบรวมคำศัพท์ทั้งหมดที่ถูกอ้างถึงในทุกเครดิตไว้ในส่วนท้ายของคู่มือนี้

เมื่อพิจารณาทั้ง 13 หัวข้อจะเห็นได้ว่า หัวข้อที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว คือ มาตรฐานอ้างอิง (Summary of Referenced Standards), การนำไปดำเนินการ (Implementation), และระยะเวลาและกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Timeline and Team) หัวข้อเหล่านี้จะนำมาใช้ในการพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

5.3 การพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

การพัฒนาโครงการอาคารเขียวเป็นงานที่มีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายและต้องการข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาโครงการที่แตกต่างกัน จากการศึกษาคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ซึ่งแสดงในหัวข้อที่ 5.2 พบว่า วิธีการนำเสนอข้อมูลไม่สามารถตอบสนองต่อการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากคู่มืออ้างอิงนั้นถูกแบ่งตามหัวข้อในการพิจารณา ทำให้ข้อมูลกระจัดกระจาย ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในการบริหารโครงการ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศขึ้นสำหรับการบริหารโครงการ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเชื่อมโยงกันของสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวจากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide คือ กิจกรรม เวลา และกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงนี้ใช้หลักการแบบจำลองเชิงลำดับชั้น (Hierarchical Holographic Modeling) เข้ามาช่วย

ในการกำหนดความเชื่อมโยงของสารสนเทศนี้ จากการวิเคราะห์สารสนเทศนี้ทำให้ได้รูปแบบของลำดับชั้น 3 รูปแบบ คือ

(1) รูปแบบ เวลา - กิจกรรม - กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในรูปแบบนี้ลำดับชั้นบนสุดคือ เวลา แสดงถึงการให้ความสำคัญในเรื่องของเวลาเป็นลำดับแรก แต่ละเวลาของโครงการจะแสดงกิจกรรมย่อย ๆ ที่ต้องดำเนินการในเวลาดังกล่าว ซึ่งในแต่ละกิจกรรมจะมีการกำหนดกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบด้วย

(2) รูปแบบ กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง - เวลา - กิจกรรม

ในรูปแบบนี้จะให้ความสำคัญกับกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นลำดับแรก ซึ่งกำหนดให้กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนี้อยู่ในลำดับชั้นบนสุด ลำดับชั้นถัดมาจะแสดงถึงเวลาและกิจกรรมที่กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการดำเนินการ

(3) รูปแบบ กิจกรรม - เวลา - กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในรูปแบบนี้ กิจกรรมจะอยู่ในลำดับชั้นบนสุด ในแต่ละกิจกรรมบ่งบอกถึงเวลาในโครงการที่ต้องดำเนินการกิจกรรมให้สำเร็จ จากนั้นจึงแสดงรายละเอียดของกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสำหรับกิจกรรมนั้น ๆ

เมื่อพิจารณาจากรูปแบบของลำดับชั้นทั้ง 3 รูปแบบ ผู้วิจัยพบว่า ในรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมสำหรับการกำหนดโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว เนื่องจากการลำดับชั้นของข้อมูลโดยเริ่มต้นจากเวลาของโครงการจะช่วยให้ผู้ใช้งานระบบนี้สามารถทราบถึงภาพรวมของกิจกรรมที่ต้องดำเนินการในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการ อีกทั้งการระบุกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมจะช่วยให้การบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การลำดับชั้นของข้อมูลโดยให้ความสำคัญในเรื่องของเวลาจะช่วยให้การติดตามการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการอาคารเขียวทำได้ง่ายขึ้น และเมื่อพิจารณาการลำดับชั้นของข้อมูลในรูปแบบนี้ ผู้วิจัยพบว่า การจัดลำดับชั้นได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) ฉะนั้นโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวจะพัฒนาขึ้นภายใต้แนวความคิดนี้

การระบุสารสนเทศในงานวิจัยนี้จะใช้ภาษาอังกฤษ เนื่องจากผู้วิจัยพิจารณาแล้วพบว่าการแปลคำจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของความหมายได้ จึงคงการใช้คำเป็นภาษาอังกฤษไว้อย่างเดิม

ในส่วนของวัฏจักรชีวิต (Life Cycle) หัวข้อในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้ คือ

5.3.1 เวลา (Timeline)

เวลาเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่ใช้แสดงถึงการดำเนินการของโครงการ จากการรวบรวมเวลาจากทุกเครดิตในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) สามารถสรุปได้ทั้งสิ้น 32 เวลา (ตามลำดับอักษร) คือ

(1) After Construction and Installation of All Finishes Process

(2) At the End of Construction Process

(3) Before Construction Document Process

(4) Building Operation Process

(5) Certificate of Occupancy Process

(6) Commissioning Process

(7) Construction Documents Process

(8) Construction Process

(9) Design Development Process

(10) Design Process

(11) Earliest Planning Process

(12) Early in Design Process

(13) Early in the Design Development Process

(14) Energy Analysis Process

(15) Equipment Procurement, Equipment Installation Process

(16) Final Completion Process

(17) Functional Testing, Test and Balance, Performance Testing Acceptance Process

(18) No Later than the Design Development Process

(19) Occupancy Process

(20) Operations and Maintenance Manuals, Operations and Maintenance Training Process

(21) Post Occupancy Process

(22) Postconstruction Process

(23) Predesign Process

(24) Prebid Meeting Process

(25) Preconstruction Process

(26) Project Concept Process

(27) Schematic Design Process

(28) Site Design Process

(29) Site Selection Process

(30) Substantial Completion Process

(31) Systems Monitoring Process

(32) Time of Contract Award Process

กระบวนการ (Process) ที่รวบรวมได้จะเป็นข้อมูลหลักในการกำหนดวัฏจักรชีวิตของการพัฒนาโครงการอาคารเขียว ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 6.1

5.3.2 กิจกรรม (Activity)

โครงการอาคารเขียวประกอบไปด้วยกิจกรรมที่ต้องดำเนินการมากมาย จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) จะระบุกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติในแต่ละเครดิต

ตัวอย่างเช่น Sustainable Site Credit 3: Brownfield Redevelopment มีกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ คือ

(1) Conduct site assessments, identify contaminants, and determine a schedule for cleanup based the remediation methods selected

(2) Contract state and local regulators to identify the rules governing the site and find financial assistance programs

(3) Incorporate remediation activities into the construction schedule

กิจกรรมทั้งหมดที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide จะแสดงไว้ในภาคผนวก ค

ในส่วนของสารสนเทศ (Information) หัวข้อในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้ คือ

5.3.3 กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Team)

การระบุผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการปฏิบัติกิจกรรมหนึ่ง ๆ ที่ชัดเจนจะทำให้ไม่เกิดความสับสนในการทำงาน ตัวอย่างนิยามของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Liebing, 2001) ได้แก่

(1) Owner หมายถึง บุคคลหรือองค์กรซึ่งเป็นผู้ที่ริเริ่มโครงการ ระบุความต้องการในการก่อสร้าง รวมไปถึงมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดหาแหล่งเงินทุนสำหรับการก่อสร้าง

(2) Developer หมายถึง ผู้ลงทุนในการซื้อพื้นที่เปล่า เพื่อนำมาพัฒนาโครงการก่อสร้างอาคาร โดยปกติผู้ลงทุนจะก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกในพื้นที่ก่อสร้างด้วย

(3) Occupant หมายถึง ผู้ใช้งาน ส่วนใหญ่จะหมายถึงบุคคลที่อาศัยหรือทำงานในสิ่งก่อสร้างนั้น ๆ เป็นประจำ สำหรับผู้ที่มาติดต่อหรือผู้ที่มาใช้งานชั่วคราวจะไม่ถือว่าเป็นผู้ใช้งาน

(4) Architect หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมีหน้าที่หลักในการรวบรวมและวิเคราะห์สารสนเทศ เพื่อออกแบบรายละเอียดของโครงการก่อสร้างให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า

(5) Engineer หมายถึง บุคคลที่มีหน้าที่ในการให้ความรู้ อบรม ทดสอบ และใช้ประสบการณ์ทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและการออกแบบอาคาร

(6) Consultant คือ บุคคลหรือบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ซึ่งจะถูกว่าจ้างโดยตรงจากเจ้าของโครงการ มีหน้าที่ให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาตามความรู้ความเชี่ยวชาญ

ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งรวบรวมจากทุกเครดิตในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) มีทั้งสิ้น 57 ฝ่าย (ตามลำดับอักษร) คือ

(1) Acoustical Consultant

(2) Architect

(3) Building Designers

(4) Building Engineers

(5) Building Maintenance Staff

(6) Building Operations Team

(7) Building Owner

(8) Civil Engineers

(9) Client

(10) Commissioning Agent

(11) Commissioning Authority

(12) Construction Team

(13) Design Team

(14) Design Professionals

(15) Designer

(16) Developer

(17) Ecologists

(18) Electrical Engineer

(19) Energy Analyst

(20) Engineering Team

(21) Engineers

(22) Entire Team

(23) Environmental Consultant

(24) Environmental Engineers

(25) Environmental Professionals

(26) Facility Manager

(27) Facility Staff

(28) Field Personnel

(29) General Contractor

(30) Government Official

(31) Groundskeeper

(32) HVAC&R Specialist

(33) Interior Designer

(34) Landscape Architect

(35) LEED Accredited Professionals

(36) LEED Consultant

(37) Lighting Designer

(38) Lighting Professionals

(39) Local Professionals

(40) Maintenance Personnel

(41) Maintenance Staff

(42) Manufacturers

(43) Materials Specifiers

(44) Mechanical Engineers

(45) Occupants

(46) Owner

(47) Owner Agent

(48) Plumbing Engineer

(49) Project Team

(50) Property Manager

(51) Qualified Professionals

(52) Roof Designers

(53) Structural Engineer

(54) Subcontractors

(55) Suppliers

(56) Tenants

(57) Users

5.3.4 มาตรฐานอ้างอิง (Referenced Standards)

มาตรฐานอ้างอิงเหล่านี้จะใช้สำหรับการออกแบบอาคารเขียว ในบางเครดิตอาจจะไม่มีมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง บางเครดิตอาจจะมีมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องหลายมาตรฐาน มาตรฐานอ้างอิงส่วนใหญ่จะเป็นมาตรฐานที่ได้การยอมรับกันอย่างกว้างขว้าง เช่น มาตรฐาน The American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) และมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) ผู้วิจัยรวบรวมมาตรฐานอ้างอิงซึ่งแสดงอยู่ในเครดิตต่าง ๆ ในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) ได้ทั้งสิ้น 50 มาตรฐาน (ตามลำดับอักษร) คือ

(1) ANSI/ASHRAE Standard 52.2-1999: Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

(2) ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

(3) ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

(4) ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential Lighting, Section 9 (without amendments)

(5) ASHRAE Advanced Energy Design Guild for K-12 School Buildings

(6) ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Retail Buildings 2006

(7) ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Small Office Buildings 2004

(8) ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Small Warehouses and Self Storage Buildings 2008

(9) ASTM C1371-04, Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near Room Temperature Using Portable Emissometers

(10) ASTM C1549-04, Standard Test Method for Determination of Solar Reflectance Near Ambient Temperature Using a Portable Solar Reflectometer

(11) ASTM D1003-07e1, Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics

(12) ASTM E408-71 (1996) e1, Standard Test Methods for Total Normal Emittance of Surfaces Using Inspection-Meter Techniques

(13) ANSI/ASTM E779-03, Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization

(14) ASTM E903-96, Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres

(15) ASTM E1527-05, Phase I Environmental Site Assessment

(16) ASTM E1903-97, Phase II Environmental Site Assessment, effective 2002

(17) ASTM E1918-97, Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field

(18) ASTM E1980-01, Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces

(19) Carpet and Rug Institute (CRI) Green Label Plus Testing Program

(20) California Department of Health Services Standard Practice for the Testing of Volatile Organic Emissions from Various Sources Using Small-Scale Environmental Chambers, including 2004 Addenda

(21) Center for Resource Solutions, Green-e Product Certification Requirements

(22) Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) Applications Manual 10-2005, Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings

(23) Endangered Species Lists

(24) ENERGY STAR® Program, Target Finder Rating Tool

(25) EPA Construction General Permit

(26) Federal Emergency Management Agency, Definition of 100-Year Flood

(27) FloorScoretm Program

(28) Forest Stewardship Council Principles and Criteria

(29) Green Seal Standard 03 (GS-03)

(30) Green Seal Standard 11 (GS-11)

(31) Green Seal Standard 36 (GS-36), effective October 19, 2000

(32) Guidelines for Occupied Buildings under Construction, 2nd edition, Chapter 3, November 2007

(33) Institute of Transportation Engineers, Parking Generation study, 2003

(34) International Association of Plumbing and Mechanical Officials Publication IAPMO/ American National Standards Institute UPC 1-2006, Uniform Plumbing Code 2006, Section 402.0, Water-Conserving Fixtures and Fittings

(35) International Code Council, International Plumbing Code 2006, Section 604, Design of Building Water Distribution System

(36) International Performance Measurement and Verification Protocol, Volume III, EVO30000.1-2006, Concepts and Options for Determining Energy Savings in New Construction, effective January, 2006

(37) International Standard ISO 14021-1999, Environmental Labels and Declarations --- Self-Declared Environmental Claims (Type II Environmental Labeling)

(38) National Marine Fisheries Service, List of Endangered Marine Species

(39) New Building Institute, Advanced Buildingstm Core Performancetm Guide

(40) Residential Manual for Compliance with California's 2001 Energy Efficiency Standards (For Low Rise Residential Buildings), Chapter 4

(41) South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Amendment to South Coast Rule 1168, VOC Limits, effective January 7, 2005

(42) South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1113, Architectural Coatings

(43) State of California Standard 1350, Section 9, Standard Practice for the Teating of Volatile Organic Emissions from Various Sources Using Small-Scale Environmental Chambers, Testing Criteria

(44) The Energy Policy Act (EPAct) of 1992 (and as amended)

(45) The Energy Policy Act (EPAct) of 2005

(46) United States Code of Federal Regulations, 40 CFR, Parts 230-233, and part 22, Definition of Wetlands

(47) U.S. Department of Agriculture, United States Code of Federal Regulations Title 7, Volume 6, Part 400 to 699, Section 657.5 (citation 7 CFR 657.5), Definition of Prime Agricultural Land

(48) U.S. EPA Clean Air Act, Title VI, Section 608, Compliance with the Section 608 Refrigerant Recycling Rule

(49) U.S. Environmental Protection Agency Compendium of Methods for the Determination of Air Pollutants in Indoor Air

(50) U.S. EPA, Definition of Brownfields

5.4 บทสรุป

ระบบประเมิน LEED เป็นระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ รวมไปถึงในประเทศไทยมีอาคารที่เข้าร่วมการประเมินตามระบบประเมิน LEED มากมายหลายโครงการ ระบบประเมินอาคารเขียวนี้จะใช้เกณฑ์การพิจารณาจากคะแนนที่ได้รับในแต่ละ

เครดิต จากการวิเคราะห์พบว่าการพิจารณาในรูปแบบของคะแนนนี้ส่งผลให้การจัดกลุ่มของสารสนเทศต้องอยู่ในรูปของเครดิต ซึ่งไม่เหมาะสมกับการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศขึ้นสำหรับการบริหารโครงการ การพัฒนาโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียวนี้เริ่มจากการวิเคราะห์สารสนเทศในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ซึ่งใช้หลักการแบบจำลองเชิงลำดับชั้น (Hierarchical Holographic Modeling) เข้ามาช่วยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสารสนเทศเพื่อกำหนดโครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศ โครงสร้างของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) ประกอบด้วย เวลา (Timeline) และกิจกรรม (Activity) และสารสนเทศ (Information) ประกอบด้วย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Team) และมาตรฐานอ้างอิง (Reference Guide) โครงสร้างที่กำหนดขึ้นนี้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียวที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป

บทที่ 6

การพัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED

บทนี้กล่าวถึงแนวคิดและขั้นตอนในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว (Green Building Information Management System: GBIMS) ระบบนี้ออกแบบมาเพื่อจัดการสารสนเทศ (Information) ต่าง ๆ ในโครงการอาคารเขียวให้สะดวกต่อการสืบค้นเพื่อการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างสะดวกรวดเร็วทางอินเทอร์เน็ต ระบบ GBIMS จึงถูกวางโครงสร้างให้เป็นโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web-based Application) ซึ่งจะถูกอธิบายโดย แผนผังคลาส (Class Diagram)

6.1 องค์ประกอบของโครงสร้างระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

การพัฒนาโครงการก่อสร้างทั่วไปจะให้ความสำคัญกับเรื่องของเวลา (Time) ต้นทุน (Cost) และคุณภาพ (Quality) เป็นหลัก แนวคิดของโครงการอาคารเขียวก็ได้ให้ความสำคัญไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือการพัฒนาโครงการอาคารเขียวจะมีขั้นตอนการพัฒนาโครงการที่ไม่แตกต่างจากโครงการทั่วไปมากนัก แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า ยังมีหลายประเด็นที่แตกต่างกัน เช่น การจัดการวัสดุก่อสร้างเขียว การเตรียมเอกสารสำหรับการประเมินอาคารเขียว และมาตรฐานอ้างอิงในการออกแบบต้องเป็นไปตามที่ระบบการประเมินอาคารเขียวกำหนด ฉะนั้นการจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียวก็จำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบเหล่านี้ด้วย

โครงสร้างของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวซึ่งนำเสนอไว้ในหัวข้อที่ 5.3 ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) รายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้

6.1.1 วัฏจักรชีวิต (Life Cycle)

โดยอาศัยขั้นตอนการพัฒนาโครงการอาคารเขียวซึ่งแสดงในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) และแนวคิดในการแบ่งขั้นตอนการพัฒนาโครงการของ

มาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases (OCCS, 2006b) ซึ่งแสดงในหัวข้อ 2.3 งานวิจัยนี้ได้แบ่งวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวออกเป็น 3 ระดับ คือ ขั้นตอน (Stage) กระบวนการ (Process) และกิจกรรม (Activity)

ระบบประเมิน LEED (USGBC, 2009) ขั้นตอนการพัฒนาโครงการอาคารเขียวได้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน คือ

(1) Predesign

(2) Schematic Design

(3) Design Development

(4) Construction Documents

(5) Construction

(6) Substantial Completion

(7) Final Completion

(8) Certificate of Occupancy

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการพัฒนาโครงการข้างต้น จะเห็นได้ว่าการกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ มีความขัดแย้งกัน เช่น ในขั้นตอน Schematic Design และDesign Development แสดงถึงช่วงเวลาในการพัฒนาโครงการ แต่ในขั้นตอน Substantial Completion นั้นแสดงถึงจุดของเวลาในการพัฒนาโครงการเท่านั้น หากนำขั้นตอนตามระบบประเมิน LEED มากำหนดขั้นตอนของระบบ GBIMS จะทำให้เกิดความไม่ชัดเจนได้

มาตรฐาน OmniClass™ เป็นมาตรฐานสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลรูปแบบใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งแบ่งขั้นตอนการพัฒนาโครงการออกเป็น 8 ขั้นตอนหลัก (OCCS, 2006b) ดังตารางที่ 6.1

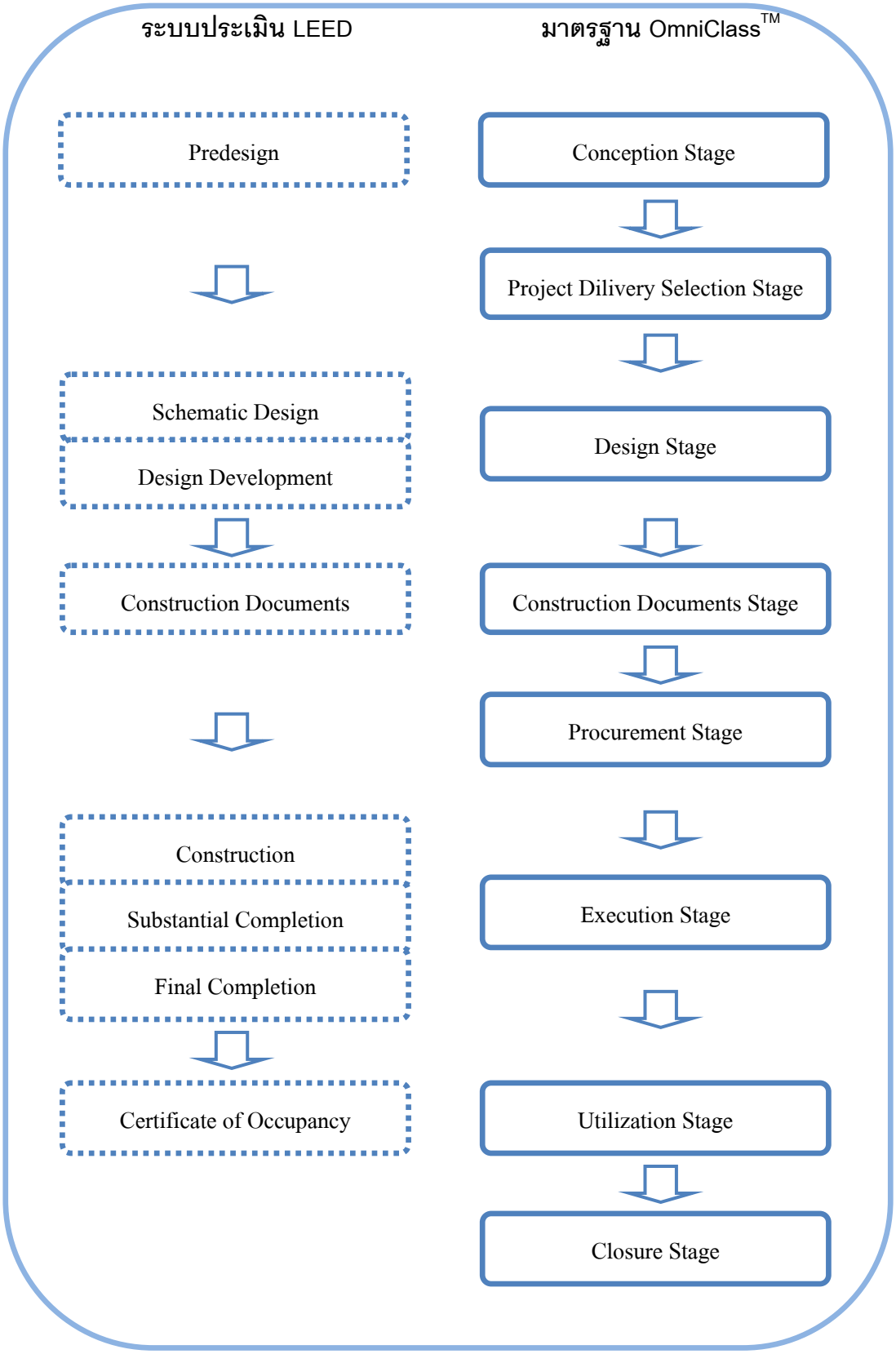
นอกจากนี้ มาตรฐาน OmniClass™ ยังได้แบ่งแต่ละขั้นตอนเหล่านี้ออกเป็นขั้นตอนย่อย (Phase) ต่าง ๆ ดังแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 6.1 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

ขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามมาตรฐาน OmniClass™
1. Conception Stage
2. Project Delivery Selection Stage
3. Design Stage
4. Construction Document Stage
5. Procurement Stage
6. Execution Stage
7. Utilization stage
8. Closure Stage

ภาพที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนในการพัฒนาโครงการตามระบบประเมิน LEED กับขั้นตอนตามมาตรฐาน OmniClass™ จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ จะมีความครอบคลุมขั้นตอนการพัฒนาโครงการทั้งหมด เริ่มจากขั้นตอน Conception Stage จนถึงขั้นตอน Closure Stage ซึ่งต่างจากขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามระบบประเมิน LEED ที่จะครอบคลุมน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบทั้งขั้นตอนหลัก (Stage) และขั้นตอนย่อย (Phase) จะเห็นได้ชัดเจนว่า ขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ มีความครบถ้วนและครอบคลุมขั้นตอนการพัฒนาโครงการของระบบประเมิน LEED ดังแสดงในตารางที่ 6.2

สำหรับการแบ่งขั้นตอนในโครงการอาคารเขียว ระบบ GBIMS จะอ้างอิงตามมาตรฐาน OmniClass™ เนื่องจากมาตรฐานดังกล่าวเป็นที่ยอมรับและใช้งานอย่างกว้างขวาง อีกทั้งยังมีการกำหนดรหัส (Code) ของแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถนำมาใช้อ้างอิงเพื่อความสะดวกและครบถ้วนของข้อมูล กล่าวคือระบบ GBIMS จะประกอบด้วยขั้นตอน (Stage) ทั้งสิ้น 8 ขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการตามมาตรฐาน OmniClass™ และระบบประเมิน LEED

เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดของกระบวนการทำงาน ซึ่งแสดงในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) ผู้วิจัยสามารถระบุกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการอาคารเขียวได้ 32 กระบวนการ ดังแสดงในหัวข้อที่ 5.3.1 ตัวอย่างเช่น กระบวนการ Project Concept Process กระบวนการ Site Selection Process และกระบวนการ Building Operation Process กระบวนการเหล่านี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับขั้นตอนย่อย (Phase) ของมาตรฐาน OmniClass™ เพื่อที่จะสามารถระบุกระบวนการนี้กับขั้นตอน (Stage) ของระบบ GBIMS ได้ ตัวอย่างเช่น กระบวนการ Project Concept Process จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide จะเปรียบเทียบได้กับขั้นตอนย่อย Concept Phase ของมาตรฐาน OmniClass™ ส่งผลให้กระบวนการนี้จะอยู่ภายใต้ขั้นตอน Conception Stage ของระบบ GBIMS การเปรียบเทียบกระบวนการทั้งหมดกับขั้นตอนย่อยจะแสดงไว้ในตารางที่ 6.2

เมื่อระบุขั้นตอน (Stage) ในการพัฒนาโครงการและกระบวนการทำงาน (Process) ของโครงการอาคารเขียวเรียบร้อยแล้ว จากนั้นกิจกรรม (Activity) ที่ต้องดำเนินการในแต่ละเครดิตตามที่ระบุไว้ในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide จะถูกวิเคราะห์และรวบรวมแต่ละกิจกรรมที่ต้องดำเนินการจะถูกกำหนดเป็นระดับชั้นที่สามในวัฏจักรชีวิตของระบบ GBIMS ตัวอย่างเช่น กิจกรรม Verify the Layout and Compliance of the Exterior Fixtures จะถูกกำหนดอยู่ในขั้นตอน Construction Documents Stage และกระบวนการ Construction Documents Process ดังแสดงในภาพที่ 6.2 อย่างไรก็ตามบางขั้นตอนอาจไม่มีกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องมาจากการกำหนดขั้นตอน ผู้วิจัยได้อ้างอิงตามมาตรฐาน OmniClass™ ส่วนกระบวนการและกิจกรรมนั้นได้รวบรวมมาจากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ซึ่งมาตรฐาน OmniClass™ มีความครอบคลุมขั้นตอนการพัฒนาโครงการมากกว่าคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide เมื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มของขั้นตอนกับกระบวนการจะส่งผลให้บางขั้นตอนในระบบ GBIMS จึงไม่มีกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น ขั้นตอน Project Delivery Selection Stage จะไม่มีกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 6.3 แสดงตัวอย่างวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวทั้ง 3 ระดับจะเห็นได้ว่า - ขั้นตอน Design Stage ในส่วนกระบวนการ Design Process ประกอบด้วย 16 กิจกรรม ตัวอย่างเช่น Create a Construction Waste Management Plan, Incorporate Salvaged or

Reused Materials into the Design, และ Incorporate Certified Wood Products into the Project Plans รายละเอียดทั้งหมดของวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.1.2 **สารสนเทศ** (Information)

เมื่อกำหนดวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการระบุสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการในแต่ละกิจกรรม จากการวิเคราะห์คู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide (USGBC, 2009) เราสามารถรวบรวมสารสนเทศที่จำเป็นในการพัฒนาโครงการอาคารเขียว เช่น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่าย มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง เอกสารที่ใช้สำหรับการรับรองอาคารเขียว และวัสดุก่อสร้างเขียว สารสนเทศซึ่งแสดงในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide นี้จะถูกจำแนกตามเครดิต ซึ่งไม่เป็นไปตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการอาคารเขียวของระบบ GBIMS จึงจำเป็นที่จะต้องจำแนกสารสนเทศเหล่านี้ให้สอดคล้องกับวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวที่ได้กำหนดไว้ โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นสารสนเทศเฉพาะผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมาตรฐานอ้างอิงเท่านั้น

(1) **ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง** (Participant)

รายละเอียดของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการอาคารเขียวซึ่งแสดงในหัวข้อที่ 5.3.3 จะถูกวิเคราะห์หน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในแต่ละกิจกรรม หน้าที่ความรับผิดชอบนี้จำแนกออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

	SS
NC	Credit 8
SCHOOLS	Credit 8
CS	Credit 8

5. Timeline and Team

Once the environmental zone is determined by the lighting designer, often in the schematic design phase, the design can move forward. Consider local light level requirements and the unique aspects of the site in relation to the light pollution thresholds of this credit.

As the exterior lighting is designed, a photometric analysis of the site should be performed at intervals to verify the project's continued compliance with the credit requirements. During the construction documents phase, the landscape architect, civil engineer, lighting designer, architect, electrical engineer, and others as appropriate should coordinate to verify the layout and compliance of the exterior fixtures.

ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับขั้นตอนและกระบวนการต่าง ๆ

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ กับระบบประเมิน LEED

OmniClass			LEED	
Conception Stage	Needs Identification Phase	Project Description Phase		
		Imagination Phase		
		Inception Phase		
	Concept Phase	Market Analysis Phase		Project Concept Phase
		Research Phase		
		Project Feasibility Phase		
		Project Programming Phase		
		Project Planning Phase		Earliest Planning Phase, Planning Stage
	Pre-Design Phase		Predesign	
	Budgetary Estimate Phase			
	Definition Phase			
	Conceptual Phase	Data Collection Phase		
		Site Survey Phase		Site Selection Phase
		Geotechnical Investigation Phase		
	Preliminary Design Phase	Schematic Design Phase		
		Design Development Phase		
		Preliminary Estimate Phase		
		Technical Studies Phase		
		Public Consultation Phase		
		Analysis Phase		
		Feasibility Phase		
		Environmental Studies Phase		
		Due Diligence Phase		
		Site Selection Phase		
		Property Acquistion PhasePlanning Phase		
	Scheduling Phase			
	Budgeting Phase			
Project Dilivery Selection Stage	Project Dilivery Method Evaluation Phase			
	Team Assembly Phase	Design Team Selection Phase		
		Project Team Selection Phase		
		Design/Builder Selection Phase		
		Construction Manager Selection Phase		
		Request for Qualifications (RFQ) Phase		
		Request for Qualifications (RFQ) Evaluation Phase		
		Request for Proposal (RFP) Phase		
		Request for Proposal (RFP) Evaluation Phase		
		Interview Phase		

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ กับระบบประเมิน LEED

OmniClass			LEED	
Design Stage	Preliminary Project Description Phase	Preliminary Engineering Phase		Design Process
		Conceptual Design Phase		Early in Design
		Schematic Design Phase	Schematic Design	
		Preliminary Design Phase		Site Design Process
	Design Development Phase	Detailed Design Phase	Design Development	Early in the Design Development Phase
		Final Design Phase		
		Prototype Design and Testing Phase		
		Engineering Analysis Phase		Energy Analysis Phase
		Product Selection Phase		
		Material Selection Phase		
		Equipment Selection Phase		
		Estimating Phase		No Later than the Design Development Phase
		Value Analysis Phase		Before Construction Document
Construction Documents Stage	Construction Documents Preparation Phase	Construction Data Preparation Phase	Construction Documents	
		Drawing Preparation Phase		
		Detail Preparation Phase		
		Fabrication Drawing Preparation Phase		
		Coordination Drawing Preparation Phase		
		Specifications Preparation Phase		
		Project Manaual Preparation Phase		
	Construction Documents Production Phase			
	Construction Cost Estimating Phase			
Procurement Stage	Solicitation Phase	Advertising Phase		
	Pre-Qualification Phase			
	Bidding Phase	Bid Scoping Phase		Prebid Meeting
		Pricing Phase		
		Bid Preparation Phase		
		Proposal Preparation Phase		
	Selection Phase	Contractor Selection Phase		
		Proposal Evaluation Phase		
		Bid Evaluation Phase		
	Contracting Phase	Negotiation Phase		
		Contract Award Phase		Time of Contract Award
		Contract Execution Phase		

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ กับระบบประเมิน LEED

OmniClass			LEED	
Execution Stage	Construction Contract Administration Phase			
	Construction Preparation Phase	Mobilization Phase		Preconstruction Phase
		Subcontracting Phase		
		Permitting Phase		
		Regulatory Review Phase		
		Regulatory Approval Phase		
		Submittal Processing Phase		
		Scheduling Phase		
		Coordination Phase		
		Buy-Out Phase		
	Product Development Phase	Product Prototyping Phase		
		Product Testing Phase		
		Product Evaluation Phase		
		Product Purchasing Phase		
		Product Ordering Phase		
		Product Delivery Phase		
	Construction Phase	Construction Start-Up Phase	Construction	
		Project Execution Stage		
		Close of Construction Phase	Substantial Completion	
				At the End of Construction
				After Construction and Installation of all Finishes
	Commissioning Phase	Commissioning Start-up Phase		Commissioning Process
		Commissioning Monotoring Phase		
		Commissioning Certification Phase		
		Facility Equipment Demonstration Phase		
		Facility Equipment Training Phase	Final Completion	
Utilization Stage	Occupancy Phase	Pre-Opening Phase	Certificate of Occupancy	Building Operation
		Grand Opening Phase		Occupancy Phase
		Use Phase		
		Deployment Phase		
	Facility Management Phase	Facility Operation Phase		
		Facility Inspection Phase		
		Facility Maintenance Phase		
	Facility Re-Use Phase	Facility Renovation Phase		
		Facility Remodeling Phase		
		Facility Expansion Phase		
		Facility Restoration Phase		
	Facility Repair Phase			

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบขั้นตอนการพัฒนาโครงการของมาตรฐาน OmniClass™ กับระบบประเมิน LEED

OmniClass			LEED	
Closure Stage	Adaptation Phase	Re-Fitting Phase		Post Occupancy Phase
		Re-Commissioning Phase		
	Redevelopment Phase			
	Relocation Phase			
	Deconstruction Phase			
	Recycling Phase			
	Decommissioning Phase			
	Demolition Phase			Demolition Phase

ตารางที่ 6.3 ตัวอย่างวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวทั้ง 3 ระดับ

Stage	Process	Activity
Design Stage	Design Process	Compare local codes
		Provide site specific expertise
		Identify the site's important environmental characteristics
		Address load issues
		Responsible for updates to the project requirements
		Identify refrigerant issues and leakage rates
		Estimate the potential energy use
		Create a construction waste management plan
		Identify on-site recycling locations
		Incorporate salvaged or reused materials into the design
		Incorporate certified wood products into the project plans
		Develop and implement a construction IAQ management plan
		Consider the location and type of entryway systems
		Response for the layout of lighting and controls
		Consider occupants' lighting needs and desires
		Document the tasks specific to each space and the tools and equipment

- Originate (O) หมายถึง ริเริ่มและลงมือปฏิบัติ
- Review (R) หมายถึง ตรวจสอบงาน
- Approve (A) หมายถึง รับรองงาน
- Inform or Advice (I) หมายถึง แจ้งหรือแนะนำ

- Be Informed or Adviced (B) หมายถึง ถูกแจ้งหรือถูกแนะนำ

การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบนี้จะทำให้ทราบถึงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมนั้น ๆ นอกเหนือจากสิ่งที่ต้องดำเนินการในแต่ละกิจกรรม การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจนจะช่วยป้องกันความสับสนในการปฏิบัติงานของแต่ละฝ่าย ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 6.3 แสดงกิจกรรม Identify Opportunities to Minimize the Building Footprint ในขั้นตอน Design Stage กระบวนการ Site Design Process จะมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ Landscape Architect, Civil Engineers, Environmental Engineers, Local Professionals ,และ Ecologists ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเหล่านี้มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแจ้งหรือให้คำแนะนำ (Inform or Advice) แก่ Owner ซึ่ง Owner ก็จะมีหน้าที่ความรับผิดชอบคือ ถูกแจ้งหรือได้รับคำแนะนำ (Be Informed or Adviced) จากกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องข้างต้นมาใช้ประกอบการตัดสินในดำเนินกิจกรรมนี้ต่อไป การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดในแต่ละกิจกรรมจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

จากภาพที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าเครดิตหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยกิจกรรมและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลากหลาย เพื่อให้การเชื่อมโยงกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรวมไปถึงหน้าที่ความรับผิดชอบกับกิจกรรมในแต่ละเครดิตมีความชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้สร้างแผนผังการเชื่อมโยงได้ดังตารางที่ 6.4 ซึ่งแสดงตัวอย่างการเชื่อมโยงข้อมูลในกระบวนการ Schematic Design Process เช่น เครดิต Sustainable Site Credit 6.2 จะมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ Civil Engineer มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการลงมือปฏิบัติงานและแจ้งหรือให้คำแนะนำแก่ฝ่ายอื่น Mechanical Engineer มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแจ้งหรือให้คำแนะนำ และLandscape Architect มีหน้าที่ความรับผิดชอบในการลงมือปฏิบัติงานและแจ้งหรือให้คำแนะนำแก่ฝ่ายอื่น

5. Timeline and Team

Consult landscape architects, ecologists, environmental engineers, civil engineers, and local professionals who can provide site-specific expertise during the site design process can help in identifying opportunities to minimize the building footprint and impervious areas. Have an ecologist, a government official, or other qualified professional identify the site's important environmental characteristics, including wetlands, sloped areas, special habitat areas, and forested areas to be protected. In the construction documents, clearly identify construction entrances and site disturbance setbacks; verify their locations on the site before construction proceeds. During construction, the site superintendent or other responsible party should routinely inspect fences and boundaries to ensure that construction activities are not encroaching on the protected areas. If a vegetated roof is part of the strategy for achieving this credit, the roof designers should work with a structural engineer to address load issues.

	SS
NC	Credit 5.1
SCHOOLS	Credit 5.1
CS	Credit 5.1

ภาพที่ 6.3 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 6.4 ตัวอย่างการเชื่อมโยงกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมในแต่ละเครดิตของกระบวนการ Schematic Design Process

	Project Team	Design Team	Civil Engineer	Structural Engineer	Electrical Engineer	Mechanical Engineer	Landscape Architect	Architect
SSpre1								
SScre1								
SScre2								
SScre3								
SScre4.1								
SScre4.2	O							
SScre4.3		O						O
SScre4.4		O						O
SScre5.1								
SScre5.2								
SScre6.1								
SScre6.2			O / I			I	O / I	
SScre7.1								
SScre7.2								
SScre8								

ตารางที่ 6.5 แสดงตัวอย่างของหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในแต่ละกิจกรรมของวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวในขั้นตอน Construction Documents Stage กระบวนการ Construction Documents Process จะเห็นได้ว่าหน้าที่ความรับผิดชอบในแต่ละกิจกรรมของวัฏจักรชีวิตนี้จะมีความแตกต่างกันไป ในบางกิจกรรมจะมีเพียงหน้าที่ความรับผิดชอบในเรื่องการริเริ่มและลงมือปฏิบัติ (Originate) เพียงอย่างเดียว ในบางกิจกรรมจะต้องมีการรับรองงาน (Approve) จากการลงมือปฏิบัติของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องฝ่ายอื่น ๆ ด้วย

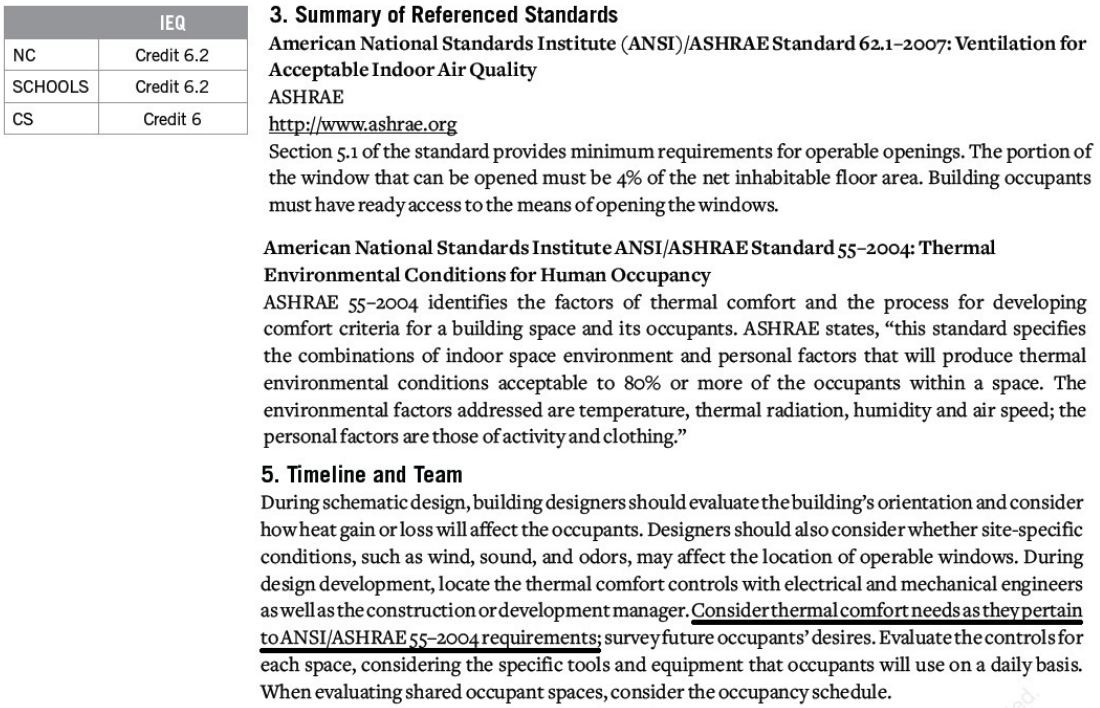
(2) มาตรฐานอ้างอิง (Referenced Standard)

มาตรฐานอ้างอิงจะแสดงอยู่ตามเครดิตที่เกี่ยวข้องดังในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ซึ่งไม่สอดคล้องกับวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ในแต่ละกิจกรรมของวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวเพื่อระบุมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับ

กิจกรรมนั้น ๆ การวิเคราะห์นี้จะพิจารณาร่วมกับคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide การที่มาตรฐานอ้างอิงในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide จำแนกไว้ตามเครดิตที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้ทราบถึงกิจกรรมและมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องในเครดิตนั้น จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ความเชื่องโยงกันของกิจกรรมและมาตรฐานอ้างอิงเพื่อที่จะสามารถระบุมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการดำเนินการในกิจกรรมนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ภาพที่ 6.4 แสดงกิจกรรม Consider Thermal Comfort Needs จะต้องใช้มาตรฐาน ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy ในการดำเนินกิจกรรมนี้

ตารางที่ 6.5 ตัวอย่างการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของกิจกรรมในขั้นตอน Construction Documents Stage กระบวนการ Construction Documents Process

Stage	Process	Activity	Participant	
			Name	Role
Construction Documents Stage	Construction Documents Process	Identify construction entrances and site disturbance setback	Owner	Be informed or adviced
			Landscape Architect	Inform or advice
			Civil Engineers	Inform or advice
			Environmental Engineers	Inform or advice
			Local Professionals	Inform or advice
			Ecologists	Inform or advice
		Finalize the design of stormwater management systems	Owner	Originate
			Architect	Originate
			Landscape Architect	Originate
			Civil Engineers	Originate
		Specify materials with a low emissivity	Designer	Originate
		Document sufficient cleaning	General Contractor	Originate
		Verify the layout	Lighting Designer	Originate
			Architect	Originate
			Landscape Architect	Originate
			Civil Engineers	Originate
			Electrical Engineer	Originate
		Specify efficient fixtures and appliances	Owner	Originate
			Architect	Originate
		Develop and incorporate commissioning requirements into construction documents	Project Team	Originate
			Commissioning Authority	Originate
		Revised the model to include all the modified details	Architect	Originate
			Mechanical Engineers	Originate
			Energy Analyst (The Modeler)	Originate
			LEED Consultant	Originate
			Commissioning Authority	Originate
		Review meter placement in drawings	Design Team	Review
		Identify sources and outline measures	Architect	Originate
		Specify in the construction document product	Architect	Originate
		Approved alternatives that meet the requirements	Architect	Approve
			Architect	Originate
			General Contractor	Originate



	IEQ
NC	Credit 6.2
SCHOOLS	Credit 6.2
CS	Credit 6

3. Summary of Referenced Standards

American National Standards Institute (ANSI)/ASHRAE Standard 62.1–2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

ASHRAE

http://www.ashrae.org

Section 5.1 of the standard provides minimum requirements for operable openings. The portion of the window that can be opened must be 4% of the net inhabitable floor area. Building occupants must have ready access to the means of opening the windows.

American National Standards Institute ANSI/ASHRAE Standard 55–2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

ASHRAE 55–2004 identifies the factors of thermal comfort and the process for developing comfort criteria for a building space and its occupants. ASHRAE states, "this standard specifies the combinations of indoor space environment and personal factors that will produce thermal environmental conditions acceptable to 80% or more of the occupants within a space. The environmental factors addressed are temperature, thermal radiation, humidity and air speed; the personal factors are those of activity and clothing."

5. Timeline and Team

During schematic design, building designers should evaluate the building's orientation and consider how heat gain or loss will affect the occupants. Designers should also consider whether site-specific conditions, such as wind, sound, and odors, may affect the location of operable windows. During design development, locate the thermal comfort controls with electrical and mechanical engineers as well as the construction or development manager. Consider thermal comfort needs as they pertain to ANSI/ASHRAE 55–2004 requirements; survey future occupants' desires. Evaluate the controls for each space, considering the specific tools and equipment that occupants will use on a daily basis. When evaluating shared occupant spaces, consider the occupancy schedule.

ภาพที่ 6.4 ตัวอย่างการระบุกิจกรรมกับมาตรฐานอ้างอิง

ตารางที่ 6.6 แสดงมาตรฐานอ้างอิงสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวในขั้นตอน Design Stage กระบวนการ Design Development Process การระบุมาตรฐานอ้างอิงทั้งหมดในแต่ละกิจกรรมจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.2 การจัดเก็บและแสดงผลสารสนเทศของระบบ GBIMS

เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายในโครงการอาคารเขียวมีแหล่งข้อมูลและสารสนเทศเพื่อใช้ในการอ้างอิงที่ครบถ้วน และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการออกแบบระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวให้มีลักษณะเป็นโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web-based Application) ซึ่งผู้ใช้งานระบบในทุกระดับสามารถเข้าถึงระบบได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

การจัดเก็บข้อมูลของระบบ GBIMS ต้องมีรูปแบบที่แน่นอน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่องโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลคือ แผนผังคลาส (Class Diagram) การเชื่องโยงกันของข้อมูลแสดงได้ดังภาพที่ 6.5 กล่าวคือการเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบ GBIMS จะเป็นไปตามการออกแบบโครงสร้างของระบบ GBIMS ประกอบด้วย การเชื่องโยงกันของวัฏจักรชีวิตในโครงการอาคารเขียว

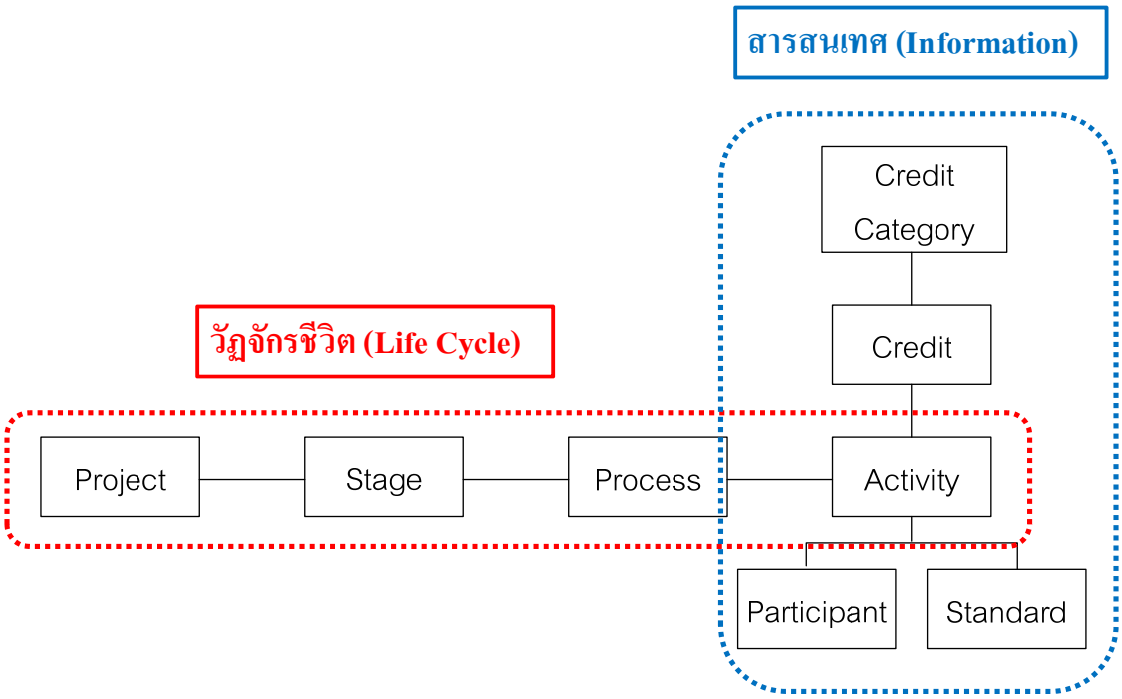
คือ ประเภทของโครงการ ขั้นตอน (Stage) กระบวนการ (Process) และกิจกรรม (Activity) ซึ่งจะมีการระบุเครดิต (Credit) ของกิจกรรมเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจการดำเนินการในกิจกรรมนั้นมากขึ้น จากนั้นจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Participant) หรือมาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) กับวัฏจักรชีวิตของโครงการ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัส (Code) ของข้อมูลในแผนผังคลาสนี้เพื่อช่วยในการออกแบบการสืบค้นและจัดเก็บข้อมูลในโปรแกรมประยุกต์เว็บเป็นระบบและทำได้ง่ายขึ้น รายละเอียดของการกำหนดรหัสในแต่ละข้อมูลมีดังนี้

(1) โครงการ (Project)

องค์ประกอบนี้แสดงถึงประเภทของโครงการอาคารเขียว ระบบประเมิน LEED ได้แบ่งประเภทของโครงการออกเป็น 9 ประเภท ตัวอย่างเช่น อาคารที่ก่อสร้างขึ้นใหม่และอาคารที่ปรับปรุงใหญ่ (LEED - NC) อาคารในส่วนของเปลือกอาคาร (LEED - CS) การประเมินอาคารในลักษณะการตกแต่งภายในเชิงพาณิชย์ (LEED - CI) และการประเมินอาคารที่มีอยู่เดิม (LEED - EB)

ตารางที่ 6.6 มาตรฐานอ้างอิงสำหรับกิจกรรมในขั้นตอน Design Stage กระบวนการ Design Development Process

Stage	Process	Activity	Standard
Design Stage	Design Development Process	Implement a successful alternative transportation	-
		Choose the appropriate approach(fuel efficient vehecles)	-
		Choose the appropriate approach (design solutions to reduce parking capacity for the project site)	Institute of Transportation Engineers
		Design stormwater management system	-
		Design stormwater treatment measures	-
		Develop and design water reuse and treatment systems	International Association of Plumbing and Mechanical Officials Publication / American National Standards Institute
			International Code Council, International Plumbing Code 2006
		Develop and implement commissioning plan	-
		Develop an energy model of the design	International Performance Measurement and Verification Protocol
		Specify number and types of meters	International Performance Measurement and Verification Protocol
		Provide trending parameters for controls specifications	International Performance Measurement and Verification Protocol
		Design document review	International Performance Measurement and Verification Protocol
		Ensure white boards and screens	-
		Improperly lit surfaces	-
		Locate the thermal comfort controls	-
		Consider thermal comfort needs	ANSI/ASHRAE Standard 55-2004
			ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007
		Evaluate the controls for each space, considering the specific tools and equipment	ANSI/ASHRAE Standard 55-2004
			ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007



ภาพที่ 6.5 แผนผังคลาสของข้อมูลในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

การกำหนดรหัสขององค์ประกอบนี้จะใช้ตัวเลข 2 หลัก เนื่องจากระบบประเมิน LEED ที่ใช้ในปัจจุบันมีประเภทของโครงการอาคารเขียวอยู่ 9 ประเภท ซึ่งการกำหนดรหัสนี้สามารถใช้ตัวเลขเพียงหลักเดียวได้ แต่ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสขององค์ประกอบนี้โดยการใช้ตัวเลข 2 หลัก เนื่องจากระบบประเมิน LEED อาจจะมีการเพิ่มประเภทของโครงการในอนาคต การกำหนดรหัสสำหรับประเภทของโครงการอาคารเขียวแสดงได้ดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 การกำหนดรหัสสำหรับประเภทของโครงการอาคารเขียว

Code	ประเภทของโครงการ
01	New Construction
02	Existing Buildings: Operations & Maintenance
03	Commercial Interiors
04	Core & Shell
05	Schools
06	Retail
07	Healthcare
08	Homes
09	Neighborhood Development

(2) ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ (Stage)

องค์ประกอบนี้แสดงขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ (Stage) ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 6.1 การกำหนดรหัสขององค์ประกอบนี้จะใช้ตัวเลข 2 หลัก ตัวเลขนี้ได้อ้างอิงจากมาตรฐาน OmniClass™ การกำหนดรหัสสำหรับขั้นตอนในการพัฒนาโครงการแสดงได้ดังตารางที่ 6.8

(3) กระบวนการ (Process)

องค์ประกอบนี้แสดงกระบวนการต่าง ๆ (Processes) ที่จะเกิดขึ้นภายในแต่ละขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ (Stages) ดังแสดงในตารางที่ 6.2 การกำหนดรหัสขององค์ประกอบนี้จะใช้ตัวเลข 4 หลัก ผู้วิจัยกำหนดตัวเลขนี้จากการนำกระบวนการที่ได้ระบุไว้ในระบบ GBIMS มาเปรียบเทียบกับกระบวนการของมาตรฐาน OmniClass™ หากกระบวนการในระบบ GBIMS มีความเหมือนกันกับกระบวนการของมาตรฐาน OmniClass™ การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลขเดียวกับมาตรฐาน OmniClass™ แต่หากกระบวนการในระบบ GBIMS มีความแตกต่างกันกับกระบวนการของมาตรฐาน OmniClass™ ผู้วิจัยจะกำหนดรหัสใหม่ขึ้นมา รหัสใหม่นี้จะใช้ตัวเลขที่ใกล้เคียงกับรหัสที่ใช้ระบุกระบวนการของมาตรฐาน OmniClass™ การกำหนดรหัสสำหรับกระบวนการต่าง ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 6.9

ตารางที่ 6.8 การกำหนดรหัสสำหรับขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ

Code	ขั้นตอนในการพัฒนาโครงการ
10	Conception Stage
15	Project Delivery Selection Stage
20	Design Stage
25	Construction Document Stage
30	Procurement Stage
40	Execution Stage
50	Utilization stage
60	Closure Stage

ตารางที่ 6.9 การกำหนดรหัสสำหรับกระบวนการ

Code	กระบวนการ
1411	Project Concept Process
1424	Earliest Planning Process
2700	Predesign Process
3714	Site Selection Process
0000	Design Process
0011	Early in Design Process
1017	Schematic Design Process
1024	Site Design Process
2000	Design Development Process
2011	Early in the Design Development Process
2021	Energy Analysis Process
2041	No Later than the Design Development Process
2044	Before Construction Document Process
0000	Construction Documents Process
4011	Prebid Meeting Process
5014	Time of Contract Award Process
2000	Preconstruction Process
4000	Construction Process
4011	Equipment Procurement, Equipment Installation Process
4021	Functional Testing, Test and Balance, Performance Testing Acceptance Process
4024	Operations and Maintenance Manuals, Operations and Maintenance Training Process
4051	Substantial Completion Process
4094	At the End of Construction Process
4097	After Construction and Installation of all Finishes Process
5000	Commissioning Process
6000	Final Completion Process
0011	Postconstruction Process
0021	Certificate of Occupancy Process
1000	Occupancy Process
2011	Building Operation Process
2014	Systems Monitoring Process
0010	Post Occupancy Process

(4) กิจกรรม (Activity)

องค์ประกอบนี้แสดงกิจกรรมหรืองานซึ่งถูกระบุไว้ว่าจะต้องมีการดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยบุคคล หน่วยงาน หรือ องค์กรต่าง ๆ ดังแสดงในภาคผนวก ค จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide กิจกรรมเหล่านี้ได้ถูกจำแนกไว้ตามเครดิต ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการเพิ่มหรือลดกิจกรรมในอนาคตทำให้การกำหนดรหัสขององค์ประกอบนี้ควรจะกำหนดในโครงสร้างของเครดิต การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลข 4 หลัก ตัวเลขในหลักที่ 1 จะแสดงถึงหมวดหมู่ของเครดิต (Credit Category) ดังนี้

1 แทน Sustainable Site

2 แทน Water Efficiency

3 แทน Energy and Atmosphere

4 แทน Material and Resources

5 แทน Indoor Environment Quality

6 แทน Innovation in Design

7 แทน Regional Priority

ตัวเลขในหลักที่ 2 จะแสดงถึงเครดิตในแต่ละหมวดหมู่ของเครดิตนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ในหมวดหมู่ Sustainable Site จะมีการกำหนดตัวเลขได้ ดังนี้

0 แทน Sustainable Site Prerequisite 1

1 แทน Sustainable Site Credit 1

2 แทน Sustainable Site Credit 2

3 แทน Sustainable Site Credit 3

4 แทน Sustainable Site Credit 4

5 แทน Sustainable Site Credit 5

6 แทน Sustainable Site Credit 6

7 แทน Sustainable Site Credit 7

8 แทน Sustainable Site Credit 8

ตัวเลขในหลักที่ 3 และ 4 จะแสดงถึงลำดับของกิจกรรมในเครดิตนั้น ๆ หากเครดิตมีเครดิตย่อย ๆ ผู้วิจัยมีหลักการในการกำหนดรหัส ดังนี้

- หากมีเครดิตย่อย 2 เครดิต กิจกรรมในหัวข้อย่อยแรกจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 01 และกิจกรรมในหัวข้อย่อยที่สองจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 21
- หากมีเครดิตย่อย 4 เครดิต กิจกรรมในหัวข้อย่อยแรกจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 01 กิจกรรมในหัวข้อย่อยที่สองจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 21 กิจกรรมในหัวข้อย่อยที่สามจะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 41 และกิจกรรมในหัวข้อย่อยที่สี่จะเริ่มต้นด้วยตัวเลข 61

ตารางที่ 6.10 แสดงตัวอย่างการกำหนดรหัสของกิจกรรมในหมวดหมู่ Sustainable Site เช่น รหัส 1101 หมายถึง กิจกรรมลำดับที่หนึ่งในหมวดหมู่ Sustainable Site เครดิต Sustainable Site Credit 1 การกำหนดรหัสสำหรับกิจกรรมทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก ค

(5) เครดิต (Credit)

องค์ประกอบนี้แสดงถึงเครดิตในแต่ละหมวดหมู่ในการประเมินอาคารเขียวดังแสดงในภาพที่ 2.1 การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลข 7 หลัก ตัวเลขหลักที่ 1 และ 2 จะแสดงถึง หมวดหมู่ของเครดิต ตัวเลขหลักที่ 3 จะแสดงถึงลักษณะของเครดิตนั้น ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ Prerequisite และ Credit ตัวเลขหลักที่ 4 และ 5 จะแสดงถึง ลำดับของเครดิตตามลักษณะของเครดิตนั้น ๆ ตัวเลขหลักที่ 6 และ 7 จะแสดงถึงลำดับของเครดิตย่อย ๆ ของเครดิต ตัวอย่างเช่น รหัส 0110404 จะแสดงถึง Sustainable Site Credit ที่ 4.4 และรหัส 0300300 จะแสดงถึง Energy and Atmosphere Prerequisite ที่ 3 การกำหนดรหัสสำหรับเครดิตทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก จ

ตารางที่ 6.10 ตัวอย่างการกำหนดรหัสของกิจกรรมในหมวดหมู่ Sustainable Site

Credit	Code	Activity
SS Pre 1	1001	Should compare local codes with the requirements and create an erosion and sedimentation control plan.
SS Pre 1	1002	Should photograph and maintain erosion and sedimentation control measures on-site during the various stages of construction.
SS Pre 1	1003	Once the site is stabilized, should remove any temporary erosion and sedimentation control measures.
SS Cre 1	1101	Provide site specific expertise.
SS Cre 1	1102	Survey the site and inventory the important environmental characteristics, including wetlands, sloped areas, special habitat areas, and forested areas.
SS Cre 2	1201	Should assess various options for locating the building based on density and proximity to existing infrastructure to meet the requirements.
SS Cre 3	1301	Conduct site assessments, identify contaminants, and determine a schedule for cleanup based the remediation methods selected.
SS Cre 3	1302	Contract state and local regulators to identify the rules governing the site and find financial assistance programs.
SS Cre 3	1303	Need to incorporate remediation activities into the construction schedule.
SS Cre 4.1	1401	Should determine which options for the project site location will best meet the public transportation access requirements.
SS Cre 4.2	1421	Can implement a successful alternative transportation program.
SS Cre 4.2	1422	Should consider future expansion opportunities.
SS Cre 4.2	1423	Locate and design bicycle storage and shower facilities.
SS Cre 4.3	1441	Should choose the appropriate approach(fuel efficient vehecles) for the building's future users.
SS Cre 4.4	1461	Develop a traffic study can be a valuable tool for evaluating traffic patterns and expected commuting in single-occupancy vehicles.
SS Cre 4.4	1462	Should choose the appropriate approach (design solutions to reduce parking capacity for the project site) for future occupants.

(6) **ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง** (Participant)

องค์ประกอบนี้แสดงถึง บุคคล หน่วยงาน หรือ องค์กร ซึ่งมีบทบาทและหน้าที่ในการดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ดังแสดงในหัวข้อที่ 5.3.3 การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลข 6 หลัก ผู้วิจัยจะกำหนดตัวเลขนี้จากการนำผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้ระบุไว้ในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวมาเปรียบเทียบกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของมาตรฐาน OmniClass™ หากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวมีความเหมือนกันกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของมาตรฐาน OmniClass™ การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลขเดียวกับมาตรฐาน OmniClass™ แต่หากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวมีความแตกต่างกันกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของมาตรฐาน OmniClass™ ผู้วิจัยจะกำหนดรหัสใหม่ขึ้นมา รหัสใหม่นี้จะใช้ตัวเลขที่ใกล้เคียงกับรหัส

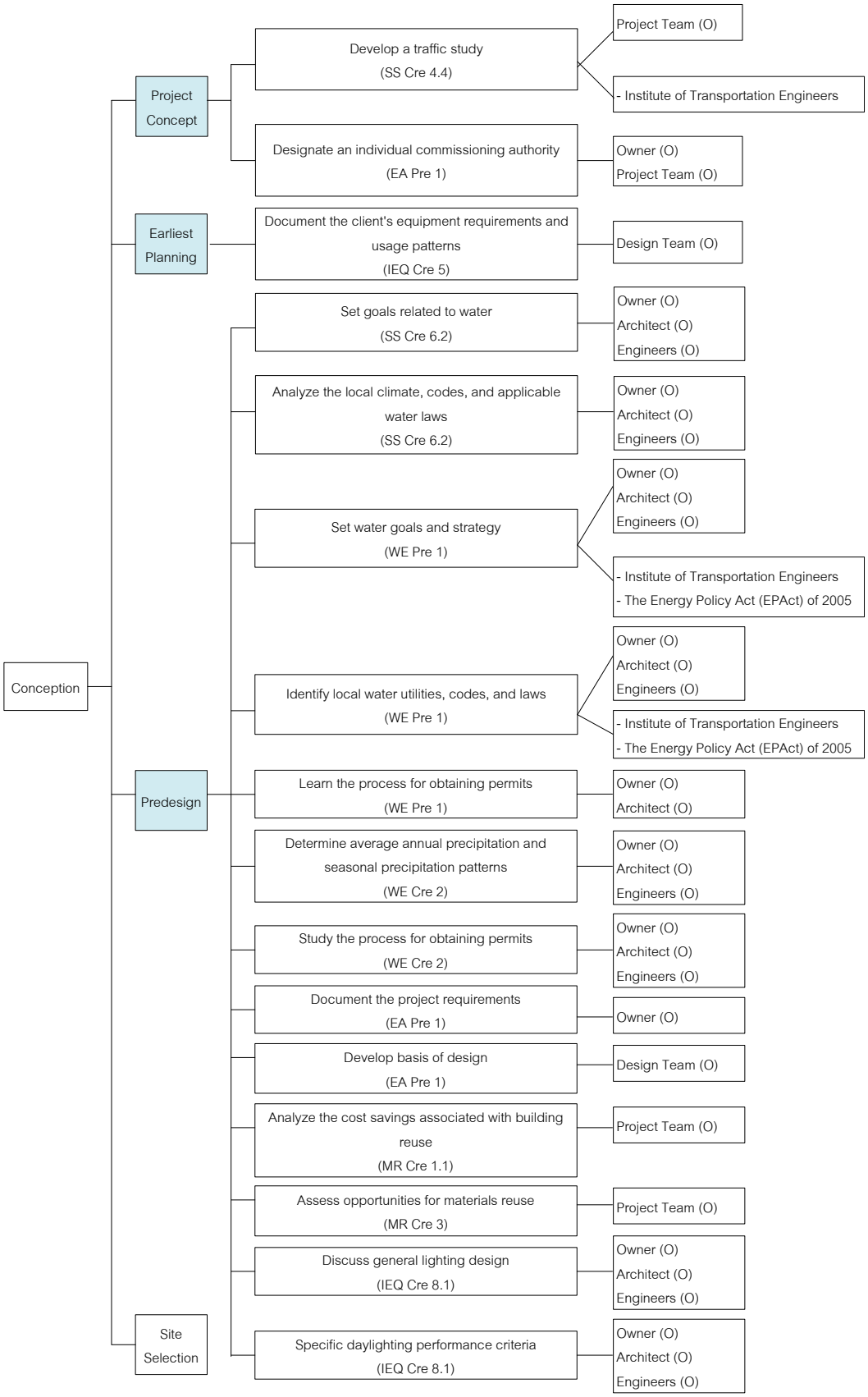
ที่ใช้ระบุผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของมาตรฐาน OmniClass™ ตัวอย่างเช่น รหัส 211100 หมายถึง Developer การกำหนดรหัสสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก จ

(7) มาตรฐาน (Standard)

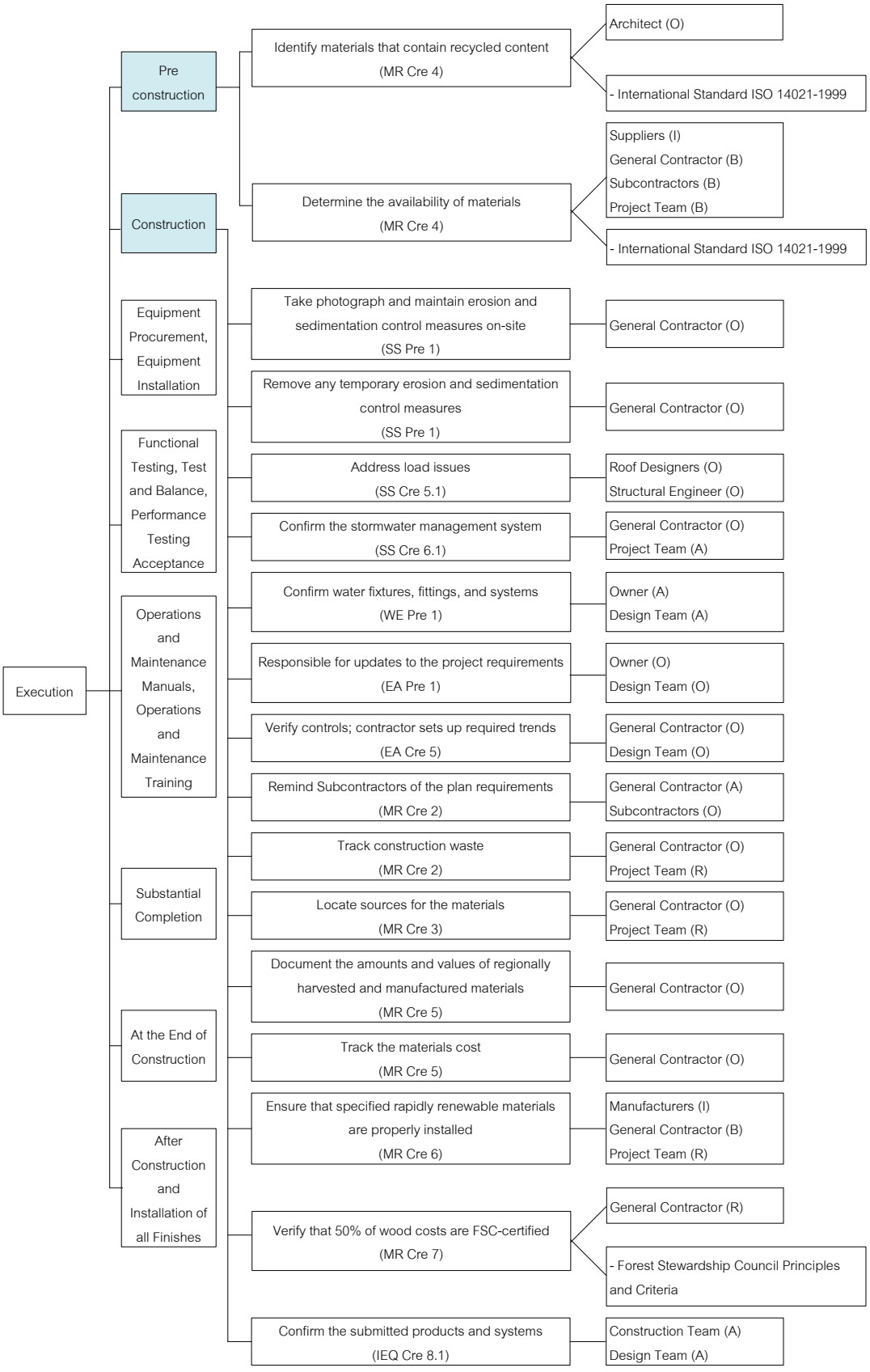
องค์ประกอบนี้แสดงมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ในการออกแบบและก่อสร้างดังแสดงในหัวข้อ 5.3.4 การกำหนดรหัสจะใช้ตัวเลข 4 หลัก ตัวเลขหลักที่ 1 และ 2 จะแสดงถึงหมวดหมู่ของมาตรฐานอ้างอิง ตัวเลขหลักที่ 3 และ 4 จะแสดงถึง ลำดับของมาตรฐานอ้างอิงในหมวดหมู่นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น รหัส 0105 หมายถึง ANSI/ASHRAE Standard 52.2-1999 การกำหนดรหัสสำหรับมาตรฐานอ้างอิงทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก จ

การแสดงผลของงานวิจัยนี้ได้แสดงสารสนเทศและรหัสในรูปแบบตารางตามความเชื่อมโยงของระบบ GBIMS ดังภาพที่ 6.6 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ขั้นตอน Conception Stage กระบวนการ Project Concept Process, Earliest Planning และ Predesign Process ซึ่งกระบวนการ Predesign ประกอบด้วยกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ 13 กิจกรรม ในแต่ละกิจกรรมจะมีการแสดงเครดิตที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรวมไปถึงหน้าที่ความรับผิดชอบและมาตรฐานอ้างอิงที่ต้องนำมาใช้ เมื่อพิจารณาตัวอย่างนี้จะเห็นได้ว่าในขั้นตอน Conception Stage กระบวนการ Predesign Process จะมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพียง 5 ฝ่าย คือ Owner, Architect, Engineers, Design Team, และProject Team ซึ่งผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดมีหน้าที่ลงมือปฏิบัติกิจกรรม (Originate) และมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนี้มีเพียง 2 มาตรฐาน คือ The Energy Policy Act (EPAct) of 1992 และ The Energy Policy Act (EPAct) of 2005

ภาพที่ 6.7 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ในขั้นตอน Execution Stage กระบวนการ Preconstruction และ Construction Process จะเห็นได้ว่ากระบวนการ Construction ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมส่วนใหญ่ของกระบวนการนี้ คือ General Contractor หน้าที่ความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะมีความแตกต่างจากขั้นตอนการพัฒนาโครงการอื่น กล่าวคือ ในขั้นตอนนี้จะเน้นการตรวจสอบงาน (Review) และการรับรองงาน (Approve) มากขึ้น เมื่อพิจารณามาตรฐานอ้างอิงในกระบวนการนี้จะเห็นได้ว่า ไม่มีมาตรฐานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องเลย



ภาพที่ 6.6 ตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ในขั้นตอน Conception Stage กระบวนการ Predesign Process



ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างการแสดงผลของระบบ GBIMS ในขั้นตอน Execution Stage กระบวนการ Construction Process

การแสดงผลของระบบ GBIMS ทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบ GBIMS

ผู้วิจัยนำระบบ GBIMS เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านระบบประเมิน LEED จำนวน 7 ท่าน (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ฉ) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของระบบ GBIMS สำหรับการนำไปใช้งาน ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

(1) ความเหมาะสมของโครงสร้างระบบ GBIMS

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน (ผู้เชี่ยวชาญ ก, ข, ค, ง, จ, ฉ และ ช, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555) มีความคิดเห็นว่าโครงสร้างของระบบนี้มีความเหมาะสมและมีประโยชน์สำหรับการนำไปใช้พัฒนาโครงการอาคารเขียว เนื่องจากข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide มีความกระจัดกระจาย การสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการทำได้ยาก ฉะนั้นการจัดการสารสนเทศที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามวัฏจักรชีวิตของโครงการนี้จะช่วยให้การบริหารโครงการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ (ผู้เชี่ยวชาญ ข, ค, ง, จ และ ฉ, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ GBIMS ได้แก่ การเชื่อมโยงกันของระบบ GBIMS กับการคำนวณคะแนนของระบบประเมิน LEED การกำหนดคุณสมบัติของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในแต่ละฝ่าย รวมไปถึงการประยุกต์วิธีการทำงานจริงกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่คู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ได้กำหนดไว้ ซึ่งประเด็นเหล่านี้มีประโยชน์กับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวจึงได้ระบุเป็นข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคตต่อไป

(2) ความเหมาะสมของวัฏจักรชีวิตในระบบ GBIMS

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน (ผู้เชี่ยวชาญ ก, ข, ค, ง, จ, ฉ และ ช, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555) มีความคิดเห็นว่าการกำหนดวัฏจักรชีวิตในระบบนี้มีความเหมาะสม วัฏจักรชีวิตในระดับขั้นตอน (Stage) ช่วยให้ผู้ใช้งานทราบถึงภาพรวมของการพัฒนาโครงการและสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็วหากผู้ใช้งานต้องการทราบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ของการ

พัฒนาโครงการ นอกจากนี้การแบ่งระดับวัฏจักรชีวิตในระดับกิจกรรม (Activity) จะช่วยให้ผู้ใช้งานทราบชัดเจนถึงสิ่งที่ต้องดำเนินการในแต่ละขั้นตอนการพัฒนาโครงการทำให้ไม่เกิดความผิดพลาดหรือไม่ได้ดำเนินการในกิจกรรมหนึ่ง ๆ

อย่างไรก็ตาม ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ (ผู้เชี่ยวชาญ ข, ค, ง, จ และ ฉ, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเชื่อมโยงของกิจกรรมกับเครดิตที่เกี่ยวข้อง หากไม่ได้แสดงความเชื่องโยงของสารสนเทศคู่นี้อาจจะทำให้ผู้ใช้งานไม่เข้าใจขอบเขตของกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้เพิ่มเติมความเชื่อมโยงดังกล่าวในระบบ GBIMS เรียบร้อยแล้ว

(3) ความเหมาะสมของสารสนเทศในระบบ GBIMS

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน (ผู้เชี่ยวชาญ ก, ข, ค, ง, จ, ฉ และ ช, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555) มีความคิดเห็นว่าสารสนเทศในระบบ คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่าย ทำให้ทราบถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการของแต่ละกิจกรรมที่ชัดเจน ไม่เกิดความสับสนของบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และมาตรฐานอ้างอิง จะช่วยให้ทราบมาตรฐานที่ต้องใช้สำหรับการออกแบบและก่อสร้างในแต่ละกิจกรรม สารสนเทศทั้งสองส่วนนี้จะช่วยลดเวลาในการสืบค้นข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ได้

อย่างไรก็ตาม สารสนเทศดังกล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่งของสารสนเทศสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวเท่านั้น ฉะนั้นระบบ GBIMS นี้ควรเพิ่มเติมสารสนเทศอื่น ๆ เช่น เรื่องเอกสารที่เกี่ยวข้อง และวัสดุเขียว เป็นต้น เพื่อความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น (ผู้เชี่ยวชาญ ข, ค และ ง, สัมภาษณ์, มกราคม – มีนาคม 2555)

นอกจากการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบ GBIMS แล้ว ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสารสนเทศที่มีความคลุมเครือในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาของกิจกรรมที่ต้องดำเนินการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมและหน้าที่ความรับผิดชอบ ซึ่งความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนี้จะช่วยให้ระบบ GBIMS ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.4 บทสรุป

ระบบประเมิน LEED ได้มีวิธีการนำเสนอข้อมูลที่ไม่สามารถตอบสนองต่อการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียว เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide นั้นถูกแบ่งตามหัวข้อในการพิจารณา ทำให้ข้อมูลกระจัดกระจาย ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในการบริหารโครงการอาคารเขียว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียวขึ้นมา โครงสร้างของระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) ผู้วิจัยระบุองค์ประกอบในแต่ละส่วนของโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น คือ ในส่วนของวัฏจักรชีวิต ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก (Stage) กระบวนการ (Process) และกิจกรรม (Activity) ในส่วนของสารสนเทศ ประกอบด้วย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ (Participant) รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง (Reference Standard) ตามความเชื่อมโยงกันที่ระบุไว้ในกรอบความคิดของระบบ GBIMS

เมื่อระบบ GBIMS ได้ถูกพัฒนาและองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ถูกระบุออกมาแล้ว ผู้วิจัยนำสารสนเทศที่เกี่ยวข้องเข้าสู่ระบบ GBIMS ซึ่งมีแนวคิดในพัฒนาในลักษณะโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web-based Application) การจัดเก็บข้อมูลต้องมีรูปแบบที่แน่นอน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูลคือ แผนผังคลาส (Class Diagram) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัส (Code) ของสารสนเทศ ได้แก่ ประเภทของโครงการอาคารเขียว ขั้นตอนหลักในการพัฒนาโครงการ กระบวนการ กิจกรรม เครดิต ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิง การนำเข้าของข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ จะเป็นไปตามแผนผังคลาสที่กำหนดไว้ การเชื่อมโยงของสารสนเทศในแผนผังคลาสช่วยให้การสืบค้นและแสดงผลของระบบ GBIMS ทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การแสดงผลของงานวิจัยนี้ได้แสดงสารสนเทศและรหัสในรูปแบบแผนภูมิภาพตามความเชื่อมโยงของกรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว ได้แก่ ขั้นตอนหลัก กระบวนการ กิจกรรม ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ รวมไปถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง ตามลำดับ

บทที่ 7

สรุป

7.1 สรุปผลการวิจัย

อุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับอาคารเขียวเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญของการก่อสร้างสีเขียว การตระหนักถึงเรื่องสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งการมีสิ่งจูงใจในการก่อสร้างอาคารเขียวจากภาครัฐ อาคารเขียวเป็นอาคารที่มีการออกแบบก่อสร้าง และการใช้งานอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง อีกทั้งยังส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร การบริหารโครงการอาคารเขียวมีความแตกต่างจากการบริหารโครงการอาคารทั่วไปในหลายประเด็น โครงการอาคารเขียวจะต้องทำการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ที่มากกว่าโครงการอาคารปกติ ในระหว่างขั้นตอนการพัฒนาโครงการ ไม่ว่าจะเป็น ขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน และขั้นตอนการรื้อถอนอาคาร การออกแบบและการก่อสร้างของอาคารเขียวต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบประเมินอาคารเขียว (Green Building Rating System) ในแต่ละระบบประเมินอาคารเขียวจะมีข้อกำหนดและเกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกัน ในปัจจุบัน ระบบประเมินอาคารเขียวมีมากมายหลายระบบ ระบบประเมิน Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) เป็นหนึ่งในระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ระบุในระบบประเมินนี้จะถูกจัดเรียงออกตามเครดิต (Credit) จากการศึกษาการบริหารโครงการอาคารเขียวในปัจจุบันพบว่า ส่วนมากจะให้ความสำคัญกับคะแนนที่ได้รับในแต่ละเครดิต ซึ่งข้อมูลที่ถูกระบุไว้จะไม่เป็นไปตามขั้นตอนของการพัฒนาโครงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนากรอบความคิดของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว (Green Building Information Management System: GBIMS) ตามขั้นตอนของการพัฒนาโครงการ ตั้งแต่ Conception Stage จนกระทั่ง Closure Stage โดยมุ่งเน้นสำหรับการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์สารสนเทศในระบบประเมิน LEED ซึ่งเป็นระบบประเมินอาคารเขียวที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งระบบประเมินในประเทศไทยที่พัฒนาโดยคณะกรรมการ

อาคารเขียวได้มีการอ้างอิงระบบประเมินนี้เป็นหลัก สารสนเทศในระบบประเมิน LEED สามารถรวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide เพื่อนำมาพัฒนาโครงสร้างของระบบ GBIMS ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) นอกจากนี้กรอบความคิดของระบบ GBIMS จะมีลักษณะเป็นโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web-based Application) ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบนี้ได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จากนั้นจึงได้นำกรอบความคิดที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้กรอบความคิดของระบบ GBIM มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการพัฒนาระบบ GBIMS งานวิจัยนี้ได้กำหนดโครงสร้างของระบบนี้ออกเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ วัฏจักรชีวิต (Life Cycle) และสารสนเทศ (Information) วัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ขั้นตอนหลัก (Stage) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนหลัก กระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 32 กระบวนการ และกิจกรรม (Activity) ประกอบด้วย 275 กิจกรรม ส่วนสารสนเทศในระบบ GBIMS นี้ คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 57 ฝ่าย และมาตรฐานอ้างอิง 50 มาตรฐาน ระบบ GBIMS นี้ได้กำหนดเชื่อมโยงกันระหว่างสารสนเทศกับวัฏจักรชีวิตของโครงการอาคารเขียวเข้าด้วยกัน ซึ่งการกำหนดความสัมพันธ์นี้จะช่วยในการพัฒนาโครงการอาคารเขียวให้ประสบความสำเร็จ

ระบบ GBIMS จะมีแนวคิดการพัฒนาในลักษณะโปรแกรมประยุกต์เว็บ การจัดเก็บข้อมูลต้องมีรูปแบบที่แน่นอน เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูล คือ แผนผังคลาส (Class Diagram) งานวิจัยนี้ได้กำหนดรหัส (Code) ของข้อมูลในแผนผังคลาสเพื่อช่วยในการออกแบบการสืบค้นและจัดเก็บข้อมูลในโปรแกรมประยุกต์เว็บเป็นระบบและทำได้ง่ายขึ้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ระบบ GBIMS ที่พัฒนาขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการพัฒนาโครงการอาคารเขียวตามระบบประเมิน LEED การจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียวตามขั้นตอนการพัฒนาโครงการจะช่วยลดเวลาในการสืบค้นข้อมูลที่จะต้องดำเนินการในแต่ละขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและหน้าที่ความรับผิดชอบ รวมไปถึงมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำงานจริง

อีกทั้งระบบ GBIMS ยังได้เตรียมพร้อมไว้สำหรับการพัฒนาในลักษณะโปรแกรมประยุกต์เว็บ ทำให้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอกสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้นได้และยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น

7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

(1) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ GBIMS นี้ได้รวบรวมมาจากคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide เฉพาะการก่อสร้างอาคารใหม่ (New Construction) เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงอาคารที่มีอยู่แล้วให้ได้รับการประเมินเป็นอาคารเขียวได้

(2) การออกแบบระบบ GBIMS ได้พัฒนาจากข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ทำให้ข้อมูลในบางส่วนไม่สะท้อนกับการปฏิบัติงานจริง ซึ่งอาจส่งกระทบต่อการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวได้

(3) ผู้เชี่ยวชาญที่ให้สัมภาษณ์ต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED (LEED AP) ซึ่งในปัจจุบันผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมิน LEED มีจำนวนจำกัด ส่งผลให้งานวิจัยในครั้งนี้ได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในจำนวนไม่มากนัก

7.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

(1) สารสนเทศในการพัฒนาระบบ GBIMS นี้ประกอบด้วย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมาตรฐานอ้างอิงเท่านั้น การพัฒนาโครงการอาคารเขียวยังประกอบด้วยสารสนเทศอื่น ๆ อีก เช่น เอกสารประกอบการประเมิน และวัสดุก่อสร้างเขียว เป็นต้น การเพิ่มสารสนเทศดังกล่าวเข้าไปในระบบ GBIMS จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการโครงการอาคารเขียวมากยิ่งขึ้น

(2) ระบบ GBIMS ยังไม่ได้มีการเชื่อมโยงกับการคำนวณคะแนนสำหรับประเมินระดับการรับรองอาคารเขียว ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า การเชื่อมโยงของการคำนวณคะแนนสามารถใช้การเชื่อมโยงกับสารสนเทศในส่วนของเอกสารประกอบการประเมินได้

(3) ระบบ GBIMS ได้พัฒนาจากข้อมูลในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide เท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการทำงานจริง

นอกเหนือไปจากข้อมูลที่อยู่ในคู่มืออ้างอิง LEED Reference Guide ซึ่งจะส่งผลให้ระบบ GBIMS มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(4) การออกแบบระบบ GBIMS นี้ยังเป็นเพียงแนวคิดในการจัดการสารสนเทศในโครงการอาคารเขียว ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่า หากนำระบบ GBIMS ไปพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์เว็บ (Web-based Application) จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้อย่างสะดวกรวดเร็วทางอินเทอร์เน็ต

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์. 2552. เรื่อง LEED ที่ควรรู้จากมุมมองของ LEED AP. วิศวกรรมสาร 2 (มีนาคม – เมษายน): 50-61.

นินนาท ไชยธีรภิญโญ. 2552. วิศวกรรมสาร INTERVIEW. วิศวกรรมสาร 2 (มีนาคม – เมษายน): 31-35.

วิญญู วานิชศิริโรจน์. 2552. ทำไมเราต้องการอาคารเขียวแบบไทย ๆ ?. วิศวกรรมสาร 2 (มีนาคม – เมษายน): 23-30.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2552. หลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว [Online]. แหล่งที่มา : http://www.eit.or.th/content.php?siteid=0&option=com_content&id=360&sid=10&lang=th [2553, มกราคม 18]

ภาษาอังกฤษ

Bennett, Lawrence F. 2003. The Management of Construction: A Project Life Cycle Approach. Butterworth-Heinemann .

Building Research Establishment Global. 2009. BRE Environmental & Sustainability Standard [Online]. Available from: http://www.breeam.org/filelibrary/BES5055-3_0_BREEAM_Offices1_2008.pdf [2010, January 11]

Chang, K., F., Chiang, C., M., and Chou., P,. C. 2007. Adapting aspects of GBTool 2005. Building and Environment 42: 310 - 316

ECONNorthwest. 2001. Green Building: Saving Money and the Environment [Online]. Available from: http://data.leanweb.org/qoflife/green.pdf [2010, February 22]

German Sustainable Building Council. 2009. GERMAN SUSTAINABLE BUILDING CERTIFICATE [Online]. Available from: http://www.dgnb.de/fileadmin/downloads/DGNB_system_en_44S_20091217_ohneblatt.pdf [2010, January 11]

Glavinich, T., E. 2008. Contractor's Guide to Green Building Construction. John Wiley & Sons.

Green Building Council of Australia. 2009. Assessment Credits. Introduction [Online]. Available from: http://www.gbca.org.au/green-star/rating-tools/green-star-office-v3/1710.htm [2010, January 11]

Green Building Initiative. 2009. Environmental Assessment Areas [Online]. Available from: http://www.thegbi.org/green-globes [2010, February 10]

Hikmat, H., A., and Saba, F., A. 2009. Developing a Green Building Assessment Tool for Developing Countries – Case of Jordan. Building and Environment 44: 1053 - 1064

Halpin, D., W., and Woodhead, R., W. 1998. Construction Management. 2 nd ed. John Wiley & Sons, Inc.

HK-BEAM Society. 2004. Hong Kong Building Environmental Assessment Method New Building [Online]. Available from: http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/_4-04%20New%20Buildings%20%28Full%20Version%29.pdf [2010, January 13]

Institute for Building Environment and Energy Conservation. 2008. Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency for New Construction [Online]. Available from: http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download.htm [2010, January 13]

Kawazu, Y., and Shimada, N. 2005. Comparison of the Assessment Results of BREEAM, LEED, GBTool and CASBEE [Online]. Available from: http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3754.pdf [2010, February 8]

Kibert, C., J. 2008. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. 2 nd ed. John Wiley & Sons, Inc.

Liebing, R. 2001. The Construction Industry: Processes, Players, and Practices. Prentice-Hall, Inc.

OmniClass Construction Classification System. 2006a. OmniClass™: Introduction and User's Guide [Online]. Available from: http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf [2011, March 21]

OmniClass Construction Classification System. 2006b. OmniClass™: Table31 – Phases [Online]. Available from: http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_31_2006-03-28.pdf [2011, March 21]

Sage, A., P., and Rouse, W., B. 1999. Handbook of Systems Engineering and Management. John Wiley & Sons, Inc.

Sathyanarayanan, R., Gambatese, J., A., and Behm, M., G. 2009. Impact of Green Building Design and Construction on Worker Safety and Health. Journal of Construction Engineering and Management 135: 1058-1066

Spiegel, R., and Meadows, D. 1999. Green Building Materials: A Guide to Product Selection and Specification. John Wiley & Sons, Inc.

United States Environmental Protection Agency. 2009. Definition of Green Building. Basic Information [Online]. Available from: http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm [2010, February 5]

United States Green Building Council. 2009. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction

Woodson, R., D. 2009. Be a Successful Green Builder. McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของช่วงเวลาตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

ตารางที่ ก.1 รายละเอียดของช่วงเวลา Conception Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
10 00 00	Conception Stage	10 11 00	Needs Identification Phase	10 11 14	Project Description Phase
				10 11 17	Imagination Phase
				10 11 21	Inception Phase
		10 14 00	Concept Phase	10 14 14	Market Analysis Phase
				10 14 15	Research Phase
				10 14 17	Project Feasibility Phase
				10 14 21	Project Programming Phase
				10 14 24	Project Planning Phase
		10 27 00	Pre-Design Phase		
		10 31 00	Budgetary Estimate Phase		
		10 34 00	Definition Phase		
		10 37 00	Conceptual Phase	10 37 11	Data Collection Phase
				10 37 14	Site Survey Phase
				10 37 21	Geotechnical Investigation Phase
		10 41 00	Preliminary Design Phase	10 41 11	Schematic Design Phase
				10 41 21	Design Development Phase
				10 41 31	Preliminary Estimate Phase
				10 41 34	Technical Studies Phase
				10 41 37	Public Consultation Phase
				10 41 41	Analysis Phase
				10 41 44	Feasibility Phase
				10 41 47	Environmental Studies Phase
				10 41 51	Due Diligence Phase
				10 41 54	Site Selection Phase
				10 41 57	Property Acquistion Planning Phase
				10 41 61	Planning Phase
		10 43 00	Scheduling Phase		
		10 45 00	Budgeting Phase		

ตารางที่ ก.2 รายละเอียดของช่วงเวลา Project Delivery Selection Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
15 00 00	**Project Delivery Selection Stage**	15 10 00	Project Dilivery Method Evaluation Phase		
		15 20 00	Team Assembly Phase	15 20 11	Design Team Selection Phase
				15 20 14	Project Team Selection Phase
				15 20 17	Design/Builder Selection Phase
				15 20 21	Construction Manager Selection
				15 20 24	Request for Qualifications (RFQ) Phase
				15 20 27	Request for Qualifications (RFQ) Evaluation Phase
				15 20 31	Request for Proposal (RFP) Phase
				15 20 34	Request for Proposal (RFP) Evaluation Phase
				15 20 37	Interview Phase

ตารางที่ ก.3 รายละเอียดของช่วงเวลา Design Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
20 00 00	**Design Stage**	20 10 00	Preliminary Project Description Phase	20 10 11	Preliminary Engineering Phase
				20 10 14	Conceptual Design Phase
				20 10 17	Schematic Design Phase
				20 10 21	Preliminary Design Phase
		20 20 00	Design Development Phase	20 20 11	Detailed Design Phase
				20 20 14	Final Design Phase
				20 20 17	Prototype Design and Testing Phase
				20 20 21	Engineering Analysis Phase
				20 20 24	Product Selection Phase
				20 20 27	Material Selection Phase
				20 20 31	Equipment Selection Phase
				20 20 34	Estimating Phase
				20 20 37	Value Analysis Phase

ตารางที่ ก.4 รายละเอียดของช่วงเวลา Construction Documents Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
25 00 00	Construction Documents Stage	25 10 00	Construction Documents Preparation Phase	25 10 11	Construction Data Preparation Phase
				25 10 14	Drawing Preparation Phase
				25 10 17	Detail Preparation Phase
				25 10 21	Fabrication Drawing Preparation
				25 10 24	Coordination Drawing Preparation
				25 10 27	Specifications Preparation Phase
				25 10 31	Project Manaual Preparation Phase
		25 20 00	Construction Documents Production Phase		
		25 30 00	Construction Cost Estimating Phase		

ตารางที่ ก.5 รายละเอียดของช่วงเวลา Procurement Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
30 00 00	Procurement Stage	30 10 00	Solicitation Phase	30 10 11	Advertising Phase
		30 20 00	Pre-Qualification Phase		
		30 30 00	Bidding Phase	30 30 11	Bid Scoping Phase
				30 30 14	Pricing Phase
				30 30 17	Bid Preparation Phase
				30 30 21	Proposal Preparation Phase
		30 40 00	Selection Phase	30 40 11	Contractor Selection Phase
				30 40 14	Proposal Evaluation Phase
				30 40 17	Bid Evaluation Phase
		30 50 00	Contracting Phase	30 50 11	Negotiation Phase
				30 50 14	Contract Award Phase
				30 50 17	Contract Execution Phase

ตารางที่ ก.6 รายละเอียดของช่วงเวลา Execution Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
40 00 00	Execution Stage	40 10 00	Construction Contract Administration Phase		
		40 20 00	Construction Preparation Phase	40 20 11	Mobilization Phase
				40 20 14	Subcontracting Phase
				40 20 17	Permitting Phase
				40 20 21	Regulatory Review Phase
				40 20 24	Regulatory Approval Phase
				40 20 27	Submittal Processing Phase
				40 20 31	Scheduling Phase
				40 20 34	Coordination Phase
				40 20 37	Buy-Out Phase
		40 30 00	Product Development Phase	40 30 11	Product Prototyping Phase
				40 30 14	Product Testing Phase
				40 30 17	Product Evaluation Phase
				40 30 21	Product Purchasing Phase
				40 30 24	Product Ordering Phase
				40 30 27	Product Delivery Phase
		40 40 00	Construction Phase	40 40 11	Construction Start-Up Phase
				40 40 14	Project Execution Stage
				40 40 91	Close of Construction Phase
		40 50 00	Commissioning Phase	40 50 11	Commissioning Start-up Phase
				40 50 21	Commissioning Monotoring Phase
				40 50 31	Commissioning Certification Phase
				40 50 41	Facility Equipment Demonstration Phase
				40 50 51	Facility Equipment Training Phase

ตารางที่ ก.7 รายละเอียดของช่วงเวลา Utilization Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
50 00 00	**Utilization Stage**	50 10 00	Occupancy Phase	50 10 11	Pre-Opening Phase
				50 10 14	Grand Opening Phase
				50 10 17	Use Phase
				-	Deployment Phase
		50 20 00	Facility Management Phase	50 20 11	Facility Operation Phase
				50 20 21	Facility Inspection Phase
				50 20 31	Facility Maintenance Phase
		50 30 00	Facility Re-Use Phase	-	Facility Renovation Phase
				50 30 14	Facility Remodeling Phase
				50 30 17	Facility Expansion Phase
				50 30 21	Facility Restoration Phase
		50 70 00	Facility Repair Phase		

ตารางที่ ก.8 รายละเอียดของช่วงเวลา Closure Stage ตามมาตรฐาน OmniClass™: Table 31 – Phases

OmniClass					
60 00 00	**Closure Stage**	60 10 00	Adaptation Phase	60 10 11	Re-Fitting Phase
				60 10 14	Re-Commissioning Phase
		60 20 00	Redevelopment Phase		
		60 25 00	Relocation Phase		
		60 30 00	Deconstruction Phase		
		60 35 00	Recycling Phase		
		60 40 00	Decommissioning Phase		
		60 45 00	Demolition Phase		

ภาคผนวก ข

หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาทั้งหมดในแต่ละหมวดหมู่ และหัวข้อย่อยภายหลังจากรวมหัวข้อในแต่ละหมวดหมู่

ตารางที่ ข.1 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่มลพิษ (Emission)

No.	Category	Point	Rating
	Emission		
SS Credit 8	Light Pollution Reduction	1	LEED
EA Prerequisite 3	Fundamental Refrigerant Management	Required	LEED
EA Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2	LEED
5	Exterior Light Pollution	7	Green Globe
2	Environmental Management during Construction	16	Green Globe
4	Environmental Management – Post Construction	14	Green Globe
1	Building Carbon Dioxide Equivalent (CO2e) Emissions	250	Green Globe
1	Heating Equipment	18	Green Globe
2	Cooling Equipment	21	Green Globe
3	Storage of Janitorial Supplies	6	Green Globe
1	Reduction of CO2 Emissions	15	BREEAM
1	Refrigerant GWP – Building Services	1	BREEAM
2	Preventing Refrigerant Leaks	2	BREEAM
3	NOx emissions from heating source	3	BREEAM
5	Minimising Watercourse Pollution	1	BREEAM
6	Reduction of Night Time Light Pollution	1	BREEAM
7	Noise Attenuation	1	BREEAM
Ene - 1	Greenhouse Gas Emissions	20	Green Star
Emi - 1	Refrigerant ODP	1	Green Star
Emi - 2	Refrigerant GWP	2	Green Star
Emi - 3	Refrigerant Leaks	2	Green Star
Emi - 4	Insulant ODP	1	Green Star
Emi - 5	Watercourse Pollution	3	Green Star
Emi - 6	Discharge to Sewer	5	Green Star
Emi - 7	Light Pollution	1	Green Star
Emi - 8	Legionella	1	Green Star
C1	Greenhouse Gas Emissions	0.038	GB Tool
C2	Other Atmospheric Emissions	0.025	GB Tool
C3	Solid Wastes	0.035	GB Tool
1	Consideration of Global Warming	4.0	CASBEE
3	Consideration of Surrounding Environment	3.0	CASBEE
1	Global warming potential	30	DGNB
2	Ozone depletion potential	5	DGNB
3	Photochemical ozone creation potential	5	DGNB
4	Acidification potential	10	DGNB
5	Eutrophication potential	10	DGNB
6	Risks to the regional environment	30	DGNB
3	Effluent	1	HK BEAM
3	Emissions from the Site	6	HK BEAM

ตารางที่ ข.2 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่พลังงาน (Energy)

No.	Category	Point	Rating
	Energy		
EA Prerequisite 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	Required	LEED
EA Prerequisite 2	Minimize Energy Performance	Required	LEED
EA Credit 1	Optimize Energy Performance	1-19	LEED
EA Credit 2	On-site Renewable Energy	1-7	LEED
EA Credit 3	Enhanced Commissioning	2	LEED
EA Credit 5	Measurement and Verification	3	LEED
EA Credit 6	Green Power	2	LEED
	Path A		Green Globe
2	Demand	40	Green Globe
3	Measurement and Verification	10	Green Globe
	Path B		Green Globe
1	Building Opaque Envelope	42	Green Globe
3	HVAC Systems and Controls	84	Green Globe
5	Elevator and Conveyance Systems	5	Green Globe
6	Renewable Energy	100	Green Globe
2	Sub-metering of Substantial Energy Uses	1	BREEAM
3	Sub-metering of High Energy Load and Tenancy Areas	1	BREEAM
4	External Lighting	1	BREEAM
5	Low or Zero Carbon Technologies	3	BREEAM
6	Lifts	2	BREEAM
7	Escalators and travelling walkways	1	BREEAM
Ene - 2	Energy Sub-metering	2	Green Star
Ene - 3	Lighting Power Density	3	Green Star
Ene - 5	Peak Energy Demand Reduction	2	Green Star
B1	Total Life Cycle Primary Non-Renewable Energy	0.032	GB Tool
B2	Predicted electrical peak demand for building operations	0.026	GB Tool
B3	Renewable Energy	0.034	GB Tool
B4	Commissioning of building systems	0.030	GB Tool
1	Building Thermal Load	3.0	CASBEE
2	Natural Energy Utilization	3.0	CASBEE
3	Efficiency in Building Service System	4.0	CASBEE
4	Efficiency Operation	3.5	CASBEE
10	Non-renewable primary energy demands	30	DGNB
11	Total primary energy demands and proportion of renewable primary energ	20	DGNB
1	Annual Energy Use	13	HK BEAM
2	Energy Efficient Systems	14	HK BEAM
3	Energy Efficient Equipment	8	HK BEAM
4	Facilities for Energy Management	8	HK BEAM

ตารางที่ ข.3 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ (Indoor Environmental Quality)

No.	Category	Point	Rating
	Indoor Environmental Quality		
IEQ Prerequisite 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required	LEED
IEQ Prerequisite 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required	LEED
IEQ Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1	LEED
IEQ Credit 2	Increased Ventilation	1	LEED
IEQ Credit 3.1	Construction Indoor Air Quality Management Plan - During Construction	1	LEED
IEQ Credit 3.2	Construction Indoor Air Quality Management Plan - Before Occupancy	1	LEED
IEQ Credit 4.1	Low-Emitting Materials - Adhesives and Sealants	1	LEED
IEQ Credit 4.2	Low-Emitting Materials - Paints and Coatings	1	LEED
IEQ Credit 4.3	Low-Emitting Materials - Flooring Systems	1	LEED
IEQ Credit 4.4	Low-Emitting Materials - Composite Wood and Agrifiber Products	1	LEED
IEQ Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1	LEED
IEQ Credit 6.1	Controllability of Systems - Lighting	1	LEED
IEQ Credit 6.2	Controllability of Systems - Thermal Comfort	1	LEED
IEQ Credit 7.1	Thermal Comfort - Design	1	LEED
IEQ Credit 7.2	Thermal Comfort - Verification	1	LEED
IEQ Credit 8.1	Daylight and Views - Daylight	1	LEED
IEQ Credit 8.2	Daylight and Views - Views	1	LEED
1	Ventilation Systems	39	Green Globe
2	Source Control of Indoor Pollutants	34	Green Globe
3	Source Control	6	Green Globe
4	Lighting Design and Integration of Lighting Systems	39	Green Globe
5	Thermal Comfort	20	Green Globe
6	Acoustic Comfort	22	Green Globe
2	Daylighting	15	Green Globe
4	Lighting Systems and Controls	54	Green Globe
1	Daylight	1	BREEAM
2	View Out	1	BREEAM
3	Glare Control	1	BREEAM
4	High frequency lighting	1	BREEAM
5	Internal and external lighting levels	1	BREEAM
6	Lighting zones and controls	1	BREEAM
7	Potential for Natural Ventilation	1	BREEAM
8	Indoor air quality	1	BREEAM
9	Volatile Organic Compounds	1	BREEAM
10	Thermal Comfort	1	BREEAM
11	Thermal Zoning	1	BREEAM
12	Microbial Contamination	1	BREEAM
13	Acoustic Performance	1	BREEAM

ตารางที่ ข.3 (ต่อ) หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ (Indoor Environmental Quality)

No.	Category	Point	Rating
	Indoor Environmental Quality		
Ene - 4	Lighting Zoning	2	Green Star
IEQ - 1	Ventilation Rates	3	Green Star
IEQ - 2	Air Change Effectiveness	2	Green Star
IEQ - 3	Carbon Dioxide Monitoring and Control	1	Green Star
IEQ - 4	Daylight	3	Green Star
IEQ - 5	Daylight Glare Control	1	Green Star
IEQ - 6	High Frequency Ballasts	1	Green Star
IEQ - 7	Electric Lighting Levels	1	Green Star
IEQ - 8	External Views	2	Green Star
IEQ - 9	Thermal Comfort	2	Green Star
IEQ - 10	Individual Comfort Control	2	Green Star
IEQ - 11	Hazardous Materials	1	Green Star
IEQ - 12	Internal Noise Levels	2	Green Star
IEQ - 13	Volatile Organic Compounds	3	Green Star
IEQ - 14	Formaldehyde Minimisation	1	Green Star
IEQ - 15	Mould Prevention	1	Green Star
IEQ - 16	Tenant Exhaust Riser	1	Green Star
D1	Indoor Air Quality	0.035	GB Tool
D2	Ventilation	0.033	GB Tool
D3	Air Temperature and Relative Humidity	0.026	GB Tool
D4	Daylighting and Illumination	0.027	GB Tool
D5	Noise and Acoustics	0.023	GB Tool
D6	Electro-Magnetic Pollution—not yet active	0.016	GB Tool
1	Noise & Acoustics	3.0	CASBEE
2	Thermal Comfort	3.9	CASBEE
3	Lighting & Illumination	3.6	CASBEE
4	Air Quality	3.4	CASBEE
3	Avoiding the Use of Materials with Pollutant Content	3.0	CASBEE
18	Thermal comfort in the winter	20	DGNB
19	Thermal comfort in the summer	30	DGNB
20	Indoor Hygiene	30	DGNB
21	Acoustical comfort	10	DGNB
22	Visual comfort	30	DGNB
23	Influences by users	20	DGNB
34	Noise protection	20	DGNB
35	Energetic and moisture proofing quality of the building's Shell	20	DGNB
1	Safety	4	HK BEAM
2	Hygiene	3	HK BEAM
3	Indoor Air Quality	11	HK BEAM
4	Ventilation	10	HK BEAM
5	Thermal Comfort	6	HK BEAM
6	Lighting Quality	7	HK BEAM
7	Acoustics and Noise	5	HK BEAM

ตารางที่ ข.4 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่นวัตกรรม (Innovation)

No.	Category	Point	Rating
	Innovation		
ID Credit 1	Innovation in Design	1-5	LEED
1	Innovation	10	BREEAM
Inn-1	Innovative Strategies & Technologies	2	Green Star
Inn-2	Exceeding Green Star Benchmarks	2	Green Star
Inn-3	Environmental Design Initiatives	1	Green Star
1	Innovative Techniques		HK BEAM
2	Performance Enhancements		HK BEAM

ตารางที่ ข.5 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่การบริหาร (Management)

No.	Category	Point	Rating
	Management		
ID Credit 2	Regional Priority	1-4	LEED
RP Credit 1	LEED Accredited Professional	1	LEED
1	Coordination and Benchmarking	28	Green Globe
3	Whole Building Commissioning	42	Green Globe
1	Commissioning	2	BREEAM
2	Considerate Constructors	2	BREEAM
3	Construction site impacts	4	BREEAM
4	Building User Guide	1	BREEAM
5	Security	1	BREEAM
Man-1	Green Star Accredited Professional	2	Green Star
Man-2	Commissioning Clauses	2	Green Star
Man-3	Building Tuning	2	Green Star
Man-4	Independent Commissioning Agent	1	Green Star
Man-5	Building Users' Guide	1	Green Star
E1	Efficiency of space utilization	0.035	GB Tool
E2	Design for maintenance of core functions during power outages	0.036	GB Tool
E3	Controllability	0.035	GB Tool
F1	Maintenance of building envelope performance	0.022	GB Tool
F2	Flexibility and Adaptability	0.04	GB Tool
F3	Maintenance of Operating Performance	0.049	GB Tool
G1	Cost and Economics	0.054	GB Tool
G2	Social Aspects	0.054	GB Tool
1	Service Ability	3.5	CASBEE
3	Flexibility & Adaptability	2.6	CASBEE
16	Building-related life cycle costs	30	DGNB
17	Value stability	20	DGNB
25	Safety and risks of failure	10	DGNB
26	Barrier free accessibility	20	DGNB
27	Area efficiency	10	DGNB
28	Feasibility of conversion	20	DGNB
31	Assurance of the quality of the design and for urban development for com	30	DGNB
32	Art within Architecture	10	DGNB
33	Fire protection	20	DGNB
40	Ease of Cleaning and Maintenance of the Structure	20	DGNB
43	Quality of the project's preparation	30	DGNB
44	Integrated planning	30	DGNB
45	Optimization and complexity of the approach to planning	30	DGNB
46	Evidence of sustainability considerations during bid invitation and awardin	20	DGNB
47	Establishment of preconditions for optimized use and operation	20	DGNB
49	Quality of executing companies, prequalifications	20	DGNB
50	Quality assurance of the construction activities	30	DGNB
51	Systematic commissioning	30	DGNB
8	Building Amenities	3	HK BEAM

ตารางที่ ข.6 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Material and Resource)

No.	Category	Point	Rating
	Material and Resource		
MR Prerequisite 1	Storage and Collection of Recyclables	Required	LEED
MR Credit 1.1	Building Reuse - Maintain Existing Walls, Floors and Roof	1-3	LEED
MR Credit 1.2	Building Reuse - Maintain Existing Interior Nonstructural Elements	1	LEED
MR Credit 2	Construction Waste Management	1-2	LEED
MR Credit 3	Materials Reuse	1-2	LEED
MR Credit 4	Recycled Content	1-2	LEED
MR Credit 5	Regional Materials	1-2	LEED
MR Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1	LEED
MR Credit 7	Certified Wood	1	LEED
1	Furnishings, Finishes and Fit-outs	17	Green Globe
2	Other Material Properties	12	Green Globe
3	Reuse of Existing Structures	18	Green Globe
4	Reduction, Re-use and Recycling of Waste	9	Green Globe
5	Resource Conservation through Design	14	Green Globe
6	Building Envelope	30	Green Globe
7	Air Barriers	6	Green Globe
8	Vapor Retarders	6	Green Globe
	Path A		
9	Performance	33	Green Globe
	Path B		
9	Prescriptive	25	Green Globe

ตารางที่ ข.6 (ต่อ) หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Material and Resource)

No.	Category	Point	Rating
	Material and Resource		
1	Materials Specification (Major Building Elements)	4	BREEAM
2	Hard Landscaping and Boundary Protection	1	BREEAM
3	Re-Use of Façade	1	BREEAM
4	Re-Use of Structure	1	BREEAM
5	Responsible Sourcing of Materials	3	BREEAM
6	Insulation	2	BREEAM
7	Designing for Robustness	1	BREEAM
1	Construction Site Waste Management	4	BREEAM
2	Recycled Aggregates	1	BREEAM
3	Recyclable Waste Storage	1	BREEAM
4	Floor Finishes	1	BREEAM
Man-7	Waste Management	2	Green Star
Mat - 1	Recycling Waste Storage	2	Green Star
Mat - 2	Building Reuse	6	Green Star
Mat - 3	Reused Materials	1	Green Star
Mat - 4	Shell and Core or Integrated Fit-out	2	Green Star
Mat - 5	Concrete	3	Green Star
Mat - 6	Steel	2	Green Star
Mat - 7	PVC	2	Green Star
Mat - 8	Timber	2	Green Star
Mat - 9	Design for Disassembly	1	Green Star
Mat - 10	Dematerialisation	1	Green Star
B5	Materials	0.028	GB Tool
2	Durability & Reliability	2.9	CASBEE
2	Reducing Usage of Non-renewable Resources	3.2	CASBEE
8	Other impacts on the global environment	10	DGNB
42	Ease of deconstruction, recycling and dismantling	20	DGNB
48	Construction site, construction phase	20	DGNB
1	Efficient Use of Materials	8	HK BEAM
2	Selection of Materials	7	HK BEAM
3	Waste Management	8	HK BEAM

ตารางที่ ข.7 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สถานที่ก่อสร้าง (Site)

No.	Category	Point	Rating
	Site		
SS Prerequisite 1	Construction Activity Pollution Prevention	Required	LEED
SS Credit 1	Site Selection	1	LEED
SS Credit 2	Development Density and Community Connectivity	5	LEED
SS Credit 3	Brownfield Redevelopment	1	LEED
SS Credit 4.1	Alternative Transportation - Public Transportation Access	6	LEED
SS Credit 4.2	Alternative Transportation - Bicycle Storage and Changing Rooms	1	LEED
SS Credit 4.3	Alternative Transportation - Low Emitting and Fuel Efficient Vehecles	3	LEED
SS Credit 4.4	Alternative Transportation - Parking Capacity	2	LEED
SS Credit 5.1	Site Development - Protect or Restore Habitat	1	LEED
SS Credit 5.2	Site Development - Maximize Open Space	1	LEED
SS Credit 6.1	Stormwater Design - Quantity Control	1	LEED
SS Credit 6.2	Stormwater Design - Quality Control	1	LEED
SS Credit 7.1	Heat Island Effect - Nonroof	1	LEED
SS Credit 7.2	Heat Island Effect - roof	1	LEED
1	Site Development Area	33	Green Globe
2	Ecological Impacts	25	Green Globe
3	Watershed Features	27	Green Globe
4	Site Ecology	28	Green Globe
1	Reuse of Land	1	BREEAM
2	Contaminated Land	1	BREEAM
3	Ecological Value of Site and Protection of Ecological Features	1	BREEAM
4	Mitigating Ecological Impact	2	BREEAM
5	Enhancing Site Ecology	3	BREEAM
6	Long Term Impact on Biodiversity	2	BREEAM
1	Provision of Public Transport	3	BREEAM
2	Proximity to amenities	1	BREEAM
3	Cyclist Facilities	2	BREEAM
4	Pedestrian and Cyclist Safety	1	BREEAM
5	Travel Plan	1	BREEAM
6	Maximum Car Parking Capacity	2	BREEAM
4	Flood Risk	3	BREEAM

ตารางที่ ข.7 (ต่อ) หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่สถานที่ก่อสร้าง (Site)

No.	Category	Point	Rating
	Site		
Tra - 1	Provision of Car Parking	2	Green Star
Tra - 2	Fuel-Efficient Transport	1	Green Star
Tra - 3	Cyclist Facilities	3	Green Star
Tra - 4	Commuting Mass Transport	5	Green Star
Eco - 1	Topsoil	1	Green Star
Eco - 2	Reuse of Land	1	Green Star
Eco - 3	Reclaimed Contaminated Land	2	Green Star
Eco - 4	Change of Ecological Value	4	Green Star
Man-6	Environmental Management	2	Green Star
A1	Site Selection	0.037	GB Tool
A2	Project Planning	0.039	GB Tool
A3	Urban Design and Site Development	0.042	GB Tool
C5	Impacts on Site	0.038	GB Tool
C6	Other Local and Regional Impacts	0.039	GB Tool
1	Preservation & Creation of Biotope	4.0	CASBEE
2	Townscape & Landscape	3.0	CASBEE
3	Local Characteristics & Outdoor Amenity	3.5	CASBEE
2	Consideration of Local Environment	3.5	CASBEE
15	Surface area usage	20	DGNB
24	Roof design	10	DGNB
29	Accessibility	20	DGNB
30	Bicycle comfort	10	DGNB
56	Risks at the microlocation	20	DGNB
57	Circumstances at the microlocation	20	DGNB
58	Image and condition of the location and neighbourhood	20	DGNB
59	Connection to transportation	30	DGNB
60	Vicinity to usage-specific facilities	20	DGNB
61	Adjoining media, infrastructure development	20	DGNB
9	Microclimate	5	DGNB
1	Site Location	8	HK BEAM
2	Site Planning and Design	11	HK BEAM

ตารางที่ ข.8 หัวข้อย่อยของเกณฑ์พิจารณาในหมวดหมู่น้ำ (Water)

No.	Category	Point	Rating
	Water		
WE Prerequisite 1	Water Use Reduction	Required	LEED
WE Credit 1	Water Efficient Landscaping	2-4	LEED
WE Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2	LEED
WE Credit 3	Water Use Reduction	2-4	LEED
1	Plumbing Fixtures and Fittings, Appliances and Equipment	46	Green Globe
2	Cooling Towers	18	Green Globe
3	Boilers and Water Heaters	3	Green Globe
4	Commercial Food Service Operations	12	Green Globe
5	Medical/Dental and Laboratory Facilities	11	Green Globe
6	Commercial/Institutional On-Premise Laundry Operations	10	Green Globe
7	Special Water Features	4	Green Globe
8	Water Treatment	5	Green Globe
9	Alternate Sources of Water	15	Green Globe
10	Metering	6	Green Globe
1	Water consumption	3	BREEAM
2	Water Meter	1	BREEAM
3	Major Leak Detection	1	BREEAM
4	Sanitary Supply Shut Off	1	BREEAM
Wat - 1	Occupant Amenity Water	5	Green Star
Wat - 2	Water Meters	1	Green Star
Wat - 3	Landscape Irrigation	1	Green Star
Wat - 4	Heat Rejection Water	4	Green Star
Wat - 5	Fire System Water Consumption	1	Green Star
B6	Potable Water	0.036	GB Tool
C4	Rainwater, Stormwater and Wastewater	0.036	GB Tool
1	Water Resources	3.4	CASBEE
14	Potable water consumption and sewage generation	20	DGNB
1	Water Quality	2	HK BEAM
2	Water Conservation	11	HK BEAM

ตารางที่ ข.9 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่มลพิษ (Emission)

	Emission (Em)
Em1	Acidification potential
Em2	Discharge to Sewer
Em3	Heating equipment
Em4	Greenhouse gas emissions
Em5	Insulant ODP
Em6	Legionella
Em7	Light pollution reduction
Em8	Minimising watercourse pollution
Em9	Noise attenuation
Em10	Photochemical ozone creation potential
Em11	Reduction of night time light pollution
Em12	Refrigerant GWP
Em13	Refrigerant Leaks
Em14	Refrigerant ODP
Em15	Storage of janitorial supplies

ตารางที่ ข.10 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่พลังงาน (Energy)

	Energy (En)
En1	Building opaque envelope
En2	Elevator and conveyance systems
En3	Enhanced commissioning
En4	External lighting
En5	Fundamental commissioning of building energy systems
En6	Green power (Off-site renewable energy)
En7	HVAC systems and controls
En8	Lighting power density
En9	Measurement and verification
En10	On-site renewable energy
En11	Optimize energy performance
En12	Total life cycle primary non-renewable energy

ตารางที่ ข.11 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่สิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่มีคุณภาพ (Indoor Environmental Quality)

	Indoor Environmental Quality (IEQ)
IEQ1	Acoustic comfort
IEQ2	Construction indoor air quality management plan
IEQ3	Controllability of systems - Lighting
IEQ4	Controllability of systems - Thermal comfort
IEQ5	Daylight and views
IEQ6	Electro-magnetic pollution
IEQ7	Environmental tobacco smoke Control
IEQ8	Hazardous materials
IEQ9	Indoor chemical and pollutant source control
IEQ10	Low-emitting materials - Adhesives and sealants
IEQ11	Low-emitting materials - Composite wood and agrifiber products
IEQ12	Low-emitting materials - Flooring systems
IEQ13	Low-emitting materials - Paints and coatings
IEQ14	Microbial contamination
IEQ15	Outdoor air delivery monitoring
IEQ16	Tenant exhaust riser
IEQ17	Thermal comfort
IEQ18	Ventilation systems

ตารางที่ ข.12 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่นวัตกรรม (Innovation)

	Innovation (I)
I1	Innovation

ตารางที่ ข.13 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่การบริหาร (Management)

	Management (M)
M1	Accredited professional
M2	Art within architecture
M3	Assurance of the quality of the design and for urban development for competition
M4	Building user guide
M5	Controllability
M6	Coordination and benchmarking
M7	Cost and economics
M8	Design for maintenance of core functions during power outages
M9	Efficiency of space utilization
M10	Evidence of sustainability considerations during bid invitation and awarding
M11	Fire protection
M12	Flexibility and adaptability
M13	Maintenance of building envelope performance
M14	Maintenance of operating performance
M15	Quality of executing companies, prequalifications
M16	Regional priority
M17	Safety and risks of failure
M18	Social aspects
M19	Whole building commissioning

ตารางที่ ข.14 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่วัสดุและทรัพยากรธรรมชาติ (Materials and Resources)

	Materials and Resources (MR)
MR1	Air barriers
MR2	Building envelope
MR3	Building reuse
MR4	Concrete
MR5	Construction waste management
MR6	Design for disassembly
MR7	Designing for robustness
MR8	Insulation
MR9	Materials reuse
MR10	Performance in design phase
MR11	PVC
MR12	Rapidly renewable materials
MR13	Recycled content
MR14	Regional materials
MR15	Resource conservation through design
MR16	Responsible sourcing of materials
MR17	Shell and core or integrated fit-out
MR18	Steel
MR19	Storage and collection of recyclables
MR20	Timber
MR21	Vapor retarders

ตารางที่ ข.15 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่สถานที่ก่อสร้าง (Site)

	Sites (S)
S1	Bicycle storage and changing rooms
S2	Brownfield redevelopment
S3	Development density and community connectivity
S4	Ecological impacts
S5	Flood risk
S6	Heat island effect
S7	Low emitting and fuel efficient vehecles
S8	Maximize open space
S9	Parking capacity
S10	Pedestrian and cyclist safety
S11	Protect or restore habitat
S12	Public transportation access
S13	Risks at the microlocation
S14	Site selection
S15	Stormwater design
S16	Topsoil

ตารางที่ ข.16 หัวข้อย่อยในหมวดหมู่น้ำ (Water)

	Water (W)
W1	Boilers and water heaters
W2	Cooling towers
W3	Major leak detection
W4	Special water features
W5	Water efficient landscaping
W6	Water meter
W7	Water quality
W8	Water treatment
W9	Water use reduction

ภาคผนวก ค

กิจกรรมทั้งหมดที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิต

ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
SS Pre 1	1001	Should compare local codes with the requirements and create an erosion and sedimentation control plan.
SS Pre 1	1002	Should photograph and maintain erosion and sedimentation control measures on-site during the various stages of construction.
SS Pre 1	1003	Once the site is stabilized, should remove any temporary erosion and sedimentation control measures.
SS Cre 1	1101	Provide site specific expertise.
SS Cre 1	1102	Survey the site and inventory the important environmental characteristics, including wetlands, sloped areas, special habitat areas, and forested areas.
SS Cre 2	1201	Should assess various options for locating the building based on density and proximity to existing infrastructure to meet the requirements.
SS Cre 3	1301	Conduct site assessments, identify contaminants, and determine a schedule for cleanup based the remediation methods selected.
SS Cre 3	1302	Contract state and local regulators to identify the rules governing the site and find financial assistance programs.
SS Cre 3	1303	Need to incorporate remediation activities into the construction schedule.
SS Cre 4.1	1401	Should determine which options for the project site location will best meet the public transportation access requirements.
SS Cre 4.2	1421	Can implement a successful alternative transportation program.
SS Cre 4.2	1422	Should consider future expansion opportunities.
SS Cre 4.2	1423	Locate and design bicycle storage and shower facilities.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
SS Cre 4.3	1441	Should choose the appropriate approach(fuel efficient vehecles) for the building's future users.
SS Cre 4.4	1461	Develop a traffic study can be a valuable tool for evaluating traffic patterns and expected commuting in single-occupancy vehicles.
SS Cre 4.4	1462	Should choose the appropriate approach (design solutions to reduce parking capacity for the project site) for future occupants.
SS Cre 5.1	1501	Can help in identifying opportunities to minimize the building footprint and impervious areas.
SS Cre 5.1	1502	Identify the site's important environmental characteristics, including wetlands, sloped areas, special habitat areas, and forested areas to be protected.
SS Cre 5.1	1503	Clearly identify construction entrances and site disturbance setback; verify the locations on site before construction proceeds.
SS Cre 5.1	1504	If a vegetated roof is part of the strategy for achieving this credit, address load issues.
SS Cre 5.2	1101	Can provide site-specific expertise to maximize open space
SS Cre 5.2	1503	Identify the site's important environmental characteristics, including wetlands, sloped areas, special habitat areas, and forested areas to be protected.
SS Cre 5.2	1504	If a vegetated roof is part of the strategy for achieving this credit, address load issues.
SS Cre 6.1	1601	Analyze the conceptual site plan and look for opportunities to decrease impervious area and thereby decrease runoff volumes.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
SS Cre 6.1	1602	Should design stormwater management system and perform preliminary calculations to confirm compliance with this credit.
SS Cre 6.1	1603	Should confirm proper installation and operation of the stormwater management system by reviewing the contractor's as-built drawings.
SS Cre 6.2	1621	Set goals related to water, including stormwater management and water reuse.
SS Cre 6.2	1622	Analyze the local climate, codes, and applicable water laws and determine the process for obtaining permits and approval.
SS Cre 6.2	1623	Can help establish a comprehensive water budget for stormwater, irrigation water, and the building's water consumption.
SS Cre 6.2	1624	Identifies specific stormwater treatment measures appropriate for the project.
SS Cre 6.2	1625	Should design stormwater treatment measures, including water quality treatment, perform preliminary LEED calculations, and confirm or reassess stormwater management goals.
SS Cre 6.2	1626	Should finalize the design of stormwater management systems and complete the required calculations and documentation.
SS Cre 7.1	1701	Effort to minimize hardscape surfaces on-site, assess whether open-grid paving can also assist with stormwater runoff mitigation, and evaluate the potential for locating parking underground or under cover.
SS Cre 7.1	1702	Should specify materials with a low emissivity that meet or exceed the SRI requirements on all nonroof surfaces.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
SS Cre 7.1	1703	For projects that include cleaning of existing weathered gray concrete hardscapes, must document that they have provided sufficient cleaning to achieve the required SRI values.
SS Cre 7.2	1721	Evaluate cool roof systems.
SS Cre 7.2	1722	Should specify roofing materials with a high SRI value in the construction documents.
SS Cre 7.2	1723	Procure manufacturers' data with compliant SRI values.
SS Cre 7.2	1724	Determine appropriate soil types, average rainfall, and regional plant species that provide wildlife habitat.
SS Cre 8	1801	Consider local light level requirements and the unique aspects of the site in relation to the light pollution thresholds of this credit.
SS Cre 8	1802	Verify the layout and compliance of the exterior fixtures.
WE Pre 1	2001	Set water goals and strategy.
WE Pre 1	2002	Identify local water utilities and governing authorities and research codes and applicable water laws.
WE Pre 1	2003	Learn the process for obtaining permits and approval and set water goals and strategy.
WE Pre 1	2004	Should develop and design water reuse and treatment systems, perform preliminary LEED calculations, and confirm or reassess water goals.
WE Pre 1	2005	Should specify efficient fixtures and appliances and complete LEED calculations and documentation.
WE Pre 1	2006	Should confirm proper selection, installation, and operation of water fixtures, fittings, and systems.
WE Cre 1	2101	Determine the most appropriate use of native vegetation and the most efficient technology for the project site.
WE Cre 1	2102	Evaluate the feasibility of using nonpotable water for irrigation.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
WE Cre 1	2103	Design meetings to communicate operations and maintenance needs and ensure that the design meets ongoing water-efficiency goals.
WE Cre 1	2104	Should perform the baseline and design irrigation calculations to assess compliance with this credit.
WE Cre 2	2001	Setting water goals and strategy.
WE Cre 2	2201	Study weather data to determine both average annual precipitation and seasonal precipitation patterns.
WE Cre 2	2002	Identify local water utilities and governing authorities and research codes and applicable water laws.
WE Cre 2	2202	Study the process for obtaining permits and set water goals and strategy.
WE Cre 2	2203	Can help establish a water budget with estimated volumes for end users of nonpotable water (for flush fixtures, irrigation, process loads).
WE Cre 2	2204	Investigate rainwater, stormwater, municipally supplied nonpotable water, treated and untreates graywater, and treated blackwater as sources of supply.
WE Cre 2	2205	Determine square footage areas required for rainwater or stormwater harvesting and on-site wastewater treatment to meet specific end-use demands.
WE Cre 2	2206	Estimate the feasibility and cost of different reuse and treatment strategies and compare environmental impact of on-site versus off-site water supply.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
WE Cre 2	2004	Should develop and design water reuse and treatment systems, perform preliminary LEED calculations, and confirm or reassess water goals.
WE Cre 2	2005	Should specify efficient fixtures and appliances and complete LEED calculations and documentation.
WE Cre 2	2006	Should confirm proper selection, installation, and operation of water fixtures fitting, and systems.
WE Cre 3	2001	Setting water goals and strategy.
WE Cre 3	2002	Identify local water utilities and governing authorities and research codes and applicable water laws.
WE Cre 3	2003	Learn the process for obtaining permits and approval and set water goals and strategy.
WE Cre 3	2004	Should develop and design water reuse and treatment systems, perform preliminary LEED calculations, and confirm or reassess water goals.
WE Cre 3	2005	Should specify efficient fixtures and appliances and complete LEED calculations and documentation.
WE Cre 3	2006	Should confirm proper selection, installation, and operation of water fixtures, fittings, and systems.
EA Pre 1	3001	Should designate an individual Commissioning Authority.
EA Pre 1	3002	Must document the project requirements.
EA Pre 1	3003	Must develop basis of design.
EA Pre 1	3004	Must review document owner's project requirements and basis of design for clarity and completeness.
EA Pre 1	3005	Develop and implement commissioning plan.
EA Pre 1	3006	Responsible for updates to the project requirements.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Pre 1	3007	Develop and incorporate commissioning requirements into construction documents.
EA Pre 1	3008	Verify installation and performance of commissioned systems.
EA Pre 1	3009	Perform the installation inspections.
EA Pre 1	3010	Develop the systems performance testing.
EA Pre 1	3011	Should evaluate whether the installed systems meet the criteria for the project as set forth by in the owner's project requirements and the basis of design documents.
EA Pre 1	3012	Complete a summary commissioning report.
EA Pre 2	3101	Should start the energy simulation modeling to gain insights for design decisions and indication of how to achieve certain levels of energy cost reductions.
EA Pre 3	3201	Confirm the presence of CFC-based refrigerants in the base building HVAC&R systems.
EA Pre 3	3202	If CFC-based refrigerants are located, should develop a phase-out plan and convert to less environmentally harmful refrigerants.
EA Cre 1	3301	Can develop the most effective --- and cost-effective --- energy conservation strategies.
EA Cre 1	3302	Should make a simplified model analysis.
EA Cre 1	3303	Select the energy efficiency measures that can be implemented to achieve the target points.
EA Cre 1	3304	Develop a detailed energy model that can be submitted for review.
EA Cre 1	3305	Revised the model to include all the modified details so that the final energy model reflects the 100% contract documents.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Cre 2	3401	Estimate the potential energy use of the building so that renewable technologies with adequate capacity can be identified.
EA Cre 2	3402	Ask local utilities and electric service providers about incentive and rebate programs.
EA Cre 3	3001	Should designate an individual Commissioning Authority.
EA Cre 3	3002	Must document the project requirements.
EA Cre 3	3003	Must develop basis of design.
EA Cre 3	3004	Must review document owner's project requirements and basis of design for clarity and completeness.
EA Cre 3	3005	Develop and implement commissioning plan.
EA Cre 3	3006	Responsible for updates to the project requirements.
EA Cre 3	3007	Develop and incorporate commissioning requirements into construction documents.
EA Cre 3	3501	Review contractor submittals applicable to systems being commissioned .
EA Cre 3	3008	Verify installation and performance of commissioned systems.
EA Cre 3	3009	Perform the installation inspections.
EA Cre 3	3010	Develop the systems performance testing.
EA Cre 3	3011	Should evaluate whether the installed systems meet the criteria for the project as set forth by in the owner's project requirements and the basis of design documents.
EA Cre 3	3502	Develop systems manual that gives future operating staff the information needs to understand and optimally operate the commissioned systems.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Cre 3	3503	Verify that requirements for training operating personnel and building occupants have been completed.
EA Cre 3	3012	Complete a summary commissioning report.
EA Cre 3	3504	Review building operation within 10 months after substantial completion.
EA Cre 4	3601	Identify refrigerant issues and leakage rates.
EA Cre 5	3601	Identify refrigerant issues and leakage rates.
EA Cre 5	3701	Develop an energy model of the design.
EA Cre 5	3702	Specify number and types of meters.
EA Cre 5	3703	Provide trending parameters for controls specifications.
EA Cre 5	3704	Design document review.
EA Cre 5	3705	Review meter placement in drawings.
EA Cre 5	3706	Verify controls; contractor sets up required trends.
EA Cre 5	3707	Begin logging data.
EA Cre 5	3708	Re-calibrate base model or Estimate base energy use.
EA Cre 5	3709	Report on energy savings.
EA Cre 5	3710	Provide suggestions for continuous improvement.
EA Cre 6	3801	Estimate the potential energy use of the building so that renewable technologies and potential benefits can be identified.
EA Pre 1	3001	Should designate an individual Commissioning Authority.
EA Pre 1	3002	Must document the project requirements.
EA Pre 1	3003	Must develop basis of design.
EA Pre 1	3004	Must review document owner's project requirements and basis of design for clarity and completeness.
EA Pre 1	3005	Develop and implement commissioning plan.
EA Pre 1	3006	Responsible for updates to the project requirements.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Pre 1	3007	Develop and incorporate commissioning requirements into construction documents.
EA Pre 1	3008	Verify installation and performance of commissioned systems.
EA Pre 1	3009	Perform the installation inspections.
EA Pre 1	3010	Develop the systems performance testing.
EA Pre 1	3011	Should evaluate whether the installed systems meet the criteria for the project as set forth by in the owner's project requirements and the basis of design documents.
EA Pre 1	3012	Complete a summary commissioning report.
EA Pre 2	3101	Should start the energy simulation modeling to gain insights for design decisions and indication of how to achieve certain levels of energy cost reductions.
EA Pre 3	3201	Confirm the presence of CFC-based refrigerants in the base building HVAC&R systems.
EA Pre 3	3202	If CFC-based refrigerants are located, should develop a phase-out plan and convert to less environmentally harmful refrigerants.
EA Cre 1	3301	Can develop the most effective --- and cost-effective --- energy conservation strategies.
EA Cre 1	3302	Should make a simplified model analysis.
EA Cre 1	3303	Select the energy efficiency measures that can be implemented to achieve the target points.
EA Cre 1	3304	Develop a detailed energy model that can be submitted for review.
EA Cre 1	3305	Revised the model to include all the modified details so that the final energy model reflects the 100% contract documents.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Cre 2	3401	Estimate the potential energy use of the building so that renewable technologies with adequate capacity can be identified.
EA Cre 2	3402	Ask local utilities and electric service providers about incentive and rebate programs.
EA Cre 3	3001	Should designate an individual Commissioning Authority.
EA Cre 3	3002	Must document the project requirements.
EA Cre 3	3003	Must develop basis of design.
EA Cre 3	3004	Must review document owner's project requirements and basis of design for clarity and completeness.
EA Cre 3	3005	Develop and implement commissioning plan.
EA Cre 3	3006	Responsible for updates to the project requirements.
EA Cre 3	3007	Develop and incorporate commissioning requirements into construction documents.
EA Cre 3	3501	Review contractor submittals applicable to systems being commissioned .
EA Cre 3	3008	Verify installation and performance of commissioned systems.
EA Cre 3	3009	Perform the installation inspections.
EA Cre 3	3010	Develop the systems performance testing.
EA Cre 3	3011	Should evaluate whether the installed systems meet the criteria for the project as set forth by in the owner's project requirements and the basis of design documents.
EA Cre 3	3502	Develop systems manual that gives future operating staff the information needs to understand and optimally operate the commissioned systems.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
EA Cre 3	3503	Verify that requirements for training operating personnel and building occupants have been completed.
EA Cre 3	3012	Complete a summary commissioning report.
EA Cre 3	3504	Review building operation within 10 months after substantial completion.
EA Cre 4	3601	Identify refrigerant issues and leakage rates.
EA Cre 5	3601	Identify refrigerant issues and leakage rates.
EA Cre 5	3701	Develop an energy model of the design.
EA Cre 5	3702	Specify number and types of meters.
EA Cre 5	3703	Provide trending parameters for controls specifications.
EA Cre 5	3704	Design document review.
EA Cre 5	3705	Review meter placement in drawings.
EA Cre 5	3706	Verify controls; contractor sets up required trends.
EA Cre 5	3707	Begin logging data.
EA Cre 5	3708	Re-calibrate base model or Estimate base energy use.
EA Cre 5	3709	Report on energy savings.
EA Cre 5	3710	Provide suggestions for continuous improvement.
EA Cre 6	3801	Estimate the potential energy use of the building so that renewable technologies and potential benefits can be identified.
MR Pre 1	4001	Ensure that proper space is allocated for a centralized collection point, seek input from the local hauler who will be providing waste management services to the site.
MR Pre 1	4002	Should ensure that sufficient recycling bins are in place.
MR Pre 1	4003	Should educate Occupants on the benefits of recycling.
MR Pre 1	4004	Should educate the Facilities Staff on proper recycling procedures.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
MR Cre 1.1	4101	Should identify a project site that will utilize an existing building.
MR Cre 1.1	4102	Should analyze the cost savings associated with building reuse.
MR Cre 1.1	4103	Should consider how to reuse as much of the building as possible.
MR Cre 1.1	4104	Make the specifications for bid that outline measures to preserve the building during construction.
MR Cre 1.2	4121	Should identify nonstructural building materials that can be retained and reused.
MR Cre 1.2	4104	Make the specifications for bid that outline measures to pressures the building during construction.
MR Cre 1.2	4122	Should develop a floor plan showing the location of finished ceilings and flooring, interior wall partitions, doors within the interior walls, exterior and party walls, and exterior windows and doors.
MR Cre 2	4201	Should create a construction waste management plan.
MR Cre 2	4202	Should identify on-site recycling locations and review recycling requirements with all Subcontractors to ensure that the plan is implemented.
MR Cre 2	4203	Should remind Subcontractors of the plan requirements and confirm that the plan is implemented on the site.
MR Cre 2	4204	Should continuously track construction waste and report to the Project Team
MR Cre 2	4205	Should complete the documentation and submit detailed records to the Project Team.
MR Cre 3	4301	Should assess opportunities for materials reuse and the extent of site demolition involved, and set goals accordingly.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
MR Cre 3	4302	Should incorporate salvaged or reused materials into the design.
MR Cre 3	4303	Identify sources and outline measures for their use.
MR Cre 3	4304	Should locate sources for the materials and document and track cost and quantity, send this recordkeeping to Project Team.
MR Cre 4	4401	Run preliminary calculations to set appropriate recycled-content targets.
MR Cre 4	4402	Identification of materials that contain recycled content.
MR Cre 4	4403	Determine the availability of materials and the specific amount of postconsumer and preconsumer recycled content within each type of material.
MR Cre 4	4404	Should identify and then specify products with recycled content.
MR Cre 4	4405	Responsible for ensuring the appropriate installation of these materials, documenting and tracking the cost and quantity of recycled materials, and providing this documentation to the Project Team.
MR Cre 5	4501	Run preliminary calculations to set appropriate regional materials targets.
MR Cre 5	4502	Should specify in the construction document product that are extracted, harvested, recovered, and manufactured within 500 miles.
MR Cre 5	4503	Responsible for documenting the amounts and values of regionally harvested and manufactured materials use on the project.
MR Cre 5	4504	Track the materials cost of each locally harvested and manufactured product that will be applied to this credit.
MR Cre 5	4505	Approved alternatives that meet the requirements of this credit.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
MR Cre 6	4601	Run preliminary calculations to determine the feasibility of achieving this credit and identify the quantity of material (by cost).
MR Cre 6	4602	Research the availability and cost of rapidly renewable materials.
MR Cre 6	4603	Should ensure that specified rapidly renewable materials are properly installed and collect documentation from Manufacturers to give to the Project Team.
MR Cre 7	4701	Should incorporate certified wood products into the project plans and specifications.
MR Cre 7	4702	Should review the project cost to verify that 50% of wood costs are FSC-certified.
MR Cre 7	4703	Provide the documentation needed for the LEED certification application.
IEQ Pre 1	5001	Determine and design the most appropriate ventilation system for the project building.
IEQ Pre 1	5002	Share ideas on the building owner's needs, special requirement areas, zone categories, occupant density, and occupant needs.
IEQ Pre 2	5101	Draft the building smoking policy and site smoking policy.
IEQ Pre 2	5102	Sign the building smoking policy and site smoking policy.
IEQ Pre 2	5103	Respond to enforce the building policy.
IEQ Pre 2	5104	Respond to enforce the site policy.
IEQ Cre 1	5201	The placement of outdoor air sensors and intakes.
IEQ Cre 1	5202	Work on the issues of outdoor air delivery monitoring.
IEQ Cre 2	5301	Decide early on whether to have a mechanical ventilation system, a passive ventilation system, or a combination.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
IEQ Cre 2	5302	Consider natural ventilation should evaluate site conditions and building design.
IEQ Cre 2	5303	Should determine whether increasing ventilation rates beyond ASHRAE 62.1-2007.
IEQ Cre 3.1	5401	Select low-emitting materials and install any products that emit VOCs before installing absorbent materials.
IEQ Cre 3.1	5402	Give Subcontractors and Field Personnel copies of the construction IAQ management plan prior to the initiation of work, and contractually require them to implement the applicable plan components.
IEQ Cre 3.1	5403	Post a copy of the plan in an obvious location on the job site and conduct periodic visual inspections to help enforce compliance.
IEQ Cre 3.2	5421	Develop and implement a construction IAQ management plan that includes a flush-out procedure and/or air quality testing that meets the requirements of this credit.
IEQ Cre 3.2	5422	Conduct indoor air quality testing and/or a flush-out per the construction IAQ management plan and in accordance with requirements of this credit.
IEQ Cre 4.1	5501	The requirements for products and activities covered in IEQ Credit 4, Low-Emitting Materials, should be noted in the project specifications' ideally, within the specific section applicable to a particular trade or Supplier.
IEQ Cre 4.1	5502	Stress the importance of meeting the LEED requirements.
IEQ Cre 4.1	5503	Determine the VOC budget approach and track materials.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
IEQ Cre 4.2	5501	The requirements for products and activities covered in IEQ Credit 4, Low-Emitting Materials, should be noted in the project specifications' ideally, within the specific section applicable to a particular trade or Supplier.
IEQ Cre 4.2	5502	Stress the importance of meeting the LEED requirements.
IEQ Cre 4.2	5503	Determine the VOC budget approach and track materials.
IEQ Cre 4.3	5501	The requirements for products and activities covered in IEQ Credit 4, Low-Emitting Materials, should be noted in the project specifications' ideally, within the specific section applicable to a particular trade or Supplier.
IEQ Cre 4.3	5502	Stress the importance of meeting the LEED requirements.
IEQ Cre 4.3	5503	Determine the VOC budget approach and track materials.
IEQ Cre 4.4	5501	The requirements for products and activities covered in IEQ Credit 4, Low-Emitting Materials, should be noted in the project specifications' ideally, within the specific section applicable to a particular trade or Supplier.
IEQ Cre 4.4	5502	Stress the importance of meeting the LEED requirements.
IEQ Cre 4.4	5503	Determine the VOC budget approach and track materials.
IEQ Cre 5	5601	Should document the client's equipment requirements and usage patterns.
IEQ Cre 5	5602	Should consider the location and type of entryway systems and allow adequate space for entryway systems.
IEQ Cre 5	5603	Should confirm the locations of areas where chemicals and high-volume copy, fax, and print equipment will be used.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
IEQ Cre 5	5604	May be possible to locate such rooms above or adjacent to 1 another to make individual exhaust systems unnecessary and minimize exhaust ductwork and drainage piping.
IEQ Cre 5	5605	Confirm that chemical and equipment rooms are properly isolated from adjacent spaces.
IEQ Cre 5	5606	Should incorporate MERV 13 filters, dedicated exhaust systems, and separate drainage piping into the drawings and specifications.
IEQ Cre 6.1	5701	Responsibility for the layout of lighting and controls.
IEQ Cre 6.1	5702	Consider occupants' lighting needs and desires.
IEQ Cre 6.1	5703	Document the tasks specific to each space and the tools and equipment that occupants will use on a daily basis.
IEQ Cre 6.1	5704	Ensure white boards and screens are free from glare.
IEQ Cre 6.1	5705	Improperly lit surfaces can prevent participants from seeing important information.
IEQ Cre 6.1	5706	Coordinate the final calibration of the lighting controls to ensure that the system operates as intended.
IEQ Cre 6.1	5707	Should provide training for Building Maintenance Staff in calibration of systems and relamping.
IEQ Cre 6.1	5708	Should periodically review lighting systems, as well as conduct surveys to ensure that occupants' needs are met and that lighting is working according to design.
IEQ Cre 6.2	5721	Should evaluate the building's orientation and consider how heat gain or loss will affect the occupants.
IEQ Cre 6.2	5722	Should consider whether site-specific conditions, such as wind, sound, and odors, may affect the location of operable windows.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

Credit	Code	Activity
IEQ Cre 6.2	5723	Locate the thermal comfort controls.
IEQ Cre 6.2	5724	Consider thermal comfort needs as they pertain to ANSI/ASHRAE 55-2004 requirements; survey future occupants' desires.
IEQ Cre 6.2	5725	Evaluate the controls for each space, considering the specific tools and equipment that occupants will use on a daily basis.
IEQ Cre 6.2	5726	Should provide training for Building Maintenance Staff in using the controls.
IEQ Cre 6.2	5727	Should periodically review comfort control systems to ensure that occupants' needs are met and that controls are working according to design.
IEQ Cre 7.1	5801	Should determine how to achieve the desired thermal comfort in the project space and identify the appropriate conditioning systems (whether active or passive).
IEQ Cre 7.2	5821	Primarily responsible for achieving this credit, which is based on the requirements of ASHRAE 55-2004.
IEQ Cre 7.2	5822	Should administer the postoccupancy survey to meet the requirements of this credit.
IEQ Cre 8.1	5901	Should discuss general lighting design and the goals for occupants' work environment.
IEQ Cre 8.1	5902	Specific daylighting performance criteria should be included in the owner's project requirements.
IEQ Cre 8.1	5903	Should orient the building on its site to allow for passive solar strategies.
IEQ Cre 8.1	5904	Daylighting simulations should be run early to ensure effective daylighting while minimizing potential for glare and any undesirable window and building solar exposure.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

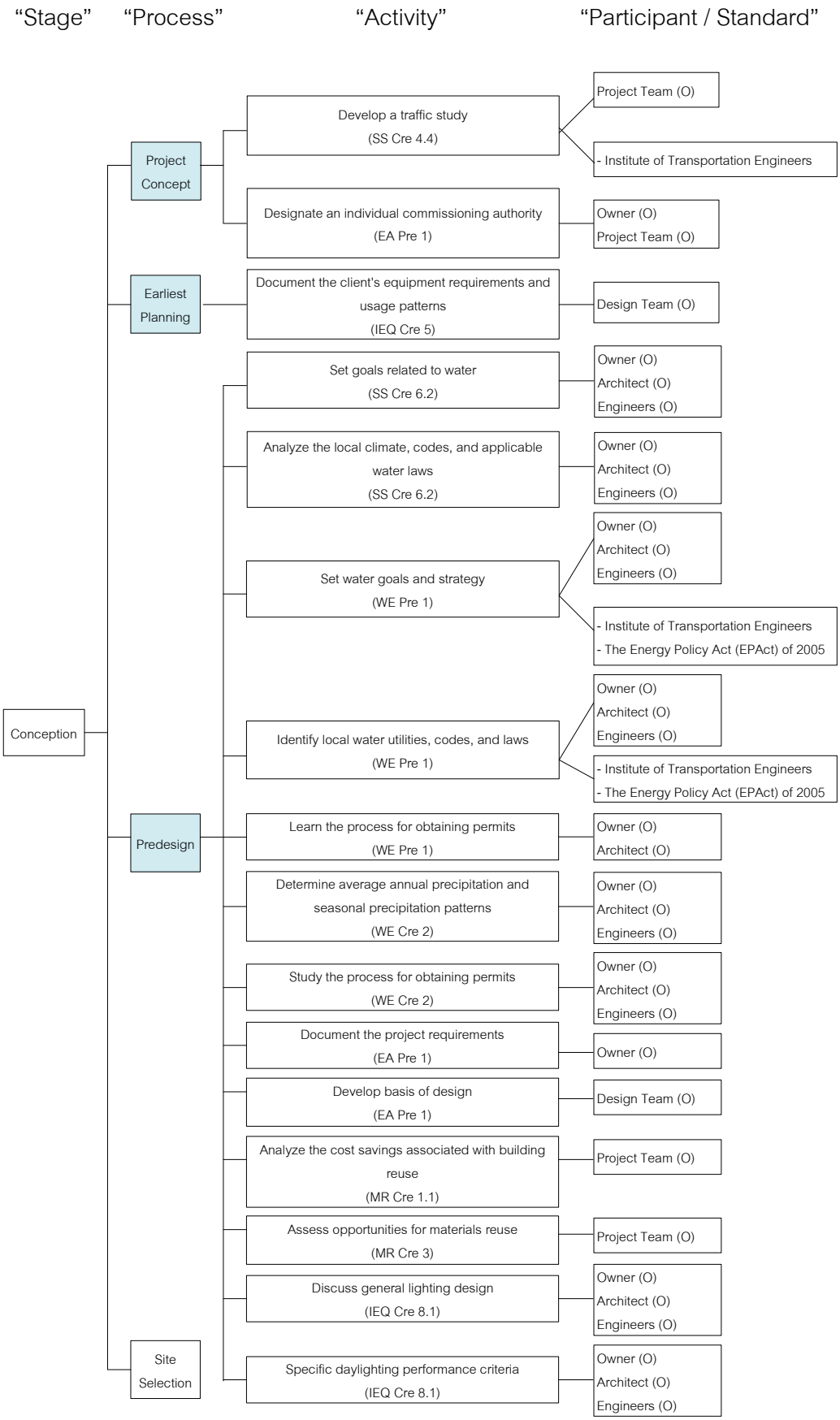
Credit	Code	Activity
IEQ Cre 8.1	5905	Consider the preservation of existing topography and landscape features that shade the building and minimize glare.
IEQ Cre 8.1	5906	Consider proximity to neighboring building spaces and their effect on the daylighting approach.
IEQ Cre 8.1	5907	Determine how best to allocate the interior building spaces and consider locating regularly used spaces at the building perimeter, toward sources of daylight.
IEQ Cre 8.1	5908	Should evaluate the building footprint, the structural floor to floor height, and finished ceiling clearances to ensure an adequate ratio of window to floor area.
IEQ Cre 8.1	5909	Consider strategies to increase the amount of daylight glazing when designing the massing of the building, and carefully weigh the effects of the envelope design on energy efficiency.
IEQ Cre 8.1	5910	Identify initial glare control strategies.
IEQ Cre 8.1	5911	The LEED calculations and/or computer simulation model should be developed in greater detail to inform the design decisions and verify compliance of the design.
IEQ Cre 8.1	5912	Should confirm that the submitted products and systems meet the owner's project requirements, the design performance specifications, and the original design intent.
IEQ Cre 8.1	5913	Should verify that occupants are not subject to glare and ensure that the installed glare control devices are performing as intended.
IEQ Cre 8.1	5914	Should be advised on proper maintenance of interior and exterior light shelves and other shading devices to ensure performance.

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) กิจกรรมที่รวบรวมได้จากคู่มืออ้างอิง LEED แยกตามเครดิตและการกำหนดรหัส

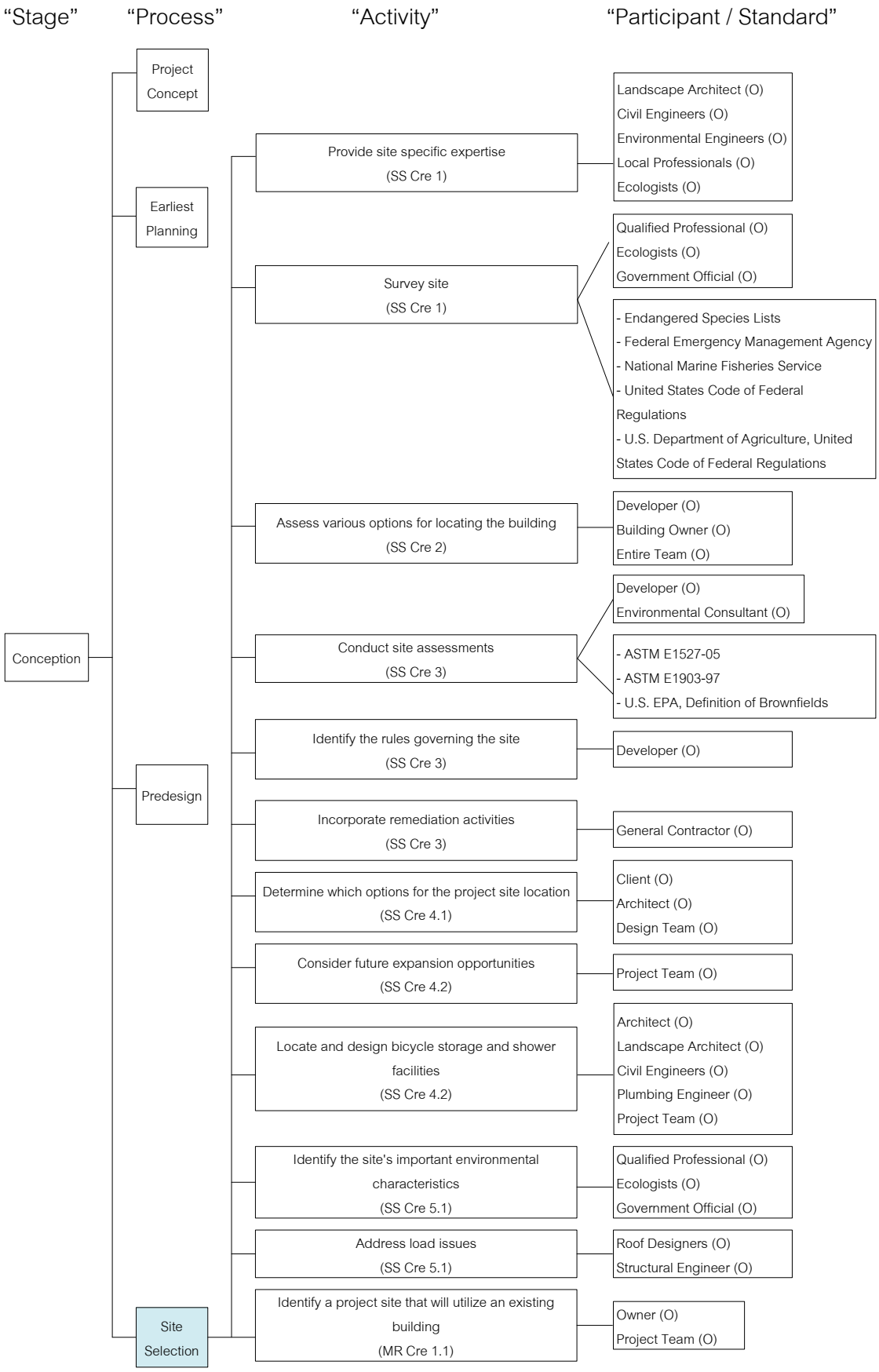
Credit	Code	Activity
IEQ Cre 8.2	5921	Should orient the building on its site to incorporate desirable views.
IEQ Cre 8.2	5922	Determine how best to allocate the interior building spaces and consider locating regularly occupied spaces along the building perimeter, with access to views.
IEQ Cre 8.2	5923	Should assess the needs for views on all regularly occupied spaces.

ภาคผนวก ง

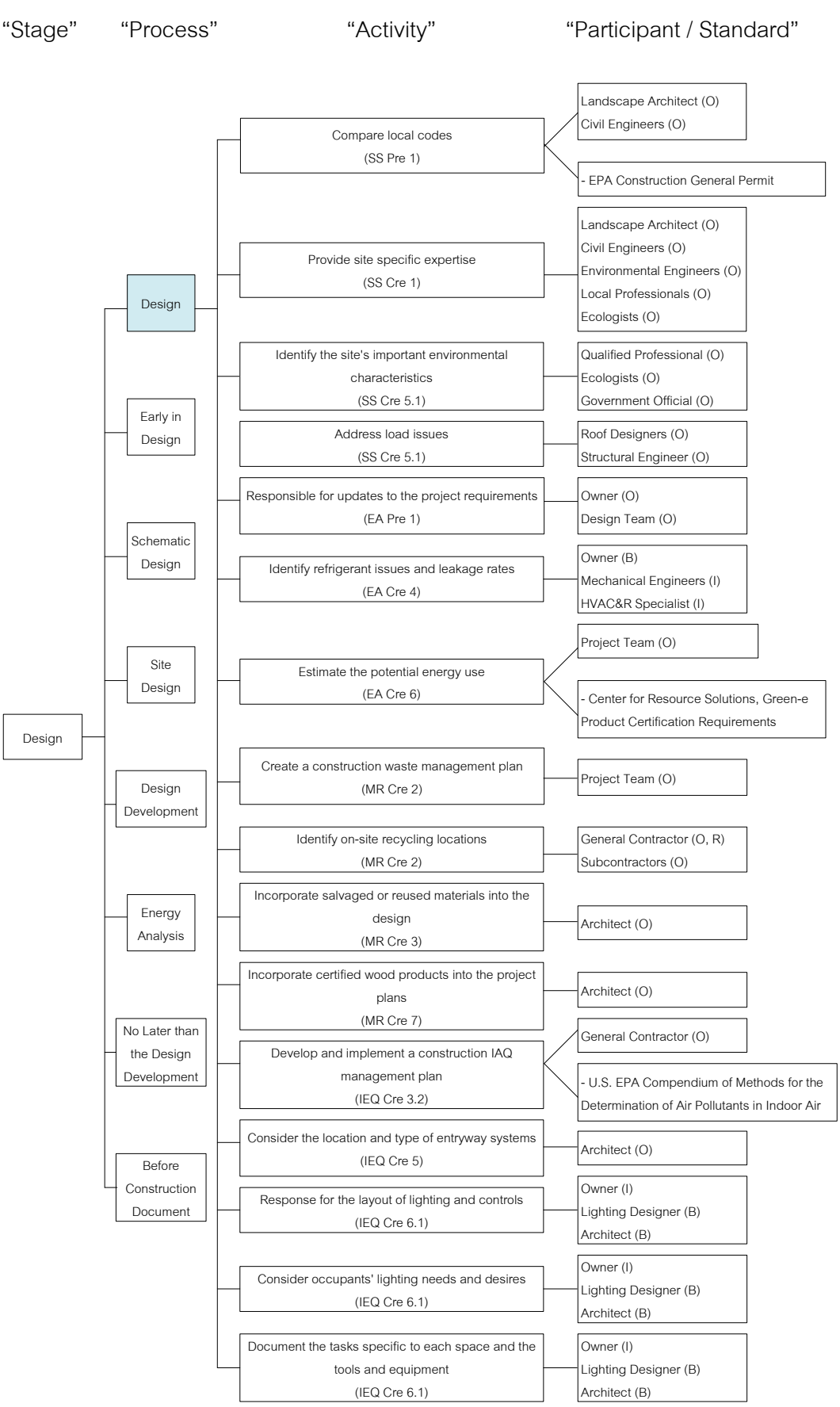
การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



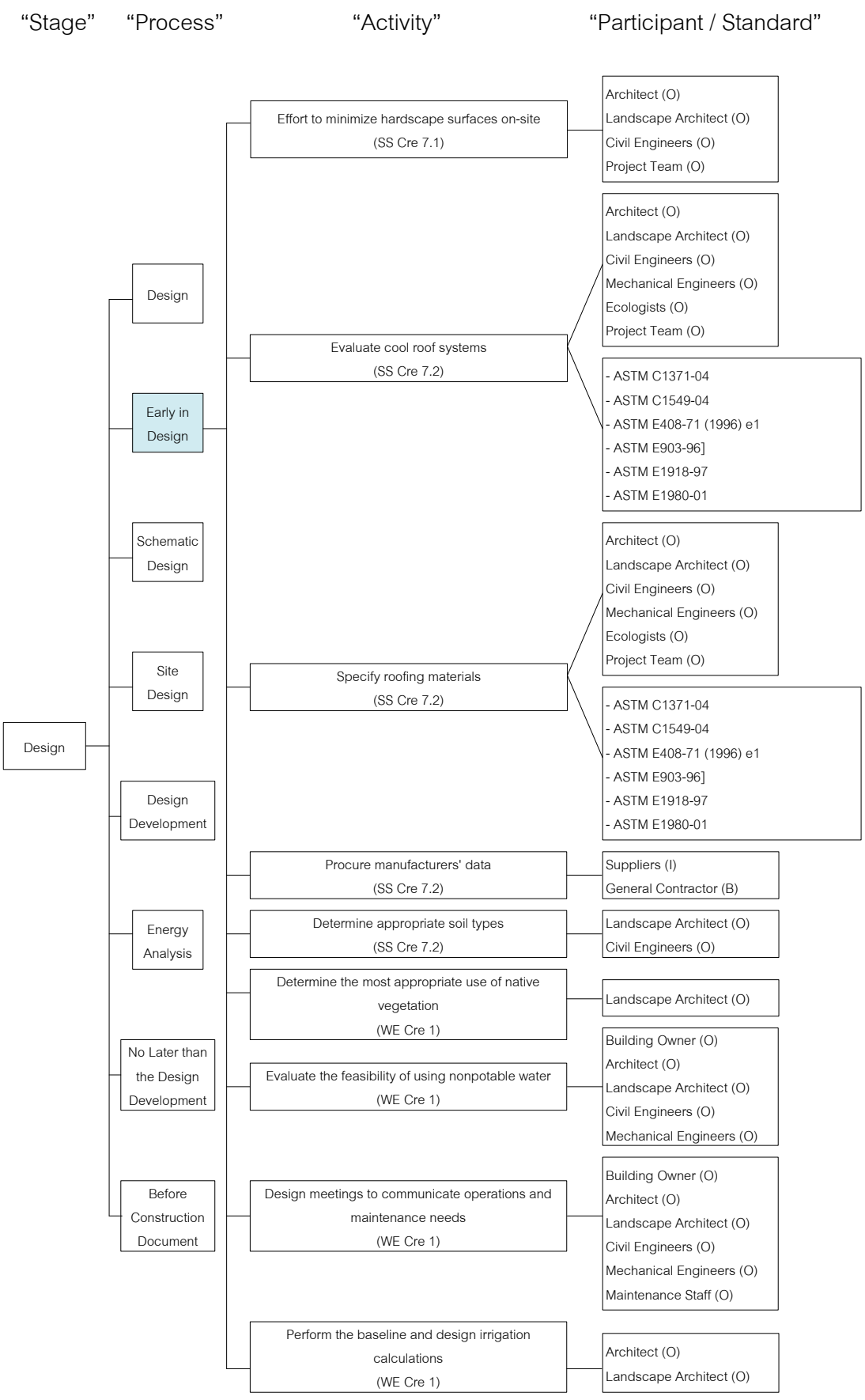
ภาพที่ ง.1 การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



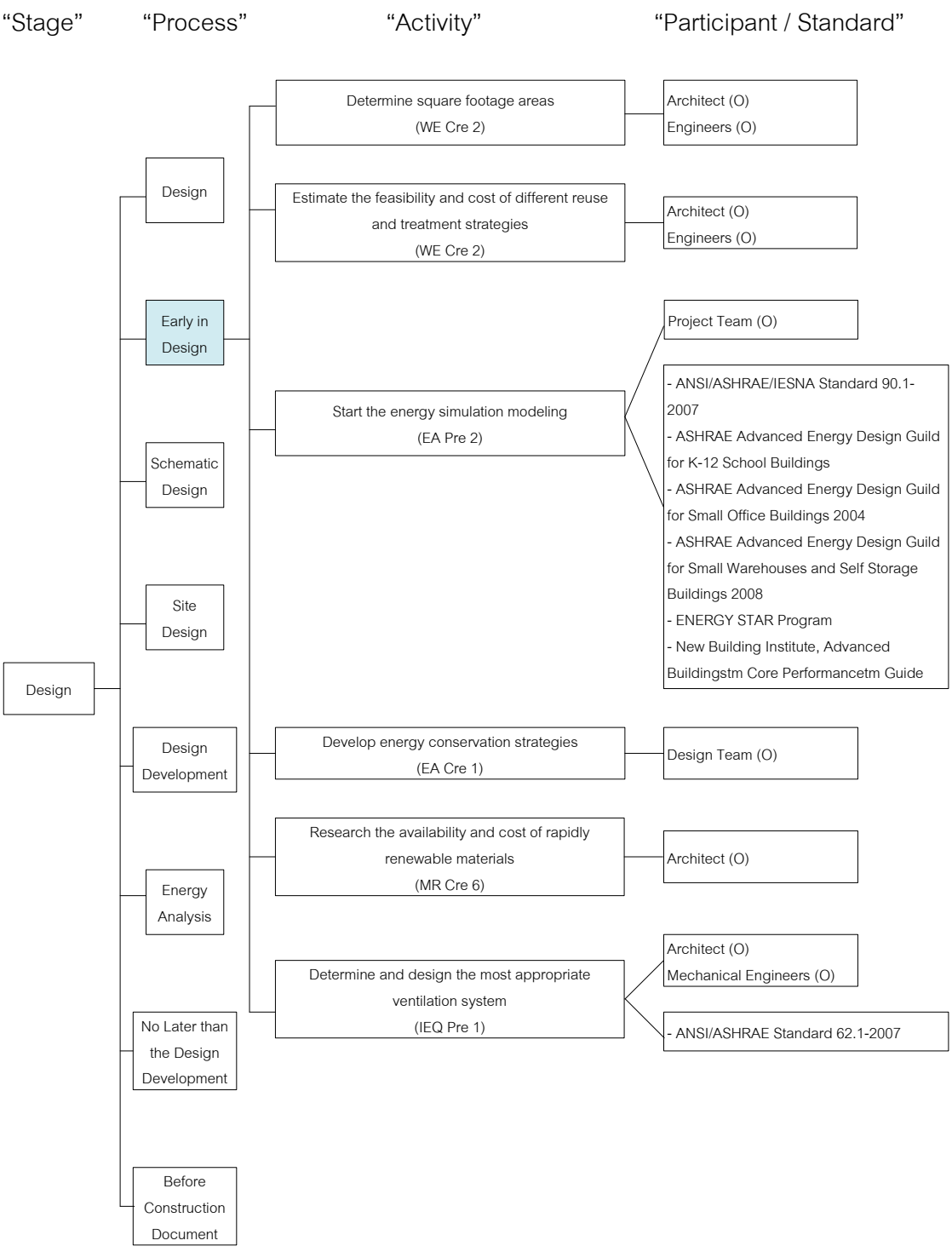
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



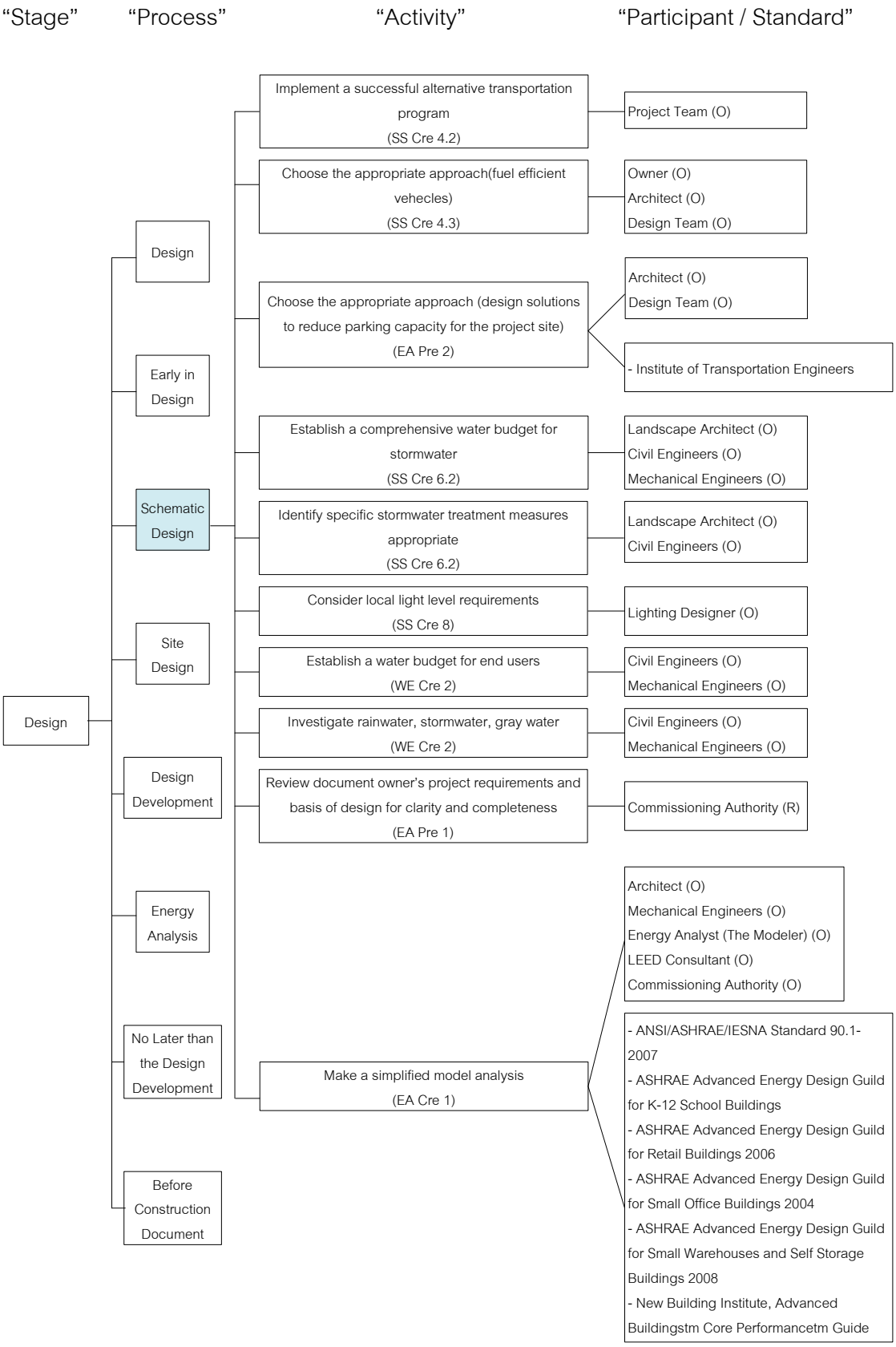
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



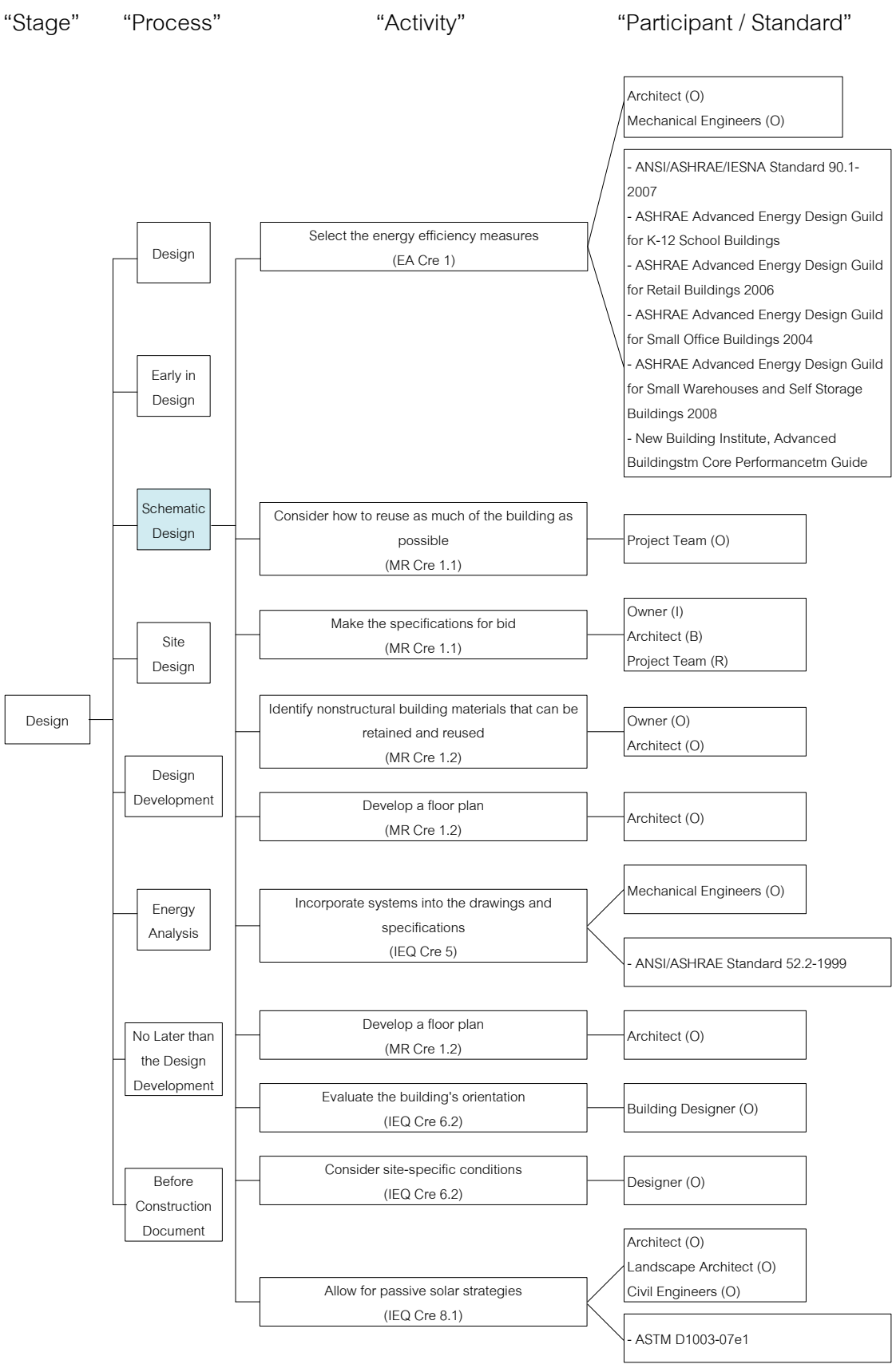
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



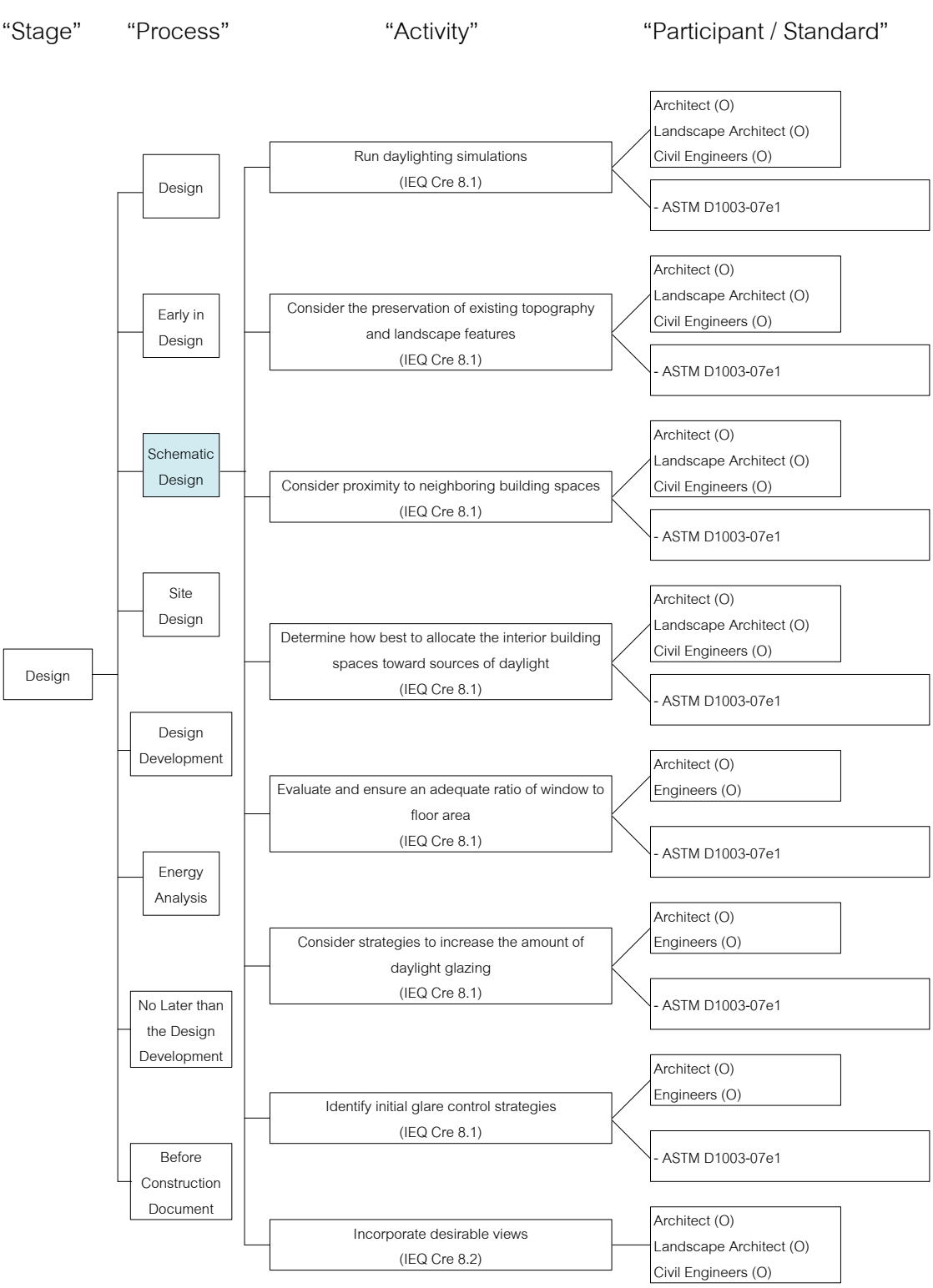
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



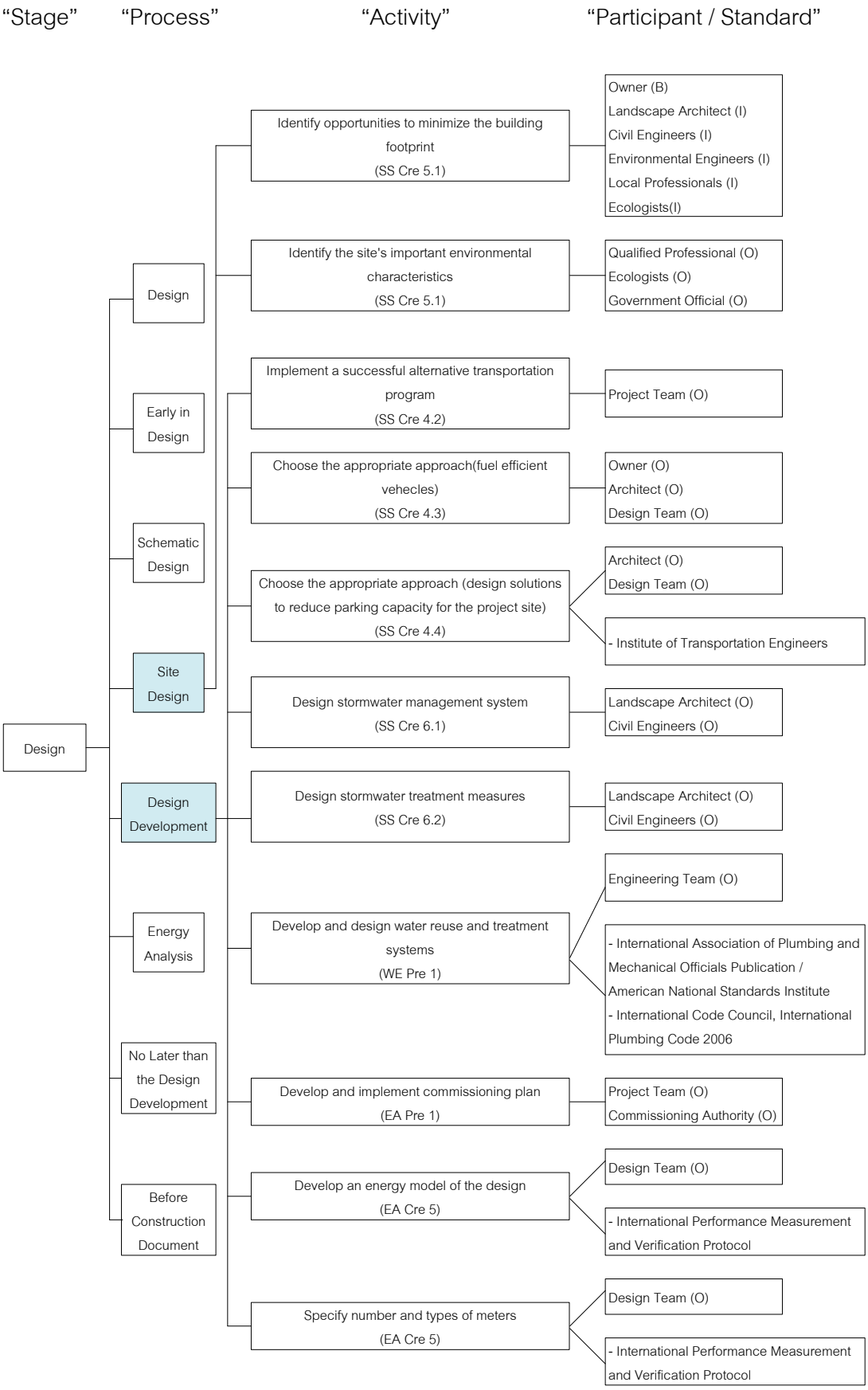
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



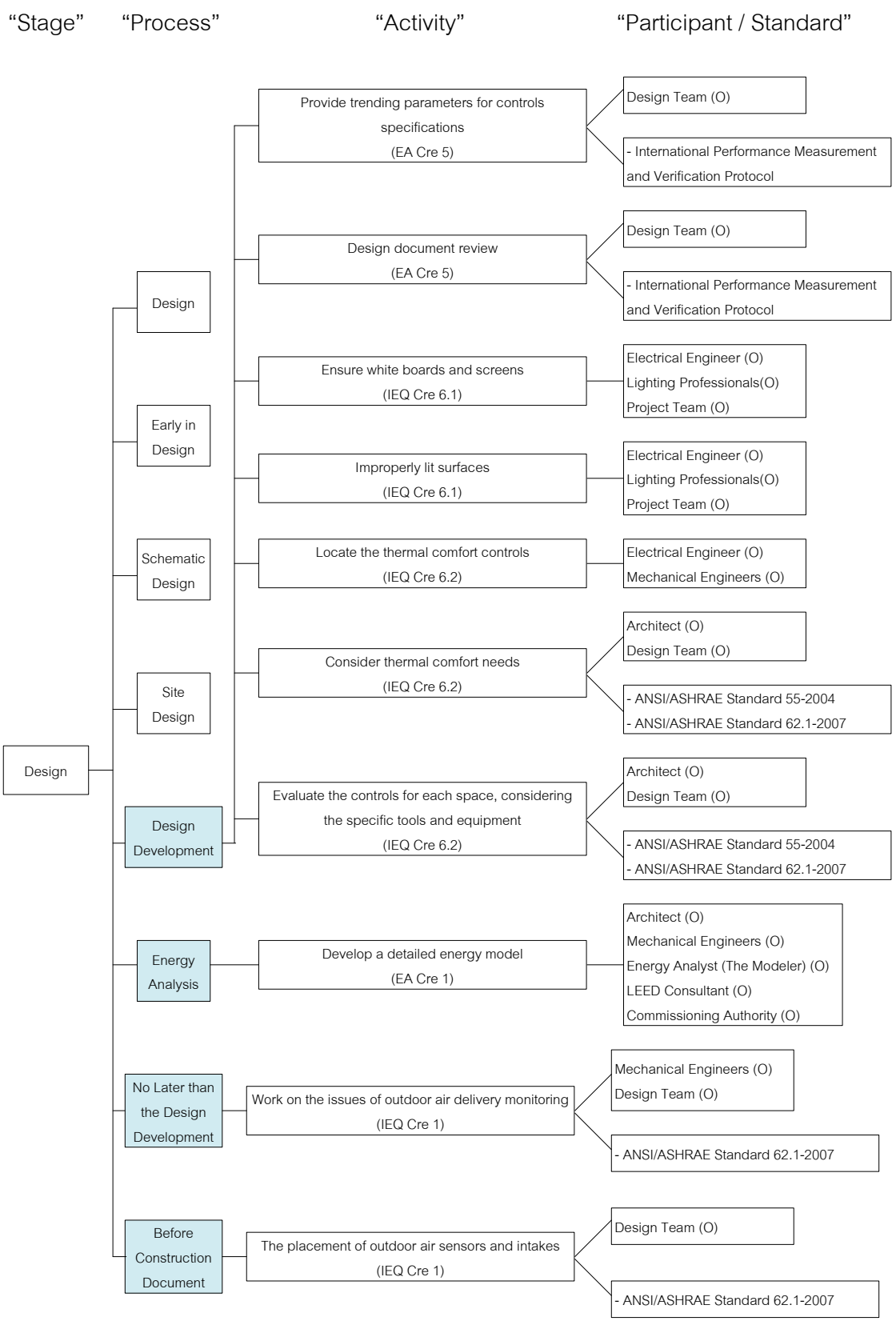
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



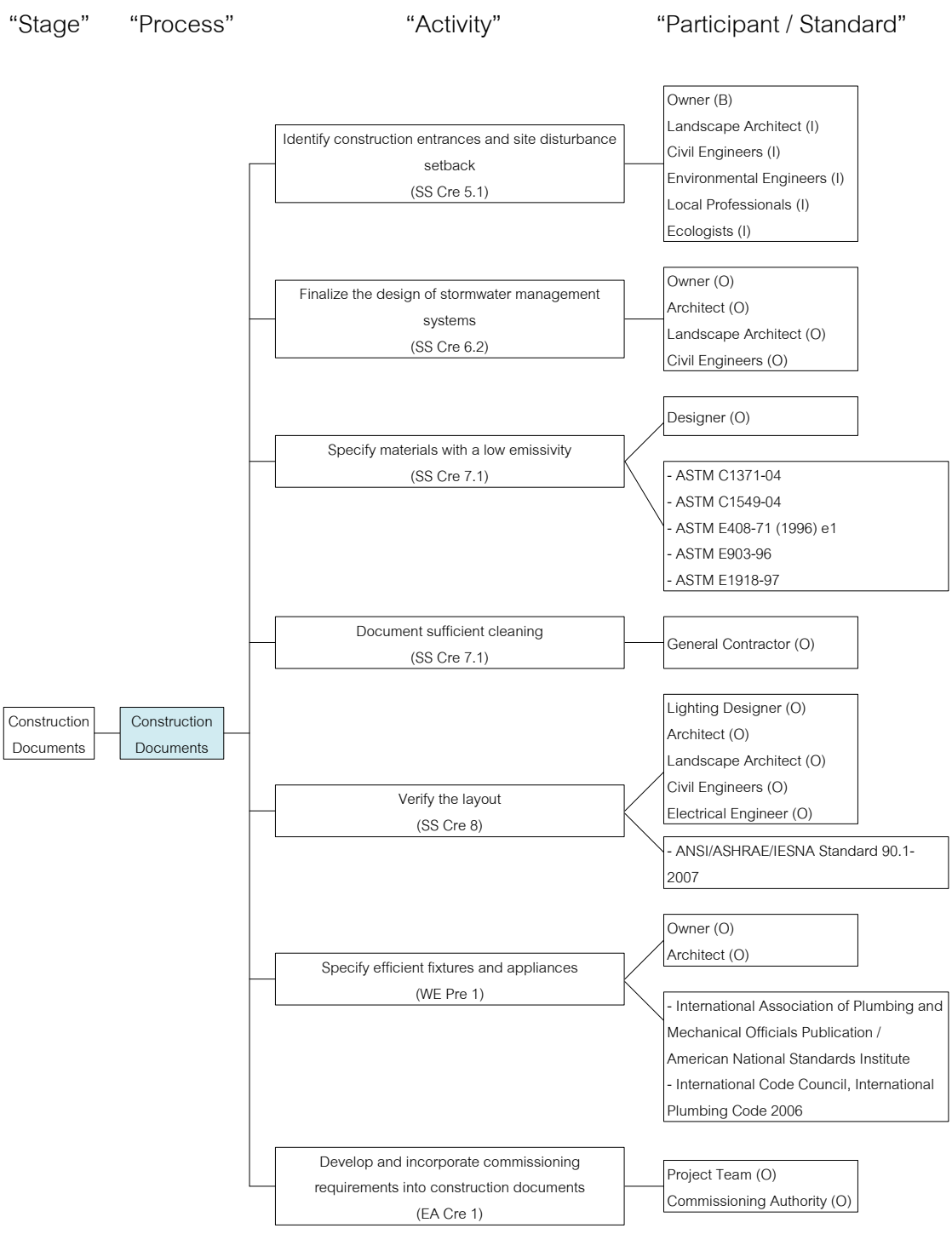
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



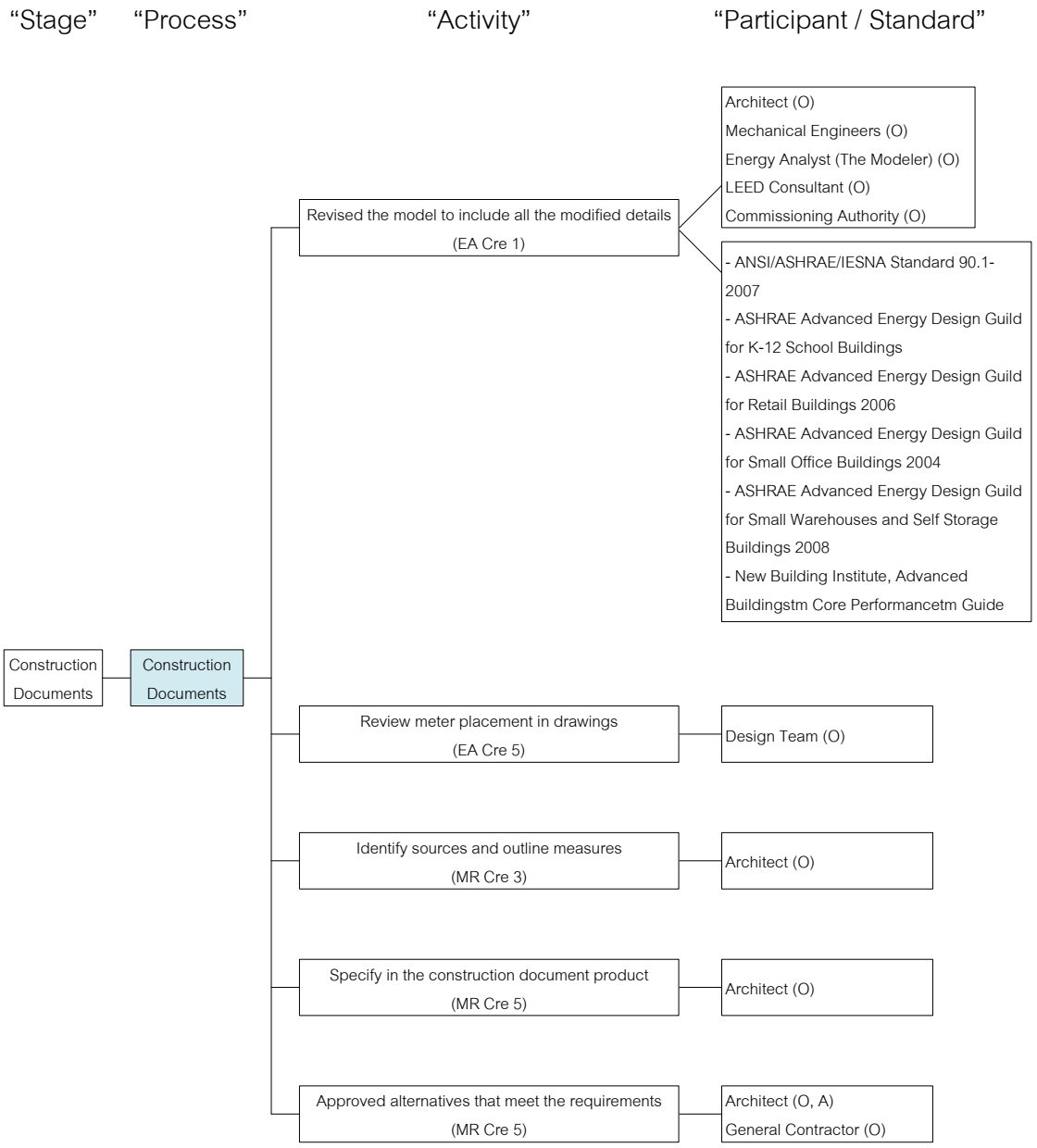
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



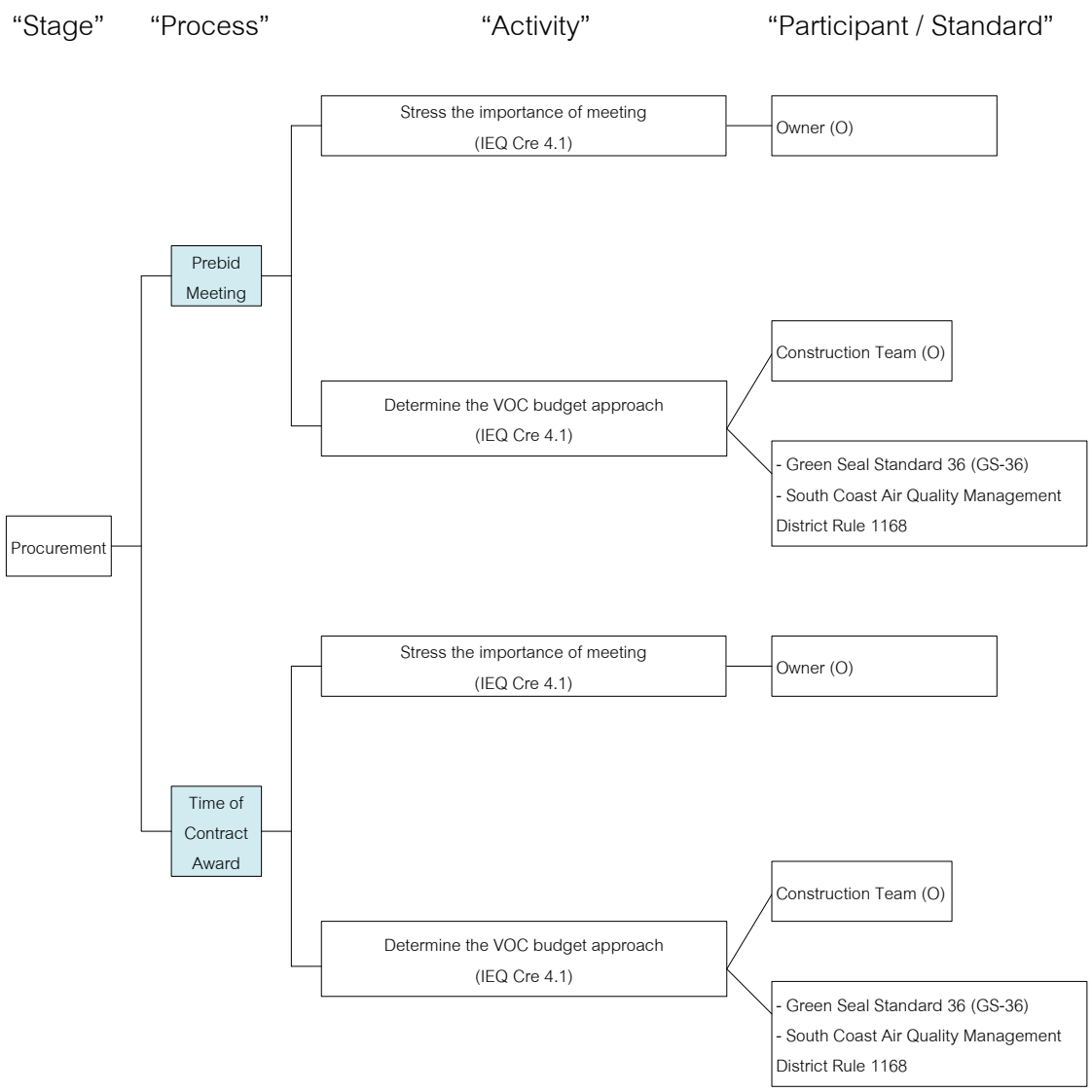
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



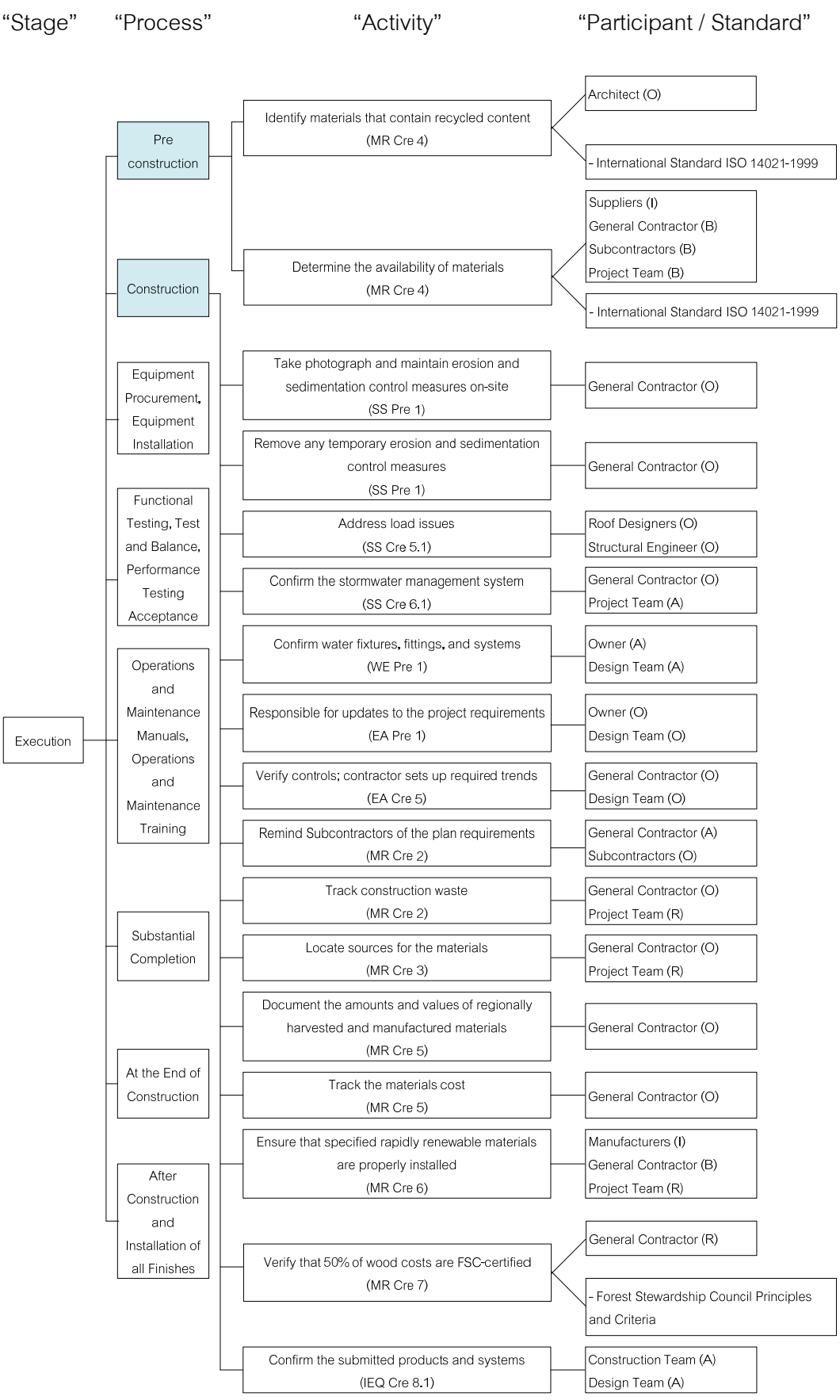
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



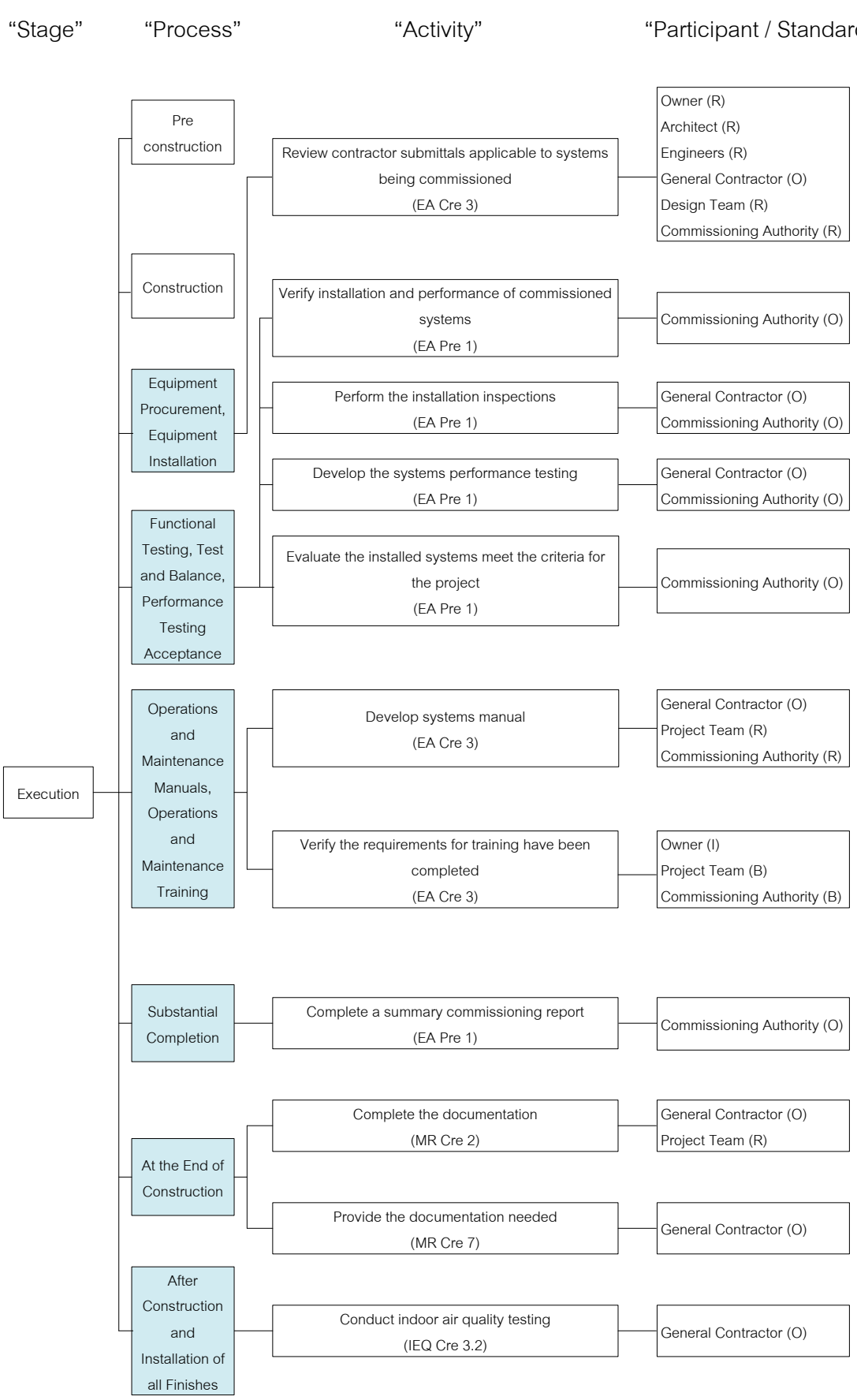
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



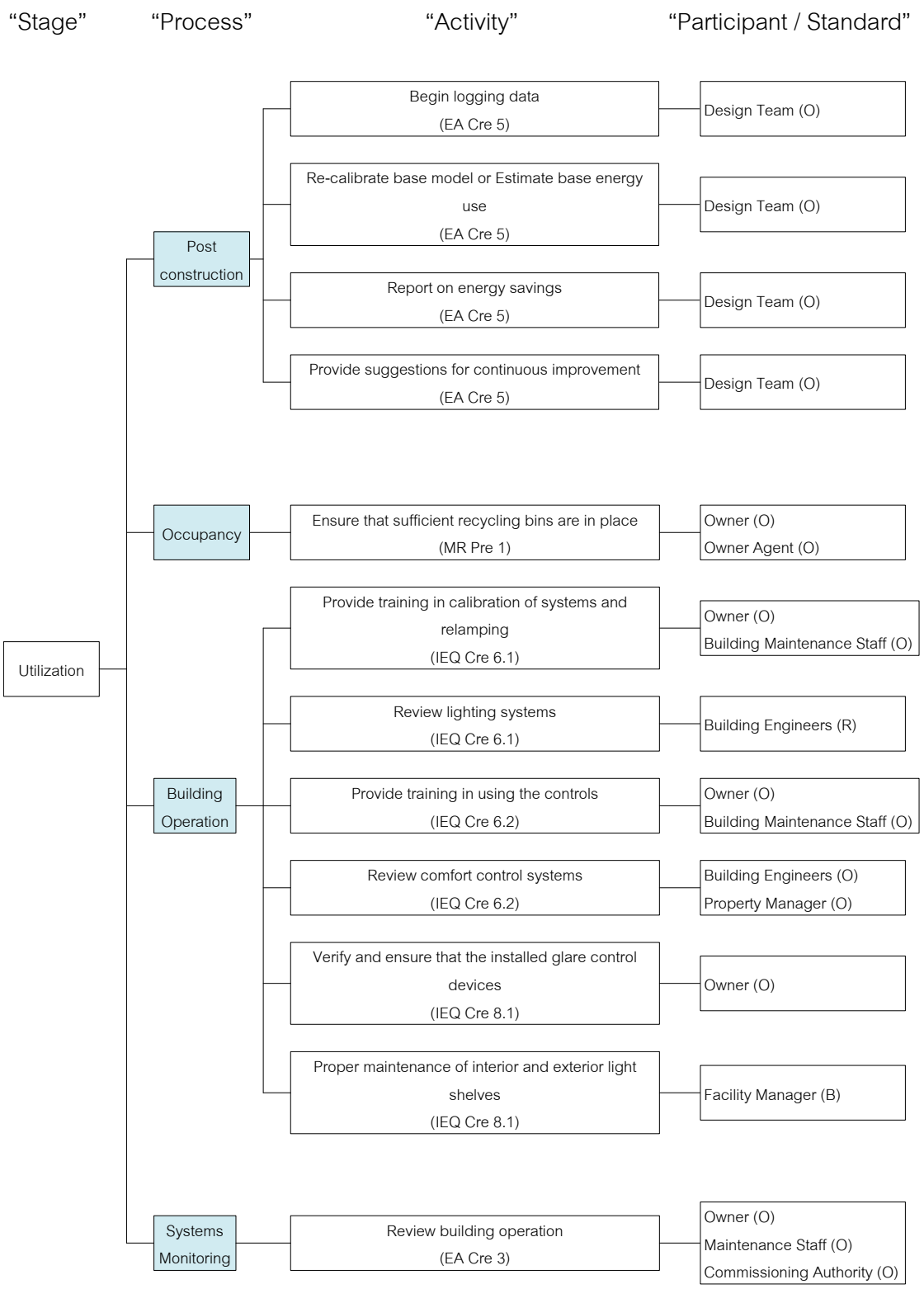
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



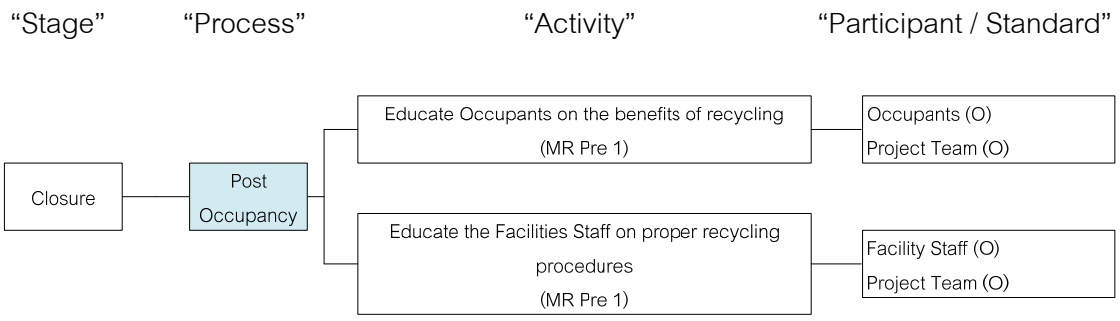
ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว



ภาพที่ ง.1 (ต่อ) การแสดงผลของระบบจัดการสารสนเทศในอาคารเขียว

ภาคผนวก จ

การกำหนดรหัส (Code)

ตารางที่ จ.1 การกำหนดรหัสสำหรับเครดิต

Code	Credit
0100100	Construction Activity Pollution Prevention
0110100	Site Selection
0110200	Development Density and Community Connectivity
0110300	Brownfield Redevelopment
0110400	Alternative Transportation
0110401	Alternative Transportation - Public Transportation Access
0110402	Alternative Transportation - Bicycle Storage and Changing Rooms
0110403	Alternative Transportation - Low Emitting and Fuel Efficient Vehecles
0110404	Alternative Transportation - Parking Capacity
0110500	Site Development
0110501	Site Development - Protect or Restore Habitat
0110502	Site Development - Maximize Open Space
0110600	Stormwater Design
0110601	Stormwater Design - Quantity Control
0110602	Stormwater Design - Quality Control
0110700	Heat Island Effect
0110701	Heat Island Effect - Nonroof
0110702	Heat Island Effect - roof
0110800	Light Pollution Reduction
0200100	Water Use Reduction
0210100	Water Efficient Landscaping
0210200	Innovative Wastewater Technologies
0210300	Water Use Reduction

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) การกำหนดรหัสสำหรับเครดิต

Code	Credit
0300100	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems
0300200	Minimize Energy Performance
0300300	Fundamental Refrigerant Management
0310100	Optimize Energy Performance
0310200	On-site Renewable Energy
0310300	Enhanced Commissioning
0310400	Enhanced Refrigerant Management
0310500	Measurement and Verification
0310600	Green Power
0400100	Storage and Collection of Recyclables
0410100	Building Reuse
0410101	Building Reuse - Maintain Existing Walls, Floors and Roof
0410102	Building Reuse - Maintain Existing Interior Nonstructural Elements
0410200	Construction Waste Management
0410300	Materials Reuse
0410400	Recycled Content
0410500	Regional Materials
0410600	Rapidly Renewable Materials
0410700	Certified Wood

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) การกำหนดรหัสสำหรับเครดิต

Code	Credit
0500100	Minimum Indoor Air Quality Performance
0500200	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control
0510100	Outdoor Air Delivery Monitoring
0510200	Increased Ventilation
0510300	Construction Indoor Air Quality Management Plan
0510301	Construction Indoor Air Quality Management Plan - During Construction
0510302	Construction Indoor Air Quality Management Plan - Before Occupancy
0510400	Low-Emitting Materials
0510401	Low-Emitting Materials - Adhesives and Sealants
0510402	Low-Emitting Materials - Paints and Coatings
0510403	Low-Emitting Materials - Flooring Systems
0510404	Low-Emitting Materials - Composite Wood and Agrifiber Products
0510500	Indoor Chemical and Pollutant Source Control
0510600	Controllability of Systems
0510601	Controllability of Systems - Lighting
0510602	Controllability of Systems - Thermal Comfort
0510700	Thermal Comfort
0510701	Thermal Comfort - Design
0510702	Thermal Comfort - Verification
0510800	Daylight and Views
0510801	Daylight and Views - Daylight
0510802	Daylight and Views - Views
0610100	Innovation in Design
0610200	LEED Accredited Professional
0710100	Regional Priority

ตารางที่ จ.2 การกำหนดรหัสสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

Code	Participant	Code	Participant
211100	Developer	414100	Users
211400	Owner	415100	Occupants
211411	Building Owner	416100	Tenants
211414	Owner Agent	417100	Groundskeeper
213100	Client	551421	Acoustical Consultant
251100	Designer	551424	Environmental Consultant
251111	Interior Designer	551427	LEED Consultant
251114	Lighting Designer	551431	LEED Accredited Professionals
251121	Building Designers	551434	Design Professionals
251124	Roof Designers	551437	Environmental Professionals
252100	Architect	551441	Lighting Professionals
252111	Landscape Architect	551444	Local Professionals
253100	Engineers	551447	Qualified Professional
253111	Building Engineers	551451	Building Maintenance Staff
253114	Civil Engineers	551454	Facility Staff
253117	Electrical Engineer	551457	Maintenance Staff
253121	Environmental Engineers	559911	Field Personnel
253124	Mechanical Engineers	559914	Maintenance Personnel
253127	Plumbing Engineer	559917	Ecologists
253131	Structural Engineer	611111	Building Operations Team
254111	Materials Specifers	611114	Construction Team
254114	HVAC&R Specialist	611117	Design Team
254117	Energy Analyst (The Modeler)	611121	Engineering Team
311100	Manufacturers	611124	Entire Team
312100	Suppliers	611127	Project Team
351400	General Contractor	611131	Commissioning Authority
351700	Subcontractors	611134	Commissioning Agent
411100	Facility Manager	651111	Government Official
411111	Property Manager		

ตารางที่ จ.3 การกำหนดรหัสสำหรับมาตรฐานอ้างอิง

Code	Standard
0105	ANSI/ASHRAE Standard 52.2-1999: Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning
0110	ANSI/ASHRAE Standard 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human
0115	ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
0120	ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential Lighting, Section 9 (without amendments)
0405	ASHRAE Advanced Energy Design Guild for K-12 School Buildings
0410	ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Retail Buildings 2006
0415	ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Small Office Buildings 2004
0420	ASHRAE Advanced Energy Design Guild for Small Warehouses and Self Storage Buildings
0705	ASTM C1371-04, Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near
0710	ASTM C1549-04, Standard Test Method for Determination of Solar Reflectance Near Ambient Temperature Using a Portable Solar Reflectometer
0715	ASTM D1003-07e1, Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of
0720	ASTM E408-71 (1996) e1, Standard Test Methods for Total Normal Emittance of Surfaces
0725	ANSI/ASTM E779-03, Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan
0730	ASTM E903-96, Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and
0735	ASTM E1527-05, Phase I Environmental Site Assessment
0740	ASTM E1903-97, Phase II Environmental Site Assessment, effective 2002
0745	ASTM E1918-97, Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and
0750	ASTM E1980-01, Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal
1105	Carpet and Rug Institute (CRI) Green Label Plus Testing Program
1405	California Department of Health Services Standard Practice for the Testing of Volatile Organic Emissions from Various Sources Using Small-Scale Environmental Chambers,
1705	Center for Resource Solutions, Green-e Product Certification Requirements
2105	Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) Applications Manual 10-2005,
2405	Endangered Species Lists
2705	ENERGY STAR® Program, Target Finder Rating Tool
3105	EPA Construction General Permit
3405	Federal Emergency Management Agency, Definition of 100-Year Flood

ตารางที่ จ.3 (ต่อ) การกำหนดรหัสสำหรับมาตรฐานอ้างอิง

Code	Standard
3705	FloorScoretm Program
4105	Forest Stewardship Council Principles and Criteria
4405	Green Seal Standard 03 (GS-03)
4410	Green Seal Standard 11 (GS-11)
4415	Green Seal Standard 36 (GS-36), effective October 19, 2000
4705	Guidelines for Occupied Buildings under Construction, 2nd edition, Chapter 3, November
5105	Institute of Transportation Engineers, Parking Generation study, 2003
5405	International Association of Plumbing and Mechanical Officials Publication IAPMO/ American National Standards Institute UPC 1-2006, Uniform Plumbing Code 2006,
5705	International Code Council, International Plumbing Code 2006, Section 604, Design of
6105	International Performance Measurement and Verification Protocol, Volume III, EVO30000.1-2006, Concepts and Options for Determining Energy Savings in New
6405	International Standard ISO 14021-1999, Environmental Labels and Declarations --- Self-Declared Environmental Claims (Type II Environmental Labeling)
6705	National Marine Fisheries Service, List of Endangered Marine Species
7105	New Building Institute, Advanced Buildingstm Core Performancetm Guide
7405	Residential Manual for Compliance with California's 2001 Energy Efficiency Standards
7705	South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Amendment to South Coast Rule
7710	South Coast Air Quality Management District (SCAQMD) Rule 1113, Architectural Coatings
8105	State of California Standard 1350, Section 9, Standard Practice for the Teating of Volatile Organic Emissions from Various Sources Using Small-Scale Environmental Chambers,
8405	The Energy Policy Act (EPAct) of 1992 (and as amended)
8410	The Energy Policy Act (EPAct) of 2005
8705	United States Code of Federal Regulations, 40 CFR, Parts 230-233, and part 22,
9105	U.S. Department of Agriculture, United States Code of Federal Regulations Title 7, Volume 6, Part 400 to 699, Section 657.5 (citation 7 CFR 657.5), Definition of Prime
9405	U.S. EPA Clean Air Act, Title VI, Section 608, Compliance with the Section 608 Refrigerant
9410	U.S. Environmental Protection Agency Compendium of Methods for the Determination of
9415	U.S. EPA, Definition of Brownfields

ภาคผนวก ฉ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ฉ.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ - นามสกุล	ประเภทของการรับรอง LEED	คำเรียกแทน
(1) คุณ พลวุฒิ ไชยนุวัติ	LEED Green Associate	ผู้เชี่ยวชาญ ก
(2) ดร.พิมพิดา จรรยารักษ์สกุล	LEED AP	ผู้เชี่ยวชาญ ข
(3) คุณ รักศักดิ์ สุคนธะตามร์	LEED AP BD+C	ผู้เชี่ยวชาญ ค
(4) คุณ ศิรินทิพย์ หาญทวีวงศา	LEED AP BD+C	ผู้เชี่ยวชาญ ง
(5) คุณ พงศ์ธร จันทร์นภัส	LEED Green Associate	ผู้เชี่ยวชาญ จ
(6) คุณ ชัยมงคล เลิศล้ำสมบัติ	LEED AP BD+C	ผู้เชี่ยวชาญ ฉ
(7) คุณ ภาณุพันธ์ ผาพันธุ์	LEED Green Associate	ผู้เชี่ยวชาญ ช

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนากร ธเนศธนาธร เกิดวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียน สวนกุหลาบวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2550 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551