บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานตามมาตรฐานอาคารเขียว ตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ อาคารกองบัญชาการ กรมยุทธโยธาทหารบก เป็นกรณีศึกษา มีแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. แนวคิดของอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2. เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของต่างประเทศและของประเทศไทย
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
   - 3.1 การส่องสว่างภายในอาคาร
   - 3.2 การส่องสว่างสำนักงาน
   - 3.3 คุณภาพอากาศและการระบายอากาศภายในอาคาร
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดของอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวคิดอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยองค์การสหประชาชาติได้จัดตั้งคณะกรรมาธิการโลก ว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development : WCED) ขึ้นในปี ค.ศ. 1983 ต่อมาปี ค.ศ.1986 WCED ได้เสนอเอกสารสำคัญ ที่มีอิทธิพลต่อแนวความคิดการพัฒนายั่งยืนระหว่างประเทศมาก นั่นคือรายงาน " Our Common Future " (อนาคตร่วมกันของพวกเรา) ซึ่งเป็นเอกสารที่เรียกร้องให้ชาวโลกเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตที่ฟุ่มเฟือย และเปลี่ยนแปลงแนวทาง 8 การพัฒนาใหม่ ให้เป็นแนวทางที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับข้อจำกัดของธรรมชาติมากขึ้น โดยย้ำว่า " มนุษย์สามารถทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ " ทั้งนี้รายงานฉบับนี้ได้ให้ความหมายของคำว่า " การพัฒนาอย่างยั่งยืน " ว่าหมายถึง การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนในยุคปัจจุบันโดยไม่ทำให้คนรุ่นอนาคต ต้องประนีประนอมเพื่อลดขีดความสามารถที่จะสนองความต้องการของเขาลงไปได้ รวมทั้งได้เสนอว่ามนุษยชาติสามารถที่จะทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) โดยแนวความคิดดังกล่าวประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องเป็นการพัฒนาที่

สมดุล และมีการผสมผสานในด้านต่างๆ ทั้งนี้หากพัฒนาเพียงด้านเดียว และไม่พัฒนาในด้านอื่นจะทำให้ไม่บรรลุถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้

การนำแนวความคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบและก่อสร้างอาคารนั้นเริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา และยุโรป ซึ่งการออกแบบและก่อสร้างอาคารอย่างยั่งยืนนั้นได้พัฒนาภายใต้แนวคิดของ Sustainable Design Sustainable Architecture และGreen Building ซึ่ง The American Institute of Architects (AIA) ได้ให้ความหมายของ Sustainable Design ไว้ว่าเป็นการออกแบบบนพื้นฐานความเข้าใจของมนุษย์ต่อธรรมชาติ โดยการออกแบบเริ่มต้นด้วยการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของมนุษย์ที่สอดคล้องกับนิเวศวิทยา เศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมทางสังคมของอาคาร โดยจะต้องออกแบบตามลักษณะของภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ชุมชนพื้นที่ข้างเคียง และที่ตั้งโครงการ

องค์กรต่างๆ ได้ให้ความหมายของ Green Building หรือ อาคารเขียว ที่แตกต่างกันตามลักษณะของหน่วยงาน ดังนี้

The American Institute of Architects (AIA) ได้ให้ความหมายของคำว่า Green Building ไว้ว่า คือ อาคารที่ได้รับการออกแบบและการก่อสร้างเพื่อลดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ การรักษาความยั่งยืนของที่ตั้งโครงการ การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ การอนุรักษ์พลังงาน และการใช้พลังงานหมุนเวียน การอนุรักษ์ทรัพยากร วัสดุ และคุณภาพแวดล้อมภายในอาคารและสุขภาพของมนุษย์

ASTM International ได้ให้ความหมายของ Green Building ไว้ว่า คือ อาคารที่ออกแบบให้มีศักยภาพตามความต้องการ โดยที่ใช้ทรัพยากรและพลังงานน้อยที่สุด ส่งผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดทั้งยังส่งเสริมระบบนิเวศในพื้นที่และโลกตลอดช่วงก่อสร้างและเข้าใช้งาน

U.S. Green Building Council ได้ให้คำนิยามแนวทางปฏิบัติเรื่อง Green Building ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ การเพิ่มศักยภาพของอาคาร และที่ตั้งอาคารในการใช้พลังงานน้ำและทรัพยากร ส่วนที่สองคือ การลดผลกระทบที่เกิดจากอาคารสู่สุขภาพของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมจากการเลือกที่ตั้งที่เหมาะสม การออกแบบ การก่อสร้าง การใช้งาน การดูแลรักษา และการรื้อถอนตลอดช่วงอายุของอาคาร

ASHRAE Green Guide ได้มีการเสนอเกณฑ์ของ Green Building ไว้ว่าจะต้องคำนึงถึง 4 เรื่อง คือ การเลือกที่ตั้งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การใช้ประโยชน์ของสาธารณูปโภคที่มีอยู่ให้มากที่สุดเพื่อลดการสร้างระบบสาธารณูปโภคใหม่เพิ่มเติมสำหรับโครงการ การลดผลกระทบจากการใช้ยานยนต์เพื่อควบคุมปริมาณที่จอดรถและถนน และการ

พัฒนาศักยภาพอาคารให้ส่งเสริมต่อการผลิตงานสภาวะความสบายควบคุม การใช้พลังงาน และน้ำให้น้อยที่สุด ใช้วัสดุมีความทนทานและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

สำหรับประเทศไทยนั้นได้ให้ความหมายของ Green Building หรือ อาคารเขียวไว้ดังนี้

อังคณา สิริวรรณศิลป์ (2551) ผู้ที่ได้ศึกษาเรื่องแนวทางการสร้างแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงออกแบบร่างอาคาร โดยมุ่งเน้นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบจึงได้ให้ความหมายของอาคารเขียวว่า เป็นอาคารที่ถูกออกแบบด้วยการประสานระบบต่างๆ ตั้งแต่การออกแบบและการก่อสร้าง เพื่อให้ได้อาคารที่มีศักยภาพตามความต้องการโดยที่ใช้ทรัพยากร และพลังงานน้อยที่สุด ส่งผลเสียต่อผู้ใช้อาคาร และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทั้งยังส่งเสริมระบบนิเวศในพื้นที่และของโลกตลอดช่วงอายุของอาคาร

กัญญ์วรา นาคดิลก (2554) ผู้ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย ได้ให้ความหมายของอาคารเขียวว่า คือ อาคารที่มีระบบ และกลไกตลอดอายุการใช้งานที่ทำให้อาคารพึ่งพิงทรัพยากรนำเข้า และส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และช่วยส่งเสริมระบบนิเวศรอบโครงการให้ดียิ่งขึ้น โดยที่อาคารยังสามารถใช้งานได้ตามความต้องการแห่งบริบทของเศรษฐกิจ และค่านิยมทางสังคม

กรมควบคุมมลพิษ (2551) ได้ให้ความหมายของอาคารเขียวไว้ว่า คือ อาคารที่มีการดำเนินการเพื่อการใช้พลังงาน และทรัพยากรสำหรับอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีการควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของผู้ใช้อาคารตลอดช่วงการใช้งานอาคารจนถึงการรื้อถอนเมื่อสิ้นสุดการใช้งาน

2.2 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว

1. แบบประเมิน LEED

แบบประเมิน LEED ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพัฒนาโดย United States Green Building Council (USGBC) ซึ่งแบบประเมินนี้ได้รับความนิยมทั่วโลก เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการประเมิน จึงทำให้อาคารทุกประเภทสามารถเข้ารับการประเมินได้ อีกทั้งการประเมินอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐานนั้น หากค่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าจะทำให้ได้รับคะแนนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแบบประเมิน LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 แบ่งออกเป็น 5 หมวด คือ Sustainable Sites, Water Efficiency, Materials & Resources, Indoor Environmental Quality, Innovation In Operations โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ Certified 34-42 คะแนน ระดับ Silver 43-50 คะแนน ระดับ Gold 51-67 คะแนน และระดับ Platinum 68-92 คะแนน

2. แบบประเมิน BREEAM

แบบประเมิน BREEAM ของประเทศอังกฤษ ได้รับการพัฒนาโดยหน่วยงาน Building Research Establishment (BRE) เป็นแบบประเมินอาคารเขียวแรกของโลก และได้รับรางวัลชนะเลิศจากการประกวดแบบประเมินที่ประเทศญี่ปุ่นในปี พ.ศ.2548 เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ง่าย ทั้งนี้ผู้ออกแบบสามารถนำแบบประเมินเบื้องต้นมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบได้โดยไม่จำเป็นจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ จากแบบประเมิน BREEAM Office 2008 แบบประเมินแบ่งออกเป็น 10 หมวด คือ Management, Health & Wellbeing, Energy, Transport, Water, Materials, Waste, Land Use & Ecology, Pollution, Innovation การประเมินนั้นจะแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ Unclassified < 30 คะแนน ระดับ Pass≥ 30 คะแนน ระดับ Good ≥ 45 คะแนน ระดับ Very Good ≥ 55 คะแนน ระดับ Excellent ≥ 70 คะแนน และระดับ Outstanding ≥ 85 คะแนน

3. แบบประเมิน CASBEE

แบบประเมิน CASBEE ของประเทศญี่ปุ่น ได้รับการพัฒนาจากหน่วยงาน Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) แบบประเมินนี้มีลักษณะการประเมินแตกต่างจากแบบประเมินอื่นๆ โดยสิ้นเชิง คือ การประเมินได้พิจารณาถึงสัดส่วนของการสร้างคุณภาพการบริการอาคารให้ดีที่สุด และเกิดผลกระทบน้อยที่สุด ดังนั้นการให้คะแนนจึงแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คุณภาพของสภาวะแวดล้อม และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Q, Quality : The environment and performance of the building) และการประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม (L, Loading : The building's environmental Loading) แล้วนำมาคำนวณเป็นอัตราส่วนประสิทธิภาพรวมของอาคาร (Building Environmental efficiency: BEE) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินระดับของอาคาร ซึ่งทำให้อาคารมีขีดความสามารถในการพัฒนาได้มากขึ้นโดยไม่ถูกจำกัดในเรื่องของการใช้ทรัพยากรนำเข้าและปริมาณของผลกระทบ แต่พิจารณาจากสัดส่วนของทั้งสองส่วนทั้งนี้แบบประเมิน CASBEE for Existing Building มีเฉพาะรูปแบบภาษาญี่ปุ่น แบบประเมิน CASBEE for New construction 2008 แบ่งออกเป็น 6 หมวดได้แก่ Q1 Indoor Environment, Q2 Quality of Service, Q3 Outdoor Environment on Site, LR1 Energy, LR2 Resources & Materials, LR3 Off-site Environment โดยเกณฑ์การประเมินจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับตามค่าของ BEE ที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่าง Q ต่อ L คือ ระดับ C (poor) BEE < 0.5 ระดับ B- BEE < 1.0 ระดับ B+ BEE < 1.5 ระดับ A BEE < 3.0 และระดับ S BEE > 3.0

4. แบบประเมิน Green star

แบบประเมิน Green Star ของประเทศออสเตรเลีย พัฒนาโดย Green Building Council of Australia (GBCA) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินฉบับแรกที่ใช้สำหรับการประเมินอาคารเขียวใน

ประเทศออสเตรเลีย โดยมีการคำนึงถึงการประเมินตลอดอายุการใช้งานของอาคาร แบบประเมิน Green Star - Office v.3 2008 ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 หมวด คือ Management, Indoor Environment Quality, Energy, Transport, Water, Materials, Land Use & Ecology, Emissions, Innovation โดยมีเกณฑ์การตัดสินแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 4 Star Green Star Certified Rating recognizes and rewards " Best Practice ", 5 Star Green Star Certified Rating recognizes and rewards " Australian Excellence " และ 6 Star Green Star Certified Rating recognizes and rewards " World Leadership "

5. แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Thailand Energy & Environmental Assessment Method : TEEAM) เป็นแบบประเมินอาคารเขียวฉบับแรกของประเทศไทย พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ.2550 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามประเภทอาคาร และมีทั้งหมด 4 ชุดได้แก่ แบบประเมินสำหรับอาคารพักอาศัย (บ้านเดี่ยวบ้านแถวอาคารอยู่อาศัยรวม) และแบบประเมินอาคารที่ไม่ใช่อาคารที่พักอาศัย ซึ่งแยกย่อยเป็น 3 ชุด ได้แก่ แบบประเมินอาคารสำนักงาน ห้องสมุด แบบประเมินอาคารสรรพสินค้า อาคารพาณิชย์ อาคารแสดงสินค้าหรือนิทรรศการ และแบบประเมินอาคารโรงพยาบาล โรงแรม ซึ่งแบบประเมินอาคารสำนักงาน และห้องสมุดซึ่งมีทั้งหมด 9 หมวด คือ สถานที่ตั้งอาคาร ผังบริเวณ และงานภูมิสถาปัตยกรรม เปลือกอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบธรรมชาติพลังงานทดแทนและการจัดการพลังงาน ระบบสุขาภิบาล วัสดุ และการก่อสร้าง เทคนิคการออกแบบ และกลยุทธ์ประหยัดพลังงาน / รักษาสิ่งแวดล้อม โดยมีเกณฑ์การตัดสิน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี ≥ 45 คะแนน ระดับดีมาก ≥ 60 คะแนน ระดับดีเด่น ≥ 75 คะแนน

6. เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารเขียวภาครัฐ

เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารเขียวภาครัฐ ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ.2551 โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 2 ชุด ตามช่วงอายุของอาคาร คือ กรณีอาคารเดิม และกรณีอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานภาครัฐทั้งในระดับส่วนกลาง และระดับท้องถิ่นนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป ซึ่งเกณฑ์การประเมินนี้มีการให้น้ำหนักคะแนนครอบคลุมทั้งด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อม

การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการประเมินอาคารที่ก่อสร้างเสร็จและมีการเข้าใช้งานแล้ว โดยแนวคิดในการประเมินจะมุ่งเน้นด้านการใช้งาน และบำรุงรักษา (Operation & Maintenance) เกณฑ์ประเมินแบ่งออกเป็น 7 หมวด ได้แก่ การบริหาร

จัดการให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม การใช้น้ำ พลังงาน สภาวะแวดล้อมในอาคาร การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร และนวัตกรรม

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่เกณฑ์ที่ต้องผ่าน (Prerequisite) และเกณฑ์ที่ให้คะแนน (Credit) ดังนั้นหากหมวดใดมีเกณฑ์ทั้งสองประเภทจำเป็นที่จะต้องผ่านเกณฑ์ที่ต้องผ่าน (Prerequisite) ให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนในหมวดนั้นๆ ก่อน แล้วจึงประเมินตามเกณฑ์ที่ให้คะแนน (Credit) ต่อไป

การประเมินผลได้กำหนดการประเมินไว้ทั้งหมด 7 หมวด ตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) โดยคะแนนเต็มของหมวดที่ 1 ถึง 6 รวมกันมีคะแนน 52 คะแนนและส่วนหมวดที่ 7 นวัตกรรม 3 คะแนน หากเป็นการดำเนินการที่ไม่มีอยู่ในเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ และกรณีที่พัฒนาจากเกณฑ์ประเมินจนทำให้ได้ผลที่ดีกว่า ซึ่งตรวจประเมินโดยตรวจสอบเอกสารการศึกษา วิจัย พัฒนาและออกแบบปรับปรุงโดยมีเอกสารยืนยันผลการศึกษาทดลองหรือประมาณการจากการใช้งานจริง และต้องเป็นการดำเนินงาน การออกแบบหรือวิธีการจัดการที่รับรองได้ว่าเกิดจากการพัฒนาใหม่ หลังจากการประเมินจะมีการรวมคะแนนที่ได้จากการตรวจประเมินทั้งหมด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับระดับการให้การรับรองอาคารสำนักงานเขียวที่มีอยู่ด้วยกัน 4 ระดับ คือ ผ่าน คะแนน 60-69 คะแนน เหรียญทองแดง (ดี) คะแนน 70-79 คะแนน เหรียญเงิน (ดีมาก) คะแนน 80-89 คะแนน และเหรียญทอง (ดีเด่น) คะแนน 90 คะแนนขึ้นไป

7. เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ได้รับการพัฒนาจากสถาบันอาคารเขียวไทย ซึ่งเป็นสถาบันที่สามารถรับรองผลการดำเนินงานของอาคารเขียวแห่งประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชุด ตามช่วงอายุของอาคาร คือ สำหรับอาคารที่มีการก่อสร้างแล้วและสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ เริ่มเผยแพร่ในปี พ.ศ.2553 ซึ่งเกณฑ์การประเมินดังกล่าวแบ่งออกเป็น 8 หมวด ได้แก่ การบริหารจัดการอาคาร ผังบริเวณและภูมิทัศน์ การประหยัดน้ำ พลังงานและบรรยากาศ วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง คุณภาพของสภาวะแวดล้อมในการทำงาน การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนวัตกรรม

เกณฑ์ในการตัดสินนั้นมีทั้งในส่วนของการปฏิบัติตามข้อบังคับ และเกณฑ์ที่ให้คะแนน โดยมีข้อบังคับทั้งหมด 9 ข้อ รวม 85 คะแนน ซึ่งในการผ่านการประเมินทุกระดับนั้นผู้เข้ารวมประเมินต้องผ่านการทำคะแนนข้อบังคับ 9 ข้อ หากไม่สามารถทำคะแนนข้อบังคับข้อใดข้อหนึ่งจะถือว่าไม่สามารถเข้าร่วมการประเมินได้ โดยแบ่งระดับของผลการประเมินได้ 4 ระดับ คือ Certified 30-37 คะแนน Silver 38-45 คะแนน Gold 46-60 คะแนน และPlatinum 61 คะแนนขึ้นไป

กัญญ์วรา นาคดิลก (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะอาคารเขียวในประเทศไทย ได้เปรียบเทียบแบบประเมินอาคารของประเภทอาคารสำนักงานซึ่งประกอบด้วยแบบประเมินจากต่างประเทศ โดยเลือกใช้แบบประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายจากแต่ละทวีป คือ แบบประเมิน LEED – EC (LEED for Existing Building, Upgrade, Operation and Maintenance) 2008 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ทวีปอเมริกา แบบประเมิน BREEAM Office 2008 ของประเทศอังกฤษ ทวีปยุโรป แบบประเมิน CASBEE for New construction 2008 ของประเทศญี่ปุ่น ทวีปเอเชีย และแบบ Green Star - Office v.3 2008 ของประเทศออสเตรเลีย ทวีปออสเตรเลีย ส่วนแบบประเมินภายในประเทศที่เลือกนำมาศึกษาได้แก่ แบบประเมิน TEEAM เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานราชการเขียว และเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

จากการพิจารณาแบบประเมินแต่ละแบบนั้น สามารถกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ได้ 5 ปัจจัย คือการประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน การคำนึงถึง Passive Design การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรองการเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร และการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคาร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของแต่ละแบบประเมิน

ปัจจัย	TEEAM	อาคารสำนักงานราชการเขียว	อาคารเขียวไทย	LEED	BREEAM	CASBEE	Green Star
การประเมินครอบคลุมตลอดอายุการใช้งาน							◉
การคำนึงถึง Passive Design						◉	
การใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง	◉	◉	◉	◉	◉	◉	◉
การเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคาร				◉	◉	◉	◉
การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ของอาคาร				◉	◉	◉	◉

ทั้งนี้พบว่าแบบประเมินทั้งในประเทศและต่างประเทศนั้นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อรับรอง เนื่องจากแนวทางการดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์มีความยืดหยุ่นได้ จึงจำเป็นที่จะต้องตีความแล้วประเมินให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของเกณฑ์ให้มากที่สุด ทั้งนี้ในส่วนของปัจจัยด้านการคำนึงถึง Passive Design นั้นมีเฉพาะแบบประเมิน CASBEE ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้อาคารมีนำประโยชน์จากสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติมาใช้ นอกจากนี้แบบประเมินอาคารอื่นๆ นอกจากแบบประเมิน Green Star นั้นไม่ได้คำนึงถึงการประเมินตลอดอายุอาคาร ซึ่งส่วนใหญ่จะขาดการประเมินในช่วงการรื้อถอนอาคาร ในส่วนของการเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการประเมินของอาคารนั้นพบว่า หากใช้เกณฑ์การประเมินของประเทศไทย จะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากรัฐบาลเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายให้ เพราะต้องการส่งเสริมให้เกิดอาคารเขียวและดึงดูดให้มาใช้แบบประเมินของไทย เนื่องจากในปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่นิยมเลือกใช้แบบประเมินจากต่างประเทศเพราะเชื่อว่าการได้รับการรับรองจากต่างประเทศ เป็นที่น่าเชื่อถือมากกว่า อย่างไรก็ตามการนำแบบประเมินจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงนั้นไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากแบบประเมินของต่างประเทศย่อมออกแบบตามลักษณะปัจจัยสภาวะแวดล้อมของประเทศนั้นๆ จึงไม่ได้มีการคำนึงถึงสภาพภูมิประเทศสิ่งแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ซึ่งอาจทำให้อาคารไม่สามารถใช้ทรัพยากรและลดผลกระทบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากให้กับต่างประเทศในการประเมิน อย่างไรก็ตามแบบประเมินอาคารเขียวที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้พัฒนาเกณฑ์ในส่วนของการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อาคาร ไม่สามารถประเมินศักยภาพการซื้อขายคาร์บอนเครดิตของอาคารเขียวอันเป็นช่องทางธุรกิจที่สำคัญในอนาคต ซึ่งมาจากความต้องการลดภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การส่องสว่างภายในอาคาร

การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญสองประการ คือ การให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และการให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงาม ไม่ว่าจะเป็นการส่องสว่างแบบใดก็ตามก็ต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานแสง การส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไป ส่วนการส่องสว่างให้เกิดความสวยงามนั้นก็ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัวเพื่อพิจารณาในแง่การให้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หรือการให้แสงแบบส่องเน้น (Accent Lighting) ระบบการให้แสงสว่างนั้นขึ้นอยู่กับการใช้งานของห้อง ผู้อยู่ในห้อง การมองเห็น และสไตล์การตกแต่ง ระบบการให้แสง

สว่างโดยพื้นฐานประกอบด้วย ระบบการให้แสงหลัก (Primary Lighting System) และระบบการให้แสงรอง (Secondary Lighting System)

1.1 ระบบการให้แสงหลัก หมายถึง แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งาน หรือความส่องสว่างเพียงพอตามมาตรฐานเพื่อการใช้งานในแต่ละพื้นที่นั้นๆ ซึ่งแยกออกได้เป็นระบบต่างๆ ดังนี้

1.1.1 แสงสว่างทั่วไป (General Lighting) คือ การให้แสงกระจายทั่วไปเท่ากันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับการให้แสงสว่างไม่มากเกินไป แสงสว่างดังกล่าวไม่ได้เน้นเรื่องความสวยงามมากนัก ดังนั้นการประหยัดพลังงานสามารถทำได้ในแสงสว่างทั่วไป

1.1.2 แสงสว่างเฉพาะที่ (Localized Lighting) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณเฉพาะที่ทำงานเท่านั้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องให้สม่ำเสมอเหมือนแบบแรก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานโดยติดตั้งเฉพาะเหนือโต๊ะหรือบริเวณใช้งานให้ได้ความส่องสว่างตามต้องการ

1.1.3 แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป (Local Lighting and General Lighting) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ทำงาน ซึ่งมักใช้กับงานที่ต้องการความส่องสว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก เช่น การให้แสงสว่างจากฝ้าเพดานเพื่อส่องบริเวณทั่วไป และที่โต๊ะทำงานติดโคมตั้งโต๊ะส่องเฉพาะต่างหากเพื่อให้ได้ความส่องสว่างสูงมากตามความต้องการของงาน

1.2 ระบบการให้แสงรอง หมายถึง การให้แสงนอกเหนือจากการให้แสงหลักเพื่อให้เกิดความสวยงามเพื่อความสบายตา หรือ การออกแบบให้มีแสงสว่างให้เกิดความสวยงาม หรือเน้นเพื่อให้เกิดความสนใจ สบายตา อารมณ์ ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

1.2.1 แสงสว่างแบบส่องเน้น (Accent Lighting) เป็นการให้แสงแบบส่องเน้นที่วัตถุใดวัตถุหนึ่งเพื่อให้เกิดความสนใจ โดยทั่วไปแสงประเภทนี้ได้มาจากแสงสปอตไลท์

1.2.2 แสงสว่างแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หมายถึงแสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องเน้นวัตถุเพื่อเรียกร้องความสนใจ เช่นโคมที่ติดตั้งที่เพดานเพื่อสร้างรูปแบบของแสงที่กำแพง เป็นต้น

1.2.3 แสงสว่างตกแต่ง (Decorative Lighting) เป็นแสงที่ได้จากโคมหรือหลอดที่สวยงามเพื่อสร้างจุดสนใจในการตกแต่งภายใน

1.2.4 แสงสว่างงานสถาปัตย์ (Architectural Lighting) บางทีก็เรียก Structural Lighting ให้แสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม เช่น การให้แสงไฟจากหลืบ การให้แสงจากบังตา หรือการให้แสงจากที่ซ่อนหลอด

1.2.5 แสงสว่างตามอารมณ์ (Mood Lighting) แสงสว่างประเภทนี้ไม่ใช่เทคนิคการให้แสงพิเศษแต่อย่างใด แต่อาศัยการใช้สวิตช์หรือตัวหรี่ไฟเพื่อสร้างบรรยากาศของแสงให้ได้ระดับความส่องสว่างตามการใช้งานที่ต้องการ

กล่าวโดยสรุป คือ ระบบการให้แสงสว่างหลัก หมายถึง การให้แสงสว่างให้เพียงพอเพื่อการใช้งาน เช่น ห้องทำงานต้องให้ความสว่างที่โต๊ะทำงานให้มีความส่องสว่างอย่างน้อยไม่น้อยกว่า 500 ลักซ์ เป็นต้น เมื่อได้ความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานแล้วบริเวณที่เหลือ เช่น การส่องสว่างที่ผ้าม่านเพื่อให้เกิดวงแสงหรือรูปแบบของแสง หรือการส่องสว่างเน้นที่ต้นไม้ที่ปลูกในกระถางภายในห้องก็เป็นแสงสว่างรอง คือ เป็นการให้แสงเพื่อความสวยงาม เป็นต้น การให้แสงสว่างที่ดีควรมีทั้งระบบการให้แสงสว่างหลัก และการให้แสงสว่างรอง (ชำนาญ ห่อเกียรติ,2540)

2. การส่องสว่างสำนักงาน

การส่องสว่างสำนักงานต้องให้ได้แสงสว่างสม่ำเสมอ ยกเว้นกรณีที่เป็นห้องต้อนรับ หรือเป็นบริเวณที่ไม่ได้ใช้ทำงานก็ไม่ต้องให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอ การส่องสว่างสำนักงานโดยทั่วไปจะใช้หลอด ฟลูออเรสเซนต์ คูลไวท์ (Cool White) หรือ เดย์ไลท์ (Daylight) โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ โคมสะท้อนแสงอะลูมิเนียม (Aluminum Reflector) อะลูมิเนียมมีสองแบบ คือ แบบกระจกเงา และ แบบด้าน วัสดุที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงที่ดี เช่น มีสัมประสิทธิการสะท้อนแสงของตัวสะท้อนแสง 95 % เป็นต้น และนอกจากนี้ต้องมีการออกแบบโคมที่ดีด้วย การพิจารณาโคมไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานควรพิจารณาจากประสิทธิภาพโดยรวมของโคมไฟฟ้า η (ปริมาณแสงที่ออกจากโคม / ปริมาณแสงที่ออกจากหลอด) เป็นเกณฑ์ โคมไฟที่ประหยัดพลังงานควรมีคุณสมบัติ คือ จะต้องเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพสูง และมีแสงบาดตาไม่มากเกินไป มีกราฟการกระจายแสงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ โคมไฟประหยัดพลังงานควรพิจารณาจากประสิทธิภาพโดยรวม (η) ของโคม รวมทั้งแสงบาดตาและกราฟการกระจายแสงของโคมที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่

2.1 พื้นที่สำนักงานเปิด หมายถึง พื้นที่ขนาดใหญ่ไม่ได้กั้นเป็นห้อง หรือ กั้นคอก การให้แสงในลักษณะนี้จะวางโคมแบบให้แสงสม่ำเสมอหมดทั้งพื้นที่ การให้แสงพื้นที่เปิดควรระวังไม่ให้ระยะห่างระหว่างโคมมากเกินไป เพราะในทางปฏิบัติพื้นที่สำนักงานเปิดอาจมีการกั้นคอก (Partition) ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงเงาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการบังแสงจากผนังที่กั้นไว้ ถ้าโคมวางห่างเกินไป แต่ถ้าไม่มีการกั้นคอกโคมไฟฟ้าที่มีการกระจายแสงในแนวกว้างก็เหมาะเพราะไม่ต้องใช้จำนวนโคมมากเกินไป สำนักงานที่มีเพดานสูงควรใช้โคมที่มีแสงกระจายด้านข้างน้อย ทั้งนี้เพื่อประหยัดพลังงานและเมื่อมีการกั้นคอกก็ไม่มีปัญหามาก ถ้าสำนักงานเปิดมีเพดานที่สูง เช่น

ตั้งแต่ 2.8 ม. เป็นต้นไป การพิจารณาโคมที่ใช้ควรเลือกโคมที่มีแสงไม่กระจายมากเพื่อให้แสงลงมาที่โต๊ะทำงานมากขึ้น

2.2 สำนักงานกั้นคอก หมายถึง สำนักงานที่มีการกั้นคอกสูง (Partition) ซึ่งโดยมากมักจะอยู่ติดกับพื้นที่สำนักงานเปิด การให้แสงที่บริเวณนี้ก็อาจต้องมีการจัดโคมใหม่จากแนวเดิมของพื้นที่สำนักงานเปิด เพื่อให้แสงส่องลงบริเวณที่กั้นคอก และการออกแบบในบริเวณดังกล่าวเมื่อต้องใช้สูตรการคำนวณแบบลูเมนต้องพิจารณาผลของการกั้นคอกสูงด้วย เพราะการกั้นคอกดังกล่าวทำให้ความส่องสว่างลดลงมากเหลือ 70 - 80 % เช่น เมื่อยังไม่มีการกั้นคอกสูง วัดความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานได้ 500 ลักซ์ เมื่อมีคอกกั้นสูง ความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานอาจเหลือเพียง 500 x 0.7 = 350 ลักซ์ เป็นต้น ความส่องสว่างสำหรับสำนักงานกั้นคอกลดลงเหลือ 70 - 80 % จากที่คำนวณได้ โคมไฟที่เหมาะสำหรับสำนักงานกั้นคอกควรเป็นโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีการกระจายแสงด้านข้าง

2.3 ห้องสำนักงาน หมายถึง สำนักงานที่กั้นเป็นห้อง เช่น ห้องผู้จัดการ เป็นต้น การให้แสงในสำนักงานที่เป็นห้องนี้ จะพิจารณาได้เป็น 2 อย่าง คือ ถ้าห้องมีการปรับเปลี่ยนบ่อยควรให้แสงแบบสม่ำเสมอ แต่ถ้าห้องไม่มีการปรับเปลี่ยนควรให้แสงแบบเน้นเป็นที่ เช่น ที่กลางโต๊ะก็ติดตั้งโคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ให้ได้ประมาณ 500 ลักซ์ เมื่อให้แสงที่โต๊ะทำงานแล้ว บริเวณอื่นก็สามารถให้แสงตามความเหมาะสมได้จากโคมฟลูออเรสเซนต์ แทนที่จะให้ความส่องสว่างสูงมากจากหลอดฟลูออเรสเซนต์อย่างเดียวทำให้ไม่ประหยัดพลังงานแสงสว่าง การให้แสงสว่างในสำนักงานที่เป็นห้องส่วนตัวมีข้อควรระวัง คือ ความส่องสว่างที่โต๊ะ และบริเวณข้างเคียงภายในห้องไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 3 เท่า เช่น ที่โต๊ะทำงานให้ความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณข้างเคียงควรมีความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 500 / 3 หรือประมาณไม่น้อยกว่า 150 ลักซ์ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ตาต้องปรับสภาพมากเมื่อต้องเงยหน้าขึ้นจากโต๊ะทำงาน การให้แสงสว่างบนโต๊ะทำงานไม่ต้องการให้แสงสว่างกระจายไปด้านข้างมาก เพื่อไม่ให้รบกวนแสงตกแต่งควรใช้โคมที่มีกราฟกระจายแสงด้านข้างไม่มาก

2.4 ห้องประชุม หมายถึง ห้องที่มีการใช้ประชุม ซึ่งอาจเป็นของกรรมการบริหาร นอกจากมีการประชุมแล้วอาจมีการฉายสไลด์ หรือ ฉายวีดีโอ ด้วย ตัวอย่างการให้แสงในห้องประชุม ซึ่งการให้แสงสว่างในห้องดังกล่าวอาจประหยัดพลังงานได้ไม่มาก เพราะจำเป็นต้องใช้การหรี่ไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ และสิ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบแสงสว่างห้องประชุมดังกล่าวควรมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ควรมีการให้แสงจากกลุ่มไฟอินแคนเดสเซนต์ที่กลางโต๊ะโดยสามารถหรี่ได้ด้วย เพื่อใช้หรี่ไฟเมื่อมีการฉายสไลด์ หรือ วีดีโอ

2.4.2 แสงไฟที่บริเวณหน้าห้อง หรือ กระดาน ควรมีกลุ่มไฟหลอดอินแคนเดสเซนต์เฉพาะเพื่อใช้กรณีต้องการเน้นเฉพาะที่หน้าห้องเมื่อมีการแสดง หรือ บรรยาย

2.4.3 ไฟกลางห้อง หรือ กลางโต๊ะประชุม ควรเป็นโคมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดคูลไวท์ เพราะหลอด Cool White เป็นหลอดที่มีแสงเหมาะสำหรับการส่องสว่างที่ 500 ลักซ์ และมีองศาเคลวินไม่มากเกินไป สามารถกลมกลืนเข้าได้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์) โคมที่ใช้อาจใช้โคมแบบมีแผ่นกรองแสงขาวขุ่น หรือ เกล็ดแก้วเพื่อให้สบายตา

2.4.4 ไฟข้างกำแพงโดยทั่วไปจะติดตั้งโคมไฟส่องรูปสปอร์ตไลท์ หรือ อาจเป็นโคมไฟสาดกำแพงในกรณีที่ต้องการให้ทั้งกำแพงสว่าง เนื่องจากติดรูปมาก หรือ ถ้าต้องการเน้นผืนกำแพงให้สว่างกรณีที่ห้องมีลักษณะยาวและแคบจะต้องใช้เทคนิคของแสงเพื่อขยายให้ห้องดูกว้างขึ้น

2.5 สวิตช์ปิด-เปิดไฟในสำนักงาน สวิตช์ปิด-เปิดไฟในสำนักงานเพื่อการประหยัดพลังงานควรพิจารณาดังนี้

2.5.1 ถ้าเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้หน้าต่างควรพิจาณาให้มีการปิดเปิดสวิตช์ต่างหากของแนวโคมไฟฟ้าขนานกับหน้าต่าง เพราะถ้ามีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาช่วยก็ไม่ต้องเปิดโคมแสงสว่างในบริเวณนั้น

2.5.2 การปิด-เปิดสวิตช์ไฟควรแยกออกสำหรับพื้นที่ต่างๆ ด้วยถึงแม้จะเป็นสำนักงานเปิดก็ตาม เพื่อแยกสวิตช์ปิดไฟด้วยเมื่อไม่จำเป็นต้องใช้

2.5.3 การประหยัดพลังงานแสงสว่างด้วยการจัดสวิตช์ปิด-เปิดแยกเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นสิ่งจำเป็นและประหยัดได้มากด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องมีการรณรงค์เรื่องการประหยัดไฟฟ้าด้วย มิฉะนั้นการปิด-เปิดสวิตช์ไฟเพื่อการประหยัดพลังงานแสงสว่างก็ไม่เกิด

2.6 การให้แสงสว่างในห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์ สิ่งที่ต้องระวังในเรื่องการให้แสงสว่างในห้องหรือบริเวณที่มีจอคอมพิวเตอร์ คือ จะต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดแสงสะท้อนขึ้นในจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปก็คือ ถ้าติดตั้งหรือให้การส่องสว่างที่ไม่ถูกต้องบางครั้งจะมีแสงสะท้อนให้เห็นรูปโคมในจอคอมพิวเตอร์ ทำให้อ่านข้อความในจอได้ลำบาก วิธีการแก้ไขไม่ให้เกิดแสงดังกล่าวสามารถทำได้หลายอย่าง เช่น พื้นผิวไม่ว่าพื้น ผนัง เพดาน ควรมีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระหว่าง 20 - 50 % มุมแสงบาดตาของโคมที่มากกว่า 60 องศาขึ้นไปต้องมีลูมิแนนซ์ไม่มากกว่า 200 แคนเดลาต่อตารางเมตร ในห้องที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ควรให้แสงสว่างทั้งแบบโดยตรงและโดยอ้อม โคมไฟแสงสว่างไม่ควรวางเหนือเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ควรวางเครื่องคอมพิวเตอร์ใกล้หน้าต่าง การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ควรให้ทิศทางการมองเครื่องขนานกับกำแพง

โคมไฟที่ใช้สำหรับการส่องสว่างในห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์หรือจอมอนิเตอร์ควรเป็นโคมไฟที่มีแสงบาดตาน้อย ถ้าเป็นห้องที่มีลักษณะการใช้งานเฉพาะที่พิถีพิถันในเรื่องนี้อาจจำเป็นต้องใช้แสงแบบส่องขึ้น (Up light) เช่น ศูนย์ควบคุมการบินที่ต้องใช้จอมอนิเตอร์ หรือห้องควบคุมสำคัญ แต่ถ้าเป็นห้องคอมพิวเตอร์ธรรมดาอาจเลือกโคมที่มีแสงบาดตาน้อย และยังคงมีประสิทธิภาพการให้แสงสูง เช่น โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางพาราโบลิกจัตุรัส ซึ่งให้แสงบาดตาน้อยกว่าโคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตัวขวางชนิดอื่นๆ

3. การระบายอากาศ (Air Change)

การระบายอากาศ หรือการไหลเวียนของอากาศ คือ การที่อากาศภายนอกผ่านเข้าสู่อาคารตามที่ได้ออกแบบไว้ เกิดการไหลเวียนของอากาศในอาคารอย่างตั้งใจตามที่คำนวณไว้ก่อนแล้วซึ่งการไหลเวียนของอากาศสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ การไหลเวียนของอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (อากาศไหลเวียนเข้าสู่อาคารเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ผ่านช่องเปิดต่างๆ) และการไหลเวียนของอากาศโดยเครื่องกล (การไหลเวียนของอากาศเกิดจากการออกแบบบังคับจากเครื่องกล มีการใช้พัดลมในการนำอากาศเข้าและออกจากอาคารผ่านทางช่องรับลม) ส่วนการไหลของอากาศเข้าสู่อาคารโดยไม่สามารถควบคุมได้ เรียกว่า การรั่วซึมของอากาศ

การระบายอากาศสำหรับพื้นที่ทั่วไป อัตราการระบายอากาศของอาคารต้องมีอัตราไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในที่ยอมรับได้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน วสท.3010) พื้นที่ใช้เพื่อกิจกรรมอุตสาหกรรมต้องจัดให้มีการระบายอากาศทั่วไปเพื่อทดแทนอากาศที่มีสิ่งปนเปื้อนโดยวิธีธรรมชาติที่มีกระแสลมไหลผ่านหรือจัดให้มีการระบายอากาศด้วยวิธีกล สำหรับอากาศที่มีสิ่งปนเปื้อนต้องได้รับการทำความสะอาดก่อนที่จะนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ และต้องจัดการให้มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อกำจัดความชื้น กลิ่น ควัน ก๊าซ ละอองน้ำความร้อนฝุ่นหรือสารอื่นๆ ที่มีปริมาณมากจนก่อให้เกิดการระคายเคืองหรือการเจ็บป่วยกับผู้ใช้อาคาร พื้นที่สำหรับใช้เพื่อเก็บของต้องจัดให้มีการระบายอากาศด้วยวิธีกลโดยมีอัตราไม่น้อยกว่า 2 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง ในขณะที่มีคนใช้งานต้องมีช่องเปิดออกสู่ภายนอกไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ห้อง (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์)

การระบายอากาศเฉพาะที่ หมายถึง การนำสารปนเปื้อนที่กำลังเคลื่อนที่จากแหล่งสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานไปกำจัดก่อนปล่อยอากาศสะอาดออกสู่บรรยากาศภายนอก โดยระบบระบายอากาศซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่งหรือใกล้กับแหล่งของสารนั้นก่อนที่สารจะฟุ้งกระจายหรือระเหยขึ้นสู่อากาศในระดับหายใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการระบายอากาศแบบเฉพาะที่จึงเป็นมาตรการควบคุมสารปนเปื้อนที่แหล่งที่มีประสิทธิภาพสูงและประหยัด

พลังงาน เนื่องจากมีอัตราการไหลของอากาศสู่ภายนอกต่ำจึงใช้พลังงานในการเคลื่อนอากาศต่ำ องค์ประกอบของระบบประกอบไปด้วย ระบบท่อ เครื่องทำความสะอาดอากาศ พัดลม อากาศทดแทน และหมุนเวียนเข้าสู่ระบบระบายอากาศ วัตถุประสงค์ของการหมุนเวียน และการนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคารนั้นนอกจากเพื่อทดแทนอากาศที่ระบายออกไปเพื่อให้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อความสบายของผู้อยู่อาศัย การระบายอากาศที่มีสารปนเปื้อนออกไป โดยไม่นำอากาศมาทดแทนอย่างเหมาะสมนั้นอาจจะทำให้ความดันบรรยากาศภายในอาคารนั้นต่ำกว่าภายนอกและอาจทำให้เกิดปัญหาเช่น เปิดประตูยาก เนื่องจากแรงดันกดบนประตูนอกจากนั้นอากาศที่มาในอาคารตามธรรมชาติทางช่องเปิดต่างๆ เช่น ประตูหน้าต่างนี้อาจปนเปื้อนและมีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากไม่ได้ผ่านการทำความสะอาดและการปรับสภาพให้เหมาะสมก่อนนำมาเข้าอาคาร

อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ (Air Change Rate per Hour) หมายถึง อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศหรือเติมอากาศใหม่ต่อชั่วโมง คำนวณได้จากปริมาตรอากาศของห้องนั้นโดยทั่วไปจะแบ่งตามประเภทการใช้งานเช่น พื้นที่พักอาศัยต้องการ 0.35 air change per hour สำหรับอัตราการระบายอากาศเน้นปริมาตรอากาศใหม่ที่ต้องเติมในห้อง (ขึ้นอยู่กับขนาดห้อง) อัตราการเติมอากาศ (CFM) Cubic foot per minute คือ อัตราการเติมอากาศหรือการรั่วซึมของอากาศทั้งเข้าและออกใช้กับการวัดคุณภาพอากาศภายในห้องและการวัดอัตราการรั่วซึมในห้องปรับอากาศ เช่น พื้นที่พักอาศัยต้องการไม่น้อยกว่า 15 CFM / คน อัตราการเติมอากาศเน้นปริมาตรอากาศใหม่ที่ต้องเติมในห้องผ่านช่องเปิดใดๆ ต่อคน

โดยธรรมชาติเมื่ออากาศปริมาณหนึ่งถูกระบายออกไปจากอาคาร อากาศที่เท่ากันจะไหลเข้ามาแทนที่เสมอ สำหรับการระบายอากาศแบบเฉพาะที่อัตราการระบายอากาศออกจะต่ำกว่าที่ควรเป็นหรือที่ออกแบบไว้หากบรรยากาศในห้องหรืออาคารนั้นต่ำกว่าบรรยากาศภายนอก และถ้าห้องหรืออาคารนั้นปิดสนิทอากาศภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่เข้ามาได้จะทำให้อัตราการระบายอากาศลดลงในระดับก่อให้เกิดอันตรายได้ (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์,2549)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษากฎหมาย ระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ก่อสร้าง ซ่อมแซมอาคารและสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงการจัดหาพัสดุของทางราชการ นั้น พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับระเบียบและกฎหมายต่างๆ หลายฉบับ แต่สามารถสรุปเฉพาะฉบับที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินการเรื่องอาคารเขียวของกองทัพบก จำนวน 2 เรื่อง คือ มาตรฐาน อาคารประเภทที่ทำการของราชการ พ.ศ.2521 และระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.2535 เนื่องจาก

มาตรฐานและระเบียบดังกล่าวนี้ เกี่ยวข้องโดยตรงกับการออกแบบการก่อสร้างและการจัดซื้อจัดจ้างงานโครงการก่อสร้างหรือการซ่อมปรับปรุงอาคารสำนักงานของกองทัพบก ซึ่งการศึกษากฎระเบียบดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาหาข้อเท็จจริงว่ามีส่วนใดที่สอดคล้องสนับสนุน หรือเป็นอุปสรรคต่อการประยุกต์ใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวกับอาคารสำนักงานของกองทัพบก ดังนั้นจึงได้นำมาตรฐานและระเบียบดังกล่าวนี้มาพิจารณา ร่วมกับการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเกณฑ์ นอกจากนั้นแล้วยังได้นำรายละเอียดการปฏิบัติประกอบสัญญาจ้างของกองทัพบก มาประกอบการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งประกอบด้วย งานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง (เป็นงานเกี่ยวกับงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง ข้อกำหนดเกี่ยวกับงานถนนและลานพื้นแข็ง) งานระบบวิศวกรรมไฟฟ้า (เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับงานวิศวกรรมไฟฟ้า) งานระบบวิศวกรรมเครื่องกล (เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับงานวิศวกรรมเครื่องกลและระบบปรับอากาศ) งานระบบวิศวกรรมสุขาภิบาล (เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับงานระบบประปา และระบบสุขาภิบาล) ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์และพิจารณาว่ามาตรฐานงานก่อสร้างของกรมยุทธโยธาทหารบกฉบับนี้มีส่วนใดที่เป็นโอกาสและอุปสรรคต่อการพัฒนาแนวทางเชิงหลักการสำหรับการประยุกต์ใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กับอาคารสำนักงานของกองทัพบก ผลการศึกษาถึงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานของกองทัพบก (ทบ.) นั้น ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการทำอาคารเขียวของกองทัพบก แต่พบว่ามีการใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาทำการประเมินอาคารใช้งานเดิมแล้ว โดยทำการปรับปรุงอาคารให้ผ่านเกณฑ์จนสามารถลดการใช้พลังงานลงได้อย่างมีประสิทธิภาพและอาคารสำนักงานมีสภาพแวดล้อมดีขึ้น (ณัฐพล เขตกระโทก,2557) ซึ่งสอดคล้องกับการนำเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREE-NC) มาใช้และดำเนินการปรับปรุงอาคารให้ผ่านเกณฑ์การประเมินสามารถช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารลดลงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนการปรับปรุง (ประภัสสร วงศ์ยืน,2558) นอกจากนี้ ปริมลาภ วสุวัต ได้นำแนวคิดเรื่องการประหยัดพลังงานมาใช้ในการออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพด้านพลังงานให้แก่อาคารสำนักงานของกองทัพอากาศ และหากลยุทธ์เพื่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นสำหรับอาคารสำนักงานราชการ โดยใช้อาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศเป็นกรณีศึกษา ซึ่งผลการวิจัยบ่งชี้ว่าพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ของอาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศนั้น ถูกนำไปใช้ในระบบปรับอากาศ เนื่องจากคุณสมบัติองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม ได้แก่ลักษณะของเปลือกอาคารประกอบด้วยผนังทึก ช่องแสง และการรั่วไหล

อากาศผ่านรอยรั่วของหน้าต่างที่ไม่สามารถต้านทานการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคาร ระบบแสงประดิษฐ์ในอาคารเดิมก็มีค่าการส่องสว่างเฉลี่ยต่ำกว่าค่ามาตรฐาน นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้ามีผลต่อการเพิ่มความร้อนเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ปรับอากาศส่งผลต่อการเพิ่มภาระปรับเย็นในอาคารด้วยเช่นกัน (ปริมลาภ วสุวัต,2542)