การประเมินระดับมาตรฐานอาคารยั่งยืน
Sustainable Building Assessment

เกชา ธีระโกเมน
Kecha Thirakomen
กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด, รองประธาน กลุ่มบริษัท EEC
Managing Director, Environmental Engineering Consultants Co., Ltd., Vice President, EEC Group

บทคัดย่อ

การก่อสร้างในระยะเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมาได้ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก จนประชาคมโลกไม่สามารถที่จะแบกรับภาระเหล่านี้ได้อีกต่อไป เป็นที่แน่ชัดแล้วว่า หากเราไม่สามารถชะลอหรือหยุดการเพิ่มของภาวะเรือนกระจก เมืองใหญ่ ๆ ในโลกจะต้องจมอยู่ใต้ทะเล ในทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการนำเสนอแนวทาง “อาคารสีเขียว” โดยมุ่งหวังที่จะทำให้เกิดการพัฒนาอาคารอนุรักษ์พลังงาน และมีวิธีการประเมินมาตรฐานอาคาร เช่น BREEM LEED และ GB Tool ที่ใช้ในการประเมินอาคารสีเขียว อย่างไรก็ตาม วิธีการประเมินเหล่านี้ยังไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในหัวข้อทางด้านสิ่งแวดล้อม คำว่า “อาคารยั่งยืน” นัยว่าจะครอบคลุมครบถ้วนมากกว่า โดยมีเป้าหมายที่จะครอบคลุมหัวข้อในด้านคุณภาพชีวิต ความปลอดภัย สภาวะแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้ง การพัฒนาที่จะนำไปสู่ความสมดุลของการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม

ระบบการประเมินที่เรียกว่า CASBEE หรือ Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency ได้ถูกพัฒนาและเป็นที่นิยมในกลุ่มประเทศเอเชีย เช่น ประเทศจีน ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าวกับโครงการก่อสร้าง Green Olympic 2008 ประเทศสิงคโปร์ ได้ประยุกต์ระบบดังกล่าวไปใช้ในการควบคุมการก่อสร้างอาคารและมีความก้าวหน้าทางด้านการบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง ประเทศญี่ปุ่น กำลังพัฒนาระบบดังกล่าวไปสู่ภาคบังคับ ระบบการประเมินอาคารจะเป็นระบบที่กำหนดมูลค่าของอาคารในอนาคต อาคารที่เข้าเกณฑ์มาตรฐานอาคารยั่งยืนจะเป็นอาคารที่มีมูลค่าสูงกว่าอาคารทั่วไป ดังนั้น วิศวกรและสถาปนิกจำเป็นที่จะต้องติดตามในเรื่องของระบบการประเมินอาคาร และออกแบบอาคารให้ได้รับการประเมินที่ดี หลักการนี้ยังจะนำไปสู่การพัฒนา “เมืองยั่งยืน” การประชุมนานาชาติ SB05 ที่จะจัดขึ้นในโตเกียวในปี 2005 จะเป็นวาระสำคัญที่จะนำไปสู่แผนดำเนินการในการพัฒนาอาคารยั่งยืน

เจ้าของอาคารจะต้องเข้าใจถึงวัฏจักรวงจรชีวิตของอาคาร โดยทั่วไป การลงทุนทางด้านอสังหาริมทรัพย์มักจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป แต่ความเชื่อนี้อาจไม่ถูกต้องเสมอไป เพราะประสบการณ์ที่ผ่านมาได้พิสูจน์แล้วว่า อาคารที่มีคุณภาพเท่านั้นที่จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้น ในการรักษามูลค่าของอาคาร เจ้าของอาคารจะต้องปรับปรุงคุณภาพของอาคารอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาแบบยั่งยืน เป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาอาคารเชิงพาณิชย์ในอนาคต ซึ่งรวมถึงมาตรฐานใหม่ทางด้านสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ระบบการประเมิน CASBEE ใช้วิธีการกำหนดขอบเขตสมมติของอาคารและประเมินอาคารเป็น 2 ส่วนคือ ส่วน “Q” ที่เป็นตัวแทนของผลกระทบเชิงบวกภายในขอบเขต และส่วน “L” ที่เป็นตัวแทนของผลกระทบเชิงลบภายนอกขอบเขต ค่า “Q” และ “L” จะถูกนำมาใช้ลงในแผนผังแสดงระดับมาตรฐานซึ่งระบุระดับของอาคารยั่งยืน

นอกจากนี้ ยังมีระบบการประเมินอาคารโดยเฉพาะทางด้านอาคารอนุรักษ์พลังงานและอาคารปลอดภัย

เจ้าของอาคารอาจเห็นว่า ระบบการประเมินเหล่านี้ทำให้ค่าก่อสร้างและค่าบริหารอาคารสูงขึ้น แต่ทำให้เห็นข้อแตกต่างของอาคารที่มีคุณภาพและเพิ่มมูลค่าอาคาร ยิ่งไปกว่านั้น ระบบการประเมินยังเป็นมาตรการที่จำเป็นกับการพัฒนาแบบยั่งยืน

ABSTRACT

Constructions during past decades have created environmental problems, which become unbearable in today world society. It is clear now that, if we can not delay or stop the increment of green house effect, major cities will sooner be under sea level. In the past decade, “green building” concept has been introduced, with goal to promote energy saving building. There are assessment tools such as BREEM, LEED and GB Tool that were developed to evaluate level of green building. However, these assessment systems are not comprehensive, especially on environmental issues. The word “sustainable building” is becoming more comprehensive, with aim to cover also quality of life, safety, and internal and external environment. There are also more talks related to social and economic development.

The Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) has been developed and becoming popular among Asian countries. China, for example, has applied the system for the development of Green Olympic 2008. Singapore has been applying the system to control building construction, and has been well advanced on the management of construction waste. Japan has been developed the system to regulatory level. The assessment system will also be used to mark value of the building in the future. Building with “Sustainable Building” mark will be more valuable. The architect and engineers should be aware of such assessment system, and design building to achieve high score. The same principle will be applied for the development of “Sustainable City.” SB05 Tokyo Conference in 2005 will be another international venue with goal on action for sustainability.

Building owner should understand about Building Life Cycle. Investment in real estate has increased in value when time passed. But this belief is not always true. It has been proved that only quality building has higher value through time. To maintain value of the building, the building owner has to renovate or upgrade building continuously.

Sustainable development has increasingly become the new direction for future commercial building development, which includes new standard on environment, energy and safety. The CASBEE uses hypothetical boundary to define building with assessment category “Q” as positive impact inside boundary and category “L” as negative impact outside boundary. The value of “Q” and “L” will be used on the rating chart and will determine the level of sustainable building.

There is also specific assessment system for Building Energy Efficiency, and Building Safety.

Building developer may find these new and coming assessment systems as adding cost to construction, and building management. But these assessment system also differentiate quality building and provide value added. More important, the building assessment system is the necessary measure for sustainable development.

คำสำคัญ (Keywords)

อาคารยั่งยืน (Sustainable Building)
การประเมินระดับมาตรฐานอาคาร (Building Assessment)

1. คำนำ

เมื่อฟ้าเปิดและอสังหาริมทรัพย์เริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง นับเป็นการเริ่มต้นของวัฏจักรธุรกิจการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ใหม่อีกรอบหนึ่ง ในการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ในรอบนี้หลายอย่างได้เปลี่ยนไป โดยเฉพาะ บทเรียนจากการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ขาดทิศทางและการควบคุมจนทำให้ล่มสลายในช่วงเศรษฐกิจฟองสบู่ที่ผ่านมา

นอกจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ผ่านมา ยังสร้างปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมให้กับสังคมอีกด้วยการพัฒนาโดยการขาดการวางผังเมืองที่ดีได้สร้างให้เกิดปัญหาทางด้านการจราจรและขนส่ง ปัญหาระบบสาธารณูปโภค ปัญหาขยะและน้ำเสีย ปัญหาของอาคารที่ไม่ปลอดภัย ปัญหามลภาวะต่าง ๆ อย่างมากมาย

ในขณะที่กระแสความตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดี ได้กลายเป็นสิ่งที่สังคมต้องการและเรียกร้อง ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์จึงต้องให้ความสนใจในการพัฒนาโครงการที่เอื้อต่อคุณภาพของสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ดี

ในช่วงที่เศรษฐกิจตกต่ำ ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ที่ยังคงยืนหยัดอยู่ได้ล้วนแล้วแต่มีหลักการที่เน้นจุดขาย โดยให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น คุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้กลายเป็นปัจจัยที่สำคัญทางด้านการตลาด และได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์มีความยั่งยืน

ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ ควรจะต้องทราบกติกาของสังคมโลกในอนาคต เพราะไม่ว่าจะสร้างอาคารใหม่หรือปรับปรุงอาคารเก่า อาคารเหล่านี้จะใช้งานไปในอนาคตอีกนับสิบปี ดังนั้น อาคารจึงควรที่จะมีมาตรฐานที่สอดคล้องกับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในอนาคต

ก่อนหน้านี้ การรณรงค์เพื่อให้การออกแบบและก่อสร้างอาคารเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานเรามักจะใช้ชื่อโครงการว่า “**อาคารสีเขียว**” หรือ “**green building**” อย่างไรก็ตาม คำว่าอาคารสีเขียวในปัจจุบันได้พัฒนาสู่คำว่า “อาคารยั่งยืน” หรือ “**sustainable building**” ซึ่งครอบคลุมมากกว่า และขยายภาพการพัฒนาอาคารขึ้นในระดับของ

รูปที่ 1 ตราสัญลักษณ์ของงานประชุมที่จัดขึ้นในครั้งต่าง ๆ

การพัฒนาแบบยั่งยืนหรือ “**sustainable development**” เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาของโลกโดยรวมที่ยั่งยืนมากกว่าในอดีตที่ผ่านมาที่การพัฒนาทำให้เกิดปัญหาในโลกอย่างมากมาย ทำให้โลกเสื่อมถอยลงจนถึงจุดที่มีคำถามว่า ลูกหลานในอนาคตจะอยู่ได้อย่างไร

การประชุมในแนวทางดังกล่าวเริ่มในปี 1994 จัดโดย CIB ที่ประเทศอังกฤษ ตามด้วยการประชุมที่ปารีสในปี 1997 ที่ แวนคูเวอร์ในปี 1998 ที่แมสตริชท์ในปี 2000 และออสโลในปี 2002 โดยในปีนั้นได้กำหนดให้มีการประชุมใหญ่ที่โตเกียวในปี 2005 โดยจะมีการประชุมในระดับภูมิภาคก่อนที่มาเลเซียในปี 2004

การประชุมที่โตเกียวคาดว่าจะมีผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา ตัวแทนจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลกเข้าร่วมประชุมมากกว่าพันคน โดยมีความคาดหวังว่าจะสามารถกำหนดแผนปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมในหัวข้อหลักดังต่อไปนี้คือ

- องค์ประกอบอาคาร (Building Components)
- อาคารโดยรวม (Building as a Whole)
- สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร (Site and Urban Context)

และจะสามารถประสานช่องว่างในภาคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

- ช่องว่างระหว่างสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐศาสตร์ (Gaps between Environmental, Social and Economic Aspects)

- ช่องว่างระหว่างผู้ได้รับผลกระทบ (Gaps between the Stakeholders' Concerns)
- ช่องว่างระหว่างภูมิภาค (Gaps between the Regional Concerns)

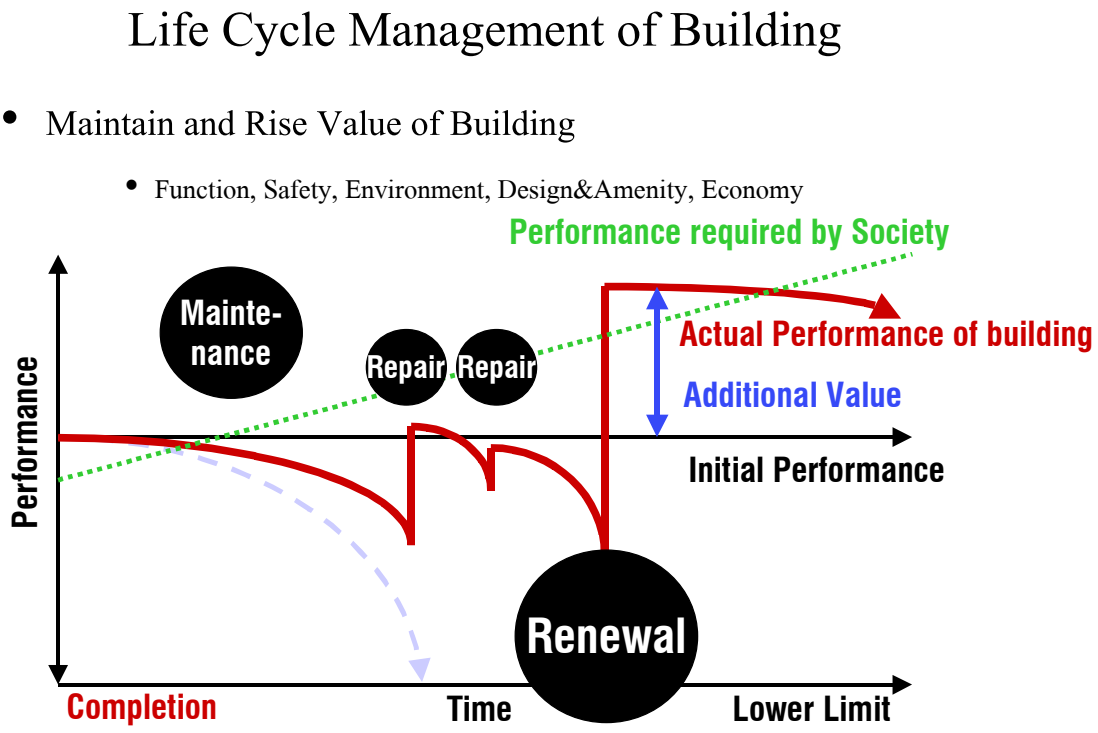
ในขณะที่ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่การพัฒนารอบใหม่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ความสำคัญและทำความเข้าใจกับการพัฒนาอาคารแบบยั่งยืนนี้ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นกติกาสังคมโลกต่อไปในอนาคตอันใกล้ นอกจากจะพูดถึงเรื่องอาคารแล้ว ยังขยายขอบเขตไปถึงเรื่องของการพัฒนาเมือง หรือ "sustainable city" อีกด้วย

2. วงจรชีวิตของอาคาร

อาคารแต่ละหลังล้วนแล้วแต่มีวงจรชีวิต และในแต่ละช่วงของวงจรชีวิต มูลค่าของอาคารก็จะเปลี่ยนไป คนจำนวนไม่น้อยสะสมที่ดินและอสังหาริมทรัพย์ไว้ โดยมีความคาดหวังว่ามูลค่าสินทรัพย์เหล่านี้จะเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากมีตัวอย่างให้เห็นว่าคนหลายคนกลายเป็นเศรษฐีจากวิธีการดังกล่าว อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่เป็นจริงเสมอไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาวะเศรษฐกิจตกต่ำที่มูลค่าสินทรัพย์เหล่านี้ลดลงเป็นอย่างมาก

มูลค่าอสังหาริมทรัพย์ในปัจจุบันยังขึ้นกับคุณภาพของสินทรัพย์ ดังจะเห็นได้ว่า เมื่อเศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัว อาคารที่มีคุณภาพมีโอกาสที่จะฟื้นตัวก่อน ค่าเช่า ค่าพื้นที่สูงกว่าอาคารที่ด้อยคุณภาพ นักลงทุนที่เข้ามากว้านซื้ออาคารก็มักจะเลือกซื้ออาคารที่มีคุณภาพก่อน เมื่อซื้อแล้วก็จะทำการปรับปรุง (renovate หรือ upgrade) เพื่อให้มีคุณภาพในระดับที่สามารถจะนำไปทำตลาดได้ดี

โดยปกติ อาคารเมื่อใช้งานไปสักระยะหนึ่งก็จะเสื่อมตามสภาพ มูลค่าอาคารจะลดลง และจะต้องปรับปรุง เมื่อปรับปรุงแล้ว มูลค่าก็จะกลับมาดีขึ้น อาคารประเภทโรงแรม โดยปกติจะมีการปรับปรุงใหญ่ทุก 5 ปี



รูปที่ 2 แสดงการบริหารจัดการวงจรชีวิตของอาคาร

แผนภูมิตามรูปที่ 2 เป็นตัวอย่างแสดงการบริหารจัดการวงจรชีวิตของอาคาร โดยการปรับปรุงเพื่อรักษามูลค่าอาคาร ในระยะแรก ใช้วิธีการบำรุงรักษา (maintenance) ต่อมา จึงใช้วิธีการซ่อม (repair) หลังจากนั้นจึงมีการปรับปรุงใหญ่ เพื่อยกระดับมาตรฐานอาคารให้สอดคล้องกับมาตรฐานของอาคารที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านการใช้งานความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

3. มาตรฐานของโลกในอนาคต

ในการประชุมนานาชาติครั้งแล้วครั้งเล่า ทางด้านที่อยู่อาศัยและการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ เห็นได้ชัดว่าระบบสังคมโลกกำลังเดินไปในแนวทางของการพัฒนาแบบยั่งยืน ซึ่งหมายถึง การพัฒนาสังคมมนุษย์โดยรบกวนธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด เพื่อที่มนุษย์จะได้สามารถอาศัยอยู่ในโลกนี้ได้ยาวนานที่สุด ก่อนที่จะเสื่อมสลายไปเนื่องจากการใช้ทรัพยากรในโลกของมนุษย์

3.1 มาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นมาตรการสำคัญในการทำให้เกิดความยั่งยืน และจะประสบความสำเร็จได้ต้องขึ้นอยู่กับความเข้าใจร่วมกันของผู้เกี่ยวข้อง เนื่องจาก มาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับนโยบาย การวางแผน และการจัดการที่ดี

แนวทางของการพัฒนาอาคารแบบยั่งยืน (sustainable building) เป็นแนวทางใหม่สำหรับการพัฒนาทางด้านอสังหาริมทรัพย์ในอนาคต มาตรฐานระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม (ISO 14000) เป็นสัญญาณที่ชี้ให้เห็นว่าโลกกำลังดำเนินไปในแนวทางที่ว่านี้

3.2 มาตรการทางด้านอนุรักษ์พลังงาน มีความสัมพันธ์กับมาตรการทางด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นนโยบายที่มีความสำคัญในระดับต้นของประเทศในปัจจุบัน โดยมีโครงการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งทางด้านการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงาน การส่งเสริมอุปกรณ์อนุรักษ์

Title BREEAM	BEPAC	LEED	GBTool
1. Management	1. Ozone Depletion	1. Sustainability	1. Resource Consumption
2. Health & Well Being	2. Loading from Enegy Consumption	2. Water Efficiency	2. Environmental Loadings
3. Energy	3. Indoor Environment	3. Energy & Atmosphere	3. Indoor Environment
4. Transportation	3.1 Indoor Air Quality	4. Materials & Resources	4. Service Quality
5. Water Consumption	3.2 Visual Environment	5. Quality of Indoor Environment	5. Economics
6. Materials	3.3 Acoustic Environment	6. Innovation & Design Process	6. Management
7. Land Use	4. Resource Conservation		7. Commuting Transport
8. Ecology	5. Location & Transportation		
9. Pollution			

รูปที่ 3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบหัวข้อของการประเมินมาตรฐานอาคารในแต่ละระบบ

พลังงาน และการส่งเสริมการลงทุนทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน

3.3 มาตรฐานทางด้านความปลอดภัย เป็นอีกมาตรฐานหนึ่งที่จะเป็นหลักประกันความปลอดภัยให้กับผู้ใช้อาคารในประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยจะมีการตรวจสภาพความปลอดภัยของอาคารประจำปี สำหรับประเทศไทยกำลังจะมีกฎหมายนี้ออกมาหลังจากที่เกิดอัคคีภัยและอาคารถล่มมาหลายครั้ง

4. อาคารยั่งยืน

เรื่องของสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์พลังงาน และความปลอดภัยที่ผ่านมา ดูเหมือนว่าจะเป็นนามธรรมและเป็นเรื่องของจิตสำนึกที่การดำเนินการขึ้นอยู่กับจริยธรรมของผู้ประกอบการเท่านั้น ดังนั้น เราจึงมองไม่เห็นผลของมาตรการต่าง ๆ เหล่านี้ที่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ และเหตุผลทางด้านผลกำไรและการแข่งขันทางธุรกิจกลายเป็นปัจจัยเดียวที่ใช้ในการตัดสินใจ

สังคมโลกเห็นแล้วว่า หากปล่อยให้โลกเสื่อมในอัตราที่เป็นอยู่นี้ โลกจะดำรงอยู่ไม่ได้ และผลกระทบไม่ได้จำกัดอยู่เพียงในประเทศใดประเทศหนึ่ง หากแต่กระทบทั่วกันทั้งโลก ภาวะเรือนกระจกเกิดจากการเผาเชื้อเพลิง เกิดจากการทำลายป่า เกิดจากน้ำเสีย มีผลกระทบทำให้เกิดภัยพิบัติและการแพร่ระบาดของโรคร้ายทั่วโลก การประชุมนานาชาติที่ผ่านมาจึงมีมาตรการใหม่ ๆ ออกมาอยู่ตลอดเวลาที่ทุกประเทศจะต้องให้ความร่วมมือ เพื่อให้เกิด “การพัฒนาแบบยั่งยืน”

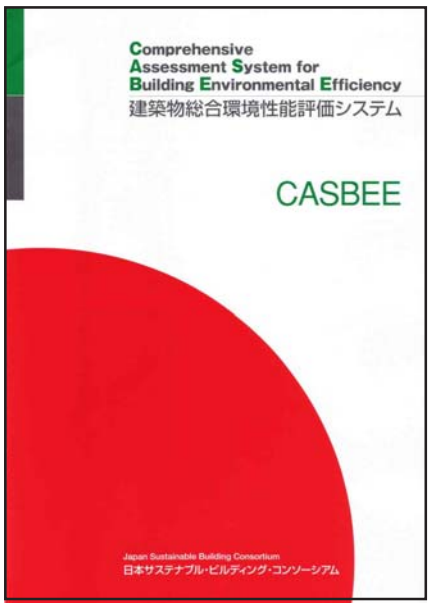
ในส่วนของการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ มาตรการที่นำมาใช้คือ อาคารยั่งยืน โดยมีองค์กรในโลกหลายองค์กรได้พยายามจัดทำระบบประเมินมาตรฐานอาคาร เช่น BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) BEPAC (Building Environmental Performance Assessmant Criteria) LEED (Leadership in Energy and Environment Design) GB (Green Building) Tool โดยมีหัวข้อการประเมินที่แตกต่างกันบ้าง แต่ก็ยังคงอยู่ในทิศทางที่สอดคล้องกัน

ในอนาคต มาตรการอาคารยั่งยืนจะกลายเป็นเครื่องมือในการควบคุมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ และผู้ประกอบการจะต้องมีนโยบาย การดำเนินการและการประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรการดังกล่าว เช่นเดียวกับการยอมรับในมาตรฐาน ISO

5. การประเมินอาคาร

การประเมินอาคารยั่งยืนในระบบ BREEM BEPAC LEED GB Tool ดังกล่าว ยังครอบคลุมหัวข้อการประเมินไม่ครบทุกด้าน จึงมีความพยายามที่จะจัดทำระบบที่ครอบคลุมทุกด้านที่มีผลกระทบต่อกันมากขึ้น โดยระบบที่เป็นหัวข้อใหญ่ในการประชุม SB05 ที่โตเกียวในปี 2005 คือระบบ CASBEE หรือ Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency มีหลักการประเมินโดยแบ่งการ ประเมินเป็น 2 ภาค คือ ภาคคุณภาพ (Q - Quality) และภาคภาระ (L - Environmental Loading) แล้วคำนวณค่าดัชนีมาตรฐานอาคาร โดยนำค่า Q หารด้วยค่า L

ดังนั้น อาคารที่มีคุณภาพสูงสอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพอาคารที่กำหนด มีการใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์พลังงาน ปลอดภัย คงทน มีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ก็จะคำนวณได้ค่า Q สูง



รูปที่ 4 ระบบการประเมินอาคารยั่งยืนแบบ CASBEE

รูปที่ 5 6 และ 7 กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการก่อสร้าง

อาคารที่สร้างแล้วไม่ก่อให้เกิดมลภาวะในการก่อสร้าง มีการจัดการขยะของเสีย มีการนำเศษวัสดุกลับมาใช้ได้ มีการออกแบบที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ กลมกลืนกับวัฒนธรรมท้องถิ่น เอื้อประโยชน์กับชุมชน ก็จะคำนวณได้ค่า L ต่ำ

หากค่า Q สูง และค่า L ต่ำ ก็จะได้ค่าดัชนีที่สูง เมื่อนำไปกำหนดลงใน chart มาตรฐาน ก็จะสามารถระบุระดับมาตรฐานอาคารได้ว่าเป็น A B C หรือ S ซึ่ง S คือ sustainable building นับว่าเป็นระดับมาตรฐานสูงสุด ซึ่งประเทศจีนได้นำวิธีการประเมินและกำหนดมาตรฐานนี้ในการก่อสร้างโครงการ Olympic 2008 เพื่อตอบสนองกับนโยบาย Green Olympic 2008

ในสิงคโปร์ นอกจากกำลังเดินตามแนวทางเดียวกันแล้ว ยังได้ดำเนินโครงการนำขยะก่อสร้างกลับมาใช้ (construction waste recycling plan) และได้กำหนดเป็นมาตรการที่ผู้รับเหมาต้องปฏิบัติในการประมูลงานของรัฐ ถึงแม้ว่าจะทำให้ค่าก่อสร้างสูงขึ้นบ้าง แต่ก็ไม่มากนัก เนื่องจากสิงคโปร์ใช้ระบบการแข่งขันในการประมูล จึงทำให้ผู้รับเหมาไม่กล้าเพิ่มราคามาก และเป็นความจำเป็นสำหรับประเทศเล็ก ๆ อย่างสิงคโปร์ที่ไม่สามารถปล่อยให้สภาพแวดล้อมเสื่อมลงไปอีกได้

ในประเทศญี่ปุ่นเอง ได้มีการนำมาตรการดังกล่าวไปใช้ โดยรัฐมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุน โดยการจัดให้มีโรงงานจัดการเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ เช่น โรงงานผลิต particle board อิฐ และวัสดุอาคารจากเศษวัสดุ การนำเศษคอนกรีตกลับไปทำซีเมนต์ ส่วนเศษเหล็ก พลาสติก นำกลับไปหลอมใหม่ มีการพัฒนาระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูปที่มีเศษวัสดุน้อย

วิธีการแบ่งภาคคุณภาพ Q และภาคภาระ L ใช้วิธีการกำหนดกรอบสมมติที่เรียกว่า “hypothetical boundary” ดังรูปที่ 8

ในการประเมิน มีการกำหนดหัวข้อการประเมินดังนี้คือ

Q 1 – สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment)

Q 2 – คุณภาพการให้บริการ (Quality of Services)

Q 3 – สภาพแวดล้อมรอบอาคาร
(Outdoor Environment on Site)

L 1 – พลังงาน
(Energy)

L 2 – ทรัพยากรและวัสดุ
(Resources and Materials)

L 3 – สภาพแวดล้อมภายนอกโครงการ
(Off-Site Environment)

ผลของการประเมินสามารถนำมาแสดงในแผนภูมิเรดาร์ (radar chart) ซึ่งเป็นวิธีการแสดงที่ทำให้เห็นข้อบกพร่องในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งได้ทันที โดยหัวข้อที่บกพร่อง แผนภูมิในส่วนนั้นจะแหว่งไป อาคารที่ประเมินแล้วค่อนข้างสมบูรณ์ในทุกด้าน ผลที่แสดงในแผนภูมิเรดาร์จะออกมาสมบูรณ์และสวย

ส่วนค่าดัชนีที่ได้ก็สามารถนำไปกำหนดค่า (plot) ลงในแผนภูมิแสดงค่า (rating chart) ดังรูปที่ 10

6. ระบบการประเมิน

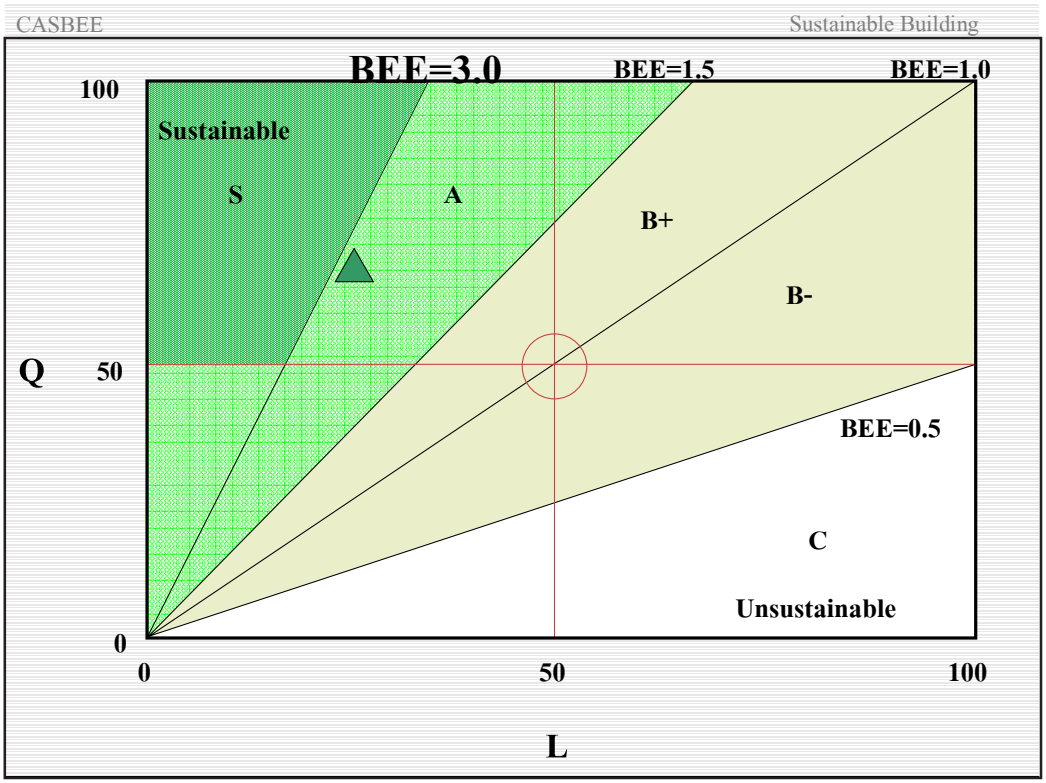
การประเมินมาตรฐานอาคารดังที่ได้กล่าวแล้วมีรายละเอียดของหัวข้อการประเมินดังต่อไปนี้

6.1 ภาคคุณภาพ Q (Building Environmental Quality and Performance)

6.1.1 Q –1 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment) เป็นส่วนที่พิจารณาถึงคุณภาพภายในอาคาร ได้แก่

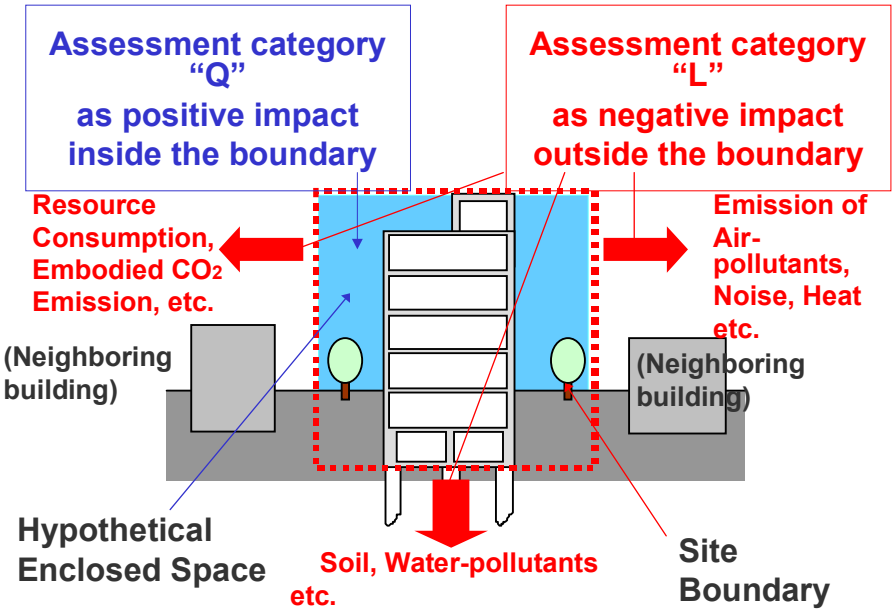
<u>การควบคุมเสียงดัง (Noise and Acoustic)</u> เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับเสียงภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และการสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดี ได้แก่

- ระดับเสียง (Noise) เป็นการควบคุมระดับเสียงสำหรับพื้นที่ต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

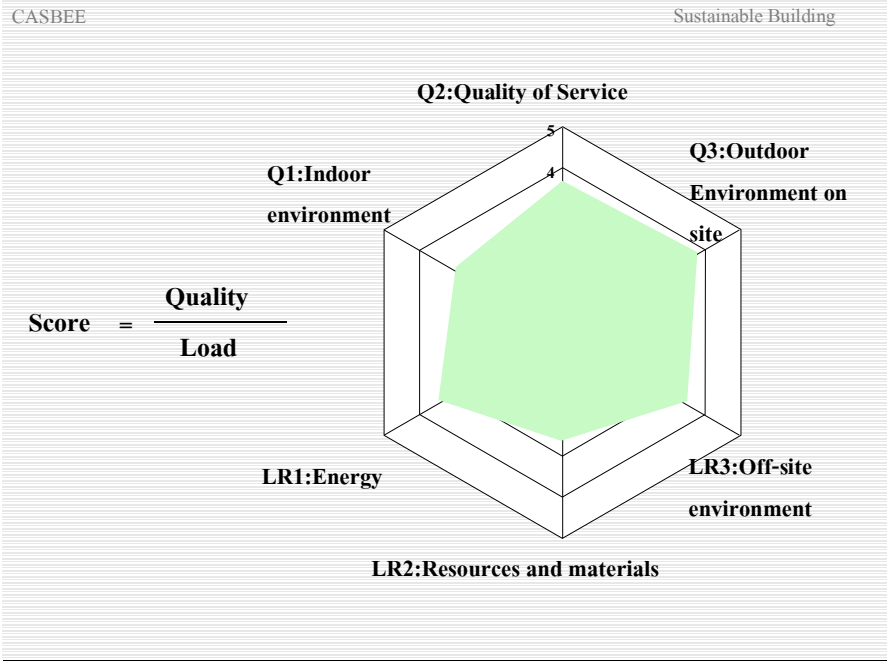


รูปที่ 10 แสดงผลการประเมินด้วยแผนภูมิแสดงค่า (rating chart)

•HYPOTHETICAL BOUNDARY



รูปที่ 8 แสดงกรอบสมมติ (hypothetical boundary)



รูปที่ 9 แสดงผลการประเมินด้วยแผนภูมิเรดาร์ (radar chart)

- การป้องกันเสียง (Sound Insulation) เป็นการควบคุมระดับการป้องกันเสียงระหว่างพื้นที่ภายในอาคาร
- การเก็บเสียง (Sound Absorption) เป็นการกำหนดให้มีการเก็บเสียงภายในพื้นที่ที่เหมาะสม

ภาวะอากาศน่าสบาย (Thermal Comfort) เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับอุณหภูมิ ความชื้นภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และการสร้างสภาวะอากาศที่น่าสบาย

- การควบคุมอุณหภูมิ (Room Temperature Control) เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- การควบคุมความชื้น (Moisture Control) เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับความชื้นภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- ชนิดของระบบปรับอากาศ (Type of Airconditioning System) เป็นการเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่สามารถควบคุมสภาวะอากาศได้ดี

การให้แสงสว่าง (Lighting and Illumination) เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับแสงสว่างภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และการสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดี

- การใช้แสงธรรมชาติ (Daylighting) เป็นการนำแสงธรรมชาติมาใช้เพื่อให้เกิดคุณภาพภายในอาคารที่ดี ทำให้ผู้ใช้อาคารมีปฏิสัมพันธ์กับแสงภายนอก และมีการใช้แสงธรรมชาติเพื่อประโยชน์ทางด้านสุขอนามัย
- การป้องกันแสงจ้า (Anti-Glare Measures) เป็นการใช้แสงสว่างที่นุ่มนวล ป้องกันการรบกวนจากความจ้าของแสง
- ระดับความสว่าง (Illumination Levels) เป็นการจัดให้ระดับของแสงสว่างเหมาะสมและกลมกลืนและป้องกันการที่แสงสว่างขัดกัน (light contrast)
- การควบคุมระดับแสงสว่าง (Lighting Controllability) มีระบบการควบคุมแสงสว่างที่สะดวกกับการใช้งานและสอดคล้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

คุณภาพอากาศ (Air Quality) เป็นการพิจารณาการควบคุมระดับคุณภาพอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่ดี และส่งเสริมการที่มีสุขอนามัยที่ดีสำหรับผู้ใช้อาคาร

- การควบคุมแหล่งอากาศ (Sources Control) เป็นการควบคุมแหล่งของอากาศเสีย ตำแหน่งการระบายอากาศเสีย และการนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคาร
- ปริมาณการระบายอากาศ (Ventilation) เป็นการควบคุมปริมาณการระบายอากาศและอากาศบริสุทธิ์
- แผนการจัดการ (Operation Plan) เป็นการจัดการเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร

6.1.2 Q - 2 คุณภาพการบริการ (Quality of Service) เป็นส่วนของคุณภาพการให้บริการที่ดี และสร้างความพึงพอใจกับผู้ใช้อาคาร

ความสามารถในการบริการ (Service Ability)

- การใช้งาน (Functional and Workability) สามารถใช้อาคารได้โดยมีประโยชน์ใช้สอยตามต้องการ
- ความสวยงาม (Mentality-Coziness) เป็นอาคารที่มีรูปแบบที่สวยงาม และมีภูมิทัศน์ที่สวยงาม

รูปที่ 11 การควบคุมระดับแสงสว่างภายในอาคาร

ความคงทน (Durability) เป็นการพิจารณาการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีความคงทน มีอายุการใช้งานที่เหมาะสม คุ้มค่า และไม่เป็นภาระกับการดูแลรักษาอาคาร

- การป้องกันแผ่นดินไหว (Earthquake Resistance) สามารถป้องกันความเสียหายจากการเกิดแผ่นดินไหว
- การดูแลรักษา การปรับปรุง อายุการใช้งาน (Daily Maintenance-Updating-Frequency) ต้องการดูแลรักษาน้อย มีอายุการใช้งานยาวนาน

ความยืดหยุ่นและการปรับการใช้ (Flexibility and Adaptability) เป็นการพิจารณาการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีความยืดหยุ่นกับการใช้งาน และการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้งาน

- การสำรองพื้นที่ (Space Margin) เป็นการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีพื้นที่สำรองสำหรับการขยายตัวในอนาคต
- การสำรองน้ำหนัก (Floor Load Margin) เป็นการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีการสำรองน้ำหนักสำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้
- การเปลี่ยนแปลงการใช้ (Adaptability of Facilities) เป็นการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่มีความยืดหยุ่นกับการใช้งาน และการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้งาน

รูปที่ 12 รูปแบบอาคาร

6.1.3 Q – 3 สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร (Outdoor Environment on Site) เป็นส่วนของคุณภาพสภาวะแวดล้อมภายในพื้นที่โครงการ เพื่อมาตรฐานคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ใช้อาคาร โดยมีหัวข้อพิจารณา ดังต่อไปนี้

การดูแลรักษาและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Maintenance and Creation of Ecosystem) เป็นการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ง่ายต่อการดูแลรักษาและการอยู่อาศัย

ภูมิสถาปัตยกรรม (Townscape and Landscape) มีการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมที่สวยงามและสัมพันธ์กับสภาพภูมิสถาปัตยกรรมของเมือง

ลักษณะท้องถิ่นและวัฒนธรรม (Local Characteristics and Culture)เป็นการพิจารณาการออกแบบและก่อสร้างอาคารที่สอดคล้องกับลักษณะและวัฒนธรรมท้องถิ่น

6.2 ภาคภาระ L (Environmental Loading) เป็นส่วนของการประเมินผลกระทบของการก่อสร้างอาคารกับสภาพแวดล้อมภายนอกโครงการ โดยการมองภาพว่า การก่อสร้างอาคารเป็นภาระกับสภาพแวดล้อม ชุมชน และเมือง อย่างไร

6.2.1 L –1 การใช้พลังงาน (Energy) การใช้พลังงานเป็นหัวข้อสำคัญเป็นอันดับแรก เนื่องจาก การใช้พลังงานสร้างภาระกับระบบสาธารณูปโภคต่อชุมชนต่อเมือง ต่อประเทศ และต่อสังคมโลกโดยรวม การใช้พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สร้างผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทางด้านภาวะเรือนกระจกที่นำมาสู่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติและโรคร้ายต่าง ๆ รวมทั้งสร้างปัญหาจากความจำเป็นในการสร้างโรงไฟฟ้าและเขื่อน ดังนั้นอาคารที่ดีในอนาคตจะต้องเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน หัวข้อการพิจารณาในเรื่องของการใช้พลังงานมีดังนี้

ภาระการทำความเย็น (Building Thermal Load) อาคารในปัจจุบันต้องใช้ระบบปรับอากาศ และหากมีการออกแบบที่ดี ระบบปรับอากาศไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ โดยมีปัจจัยในการพิจารณาดังต่อไปนี้คือ

- ทิศอาคาร (Building Orientation) การกำหนดทิศของอาคารเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดหรือการกำหนดให้ด้านสกัดหรือด้านทึบของของอาคารบังแดด จะช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้
- ภาระความร้อนจากหน้าต่าง (Thermal Load of Windows) ปริมาณพื้นที่กระจกหน้าต่าง การเลือกใช้กระจก การบังเงาให้กับกระจก เป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่อาคาร
- ฉนวนอาคาร (Insulation Level of Exterior Wall and Roof) อาคารที่ดีจะต้องมีการจัดทำฉนวนป้องกันความร้อนและความชื้นเป็นอย่างดี ทั้งที่ผนังอาคารและหลังคา

<u>การใช้พลังงานจากธรรมชาติ (Natural Energy Utilization)</u> การประเมินมาตรฐาน ให้ความสำคัญกับระบบนิเวศและธรรมชาติ และเห็นความสำคัญของการนำธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร

- การใช้พลังงานจากธรรมชาติทางตรง (Direct Utilization of Natural Energy) เช่น การนำแสงธรรมชาติมาใช้ การระบายอากาศตามธรรมชาติ
- การใช้พลังงานจากธรรมชาติทางอ้อม (Indirect Utilization of Natural Energy) เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานจากลม

<u>ประสิทธิภาพของระบบวิศวกรรม (Efficiency in Building Systems)</u> เป็นส่วนของการวางแผน การออกแบบ การก่อสร้าง โดยพิจารณาจากการออกแบบอาคารและระบบประกอบอาคารที่มีประสิทธิภาพ เช่น ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ การนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ ระบบควบคุมการใช้อาคารที่มีประสิทธิภาพ การใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยดูจากประสิทธิภาพของระบบ อุปกรณ์และระบบวิศวกรรมเป็นสำคัญ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ (HVAC system) ระบบระบายอากาศ (ventilation system) ระบบแสงสว่าง (lighting system) ระบบทำน้ำร้อน (water heating system) และระบบลิฟต์ (elevator system)

<u>ประสิทธิภาพการใช้ (Efficient Operation)</u>

- การตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงาน (Monitoring) เป็นส่วนของการตรวจสอบและการวัดปริมาณการใช้พลังงาน โดยเกณฑ์ในการพิจารณาคือ ดัชนีค่าการใช้พลังงานต่อตารางเมตรต่อปีของอาคาร ในหน่วยของเมกะจูลต่อตารางเมตรต่อปี หรือกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี เป็นต้น
- การบริหารจัดการ (Operational Management System) เป็นส่วนของการดำเนินการใช้อาคาร โดยพิจารณาจากโครงสร้างการบริหารและการจัดการอาคารที่ดี ทำให้มีการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า

6.2.2 L–2 การใช้ทรัพยากรและวัสดุ (Resources and Materials) เนื่องจากทรัพยากรและวัสดุก่อสร้างล้วนแล้วแต่ต้องอาศัยพลังงานและมีต้นทุนทางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้มา ดังนั้น การนำทรัพยากรและวัสดุไปใช้ จะต้องนำไปใช้อย่างรู้คุณค่าและมีมาตรการจัดการกับเศษวัสดุที่เหลือ

<u>น้ำ (Water Resource)</u>

- การประหยัดน้ำ (Water Saving) เป็นการพิจารณาการบริหารและการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า
- การพิจารณานำน้ำฝนและน้ำทิ้งมาใช้ให้เป็นประโยชน์ (Utilization of Rain Water and Gray Water) เป็นการพิจารณานำน้ำฝนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

<u>วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Eco-Materials)</u> เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า และเป็นการลดภาระของขยะและของเสีย

- การนำเศษวัสดุกลับมาใช้ (Use of Recycled Material) เป็นมาตรการเพื่อลดปริมาณขยะ และใช้วัสดุให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด
- การใช้ไม้เป็นวัสดุธรรมชาติ (Use of Wood as Natural Materials) การใช้ไม้เป็นองค์ประกอบ นอกจากจะทำให้เกิดความรู้สึกของธรรมชาติแล้ว ไม้ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะตามมา โดยจะต้องมีการจัดหาไม้ที่ได้มาจากระบบการปลูกป่า และไม่ทำลายสภาพของป่า

- การควบคุมการใช้วัสดุอันตราย (Use of Hazardous Materials) เป็นการพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม วัสดุที่ปลอดภัย และการใช้วัสดุที่สามารถนำไปแปรรูปและนำกลับมาใช้ได้ใหม่ ไม่มีส่วนประกอบของวัสดุแอสเบสตอส และหลีกเลี่ยงการใช้โฟม ไม่ใช้วัสดุที่มีกลิ่นและไอระเหยที่เป็นพิษ
- การใช้โครงสร้างอาคารเดิม (Reuse of Existing Skeleton) การที่สามารถใช้โครงสร้างอาคารเดิมได้ ทำให้ลดขยะจากการทำลายอาคารและรื้อถอนอาคาร และเป็นการใช้ประโยชน์จากของที่มีอยู่
- การควบคุมขยะ (Waste Disposal) เป็นมาตรการดูแลจัดการขยะและเศษวัสดุในการก่อสร้างอาคาร
- การหลีกเลี่ยงการใช้สาร CFCs และ Halons (Avoidance of CFCs and Halons) สารเหล่านี้ คือสารที่ทำลายชั้นโอโซนและทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก จึงแนะนำให้เลิกและไม่ใช้สารเหล่านี้อีกต่อไป

6.2.3 L –3 สภาพแวดล้อมภายนอกโครงการ (Off-Site Environment) เป็นส่วนที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลกระทบกับสภาวะแวดล้อมภายนอกพื้นที่โครงการที่จะมีผลกับชุมชนและเมือง

<u>มลภาวะทางอากาศ (Air Pollution)</u>

- มลภาวะทางอากาศ (Emissions of Air Pollutants) เป็นการควบคุมคุณภาพอากาศเสียที่ปล่อยออกจากโครงการ รวมทั้งผลกระทบของอากาศเสียกับภาวะเรือนกระจก
- มลภาวะทางน้ำ (Emissions of Water Pollutants) เป็นการควบคุมคุณภาพน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโครงการ
- มลภาวะของดิน (Emissions of Soil Pollutants) เป็นการควบคุมคุณภาพของดินที่เกิดจากการแพร่กระจายของสารพิษ

<u>เสียงและกลิ่นรบกวน (Noise and Offensive Odors)</u> เป็นการพิจารณาผลกระทบจากเสียงรบกวน และกลิ่นรบกวน

- เสียงดังรบกวน (Noise Generation) เป็นการควบคุมเสียงรบกวน เช่น เสียงจากเครื่องจักร เครื่องปรับอากาศ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- กลิ่นรบกวน (Offensive Odors) เป็นการควบคุมกลิ่นรบกวน เช่น กลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย กลิ่นเหม็นจากขยะ กลิ่นเหม็นจากสารเคมี

<u>ลม (Wind Damage)</u> เป็นการพิจารณาผลกระทบของโครงการกับการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมที่จะมีผลกระทบทางลบกับบริเวณโดยรอบ

<u>แสงสว่าง (Light Damage)</u> เป็นการพิจารณาผลกระทบของโครงการกับการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างที่จะมีผลกระทบทางลบกับบริเวณโดยรอบ

<u>การสะสมความร้อน (Heat Island Effect)</u> เป็นการพิจารณาผลกระทบของโครงการกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดจากการสะสมความร้อนที่จะมีผลกระทบทางลบกับบริเวณโดยรอบ

7. อาคารอนุรักษ์พลังงาน

แนวทางมาตรการอนุรักษ์พลังงานไม่มีสูตรสำเร็จและการออกแบบอาคารให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จได้ ต้องขึ้นกับความเข้าใจร่วมกันของทีมงานผู้ออกแบบ เนื่องจาก การอนุรักษ์พลังงานเป็นสหวิทยาการ และเป็นการผสมผสานระหว่างงานสถาปัตยกรรมและงานวิศวกรรมทุกสาขา

แนวทางมาตรการในเอกสารนี้ จะใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกอาคารอนุรักษ์พลังงานเป็นสำคัญ

การออกแบบอาคารให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานเป็นความรับผิดชอบของผู้ออกแบบ ซึ่งจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านการอนุรักษ์พลังงานอยู่ในทีมงานออกแบบที่มีความเข้าใจ และมีประสบการณ์ในนโยบายอนุรักษ์พลังงานสำหรับประเทศไทย รวมทั้ง มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ผลเป็นอย่างดี การอนุรักษ์พลังงานที่สอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาในการประกวดอาคารอนุรักษ์พลังงานในระดับ Asean Award มีดังต่อไปนี้

7.1 สภาวะแวดล้อม (Environmental Consideration) เป็นการสร้างและใช้สภาวะแวดล้อมเพื่อผลทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การทำให้อุณหภูมิและความชื้นอยู่ในระดับที่ต่ำลง การระบายอากาศที่ดีรอบตัวอาคาร แนวทางการอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่ดี มีดังนี้

- การจัดให้มีภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดความร่มเย็นรอบบริเวณตัวอาคาร
- มาตรการลดการสะสมความร้อนบนพื้นถนน และลานคอนกรีตรอบบริเวณตัวอาคาร
- การจัดทิศของอาคารให้เหมาะสม และการป้องกันแสงแดดเข้าสู่ตัวอาคาร
- การจัดการจราจรที่ลดการใช้ยานยนต์ และลดการเดินในระยะทางไกล
- การศึกษาทิศทางลมเพื่อการระบายอากาศรอบตัวอาคารที่ดี

7.2 มาตรการทางด้านอาคาร (Passive Design) เป็นเรื่องของการออกแบบเปลือกอาคาร การจัดรูปแบบอาคาร การใช้แสงธรรมชาติ การป้องกันอากาศร้อน-ชื้นเข้าสู่อาคาร การจัดวางพื้นที่อาคาร การแบ่งพื้นที่เพื่อประโยชน์ใช้สอย การจัดการสัญจรทางนอน และทางดิ่งที่มีประสิทธิภาพ แนวทางมาตรการทางด้านอาคาร มีดังนี้

7.2.1 ดัชนีการอนุรักษ์พลังงาน

OTTV < 35 W/m^2

- กระจกหน้าต่างแนะนำให้พิจารณากระจก 2 ชั้น โดยชั้นนอกเป็นกระจกเคลือบที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (low-E coat) สีเขียวหรือสีฟ้า
- ผนังสำหรับห้องปรับอากาศใช้ผนังที่มีมวลสะสมความร้อนต่ำ

RTTV < 15 W/m^2

การเลือกใช้ฉนวนป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคารจะต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสี อุณหภูมิ (thermal insulation) และความชื้น (vapor insulation) และต้องเป็นฉนวนที่ไม่สร้างผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นอันตราย ไม่มีผลกระทบทางด้านการป้องกันอัคคีภัย

7.2.2 การใช้แสงสว่างตามธรรมชาติ วิธีการในการใช้แสงธรรมชาติ จะต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับดัชนีการอนุรักษ์พลังงาน OTTV และ RTTV ทั้งนี้จะต้องพิจารณาเรื่องการกระจายแสง และการลดความจ้าความขัดแย้งของระดับความสว่าง (contrast) การให้แสงแบบทางอ้อม (indirect) และการใช้แสงเหนือ

7.2.3 การจัดวางพื้นที่

- จัดวางพื้นที่ให้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน
- กำหนดพื้นที่ตามระดับอุณหภูมิและความชื้นที่แตกต่างกัน
- กำหนดพื้นที่ใช้งานในเวลาที่ต่างกัน รวมทั้งห้องที่ใช้งานนอกเวลาทำการปกติ

7.2.4 การสัญจรภายในอาคาร วางผังการสัญจรภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพ ใช้ลิฟต์ บันไดเลื่อนเท่าที่จำเป็นเท่านั้น หลีกเลี่ยงการกำหนดห้องประชุมขนาดใหญ่ในชั้นบน ซึ่งทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มระบบขนส่งในแนวดิ่ง

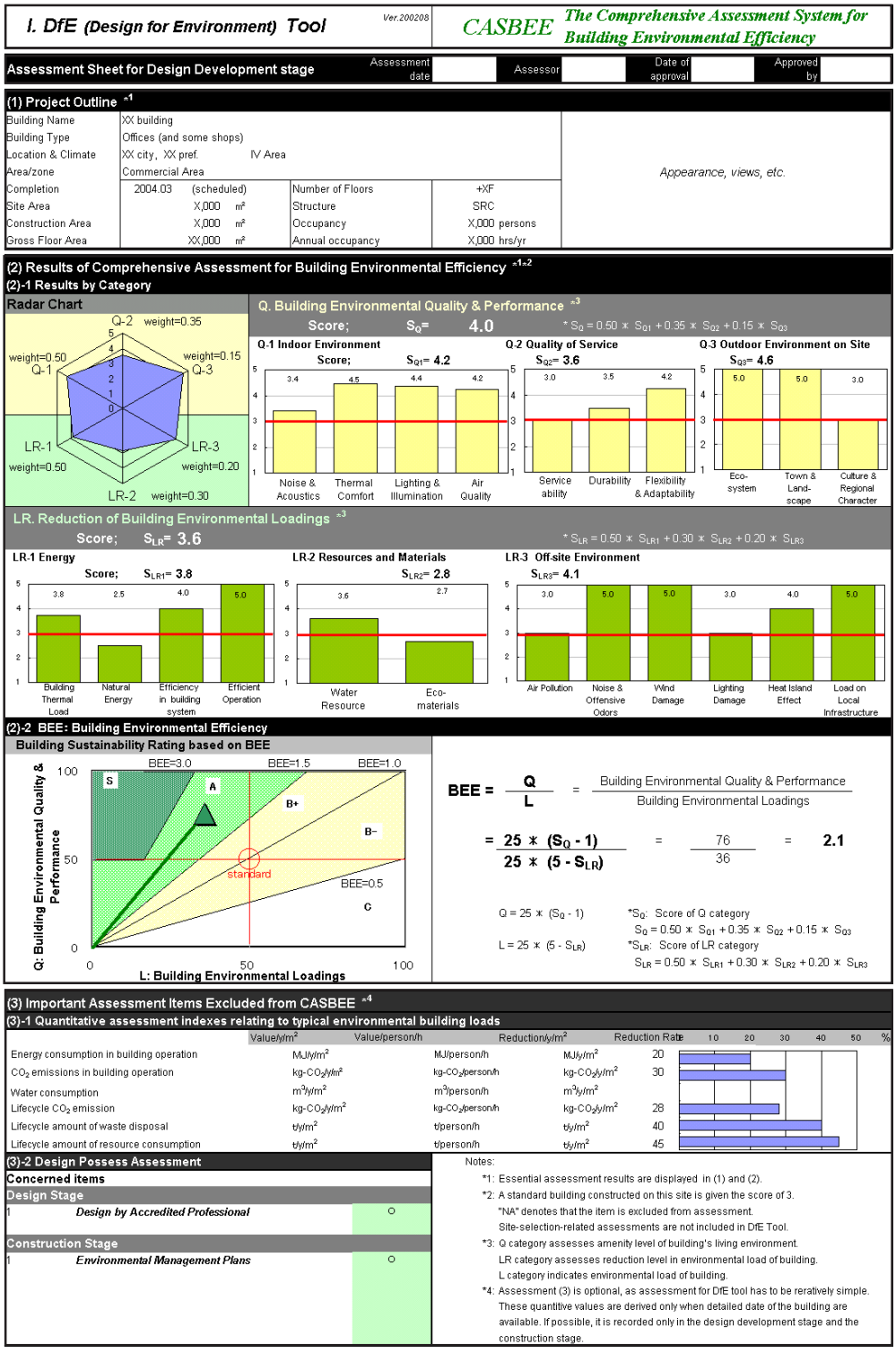
7.2.5 การป้องกันอากาศร้อนชื้นเข้าสู่อาคาร

- กำหนดจุดทางเข้า-ออกอาคารให้มีน้อยที่สุด
- ให้มีโถงบริเวณทางเข้า-ออก
- ให้ใช้ประตูที่สามารถป้องกันลมรั่วจากภายนอกอาคาร

7.3. มาตรการทางด้านระบบ (Active Design) เป็นเรื่องของระบบงานทางด้านวิศวกรรมสาขาต่าง ๆ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบสุขาภิบาล โดยมีตัวอย่างดังนี้คือ

7.3.1 ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

- ระบบการจ่ายอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air Supply System) เป็นการออกแบบให้มีระบบการจ่ายอากาศบริสุทธิ์ที่เป็นระบบเฉพาะ ในกรณีที่มีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารให้ได้ตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพและเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- การเติมอากาศจากภายนอกอาคาร (Outdoor Air Unit, (OAT)) เป็นการใช้ OAT ในการควบคุมปริมาณการเติมอากาศจากภายนอกอาคาร และบำบัดอากาศภายนอก ทั้งทางด้านความชื้นและฝุ่นละออง โดยให้มีระบบการเติมอากาศไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ที่สำคัญที่สามารถตรวจสอบได้จากอุปกรณ์ตรวจจับสภาพอากาศ (IAQ sensor) และระบบ Building Automation System (BAS) ผู้ออกแบบจะต้องลดการรั่วซึม



รูปที่ 13 ตัวอย่างรายงานผลการประเมินมาตรฐานอาคาร

ตัวอย่างรายงานผลการประเมินมาตรฐานอาคารดังต่อไปนี้ แสดงให้เห็นแผนภูมิเรดาร์ (radar chart) และสตมภ์ (column) แสดงคะแนนของการประเมินค่า Q-1, Q-2, Q-3, L-1, L-2, L-3 แล้วนำมาคำนวณหาค่า BEE หลังจากนั้น จึงนำไปกำหนดค่าลงในแผนภูมิแสดงค่า (rating chart) ทำให้สามารถระบุได้ว่าอาคารที่ถูกประเมินอยู่ในระดับ A B+ B- C หรือ S (sustainable)

ของอากาศ (infiltration) ของห้องปรับอากาศให้น้อยที่สุด และไม่ให้เติมอากาศบริสุทธิ์ในห้องทั่วไปด้วยพัดลมดูดอากาศ (wall or window mount exhaust fan) เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาในห้องผ่านประตูหน้าต่าง ในกรณีที่สามารถนำอากาศทิ้งที่ยังเย็นอยู่มาใช้ประโยชน์ได้ ก็ให้มี air to air heat recovery ที่ OAT unit

- การใช้ Terminal Unit ควบคุมภาวะอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่มีการใช้งานที่ไม่พร้อมกัน รวมทั้งห้องที่มีความต้องการพิเศษ เช่น ชุมสายโทรศัพท์คอมพิวเตอร์ ระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง (UPS) ห้องประชุม ห้องผู้บริหาร เป็นต้น
- การใช้ Spot Cooling Unit เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน และช่วยลดความชื้นในพื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศ
- เครื่องทำน้ำเย็น เป็นการเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ชนิด centrifugal ชนิด screw และชนิด absorption ทั้ง full load และ part load รวมทั้ง การลงทุน ค่าดำเนินงาน และค่าซ่อมบำรุง
- Cooling Tower เป็นการเลือกใช้ cooling tower ที่มีประสิทธิภาพสูง และมี discharge hood เพื่อลด drift loss และลดเสียง
- Air-Handling Unit เป็นการเลือกใช้ Air-Handling Unit เช่น แบบ double skin ที่มีโครงสร้างที่แข็งแรง ใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง อากาศไม่รั่ว สามารถดูแลรักษาได้สะดวกและมีอายุทนนาน
- Fan-Coil Unit เป็นการเลือกใช้ Fan Coil U nit ที่มีคุณภาพสูง เงียบ ทนทาน และมีมอเตอร์ชนิด non-overload ในกรณีที่ใช้ต่อท่อลม จะต้องใช้ชนิด duct type พร้อม outlet plenum
- Air-Cooled Condenser กำหนดให้มีขนาดใหญ่เป็นพิเศษ และให้สามารถระบายความร้อนตามที่กำหนดได้ที่สภาวะอากาศภายนอก 38-40 °C
- อื่นๆ
  - ใช้หัวจ่ายลมแบบ square diffuser 360 degree เป็นหลัก ยกเว้นพื้นที่ที่มีความต้องการพิเศษ โดยให้มี supply plenum แต่ไม่ต้องมี volume damper ประกอบกับหัวจ่าย
  - หลีกเลี่ยงการใช้ slot diffuser ที่มีความยาวต่อเนื่อง
  - การออกแบบระบบท่อลม ให้เน้นเรื่องการป้องกันลมรั่ว การเกิด condensation และการปรับปริมาณลมให้ได้ตามต้องการ
  - ในกรณีที่ต่อท่อลมกลับเข้าเครื่อง จะต้องมี return air plenum
  - การใช้ filter bank สำหรับ medium - high efficiency filter จะต้องเป็น filter bank section ที่ปราศจาก bypass leakage สามารถตรวจสอบและเปลี่ยน filter ได้โดยสะดวก
  - ในกรณีที่ใช้ medium-high efficiency filter ให้ใช้ inverter ในการควบคุม fan motor
  - ระบบฉายแสง UV ที่ cooling coil
  - โดยทั่วไป coil face velocity ควรจะเป็นประมาณ 400 fpm
  - กำหนดขนาดของ control valve ที่เหมาะสมกับปริมาณการไหล ไม่ใช้ขนาดที่ใหญ่เกินไป
  - การเพิ่มความสามารถในการลดความชื้นที่ Air Handling Unit ให้ใช้ face bypass หรือ run-around coil หรือ heat pipe หรือ desiccant ตามความเหมาะสม
  - การเพิ่มความสามารถในการลดความ ชื้นที่ OAT ให้ใช้ run-around coil หรือ heat pipe หรือ desiccant ตามความเหมาะสม
  - พิจารณาติดตั้งระบบ ball cleaning สำหรับ chiller plant ขนาดใหญ่
  - พิจารณาติดตั้งระบบ chiller manager สำหรับระบบ chiller plant ขนาดใหญ่
  - สำหรับ air-cooled condenser ให้มีการเคลือบป้องกันการกัดกร่อนที่แผง condenser (corrosion protection paint) และให้กำหนดให้ทำงานที่ ambient temperature 38 °C

7.3.2 ระบบไฟฟ้า

- หม้อแปลงไฟฟ้า ให้ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด low loss
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
  - ใช้โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และระบบ switching ที่เหมาะสมกับการใช้งาน และ

สามารถเชื่อมต่อกับระบบ BAS

- การกินไฟในพื้นที่สำนักงานไม่ควรเกิน 10 -12 วัตต์ต่อตารางเมตร
- สำหรับโคมไฟฟ้าหลักที่มีจำนวนมาก ให้มีการทดสอบโคมไฟฟ้าก่อนการผลิตและนำมาติดตั้งที่หน้างาน

- มอเตอร์ที่มีชั่วโมงการใช้งานมาก (>3000 ชั่วโมง/ปี) ใช้มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และพิจารณาความเหมาะสมในการควบคุมรอบมอเตอร์ด้วย inverter

7.3.3 ระบบสุขาภิบาล

- เครื่องสูบน้ำ ใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ใช้ constant pressure pump
- สุขภัณฑ์ เลือกใช้สุขภัณฑ์ที่มีอุปกรณ์ช่วยในการประหยัดน้ำ เช่น อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติ
- การระบายน้ำ ให้เป็นการไหลตามธรรมชาติเป็นหลัก เพื่อลดความจำเป็นในการสูบระบายน้ำ
- การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ บำบัดน้ำที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในระบบรดน้ำต้นไม้

7.3.4 ระบบการเดินท่อน้ำ

- การเดินท่อเป็นวงแหวน (Ring Main) สามารถลดแรงเสียดทานในระบบท่อ เนื่องจาก ในการใช้งานส่วนใหญ่จะทำงานที่ part load นอกจากนี้ ยังเป็นระบบ dual feed
- การแบ่งจ่ายน้ำตามระดับความดัน ในกรณีที่ท่อน้ำมีระยะทางมาก และระดับความต้องการความดันที่ต้นทางและปลายทางต่างกันมาก การแบ่งจ่ายน้ำตามระดับความดันจะช่วยลดการใช้พลังงานของเครื่องสูบน้ำได้
- วาล์ว (Valve) ติดตั้งวาล์วน้ำและอุปกรณ์เฉพาะที่จำเป็น เพื่อลดภาระแรงเสียดทานในระบบ
- แรงเสียดทานในระบบ ออกแบบระบบท่อน้ำเพื่อลดแรงเสียดทานในระบบ
- ระบบท่อลม
  - ออกแบบระบบท่อลมเพื่อลดแรงเสียดทานในระบบและลดปริมาณลมรั่ว และเดินท่อลมให้สั้นที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อลมที่ยาวกว่า 30 เมตร ให้พิจารณาแก้ไขปัญหาแรงเสียดทานและลมรั่ว รวมทั้งความดันลมที่แตกต่างระหว่างตำแหน่งต่าง ๆ ในระบบท่อลม
  - ท่อลมกลมเป็นท่อลมที่มีแรงเสียดทานและลมรั่วน้อย สามารถใช้กับความเร็วลมสูงได้ และเหมาะกับเป็นท่อลมส่งหลักที่เป็นทางตรง
  - ให้เน้นมาตรฐานรอยต่อท่อลม เพื่อลดการรั่วของลม
  - ให้มี damper ให้น้อยที่สุดและเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

7.3.5 พัดลม

- เลือกใช้พัดลม โดยพิจารณาประสิทธิภาพเป็นสำคัญ และให้จุดทำงานอยู่ในบริเวณช่วงกลางของ fan curve
- พัดลมที่ใช้การปรับรอบด้วย inverter ให้เป็นชนิด direct driven

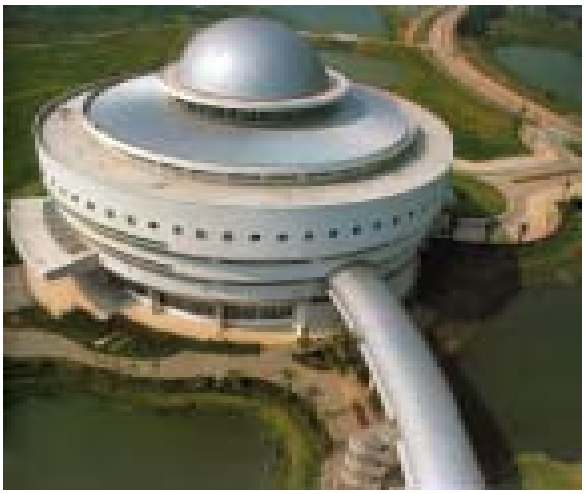
7.4 การบริหารและการดูแลรักษา (Operation and Maintenance) เป็นเรื่องของการจัดองค์กรบริหาร ระบบบริหารและควบคุมอาคารอัตโนมัติ ระบบอัจฉริยะ

- ระบบบริหารและควบคุมอาคารอัตโนมัติ ระบบ Building Automation System (BAS) โดยมีโครงสร้างเป็น BACNET และแสดงการประสานระบบวิศวกรรมทุกระบบเข้ากับระบบ BAS และในขั้นตอนรายละเอียดจะต้องแสดงวิธีการต่อเชื่อมระบบ จุดต่อเชื่อมที่ชัดเจนทุกจุด กำหนดวิธีการแสดงผล การใช้งาน การทำรายงาน
- การติดตั้งเครื่องมือวัด กำหนดให้มีเครื่องมือวัดในตำแหน่งที่สำคัญเพื่อประโยชน์ในการบริหารและจัดการทางด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมในอนาคต
- การเดินเครื่องจักรตามสภาพการใช้งาน กำหนดขนาดเครื่องจักร อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โดยอาศัยการพิจารณาจาก load profile ที่ผู้ใช้งานเห็นชอบว่าใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานที่สุด
- Part Load Efficiency การพิจารณากำหนดขนาดและจำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับ load profile และยังต้องสอดคล้องกับ predicted part load profile เพื่อให้ระบบมีการทำงานที่ประสิทธิภาพสูงตลอดเวลา

7.5 การเป็นแบบอย่างและความยั่งยืน (Replicability and Sustainability) เป็นการตรวจสอบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นมาตรการที่สามารถปฏิบัติให้เกิดผลได้ในระยะยาว และผู้อื่นสามารถนำไปใช้เป็นแบบอย่างที่ดีต่อไปได้

7.6 ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) เป็นการตรวจสอบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงานสอดคล้องกับมาตรการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงการใช้วัสดุฉนวนป้องกันความร้อน การใช้สารทำความเย็น การลดผลกระทบจากภาวะเรือนกระจก

นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบอาคารตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งเป็นการตรวจสอบประจำปีด้านความปลอดภัย โดยตรวจสอบในเรื่องความมั่นคงของโครงสร้างอาคาร ระบบป้องกันอัคคีภัย ลิฟต์ ระบบไฟฟ้า รวมทั้งระบบอำนวยความสะดวกในอาคาร เช่น ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบน้ำเสีย ระบบน้ำประปา ฯลฯ และยังมีเกณฑ์ประเมินที่กำหนดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เป็นระดับ EIT 1 2 3 4 และ 5 สำหรับมาตรฐาน ISO ความปลอดภัยจะถูกกำหนดในมาตรฐาน ISO18000



รูปที่ 14 อาคารมหาวิทยาลัยชินวัตร ตัวอย่างของอาคารยั่งยืนในประเทศไทย

8. บทสรุป

จากรายละเอียดดังกล่าว ท่านจะเห็นได้ว่า เรื่องของสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงาน และความปลอดภัย ที่เราเคยมองว่าเป็นเรื่องไกลตัว ในปัจจุบันได้เข้ามาใกล้ และในอนาคตจะเป็นมาตรฐาน เป็นข้อกำหนด เป็นสิ่งที่สังคมต้องการ และจะเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการจะต้องสนองตอบกับลูกค้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ผู้ประกอบการจำนวนไม่น้อยที่ยังเห็นว่า เราไม่ควรจะเดินตามแนวทางนี้ และมองว่าเป็นมาตรการที่สร้างขึ้นโดยประเทศมหาอำนาจ ซึ่งไม่ว่าเหตุผลที่แท้จริงจะเป็นอย่างไร ประเทศไทยซึ่งจะต้องก้าวตามสังคมโลกก็คงหลีกหนีมาตรการเหล่านี้ไม่ได้

หากมองในแง่ที่ดี มาตรการเหล่านี้อาจจะเป็นหนทางรอดที่ยังเหลืออยู่ของมนุษย์ที่จะสามารถดำรงอยู่ในโลกร่วมกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างผาสุกไปได้ อย่างน้อยก็อีกระยะหนึ่ง

สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงาน และความปลอดภัย ไม่ใช่สิ่งที่ล่องลอยอีกต่อไป และระบบการประเมินก็เริ่มเป็นระบบที่ชัดเจนมากขึ้น ทำให้สามารถชี้วัดได้ว่าอาคารแต่ละหลังอยู่ในระดับใด

ในอนาคต อาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดี น่าจะเสียภาษีสังคมน้อยกว่าอาคารโดยทั่วไป

บรรณานุกรม (Bibliography)

[1] Japan Sustainable Building Consortium. Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – CASBEE. http://www.ibec.or.jp/CASBEE/ , [access date พฤษภาคม 2547].

[2] The 2005 World Sustainable Building Conference.http://www.sb05.com, [access date พฤษภาคม 2547].

[3] The Asian Forum Conference. http://www.asian-forum.net, [access date พฤษภาคม 2547].