คู่มือการออกแบบปรับปรุง อาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็น
อาคารเขียวภาครัฐ

GREEN GOVERNMENT OFFICE DESIGN GUIDELINEs for MAJOR RENOVATION

G-GOODs : RV
VERSION 1.0

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2562

G-GOODs : RV

VERSION 1.0

คู่มือการออกแบบปรับปรุง
อาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

GREEN **GO**VERNMENT **O**FFICE **D**ESIGN GUIDELINE**s**
for MAJOR **R**ENO**V**ATION
G-GOODs : RV
Version 1.0

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2562

กรมโยธาธิการและผังเมือง

คู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ เวอร์ชั่น 1.0

ISBN (ebook) 978-974-458-635-3
สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537
โดย สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ
กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย
ถนนพระรามที่ 6 พญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0-2299-4760

พิมพ์ครั้งที่ 1 : 19 มีนาคม 2562
พิมพ์ที่ บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด
39 ซอยลาดพร้าว 124 ถนนลาดพร้าว แขวงพลับพลา
เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310 โทรศัพท์ 02-934-3233-47
ออกแบบปกโดย : ธนาคาร โมกขะสมิต

คำนำ

การออกแบบหรือการปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียว (green building) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การก่อสร้างและการใช้อาคารเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยต้องครอบคลุมถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถลดผลกระทบเชิงลบ และเกิดผลดีในด้านบวกต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการใช้ประโยชน์ของอาคาร ตั้งแต่การเลือกตำแหน่งที่ตั้งอาคาร การออกแบบ การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา การดัดแปลง จนกระทั่งการรื้อถอนอาคาร การก่อสร้างและปรับปรุงอาคารเพื่อให้เป็นอาคารเขียว เป็นแนวทางที่ประเทศต่างๆ มุ่งหวังและดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างคุณภาพในการออกแบบก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

การออกแบบหรือการปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวถือว่าเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย กรมโยธาธิการและผังเมืองซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในด้านการออกแบบอาคารให้ปลอดภัย น่าอยู่ มีอัตลักษณ์ ประหยัดพลังงาน และรักษาสภาพแวดล้อม ยังมิได้จัดทำเกณฑ์และคู่มือสำหรับอาคารเขียวภาครัฐไว้ เนื่องจากการกำหนดเกณฑ์สำหรับการออกแบบและการปรับปรุงอาคารเขียวภาครัฐเป็นงานที่มีรายละเอียดค่อนข้างซับซ้อน และเกี่ยวข้องกับงานด้านสถาปัตยกรรม ภูมิสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมหลากหลายสาขา กรมโยธาธิการและผังเมือง ในฐานะหน่วยงานภาครัฐได้คำนึงถึงการออกแบบอาคารภาครัฐในเรื่องของการประหยัดพลังงานและผลกระทบที่อาจเกิดต่อสภาพแวดล้อมรวมถึงการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้ดำเนินการจ้างที่ปรึกษาดำเนินการศึกษา ออกแบบ และจัดทำข้อกำหนดในการออกแบบและปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว และได้จัดให้มีการจัดสัมมนาเพื่อถ่ายทอดความรู้ในเรื่องดังกล่าวให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง พร้อมจัดทำคู่มือการออกแบบและการปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลและผลที่ได้จากการดำเนินการภายใต้โครงการ เพื่อเป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการปฏิบัติที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยบุคลากรทั้งภาครัฐและเอกชนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมโยธาธิการและผังเมืองหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ (Green Government Office Design Guidelines for Major Renovation, G-GOODs : RV) จะมีส่วนช่วยในการออกแบบเพื่อปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ อันเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศและระดับสากล เพื่อส่งเสริมให้อาคารภาครัฐมีการใช้ทรัพยากรที่สามารถลดผลกระทบต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

(นายมณฑล สุดประเสริฐ)
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

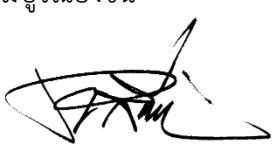
บทนำ

การพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นเรื่องที่สำคัญของประเทศไทย คือ การพัฒนาที่คำนึงถึงความยั่งยืนทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม การออกแบบและก่อสร้างอาคาร จัดเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความต้องการพลังงาน ตั้งแต่พลังงานที่ใช้ในการขุดหาวัตถุดิบเพื่อนำมาผลิตวัสดุก่อสร้าง การขนส่ง ขบวนการผลิตวัสดุ พลังงานที่ใช้ในการก่อสร้าง พลังงานในระหว่างการใช้งานอาคาร ในการผลิตพลังงานสำหรับใช้ในงานอาคาร ส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ อีกหลายชนิดปกคลุมชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ และความร้อนที่โลกคายออกมาไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้ เกิดการสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น นอกจากนี้ การก่อสร้างอาคารยังอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในบริเวณที่ตั้ง เกิดความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร และผู้ทำงานก่อสร้าง

ดังนั้น ทางออกของการแก้ปัญหาเหล่านี้ จึงต้องเริ่มต้นจากการสร้างอาคารที่ดี หรือ อาคารเขียว ซึ่งเป็นอาคารที่มีเป้าหมายในการลดผลกระทบต่อภูมิอากาศ สภาพแวดล้อมธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร และให้ความสำคัญต่อการมีคุณภาพชีวิตที่ดี ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว หรือคู่มือสำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารเขียวมาเป็นเวลาพอสมควร และในบางประเทศได้กำหนดให้การออกแบบและก่อสร้างอาคารเขียวเป็นนโยบายสำหรับอาคารภาครัฐ เพื่อเป็นตัวอย่างที่ดีในการพัฒนา สำหรับประเทศไทยนั้นเป็นที่น่ายินดีเป็นอย่างยิ่งที่กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งเป็นองค์กรแกนนำทางด้านการอาคารและผังเมือง ได้ให้ความสำคัญต่อปัญหานี้เช่นกัน โดยได้จัดให้มีการศึกษาและจัดทำคู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว จำนวน 2 เล่ม คือ คู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ และคู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

คู่มือทั้งสองเล่มนี้มีเนื้อหาที่ครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม การก่อสร้าง รวมทั้งการใช้และการบำรุงรักษาอาคาร ในกระบวนการศึกษาและจัดทำคู่มือ ทางคณะทำงานได้ทำการศึกษาทบทวนระบบเกณฑ์อาคารเขียวของต่างประเทศและในประเทศ นำร่างเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้น มาทดลองประเมินกับแบบก่อสร้างอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่และอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิม จากนั้นนำผลของการปรับปรุงแบบก่อสร้างมาศึกษาวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้คู่มือนี้นอกจากจะได้ประโยชน์ทางด้านการลดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม และคุณภาพชีวิตแล้ว ยังมีความคุ้มค่าเหมาะสมในการลงทุน เนื่องจากอาคารภาครัฐมิได้มีงบประมาณในการก่อสร้างที่สูงมากเช่นอาคารในภาคเอกชน

คณะทำงานขอขอบคุณ กรมโยธาธิการและผังเมือง ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน และขอขอบคุณคณะกรรมการกำกับการดูแลการปฏิบัติงานของที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นทางวิชาการอันทรงคุณค่า ทำให้เอกสารนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น



(ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์)
ผู้จัดการโครงการ
บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด

คณะทำงานจัดทำคู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

บริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด

หัวหน้าคณะทำงาน

ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์	ผู้จัดการโครงการ

คณะทำงานหลัก

1. ดร.พันธุดา พุฒิไพโรจน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว LEED AP (BD+C, O+M, ID+C, Homes, ND) / WELL AP
2. นายสมศักดิ์ จิตมั่น	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว LEED AP (BD+C) / TREES A (NC, EB)
3. ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
4. นายอุกฤษฎ์ ถนอมนาม	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
5. นายมูฮัมมัดมูนิตร์ พิมพ์ประพันธ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน
6. นายเสริมชัย ทิพย์จริยาอุดม	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
7. นายนิรันดร์ เชื้อเคน	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
8. นายชาญณรงค์ ภาคภูมิ	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
9. นายเกียรติศักดิ์ เทียมทนงค์	ผู้เชี่ยวชาญด้านอาคารเขียว TREES A (NC)
10. นางสาวภัทราภรณ์ ศรีประเสริฐ	ผู้เชี่ยวชาญด้านสถาปัตยกรรมหลัก / TREES A (NC, EB)
11. นายพิศุทธ์ วิเชียรฉันท์	ผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสถาปัตยกรรม
12. นายวิชยา วัฒนานุกิจ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา
13. นายพิสิฐ พุฒิไพโรจน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
14. ร.ต.ต.ชาญไทยภักดิ์ แก่นจันทร์ธนกุล	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า / TREES A (NC)
15. นายธัศน์พล พึ่งทวีทรัพย์	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล

คณะทำงานสนับสนุน

1. นายนคร มณีเนตร	สถาปนิก / TREES A (NC, EB)
2. นายเอกสิทธิ์ อรุณวงศ์ ณ อยุธยา	ภูมิสถาปนิก
3. นายคงศักดิ์ แก้วสุริยธำรง	วิศวกรโยธา
4. นายก่อพงษ์ ศรีพวาทกุล	วิศวกรสิ่งแวดล้อม
5. นายนิพนธ์ สุนทรศักดิวงศ์	วิศวกรไฟฟ้า
6. นายอมต วราวิกสิต	วิศวกรเครื่องกล
7. นายสิทธิพร ค่ายใส	พนักงานเขียนแบบ 1
8. นางสาววีรยา ศรีนุ่น	พนักงานเขียนแบบ 2
9. นางสาวนภษร สุขผ่อง	เลขานุการโครงการ
10. นางสาวศกลรัตน์ ไกรเภท	เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล

คณะกรรมการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของที่ปรึกษา
เรื่อง คู่มือการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

ประธานกรรมการ

นายสุธี ปิ่นไพสิฐ
ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

คณะกรรมการ

นายสุนทร น้ำเพชร
วิศวกรเครื่องกลชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

นางขนิษฐา ส่งสกุลชัย
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

นายเอกชัย ประสงค์
วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

นางสาวนครินทรา สิงหรัตน์
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

นายเพิ่มพูน มาลีหอม
สถาปนิกปฏิบัติการ
สำนักสถาปัตยกรรม

กรรมการและเลขานุการ

นายภูษณ แสงเพ็ชร
วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

นายวรงศักดิ์ โสภัย
วิศวกรโยธาชำนาญการ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

นายอานนท์ วงศ์เสงี่ยม
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

สารบัญ

หน้า

คำนำ ..... **ก**

บทนำ ..... **ข**

สารบัญ ..... **จ**

สารบัญตาราง ..... **ฌ**

สารบัญรูป ..... **ญ**

ส่วนที่ 1 ทั่วไป **1**

1.1 วัตถุประสงค์ 1

1.2 ขอบเขตการใช้งาน 1

1.3 นิยามอาคาร 1

1.4 ประเภทของเกณฑ์การประเมิน 1

1.5 การแบ่งหมวด 2

1.6 คำชี้แจง 2

ส่วนที่ 2 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม **5**

หมวด 1 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ **6**

DP 1 การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน 7

DP 2 การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR) 8

DP 3 การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน 10

DP 4 บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม 12

DP 5 การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ 13

DP 6 การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จ เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป 15

หมวด 2 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ **16**

ML 1 การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร 17

ML 2 การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม 18

ML 3 การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง 20

ML 4 การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ 23

ML 5 ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง 25

หมวด 3 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม **27**

AE 1 การออกแบบเปลือกอาคาร 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) 30

AE 1.2 ค่าการสะท้อนแสงของกระจก 32

AE 2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอย 34

AE 2.1 ห้องเก็บขยะรีไซเคิล 34

AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ 35

AE 2.3 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน 36

AE 2.4 ระบบดักฝุ่นทางเข้า 37

AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง 38

AE 2.6 การกันเสียงระหว่างห้อง 40

AE 2.7 สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ 42

AE 2.8 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก 43

AE 2.9 พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน 45

AE 2.10 การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม 46

AE 3 การเลือกใช้วัสดุ 47

AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ 47

AE 3.2 การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ 49

AE 3.3 วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง 50

AE 4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 52

AE 4.1 ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง 52

AE 4.2 คุณภาพของหลอดไฟ LED 53

AE 4.3 การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง 55

AE 4.4 ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์ 58

AE 4.5 การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor 59

AE 4.6 การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ 61

AE 5 ระบบปรับอากาศ 62

AE 5.1 ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ 62

AE 5.2 ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้ 65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ 67

AE 5.4 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ 68

AE 5.5 การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล 69

AE 5.6 ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน 70

AE 5.7 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ 71

AE 5.8 การใช้ระบบ UVGI 74

AE 6 ระบบระบายอากาศ 76

AE 6.1 อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า 76

AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30 79

AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า 81

AE 6.4 ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน 82

AE 7 ระบบขนส่งทางดิ่ง 84

AE 7.1 ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง 84

AE 8 ระบบการจัดการพลังงาน 87

AE 8.1 มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร 87

AE 8.2 มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย 88

AE 8.3 มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน 89

AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม 91

AE 9 ระบบสุขาภิบาล 92

AE 9.1 การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร 92

AE 9.2 ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC 93

AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย 95

AE 9.4 การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค 98

AE 10 การใช้พลังงานทดแทน 100

AE 10.1 การผลิตพลังงานทดแทน 100

AE 10.2 การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 101

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หมวด 4 การก่อสร้างอาคาร 102

BC 1 การลดมลพิษจากการก่อสร้าง 103

BC 2 การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง 104

BC 3 การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ 105

หมวด 5 การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร 106

OM 1 การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ 107

OM 2 การใช้พลังงาน 108

OM 2.1 การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน 108

OM 2.2 การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน 109

OM 3 การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ 110

OM 4 การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 111

OM 5 การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน 112

OM 6 การจัดการงานภูมิทัศน์ 113

OM 7 การจัดการขยะ 114

OM 8 การทำความสะอาด 115

OM 9 การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน 116

เอกสารอ้างอิง 117

ภาคผนวก 119

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม 2
ตารางที่ 2 ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ของผิวพื้นที่ดาดแข็ง 21
ตารางที่ 3 ข้อมูลเพิ่มเติมในการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน 24
ตารางที่ 4 ค่า OTTV และ RTTV ของอาคารส่วนที่มีการปรับอากาศตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 31
ตารางที่ 5 ค่า NRC ของวัสดุต่างๆ 39
ตารางที่ 6 ค่า STC ของผนังแบบต่างๆ 41
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดแบ่งตามประเภทอาคาร 52
ตารางที่ 8 เกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของ กฟผ. ฉบับล่าสุด (ประกาศใช้ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2560) 62
ตารางที่ 9 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นแบ่งตามประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 63
ตารางที่ 10 MERV parameters 73
ตารางที่ 11 ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake) 77
ตารางที่ 12 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ 80
ตารางที่ 13 ค่าที่จำกัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศที่ทำการตรวจวัด 110

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพประกอบ 3
รูปที่ 2 ตัวอย่างเอกสาร OPR 9
รูปที่ 3 ตัวอย่างเอกสาร BOD 11
รูปที่ 4 ตัวอย่างประเภทผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว 12
รูปที่ 5 ตัวอย่างการใช้โปรแกรมการออกแบบที่เป็นแบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM 13
รูปที่ 6 ตัวอย่างการจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร 17
รูปที่ 7 พื้นที่โล่งควรปลูกพืชพรรณหลากหลายชนิดรวมกัน 18
รูปที่ 8 สารานุกรมพืชในประเทศไทย 19
รูปที่ 9 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ 21
รูปที่ 10 การปลูกต้นไม้เพื่อลดความร้อนให้พื้นที่ดาดแข็ง 22
รูปที่ 11 การใช้บล็อกหญ้าเพื่อลดความร้อนของพื้นที่ดาดแข็ง 22
รูปที่ 12 สวนรับน้ำฝน (rain garden) และทางเดินผิวดาดแข็งที่น้ำซึมได้ 23
รูปที่ 13 พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ 25
รูปที่ 14 โปรแกรม building energy code (BEC) 31
รูปที่ 15 ค่าการสะท้อนแสงของกระจกสู่ภายนอก 32
รูปที่ 16 ถังคัดแยกขยะและห้องเก็บขยะรีไซเคิล 34
รูปที่ 17 สุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียว 35
รูปที่ 18 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน 36
รูปที่ 19 การติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น 37
รูปที่ 20 ห้องที่มีการใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังและฝ้าเพดาน 38
รูปที่ 21 ผนังที่มีค่า STC ระหว่าง 40-60 40
รูปที่ 22 ขนาดของห้องที่ระบายอากาศธรรมชาติมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 42
รูปที่ 23 ตัวอย่างการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง 43
รูปที่ 24 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก 44
รูปที่ 25 ห้องเก็บรถจักรยาน 45
รูปที่ 26 ตัวอย่างการเก็บพื้นไม้เดิมนำมาประยุกต์ใช้เป็นแผงบังแดด 46
รูปที่ 27 ฉลากเขียว ฉลากลดคาร์บอน และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 47
รูปที่ 28 วัสดุพื้นถิ่นที่มีแหล่งผลิตในประเทศไทย 49
รูปที่ 29 ตัวอย่างฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง 50
รูปที่ 30 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ 51

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 31 การใช้ ceramic coating ทาบนหลังคา 51
รูปที่ 32 หลอดไฟ LED T8 52
รูปที่ 33 หลอดไฟที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ. 53
รูปที่ 34 การพิจารณาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ 53
รูปที่ 35 ระยะหลอดไฟในแนวริมหน้าต่างซึ่งควรแยกวงจรควบคุม 55
รูปที่ 36 การควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ 55
รูปที่ 37 การใช้ daylight sensor ควบคุมแบบ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟหลายชุด 56
รูปที่ 38 การใช้ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟ 1 ชุด 56
รูปที่ 39 การใช้ daylight sensor ควบคุมการหรี่แสง 57
รูปที่ 40 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง 58
รูปที่ 41 ตัวอย่างการใช้ occupancy sensor 59
รูปที่ 42 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 3 ระดับ 61
รูปที่ 43 สำนักงานที่มีการควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ 61
รูปที่ 44 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศของ กฟผ. 64
รูปที่ 45 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของ กฟผ. ที่ประกาศใช้ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2562 64
รูปที่ 46 ระบบ variable air volume (VAV) 65
รูปที่ 47 ตัวอย่าง VAV box 65
รูปที่ 48 การแยกโซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอกออกจากกัน 66
รูปที่ 49 การกำหนดโซนพื้นที่ใช้งานแต่ละโซนไม่เกิน 80 ตารางเมตร 66
รูปที่ 50 การใช้อุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิและปริมาณลม (thermostat) สำหรับ VAV box แต่ละชุด 66
รูปที่ 51 ตัวอย่างห้องความดันเป็นลบ 67
รูปที่ 52 ตัวอย่างสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ 68
รูปที่ 53 การวิเคราะห์สภาวะสบายโดยใช้โปรแกรม CBE thermal comfort tool 69
รูปที่ 54 ตำแหน่งการวางชุดระบายความร้อนและหอระบายความร้อน 70
รูปที่ 55 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็น (AHU) 71
รูปที่ 56 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) 72
รูปที่ 57 ตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ MERV 7 72
รูปที่ 58 ระบบ UVGI 74
รูปที่ 59 การติดตั้งระบบ UVGI ใน AHU 74
รูปที่ 60 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่ผนัง 75

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 61 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่เพดาน 75
รูปที่ 62 ตัวอย่างตำแหน่งช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake) 78
รูปที่ 63 ตัวอย่างระบบเติมอากาศภายนอกที่มีการติดตั้ง ERV/HRV 79
รูปที่ 64 ตัวอย่าง CO_2 sensor 81
รูปที่ 65 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ AHU 82
รูปที่ 66 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบไม่ต่อท่อลม 83
รูปที่ 67 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบต่อท่อลม 83
รูปที่ 68 ตัวอย่างลิฟต์และบันไดเลื่อนที่ใช้ระบบควบคุมแบบ VVVF และ sleep mode 84
รูปที่ 69 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบควบคุมแบบ VVVF 85
รูปที่ 70 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบ sleep mode 85
รูปที่ 71 แผนภูมิการทำงานของ regenerative converter เพื่อการประหยัดพลังงาน 86
รูปที่ 72 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าหลักของอาคาร 87
รูปที่ 73 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย 88
รูปที่ 74 ตัวอย่างมาตรวัดไฟฟ้าแบบ digital 89
รูปที่ 75 ตัวอย่างไดอะแกรมการแยกมาตรวัดไฟฟ้าตามระบบย่อย 90
รูปที่ 76 ตัวอย่างไดอะแกรมระบบ building management system (BMS) 91
รูปที่ 77 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำแบบ digital 92
รูปที่ 78 ชนิดของถังดับเพลิงมือถือที่ห้ามใช้และสามารถใช้ได้ 93
รูปที่ 79 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital 95
รูปที่ 80 ตัวอย่างแผนภูมิการติดมาตรวัดน้ำย่อยแยกการใช้น้ำรายประเภท 96
รูปที่ 81 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital แยกการใช้น้ำรายประเภท 96
รูปที่ 82 ตัวอย่างข้อมูลการวัดน้ำจากมาตรวัดน้ำแบบ digital 97
รูปที่ 83 ตัวอย่างการติดตั้งถังเก็บน้ำฝนมาใช้งาน 98
รูปที่ 84 ตัวอย่างการนำน้ำจากการกลั่นตัวของ AHU กลับมาใช้ในหอระบายความร้อน 99
รูปที่ 85 ตัวอย่างการนำน้ำใช้แล้วกลับมาใช้ 99
รูปที่ 86 การใช้ PV glass เป็น skylight และผลิตไฟฟ้าในขณะเดียวกัน 100
รูปที่ 87 การวิเคราะห์ศักยภาพในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม autodesk revit 101
รูปที่ 88 การป้องกันตะกอนดินไหลออกนอกพื้นที่ 103
รูปที่ 89 การคัดแยกขยะในสถานที่ก่อสร้าง 104
รูปที่ 90 การหุ้มพลาสติกปิดบริเวณปากท่อลมของระบบปรับอากาศ 105

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 91 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำ 107
รูปที่ 92 โครงสร้างการจัดการพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด 108
รูปที่ 93 การใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร 110
รูปที่ 94 ฉลากสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 111
รูปที่ 95 การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน 112
รูปที่ 96 ลดเสียงดังที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้น้ำมัน 113
รูปที่ 97 การจัดวางถังคัดแยกในตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายและเข้าถึงสะดวก 114
รูปที่ 98 การตรวจสอบการทำงานของหน่วยงานที่รับจ้างบริการทำความสะอาด 115
รูปที่ 99 สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานอาคารอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง 116

G-GOODs : RV

ส่วนที่ 1
ทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับสถาปนิกและวิศวกรในการออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียว

2) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน ให้ดำเนินงานก่อสร้าง ที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับการใช้และบำรุงรักษาอาคารภาครัฐที่ได้ออกแบบปรับปรุงให้เป็นอาคารเขียวแล้ว ให้คงมีประสิทธิภาพดีอย่างต่อเนื่อง

1.2 ขอบเขตการใช้งาน

1) คู่มือนี้เป็นมาตรฐานหรือแนวทางการออกแบบปรับปรุง ก่อสร้าง การใช้และบำรุงรักษาสำหรับอาคารที่ต้องการเป็นอาคารเขียว มิใช่คู่มือสำหรับการประเมินเพื่อขอการรับรองเป็นอาคารเขียวจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

2) คู่มือนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับออกแบบปรับปรุงอาคารภาครัฐ ประเภทสำนักงานเป็นหลัก แต่อาจนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่นได้ เช่น อาคารที่พักอาศัย

3) สามารถใช้ได้กับอาคารทุกขนาด

4) เกณฑ์ที่ระบุในคู่มือนี้ คือ มาตรฐานการออกแบบที่สูงกว่าที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นเกณฑ์ใดที่เป็นข้อกฎหมายจะไม่ระบุในที่นี้ เพราะถือว่าเป็นสิ่งที่ทุกอาคารต้องปฏิบัติให้ถูกต้องอยู่แล้ว การทำอาคารเขียวเป็นเรื่องสมัครใจของผู้ที่ต้องการดำเนินงานให้ดีกว่าที่กฎหมายบังคับ

1.3 นิยามอาคาร

อาคารเขียว หมายถึง อาคารซึ่งออกแบบปรับปรุง ก่อสร้าง และดำเนินการใช้งาน โดยสามารถลดผลกระทบเชิงลบ และสร้างผลกระทบเชิงบวก ต่อสภาพอากาศ สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ สงวนรักษาทรัพยากรอันมีค่า และปรับปรุงคุณภาพชีวิต

อาคารเขียวภาครัฐ หมายถึง อาคารที่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับทุกข้อตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง ตามคู่มือนี้เป็นอย่างน้อย

1.4 ประเภทของเกณฑ์การประเมิน

มาตรฐานการออกแบบอาคารเขียวภาครัฐ ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ประกอบด้วยเกณฑ์ 2 ประเภท คือ

1) เกณฑ์บังคับ
2) เกณฑ์เลือกทำ

1.5 การแบ่งหมวด

การแบ่งหมวดในคู่มืออาคารเขียวภาครัฐ จะใช้การแบ่งตามประเภทของงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร ซึ่งอาจจะแตกต่างจากคู่มือการประเมินอาคารเขียวอื่น ที่แบ่งหมวดตามเนื้อหา เช่น หมวดประสิทธิภาพน้ำ หมวดพลังงาน หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เป็นต้น โดยมีเนื้อหาในการออกแบบของแต่ละงาน เช่น งานระบบปรับอากาศ แทรกอยู่ในหลายหมวด

แต่คู่มือนี้ได้รวบรวมงานแต่ละประเภทมารวมไว้ในหมวดเดียวกัน เช่น งานระบบปรับอากาศ งานระบบไฟฟ้า เพื่อทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานในด้านต่างๆ ปฏิบัติตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้เกณฑ์ควรอ่านและทำความเข้าใจในภาพรวมของทุกหมวดตามเนื้อหาของคู่มือนี้

นอกจากนี้เกณฑ์ตามคู่มือจะประกอบด้วย เกณฑ์บังคับที่มากกว่าระบบประเมินอาคารเขียวอื่นๆ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการบังคับให้งานออกแบบปรับปรุง ก่อสร้าง การใช้และบำรุงรักษาอาคาร สามารถครอบคลุมเนื้อหาที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงาน การใช้น้ำ วัสดุ และทรัพยากรอื่นๆ รวมทั้งการให้ความสำคัญต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารครบถ้วนทุกด้านเช่นเดียวกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวอื่นๆ

เกณฑ์ทั้งหมดแบ่งได้เป็น 5 หมวด ประกอบด้วยเกณฑ์บังคับและเกณฑ์เลือกทำดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐ		
		เกณฑ์บังคับ	เกณฑ์เลือกทำ	รวม
1	กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ	3	3	6
2	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	2	3	5
3	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	15	29	44
4	การก่อสร้างอาคาร	3	-	3
5	การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร	3	7	10
	รวมจำนวนเกณฑ์	**26**	**42**	**68**

อาคารเขียวภาครัฐของกรมโยธาธิการและผังเมือง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ

อาคารเขียวมาตรฐาน คือ อาคารที่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับทุกเกณฑ์

อาคารเขียวขั้นสูง คือ อาคารที่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับทุกเกณฑ์ รวมทั้งผ่านเกณฑ์เลือกทำได้อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของเกณฑ์เลือกทำทั้งหมด โดยแต่ละโครงการอาจจะมีเกณฑ์เลือกทำแตกต่างกัน ตามบริบทที่เปลี่ยนไป เช่น สภาพที่ตั้ง ขนาดของอาคาร ตามความเหมาะสม ในด้านประโยชน์ที่ได้รับ และความคุ้มค่ากับงบประมาณก่อสร้าง

1.6 คำชี้แจง

1) รูปแบบการจัดเนื้อหาของเกณฑ์การประเมิน

รูปแบบในการจัดเนื้อหาของเกณฑ์ที่จะปรากฏในเอกสารทั้งหมด จะประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1.	2.	3.

1. อักษรย่อของหมวดและลำดับหมายเลข
2. ชื่อเกณฑ์
3. ระบุว่าเป็นเกณฑ์บังคับ หรือถ้าไม่ใช่เกณฑ์บังคับจะใช้สัญลักษณ์ขีด (–)

2) วัตถุประสงค์

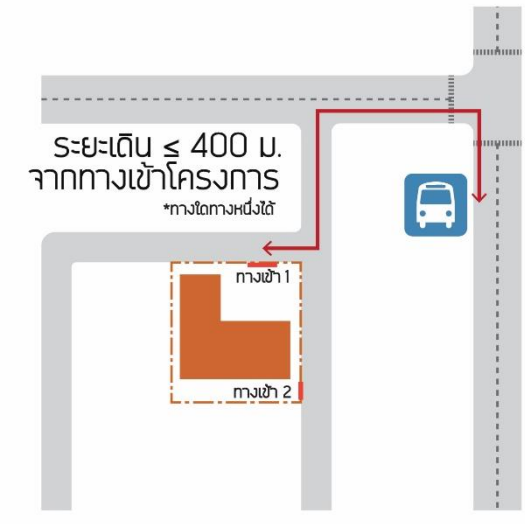
ชี้แจงวัตถุประสงค์หรือเหตุผลของการกำหนดเกณฑ์

3) ข้อกำหนด

ชี้แจงสิ่งที่ผู้ออกแบบ ผู้ก่อสร้าง หรือผู้บำรุงรักษาอาคารต้องปฏิบัติตาม

4) ภาพประกอบ

ใช้ประกอบการชี้แจงเพื่อให้เข้าใจข้อกำหนดได้อย่างถูกต้อง หรือมีความเข้าใจชัดเจนขึ้น ซึ่งภาพประกอบอาจปรากฏในบางเกณฑ์



รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพประกอบ

5) แนวทางการออกแบบ หรือแนวทางการดำเนินงาน

หัวข้อนี้อาจจะไม่ปรากฏในทุกเกณฑ์ เป็นข้อเสนอแนะในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุผลตามข้อกำหนดแต่มิใช่เป็นข้อบังคับ ผู้ใช้คู่มืออาจปฏิบัติโดยวิธีการอื่นที่เห็นว่าเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงานที่แตกต่างกันไปได้

6) คำอธิบายเพิ่มเติม

ในบางเกณฑ์อาจประกอบด้วยคำศัพท์ทางเทคนิคที่ปรากฏในข้อกำหนด เช่น ความถูกต้องของสี ค่า Ra R9 ในกรณีเช่นนี้คู่มือจะใส่คำอธิบายไว้ด้วย เพื่อให้ผู้ใช้คู่มือทราบรายละเอียดของคำศัพท์โดยไม่ต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติมจากที่อื่น หรือกรณีที่ข้อมูลเพิ่มเติมมีจำนวนมาก เช่น ชื่อพรรณไม้ท้องถิ่น คู่มือจะให้รายชื่อเว็บไซต์ที่สามารถดาวน์โหลด หรือเข้าถึงเพื่อการศึกษาเพิ่มเติมไว้ด้วย

7) นิยามศัพท์

การให้นิยามศัพท์เฉพาะเป็นการให้ความหมายของคำที่มีความสำคัญในเรื่องนั้นๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจความหมายคำตรงกัน

ส่วนที่ 2

เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม

G-GOODs : RV

หมวด 1 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ

(Design Process : DP)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	บังคับ
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	บังคับ
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	บังคับ
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	-
DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	-
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จ เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	-

DP 1	**การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบ เนื่องจากการออกแบบอาคารเขียวเป็นการแก้ปัญหาในการออกแบบเชิงบูรณาการจากผู้ออกแบบทุกฝ่าย เพื่อให้ได้อาคารที่มีประสิทธิภาพ

ข้อกำหนด

ระบุรายชื่อหัวหน้าโครงการและผู้รับผิดชอบในการออกแบบเพื่อให้ผ่านตามเกณฑ์ในทุกหัวข้อที่เลือกดำเนินการ และผู้ติดตามงาน

แนวทางการดำเนินงาน

จัดประชุมคณะทำงานทุกคน ระบุรายชื่อผู้รับผิดชอบงานในทุกหัวข้อเกณฑ์ที่เลือกดำเนินการ และผู้ทำหน้าที่ติดตามงานตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ กำหนดแผนทำงาน และแผนการประชุม จนสิ้นสุดงาน

DP 2	**การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้งานออกแบบที่ตรงกับ**ความต้องการของเจ้าของโครงการ (owner's project requirements, OPR)**

ข้อกำหนด

1) ให้หัวหน้าโครงการมอบหมายให้มี**ผู้รับผิดชอบ**ในการจัดทำเอกสารความต้องการของเจ้าของโครงการ

2) ให้จัดการประชุมร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ เพื่อสรุปความต้องการในการออกแบบ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวภาครัฐที่จะเลือกดำเนินการ

3) ผู้รับผิดชอบต้องจัดทำบันทึกสรุปความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR) และขอให้เจ้าของโครงการหรือตัวแทนรับรอง เพื่อให้แน่ใจว่าผู้รับผิดชอบเข้าใจถูกต้อง

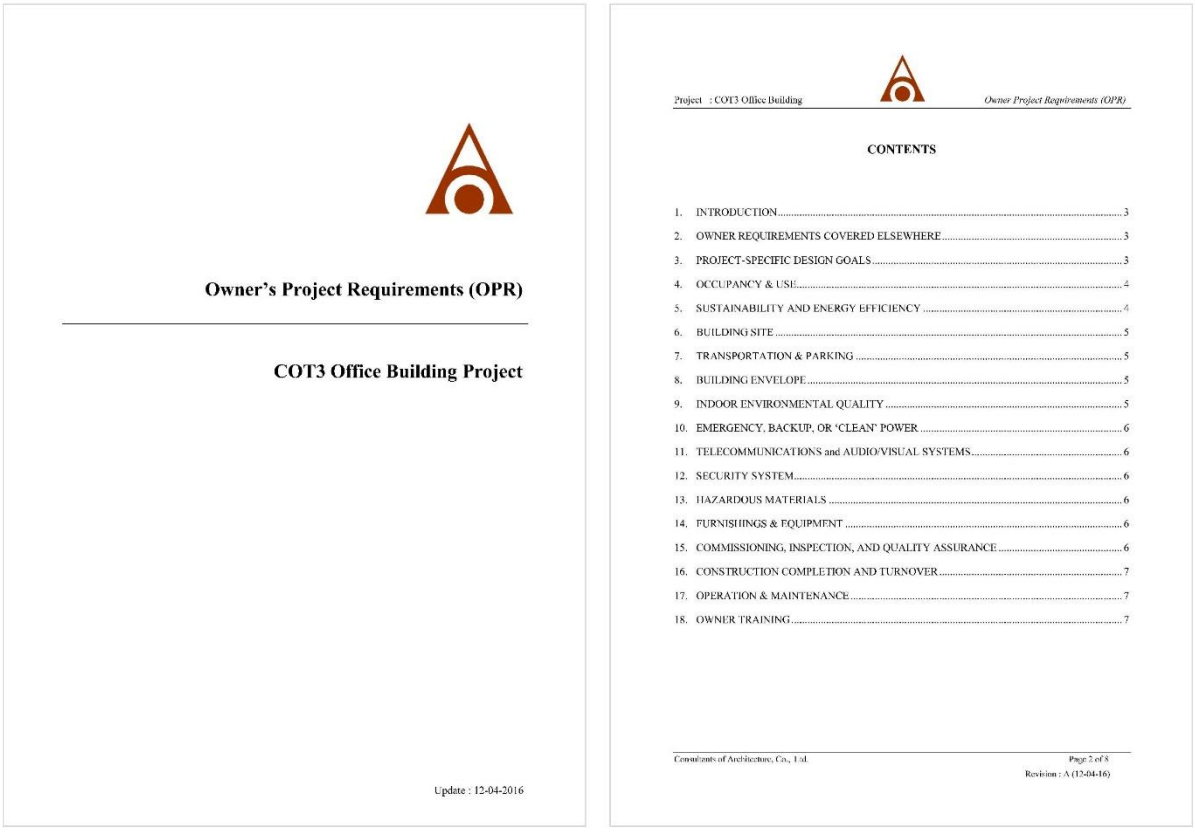
4) ผู้รับผิดชอบแจ้ง OPR ที่รับรองความถูกต้องแล้ว ให้ทุกคนในทีมงานออกแบบรับทราบ หากเจ้าของโครงการปรับเปลี่ยนความต้องการ ผู้รับผิดชอบจะต้องปรับปรุงข้อมูล ใน OPR ให้เป็นปัจจุบัน และต้องแจ้งให้ทีมงานออกแบบและผู้เกี่ยวข้องรับทราบทุกครั้ง

แนวทางการดำเนินงาน

ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการควรกำหนดแผนการประชุมร่วมกับเจ้าของโครงการ และมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบจัดทำ*เอกสารความต้องการของเจ้าของโครงการ* หรือโปรแกรมในการออกแบบที่ชัดเจน และขอให้เจ้าของหรือตัวแทนของเจ้าของโครงการรับรองว่า เป็นความต้องการที่ทีมงานออกแบบเข้าใจถูกต้อง การประชุมเพื่อสรุปความต้องการนี้ อาจจะมีหลายครั้ง

ในการประชุมร่วมกับเจ้าของโครงการแต่ละครั้ง ผู้รับผิดชอบจะต้องคอยทบทวนกับเอกสารความต้องการที่มีอยู่ หากมีความต้องการใดที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม หรือปรับเปลี่ยนจะต้องรีบปรับปรุงเอกสาร และแจ้งข้อมูลไปยังผู้ออกแบบทุกคนที่เกี่ยวข้องให้รับทราบทันที เพื่อจะได้ปรับงานออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนไป การแจ้งข้อมูลควรทำเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อป้องกันความเข้าใจผิดพลาด

OPR ควรครอบคลุมเนื้อหา เกี่ยวกับความต้องการของเจ้าของโครงการและผู้ใช้อาคาร ด้านประโยชน์ใช้สอย จำนวนผู้ใช้งาน ช่วงเวลาการใช้งาน งบประมาณในการก่อสร้างสำหรับงานประเภทต่างๆ เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์อาคารเขียว ความต้องการด้านการใช้และบำรุงรักษา



Owner's Project Requirements (OPR)

COT3 Office Building Project

Update : 12-04-2016

Project : COT3 Office Building

Owner Project Requirements (OPR)

CONTENTS

1. INTRODUCTION 3
2. OWNER REQUIREMENTS COVERED ELSEWHERE 3
3. PROJECT-SPECIFIC DESIGN GOALS 3
4. OCCUPANCY & USE 4
5. SUSTAINABILITY AND ENERGY EFFICIENCY 4
6. BUILDING SITE 5
7. TRANSPORTATION & PARKING 5
8. BUILDING ENVELOPE 5
9. INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY 5
10. EMERGENCY, BACKUP, OR 'CLEAN' POWER 6
11. TELECOMMUNICATIONS and AUDIO/VISUAL SYSTEMS 6
12. SECURITY SYSTEM 6
13. HAZARDOUS MATERIALS 6
14. FURNISHINGS & EQUIPMENT 6
15. COMMISSIONING, INSPECTION, AND QUALITY ASSURANCE 6
16. CONSTRUCTION COMPLETION AND TURNOVER 7
17. OPERATION & MAINTENANCE 7
18. OWNER TRAINING 7

Consultants of Architecture, Co., Ltd.

Page 2 of 8

Revision : A (12-04-16)

รูปที่ 2 ตัวอย่างเอกสาร OPR

นิยามศัพท์

ความต้องการของเจ้าของโครงการ (owner's project requirements, OPR)

หมายถึง เอกสารแสดงสิ่งที่ต้องการให้กลุ่มผู้ออกแบบดำเนินการในการออกแบบอาคาร โดยกลุ่มเจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนด เอกสารความต้องการนี้ควรมีความชัดเจน มีการระบุตัวชี้วัด (measurable indicators) ที่จะสามารถตรวจสอบ (verification) ได้ว่างานออกแบบดังกล่าวเป็นไปตามความต้องการหรือไม่

DP 3	**การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อแก้ปัญหาในการออกแบบให้มีมุมมองร่วมกันของทุกฝ่าย ซึ่งอาจทำให้แนวทางการออกแบบสามารถแก้ปัญหาในหลายๆ เรื่องได้พร้อมกัน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และยังเป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพสูง

ข้อกำหนด

1) ให้ผู้ออกแบบศึกษาเอกสารความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR) ที่ได้รับจากผู้รับผิดชอบในการจัดทำเอกสาร

2) ให้จัดประชุมร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบทุกฝ่าย ทั้งสถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรงานระบบทุกระบบ ภูมิสถาปนิก และมัณฑนากร ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบร่าง เพื่อร่วมกันวิเคราะห์หาทางเลือกในการออกแบบที่สามารถแก้ปัญหาความต้องการหลายๆ ด้านเข้าด้วยกันภายใต้การออกแบบในงานเดียว และสรุปแนวทางที่ดีที่สุดที่ได้ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ และใช้งบประมาณที่น้อยที่สุดเพื่อทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและได้อาคารที่มีประสิทธิภาพสูง

3) ให้ผู้ออกแบบทุกฝ่ายร่วมกันจัดทำเอกสารแสดงแนวคิดและเจตนารมณ์ในการออกแบบ (BOD) ซึ่งควรครอบคลุมเนื้อหาตามหัวข้อเกณฑ์ต่างๆ ที่ได้ดำเนินการออกแบบ

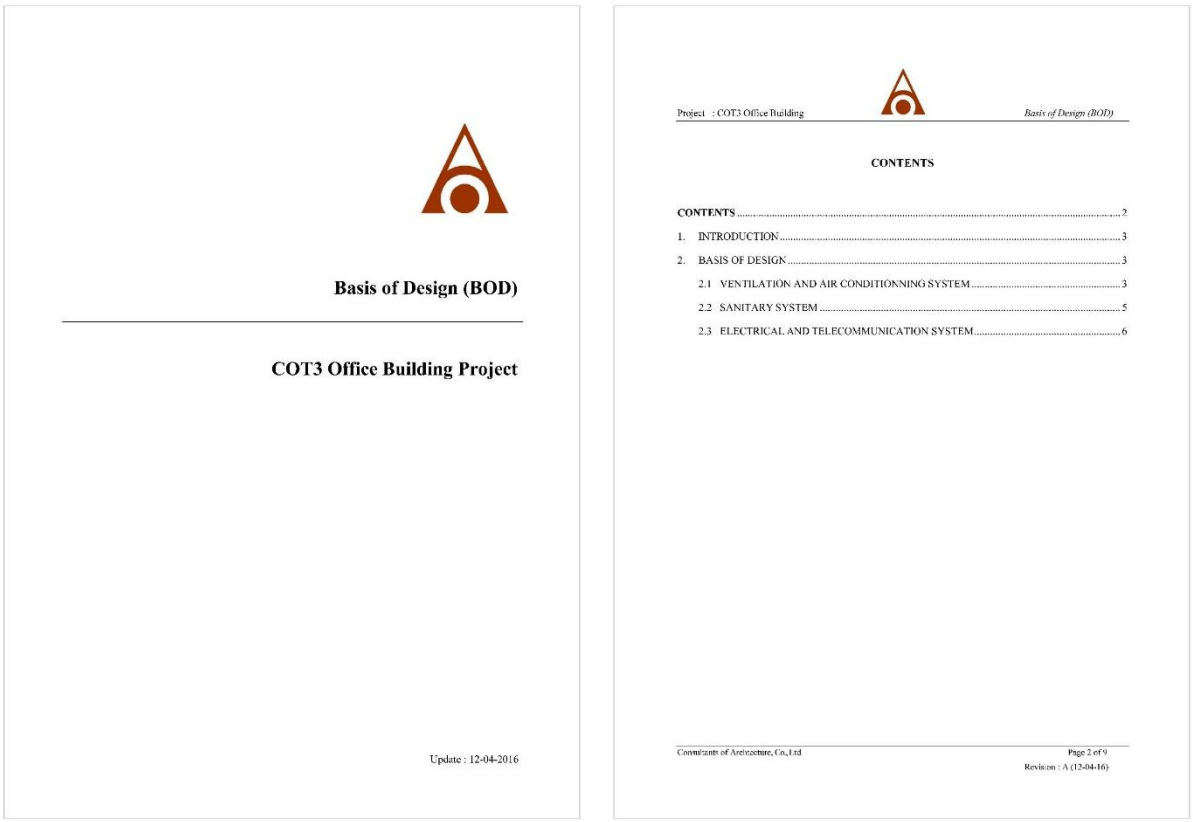
แนวทางการดำเนินงาน

ควรกำหนดเป็นแผนการประชุมที่ชัดเจนในช่วงต่างๆ ของการดำเนินงานออกแบบ ตั้งแต่ขั้นเริ่มโครงการ จำเป็นต้องมีการประชุมเพื่อให้ผู้ออกแบบรับทราบความต้องการของเจ้าของโครงการในด้านต่างๆ รวมทั้งความต้องการที่เกี่ยวกับข้อเกณฑ์ในการออกแบบให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

ในขั้นตอนการพัฒนาแนวคิดเบื้องต้น ผู้ออกแบบจะต้องประชุมร่วมกัน เพื่อร่วมกันคิดหาแนวทางในการออกแบบที่สามารถตอบสนอง OPR ที่กำหนด ซึ่งควรทำเป็นทางเลือกในการออกแบบอย่างน้อย 2 แบบ และวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของแต่ละทางเลือกร่วมกัน เมื่อได้ทางเลือกที่ดีที่สุดแล้วให้ผู้ออกแบบจัดทำ BOD ซึ่งเป็นเอกสารระบุแนวคิด เจตนารมณ์ และสมมติฐานที่ใช้ในการตัดสินใจในการออกแบบ เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้ออกแบบทุกคนในทีมงานเข้าใจตรงกัน กรณีที่มีการปรับเปลี่ยน OPR ผู้ออกแบบจะต้องประชุมปรึกษาหารือถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับงานออกแบบ ซึ่งอาจจะต้องหากลยุทธ์ในการออกแบบร่วมกันใหม่ และหากแนวคิดในการออกแบบเปลี่ยนไปจากเดิม จะต้องปรับเอกสาร BOD ใหม่ให้ถูกต้อง

ในขั้นการพัฒนาแบบรายละเอียดและการจัดทำรายการประกอบแบบ ผู้ออกแบบควรตรวจสอบด้วยว่างานยังคงมีความสอดคล้องตรงกันระหว่างแบบ รายการประกอบแบบ BOD และ OPR เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้อาคารที่ตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ

เอกสาร BOD ควรมีเนื้อหาครอบคลุมภาพรวมของระบบต่างๆ ที่ได้ดำเนินการออกแบบให้ตรงกับ OPR มาตรฐาน กฎหมาย คู่มือ หรือแนวทางที่ใช้ในการออกแบบ รวมทั้งประวัติย่อของการที่ต้องปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขแนวคิดในการออกแบบ



Basis of Design (BOD)

COT3 Office Building Project

Update : 12-04-2016

Project : COT3 Office Building

Basis of Design (BOD)

CONTENTS

CONTENTS 2
1. INTRODUCTION 3
2. BASIS OF DESIGN 3
2.1 VENTILATION AND AIR CONDITIONNING SYSTEM 3
2.2 SANITARY SYSTEM 5
2.3 ELECTRICAL AND TELECOMMUNICATION SYSTEM 6

Consultants of Architecture, Co.,Ltd

Page 2 of 9

Revision : A (12-04-16)

รูปที่ 3 ตัวอย่างเอกสาร BOD

นิยามศัพท์แนวคิดและเจตนารมณ์ในการออกแบบ (basis of design, BOD)

หมายถึง เอกสารแสดงหลักการและแนวคิดในการออกแบบที่ใช้เพื่อทำให้ความต้องการของเจ้าของโครงการเป็นไปได้จริง โดยระบุเกณฑ์ มาตรฐาน ข้อสมมติฐานหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการออกแบบ

DP 4	**บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม**	-

วัตถุประสงค์

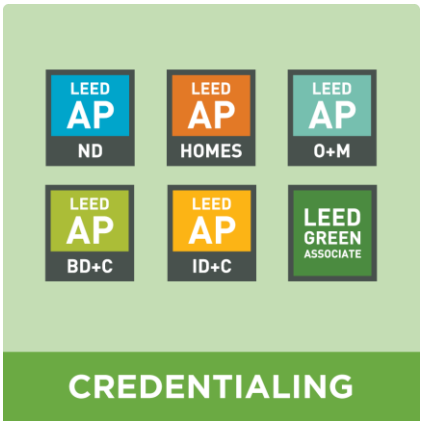
เพื่อให้ผู้ที่มีความรู้ในการออกแบบด้านอาคารเขียว ช่วยแนะนำหลักการและแนวทางการดำเนินงานให้กับคนอื่นๆ ในทีมออกแบบ ทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการออกแบบที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

ข้อกำหนด

มีผู้ที่ผ่านการอบรมด้านอาคารเขียวระบบใดระบบหนึ่งร่วมในทีมงานออกแบบอย่างน้อย 1 คน

แนวทางการดำเนินงาน

ควรส่งเสริมให้ทีมงานทุกคนมีโอกาสเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับอาคารเขียว ซึ่งอาจเป็นการจัดอบรมภายในหน่วยงาน หรือ มีเอกสารให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เนื่องจากระบบอาคารเขียวต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีเนื้อหาและหลักการที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้น ผู้ที่ผ่านการอบรมในระบบใดระบบหนึ่งจะสามารถเข้าใจในหลักการและสามารถปฏิบัติตามคู่มือนี้ได้ ทำให้สามารถทำงานออกแบบอาคารเขียวภาครัฐได้ดียิ่งขึ้น



ผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว LEED AP

ผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว TREES-A

รูปที่ 4 ตัวอย่างประเภทผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว

DP 5	**การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ**	-

วัตถุประสงค์

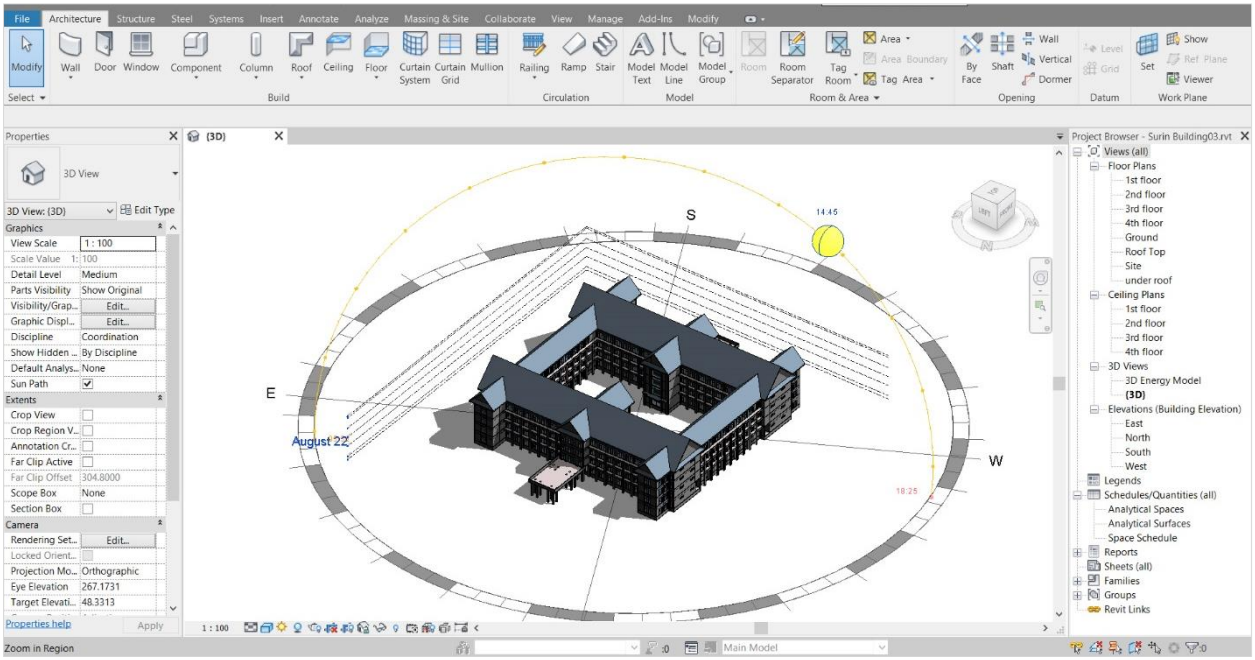
เพื่อลดความขัดแย้งในแบบก่อสร้างแต่ละระบบ ซึ่งมักสร้างปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้าง ทำให้บางครั้งมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการแก้ไขปัญหานั้นๆ หรืออาจแก้ไขปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ทำให้อาคารด้อยประสิทธิภาพ

ข้อกำหนด

ให้ใช้โปรแกรมการออกแบบที่เป็นแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (building information modeling, BIM) ในการออกแบบโดยจะต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบร่างในทุกระบบ ทั้งสถาปัตยกรรม โครงสร้าง และงานระบบ เพื่อลดความขัดแย้งในแบบก่อสร้างของแต่ละระบบ

แนวทางการออกแบบ

ควรนำระบบ BIM มาใช้ในงานออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบร่าง เพราะนอกจากจะลดปัญหาความขัดแย้งในแบบก่อสร้างแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์งานออกแบบได้ในหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว เช่น การวิเคราะห์เปรียบเทียบรูปร่างอาคารที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบกับการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างในห้องต่างๆ การวิเคราะห์เงาที่เกิดขึ้น เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และยังมีประโยชน์ต่อเนื่องไปถึงการวางแผนจัดการทรัพยากรอาคารเมื่ออาคารสร้างเสร็จแล้วด้วย



รูปที่ 5 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม BIM

นิยามศัพท์	
แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (building information modeling, BIM)	หมายถึง การสร้างแบบจำลองอาคาร (building model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้นๆ เพื่อจำลองลักษณะอาคารที่ต้องการในการก่อสร้างจริง

DP 6	**การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จ เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการรวบรวมผลสรุปจากการดำเนินงานตามคู่มือ

ข้อกำหนด

ให้ประเมินปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัดที่พบจากการปฏิบัติตามเกณฑ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบก่อสร้าง จนเสร็จสิ้นโครงการ และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา

แนวทางการดำเนินงาน

1) กำหนดผู้รับผิดชอบดำเนินงานในแต่ละหัวข้อเกณฑ์ที่เลือกตามคู่มือ
2) จัดทำบันทึกสรุปปัญหา ข้อเสนอแนะ และแจ้งข้อมูลให้กับกรมโยธาธิการและผังเมืองทราบ
3) กรมโยธาธิการและผังเมืองรวบรวมข้อมูลเพื่อพิจารณาในการปรับปรุงเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐในรอบต่อไป

หมวด 2 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์
(Master Plan Design and Landscape : ML)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	บังคับ
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	-
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	-
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	-

ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อป้องกันปัญหาควันบุหรี่ ที่ส่งผลทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารแย่ลง เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ของผู้ใช้อาคาร

ข้อกำหนด

ให้จัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร พร้อมป้ายสัญลักษณ์อนุญาตให้สูบบุหรี่ โดยต้องอยู่ห่างจากประตูทางเข้า หน้าต่างระบายอากาศ ช่องนำอากาศเข้าสู่ระบบปรับอากาศอย่างน้อย 10 เมตร

แนวทางการออกแบบ

1) จัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคารให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2) ติดป้ายประกาศสัญลักษณ์การห้ามสูบบุหรี่ในอาคาร และสัญลักษณ์อนุญาตให้สูบบุหรี่ได้ในตำแหน่งพื้นที่ที่จัดไว้ให้ พร้อมประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้งานอาคารและผู้เกี่ยวข้องเข้าใจตรงกันถึงการห้ามสูบบุหรี่ในอาคาร

รูปที่ 6 ตัวอย่างการจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร

ที่มา : http://www.coconews.in.th/old/index.php/coconewspaper/77-7beach

ML 2	**การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้ใช้พืชพรรณท้องถิ่นในงานภูมิทัศน์ เพราะพืชท้องถิ่น หรือพืชพรรณที่ปรับตัวแล้วสามารถทนโรค ทำให้ลดความจำเป็นในการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลงหรือศัตรูพืช

2) เพื่อให้เลือกพืชพรรณที่ทนแล้ง ทำให้ลดการใช้น้ำสำหรับการรดน้ำ

ข้อกำหนด

พืชพรรณที่ปลูกส่วนใหญ่ ให้เลือกพืชพรรณที่ทนโรค ทนแล้ง ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นและไม่เป็นสายพันธุ์รุกราน

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกพืชพรรณหลายชนิดผสมกัน ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถเป็นที่อยู่อาศัยของนก และผีเสื้อ ทำให้คนได้ใกล้ชิดธรรมชาติ ไม่ควรปลูกหญ้าเพียงอย่างเดียวเพราะนอกจากไม่มีความหลากหลายแล้วยังใช้น้ำมาก และควรเลือกต้นไม้ที่สามารถทนแล้งได้ดี

รูปที่ 7 พื้นที่โล่งควรปลูกพืชพรรณหลากหลายชนิดรวมกัน

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

สารานุกรมพืชในประเทศไทย สามารถดาวน์โหลดได้ที่ http://www.dnp.go.th/botany/PDF/publications/saranukrom.pdf 541 หน้า

รูปที่ 8 สารานุกรมพืชในประเทศไทย

ดูรายชื่อต้นไม้สายพันธุ์รุกรานและต้นไม้ในเขตร้อนชื้นสลับแล้ง และร้อนชื้นฝนชุก หน้า 78-82 ใน คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ของสถาบันอาคารเขียวไทย

ML 3	**การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดผลกระทบในการทำให้เกิดเกาะความความร้อนในเมือง ซึ่งเกิดจากการที่พื้นที่ดาดแข็งในโครงการดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของพื้นที่ดาดแข็งสูงขึ้น และคายความร้อนให้อากาศโดยรอบอาคาร

ข้อกำหนด

พื้นที่ดาดแข็งมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ดาดแข็งทั้งหมด ได้ดำเนินการตามมาตรการลดความร้อนโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง ดังนี้

1) กรณีที่มีพื้นคอนกรีตเก่า ให้ทำความสะอาดผิวเพื่อลดความเข้มของสีและทำให้มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้น

2) กรณีทำพื้นใหม่ ให้ใช้วัสดุที่มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (solar reflectance, SR) อย่างน้อย 0.33 (หรือร้อยละ 33)

3) ปลูกต้นไม้ใหญ่ ที่สามารถให้ร่มเงากับพื้นที่ดาดแข็งได้ โดยคิดเฉพาะพื้นที่ดาดแข็งซึ่งอยู่ภายใต้เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่มต้นไม้

4) ใช้บล็อกหญ้าซึ่งมีการปลูกพืชอย่างน้อยร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวบล็อกหญ้า

5) ใช้หลังคาที่มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (solar reflectance, SR) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.45 (หรือร้อยละ 45) คลุมพื้นที่ดาดแข็ง

แนวทางการออกแบบ

นอกจากการทำความสะอาดพื้นผิวคอนกรีตเดิม การเลือกวัสดุปูผิวดาดแข็งควรเลือกที่มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์สูง และหากสามารถวางตำแหน่งพื้นที่ดาดแข็ง เช่น ลานจอดรถ ให้ได้รับร่มเงาของอาคารหรืออาคารข้างเคียงในเวลากลางวัน ก็สามารถช่วยลดความร้อนได้มากยิ่งขึ้น ถ้าใช้หลังคาคลุมพื้นที่ดาดแข็ง เช่น ที่จอดรถ ควรเลือกวัสดุหลังคาที่มีค่าดัชนีการสะท้อนรังสีอาทิตย์สูง และถ้าใช้เป็นบล็อกหญ้าก็สามารถลดได้ทั้งความร้อน และช่วยลดปริมาณน้ำฝนไหลนองออกนอกพื้นที่ด้วย

ตารางที่ 2 ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ของผิวพื้นที่ดาดแข็ง

วัสดุ	ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (SR)	ค่าดัชนีการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (SRI)
คอนกรีตใหม่	0.35	35
คอนกรีตเดิม	0.20	19
คอนกรีตขาวใหม่	0.70	86
คอนกรีตขาวเก่า	0.40	45
แอสฟัลต์ใหม่	0.05	0
แอสฟัลต์เก่า	0.10	6

ที่มา : สถาบันอาคารเขียวไทย, คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน หน้า 119

Color		R	SRI
Aluminum Zinc (GL)		0.68 (initial) 0.55 (aged)	55 (initial) 28 (aged)
Oyster White (WH)		0.52	59
Polar White (PW)		0.58	69
Light Stone (LS)		0.50	58
Hawaiian Blue (BL)		0.32	33
Sahara Tan (ST)		0.36	38
Ash Grey (AS)		0.47	55
Burnished Bronze (BR)		0.28	29
Colony Green (GR)		0.34	36
Fern Green (FG)		0.27	27
Almond (AL)		0.63	76
Snow White (SW)		0.65	79
Brownstone (BS)		0.47	54
Copper Metallic (CM)		0.46	51
Scarlet Red (SR)		0.42	47
Harbor Blue (HB)		0.28	30
Hunter Green (HG)		0.35	39
Roman Blue (RB)		0.32	33
Colonial Red (CR)		0.34	37
Everglade (EG)		0.33	36
Slate Grey (SG)		0.37	41

Revision 10/1/2018

รูปที่ 9 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ

ที่มา : http://www.deansteelbuildings.com/products/panels/sr-sri-by-color/

รูปที่ 10 การปลูกต้นไม้เพื่อลดความร้อนให้พื้นที่ดาดแข็ง

รูปที่ 11 การใช้บล็อกหญ้าเพื่อลดความร้อนของพื้นที่ดาดแข็ง

ที่มา : https://www.ihome108.com/14-grass-block/

คำอธิบายเพิ่มเติม

ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (solar reflectance, SR)	คือ ความสามารถในการสะท้อนรังสีอาทิตย์ของวัสดุซึ่งมีค่าในช่วงสเกลตั้งแต่ 0 ถึง 1 (หรือร้อยละ 0-100) วัสดุที่มีสีอ่อนจะมีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์สูงกว่าวัสดุที่มีสีเข้ม
ค่าดัชนีการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (solar reflectance index, SRI)	เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการสะท้อนความร้อนของวัสดุเมื่อได้รับรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสูงขึ้น วัสดุที่มีสีดำมาตรฐาน (reflectance 0.05 และ emittance 0.90) มีค่า SRI = 0 และวัสดุสีขาวมาตรฐาน (reflectance 0.80 และ emittance 0.90) มีค่า SRI = 100 ค่า SRI ของวัสดุหาได้จากการคำนวณระหว่างวัสดุสีขาวและสีดำ โดยทั่วไปวัสดุสีเข้มจะมีค่า SRI น้อยกว่าวัสดุที่มีสีขาวหรือสีอ่อน การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีค่า SRI สูงเพื่อลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง

ML 4	**การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดปริมาณน้ำฝนไหลนองออกนอกพื้นที่โครงการ

ข้อกำหนด

ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยของ*ทั้งโครงการ* (ไม่รวมพื้นที่หน่วงน้ำ) โดยหาค่าเฉลี่ยระหว่างสัมประสิทธิ์การไหลของพื้นแต่ละประเภทและขนาดพื้นที่ประเภทนั้นๆ โดยให้ค่าเฉลี่ยที่ได้น้อยกว่า 0.7 โดยค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยทั้งโครงการคำนวณได้จากสูตร[1] ดังนี้

$$C = \frac{\sum CiAi}{\sum Ai}$$

C = *สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยทั้งโครงการ*

Ci = *สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวของพื้นแต่ละชนิด*

Ai = *ขนาดพื้นที่ผิวของพื้นแต่ละชนิด (ตารางเมตร)*

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบให้มีพื้นที่ซึมน้ำ เช่น การใช้บล็อกหญ้า ผิวกรวด หรือมีการเว้นช่องระหว่างพื้นผิวดาดแข็งให้น้ำซึมได้โดยการจัดสวนปลูกต้นไม้ การจัดสวนรับน้ำฝน (rain garden) เป็นต้น

รูปที่ 12 สวนรับน้ำฝน (rain garden) และทางเดินผิวดาดแข็งที่น้ำซึมได้

[1] คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC/CS), หน้า 88-90

ตารางที่ 3 ข้อมูลเพิ่มเติมในการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน

ชนิดของผิวพื้น	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิว (runoff coefficient)
ทางเดินคอนกรีต ทางเดินแอสฟัลต์	0.95
ทางเดินอิฐ	0.85
ทางเดินกรวด	0.75
หลังคาทั่วไป	0.95
หลังคาปลูกต้นไม้ (<10 เซนติเมตร)	0.50
หลังคาปลูกต้นไม้ (10-20 เซนติเมตร)	0.30
หลังคาปลูกต้นไม้ (>20-50 เซนติเมตร)	0.20
หลังคาปลูกต้นไม้ (>50 เซนติเมตร)	0.10
สนามหญ้าพื้นราบ (0-1% ลาดเอียง)	0.25
ผิวปลูกต้นไม้คลุม พื้นราบ (0-1% ลาดเอียง)	0.10

ที่มา : ปรับจากตารางในคู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC/CS), หน้า 88

ตัวอย่าง โครงการมีพื้นที่ 10,000 ตารางเมตร เป็นลานจอดรถและถนน 5,000 ตารางเมตร หลังคา 1,000 ตารางเมตร สนามหญ้า 4,000 ตารางเมตร

ส่วนประกอบโครงการ	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิว
ลานจอดรถและถนนคอนกรีต	5,000	0.95
หลังคาคอนกรีต	1,000	0.95
สนามหญ้า	4,000	0.25

$$C = \frac{0.95(5,000)+0.95(1,000)+0.25(4,000)}{10,000} = 0.67$$

สรุป ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยทั้งโครงการมีค่า = 0.67 < 0.7 (เกณฑ์)
ดังนั้น ผ่านเกณฑ์

ML 5	**ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง**	-

วัตถุประสงค์

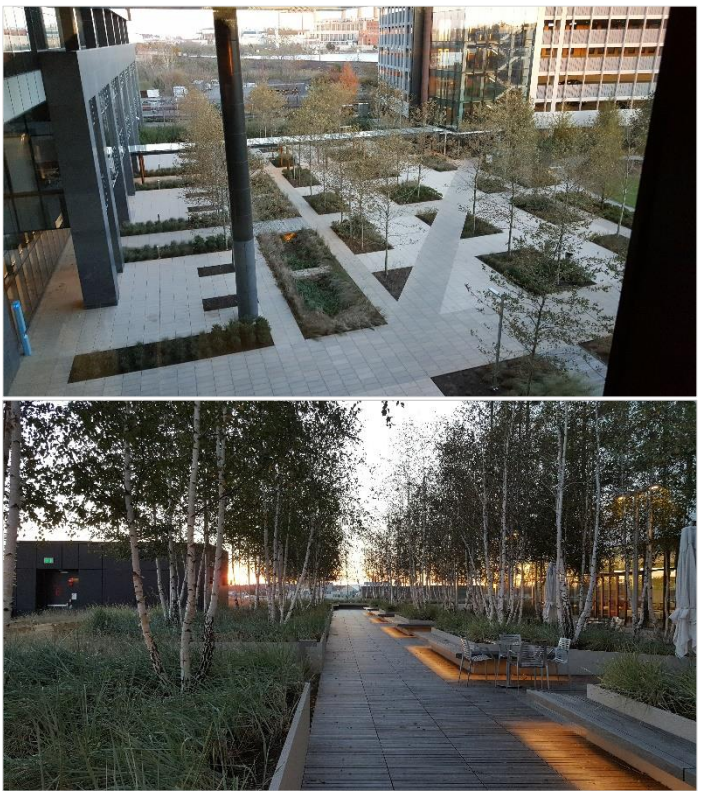
เพื่อให้โครงการมีสภาพแวดล้อมธรรมชาติมากขึ้น สร้างที่อยู่อาศัยของสัตว์ และเพิ่มสมดุลในระบบนิเวศ ทำให้คนมีโอกาสใกล้ชิดธรรมชาติ ซึ่งเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้แก่ผู้ใช้อาคาร รวมทั้งชุมชนโดยรอบ

ข้อกำหนด

ออกแบบให้มีพื้นที่ว่างมากกว่าที่กำหนดตามกฎหมายผังเมือง หรือพื้นที่ว่างตามกฎหมายควบคุมอาคาร หรือพื้นที่ว่างที่เกิดจากระยะถอยร่นขั้นต่ำจากแนวเขตที่ดินตามกฎหมาย โดยให้เลือกขนาดพื้นที่ว่างที่มากที่สุดเป็นเกณฑ์ และให้ออกแบบให้มีพื้นที่ว่างมากกว่าขนาดพื้นที่ว่างมากที่สุดที่ต้องการตามกฎหมาย อีกอย่างน้อยร้อยละ 10 โดยต้องจัดเป็นพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ คือ พื้นที่*สวน* พื้นที่*สระน้ำธรรมชาติ*ที่มีความสวยงาม *ลาน*สำหรับการพักผ่อน หรือออกกำลังกาย แต่ต้องไม่ใช่ที่ว่างซึ่งเป็นที่จอดรถหรือถนน

แนวทางการออกแบบ

พื้นที่ว่างที่เพิ่มขึ้นนี้ถ้าเป็นพื้นที่*สวน* ไม่ควรปลูกหญ้าเพียงอย่างเดียว แต่ควรปลูกต้นไม้หลายพันธุ์รวมกัน ให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่*สระน้ำ*สามารถใช้ประโยชน์เพื่อหน่วงน้ำมิให้ออกนอกโครงการและปลูกพืชให้ความสวยงาม ส่วนพื้นที่*ลานกิจกรรม* เช่น ลานออกกำลังกาย ควรออกแบบให้น้ำซึมลงดินได้ ไม่ควรทำลานผิวดาดแข็งขนาดใหญ่ที่ไม่มีร่มเงา เพราะจะสร้างความร้อนในที่ตั้งโครงการ



รูปที่ 13 พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ

นิยามศัพท์

ที่ว่าง	พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวอาจจะจัดให้เป็นบ่อน้ำ สระว่ายน้ำ บ่อพักน้ำเสีย ที่พักมูลฝอย ที่พักรวมมูลฝอย หรือที่จอดรถ ที่อยู่ภายนอกอาคารก็ได้ และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.2 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น จากนิยามคำว่า “ที่ว่าง” แก้ไขเพิ่มเติมโดย กฎกระทรวง ฉบับที่ ๕๐ (พ.ศ. ๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒
พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ (ecological open space)	พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม รวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.2 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น อันประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 40 ของพื้นที่ อาจรวมถึงบ่อน้ำลักษณะธรรมชาติ และพื้นที่ดาดแข็งที่มีกิจกรรมบนพื้นที่ดาดแข็งเป็นไปเพื่อการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน อาทิเช่น ทางเดินเท้า ลานกิจกรรม แต่จะต้องไม่ใช้พื้นที่สำหรับรถยนต์หรือที่จอดรถยนต์

หมวด 3 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม
(Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**	
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ
AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	-
AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**	
AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	บังคับ
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ
AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	-
AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-
AE 2.5	การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง	-
AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	-
AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	-
AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	-
AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	-
AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	-
AE 3	**การเลือกใช้วัสดุ**	
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	บังคับ
AE 3.2	การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	-
AE 3.3	วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	-
AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**	
AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	บังคับ
AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	บังคับ

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	-
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	-
AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-
AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-
AE 5	**ระบบปรับอากาศ**	
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	บังคับ
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ
AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	บังคับ
AE 5.5	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-
AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-
AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-
AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	-
AE 6	**ระบบระบายอากาศ**	
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-
AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-
AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-
AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**	
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	-
AE 8	**ระบบการจัดการพลังงาน**	
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	-
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**	
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อยประจำอาคาร	-
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	-
AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**	
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	-
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	-

AE 1	การออกแบบเปลือกอาคาร

AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ

วัตถุประสงค์

1) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผนังอาคารในส่วนที่ปรับอากาศ ทำให้ลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้ และสามารถช่วยลดพลังงานในการปรับอากาศ

2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหลังคาในการป้องกันความร้อนจากภายนอก ให้กับพื้นที่ใช้สอยทั้งส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

ข้อกำหนด

1) **ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (overall thermal transfer value, OTTV)** *เฉพาะผนังภายนอกส่วนที่ปรับอากาศ* ดีกว่าเกณฑ์ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

2) **ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (roof thermal transfer value, RTTV)** *ของทั้งอาคาร (ทั้งส่วนที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ)* ดีกว่าเกณฑ์ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

โดยให้ใช้โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (building energy code, BEC) ของกระทรวงพลังงานในการคำนวณ

แนวทางการออกแบบ

1) ควรออกแบบให้อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงและ/หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา (window to wall ratio, WWR) มีค่าไม่เกินร้อยละ 40 เนื่องจากอาคารที่มีค่า OTTV สูงมักเกิดจากการที่มีช่องหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงขนาดใหญ่มาก ในส่วนของผนังทึบควรใช้วัสดุผนังที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง โดยถ้าเป็นผนังระบบโครงคร่าว ควรใส่ฉนวนเพื่อลดความร้อน ในส่วนของผนังโปร่งแสงหรือหน้าต่าง ควรเลือกใช้กระจกที่มีค่า solar heat gain coefficient (SHGC) ต่ำ และมีค่า light to solar gain ratio (LSG) มากกว่า 1

2) สำหรับการลดค่า RTTV สามารถทำได้โดยการใช้ฉนวน และการใช้วัสดุหลังคาที่มีสีอ่อน

3) ปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้กำหนดฉลากประสิทธิภาพสูง หรือฉลากเบอร์ 5 สำหรับฉนวนใยแก้ว คอนกรีตมวลเบา กระจก สีทาภายนอก และกระเบื้องหลังคา ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถช่วยลดค่า OTTV และ RTTV ให้ต่ำลงไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด

รูปที่ 14 โปรแกรม building energy code (BEC)

คำอธิบายเพิ่มเติม

กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ได้กำหนดให้อาคาร 9 ประเภท ที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (overall thermal transfer value, OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (roof thermal transfer value, RTTV) *ในส่วนที่มีการปรับอากาศ* ดังนี้

ตารางที่ 4 ค่า OTTV และ RTTV ของอาคารส่วนที่มีการปรับอากาศตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

ประเภทอาคาร	ค่า OTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)	ค่า RTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)
สถานศึกษา สำนักงาน	50	15
โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40	12
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30	10

นิยามศัพท์

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (overall thermal transfer value, OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกัน มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (roof thermal transfer value, RTTV) คือ ค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

AE 1.2	**ค่าการสะท้อนแสงของกระจก**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดผลกระทบของการสะท้อนแสงของกระจกหรือวัสดุผิวมันวาวต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

ข้อกำหนด

ค่าการสะท้อนแสงของกระจกไม่เกินร้อยละ 15 โดยให้ใช้ค่าอ้างอิงจากผู้ผลิตกระจก

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกกระจกที่มีค่าการสะท้อนแสงของกระจกภายนอกอาคารไม่เกินร้อยละ 15 เมื่อวัดในมุมตั้งฉาก กระจกที่มีการสะท้อนแสงมากอาจจะลดความร้อนได้ดี แต่ขณะเดียวกัน จะยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้าสู่อาคารได้น้อย ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้เท่าที่ควร ซึ่งควรดูที่ค่า light to solar gain (LSG) มากกว่า 1 ด้วย

AGC
กระจกไทยอาซาฮี
AGC FLAT GLASS (THAILAND)

Clear Float

Product Specification:

Type	Thickness (mm.)	Light Performances EN			Energy Performances EN			Energy Performances ISO			Energy Performances NFRC			U Value EN		U Value ISO		U Value NFRC
		LT (%)	LR Out (%)	LR In (%)	SF (%)		SHGC (%)	SC						W/(m².K)		W/(m².K)		U-Summer W/(m².K)
Clear Float	2.0																	
	3.0	90	8	8	0.86	0.87	0.87	0.99	0.99	1.00				5.79		5.84		5.92
	4.0	89	8	8	0.85	0.85	0.85	0.97	0.98	0.98				5.76		5.80		5.88
	5.0	89	8	8	0.83	0.84	0.84	0.96	0.96	0.96				5.73		5.77		5.85
	6.0	88	8	8	0.82	0.82	0.82	0.94	0.94	0.95				5.69		5.74		5.82
	8.0	87	8	8	0.79	0.80	0.80	0.91	0.91	0.92				5.64		5.68		5.75
	10.0	86	8	8	0.77	0.77	0.77	0.88	0.88	0.89				5.57		5.62		5.69
	12.0	85	8	8	0.74	0.74	0.75	0.85	0.85	0.86				5.50		5.54		5.61
	15.0	83	8	8	0.72	0.73	0.74	0.83	0.84	0.85				5.41		5.45		5.52
	19.0	81	7	7	0.69	0.69	0.70	0.79	0.80	0.81				5.30		5.34		5.39

Remark :
1. The energy properties are calculated according to ISO 9050/ 10292
2. The tolerance of published data with respect to photometric properties is +/- 3 points
3. The U value tolerance is +/- 0.1 W/(m².K)
AGC Flat Glass (Thailand) can not be held responsible for any deviation between the data introduced and the conditions on site.

รูปที่ 15 ค่าการสะท้อนแสงของกระจกสู่ภายนอก

ที่มา : https://www.agc-flatglass.co.th/product/

คำอธิบายเพิ่มเติม

light to solar gain (LSG)	คือ ค่าการส่องผ่านของแสงธรรมชาติ (visible light transmittance, VT) ต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient, SHGC) ค่า LSG อาจจะสามารถหาได้โดยตรงจากเอกสารประกอบการขายของผู้ผลิตกระจก หรืออาจจะหาได้จากการคำนวณโดยการนำเอาค่า VT มาหารด้วย SHGC ผู้ผลิตกระจกส่วนใหญ่จะมีข้อมูลค่า VT และ SHGC ของกระจกแต่ละชนิดที่จำหน่าย

นิยามศัพท์

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient, SHGC)	คือ อัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านวัสดุผนังและหลังคาส่วนที่โปร่งแสงหรือโปร่งใสของช่องแสง และก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคาร ค่าดังกล่าวรวมผลของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงโดยตรงกับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากรังสีอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้ในตัวกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงเข้ามายังภายในอาคาร

AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**

AE 2.1	**ห้องเก็บขยะรีไซเคิล**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อจัดเตรียมพื้นที่คัดแยกขยะหรือเศษวัสดุ ทำให้เกิดความสะดวกในการบริหารจัดการและการเคลื่อนย้ายรวดเร็วในการจัดการวัสดุที่จะนำมาใช้ใหม่

ข้อกำหนด

1) มีพื้นที่หรือห้องคัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยพื้นที่ดังกล่าวต้องมิดชิดและเข้าถึงได้ง่าย พื้นที่คัดแยกขยะนี้อาจจัดให้อยู่ในอาคารที่ออกแบบ หรือ ใช้พื้นที่ส่วนกลางที่จัดเป็นโรงคัดแยกขยะสำหรับใช้ร่วมกันของทุกอาคารในหน่วยงานนั้นก็ได้

2) มีจุดทิ้งขยะที่ระบุไว้อย่างชัดเจนในแต่ละชั้นของอาคาร หรือส่วนของอาคาร โดยจุดทิ้งขยะดังกล่าวต้องมีถังคัดแยกขยะ ได้แก่ ขยะเปียก ขยะอันตราย และขยะแห้งที่มีการแยกเป็นประเภท เช่น กระดาษ โลหะ แก้ว และพลาสติก เป็นต้น

แนวทางการออกแบบ

ผู้ออกแบบพิจารณาขนาดที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ห้องคัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอาคาร และให้กำหนดที่ตั้งห้องคัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุให้ชัดเจน ง่ายต่อการบริหารจัดการในอนาคต และต้องมีแผนการดำเนินการบริหารจัดการขยะของอาคาร

รูปที่ 16 ถังคัดแยกขยะและห้องเก็บขยะรีไซเคิล

AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้น้ำของอาคาร โดยการเลือกสุขภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำ

ข้อกำหนด

สุขภัณฑ์ทั้งหมดในโครงการเป็นสุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียวหรือได้มาตรฐานการประหยัดน้ำ ดังนี้

1) โถส้วม มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 6.0 ลิตรต่อครั้ง
2) วาล์วขับล้างสำหรับโถปัสสาวะชาย มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 3.0 ลิตรต่อครั้ง
3) ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 4.5 ลิตรต่อนาที
4) ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 4.5 ลิตรต่อนาที
5) ฝักบัวอาบน้ำ มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 6.5 ลิตรต่อนาที

แนวทางการออกแบบ

สำหรับโถส้วม ถ้าใช้ชนิดเลือกกดน้ำได้ 2 จังหวะ คือ มากและน้อย จะสามารถประหยัดน้ำได้เพิ่มขึ้น

รูปที่ 17 สุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียว

AE 2.3	**ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อาคารประจำและทั่วไปที่ใช้รถจักรยาน อันเป็นการส่งเสริมให้ใช้รถจักรยานเพิ่มมากขึ้น

ข้อกำหนด

มีห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน โดยอาจจะอยู่ในอาคาร หรืออยู่ในอาคารอื่นใกล้เคียงกัน เช่น ศูนย์ออกกำลังกาย ที่พนักงานสามารถใช้ได้ โดยมีระยะห่างจากทางเข้าอาคารไม่เกิน 100 เมตร

โดยมีทางเลือกในการคำนวณจำนวนห้องอาบน้ำ ดังนี้

ทางเลือก 1 กำหนดให้มีห้องอาบน้ำจำนวน 1 ห้องต่อผู้ใช้อาคารประจำ 100 คนแรก และส่วนที่เกิน 100 คน กำหนดให้มีห้องอาบน้ำจำนวน 1 ห้องต่อผู้ใช้อาคารประจำ 150 คน

ทางเลือก 2 จำนวนห้องอาบน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของจำนวนผู้ใช้อาคารประจำ

แนวทางการออกแบบ

ตำแหน่งของห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุด ควรตั้งอยู่ในบริเวณที่เข้าถึงได้ง่าย สะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน และปลอดภัยจากการโจรกรรม เช่น มีตู้ล็อกเกอร์สำหรับเก็บเสื้อผ้า และอยู่ใกล้ที่จอดรถจักรยานและทางเข้าอาคาร เป็นต้น

รูปที่ 18 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน

AE 2.4	**ระบบดักฝุ่นทางเข้า**	**-**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดมลพิษและฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ผ่านบริเวณทางเข้าอาคารซึ่งมักติดมากับรองเท้า

ข้อกำหนด

ติดตั้งระบบเก็บกักฝุ่นละอองบริเวณทางเข้าอาคาร ดังนี้

1) บริเวณทางเข้าหลัก ที่ด้านในของอาคาร ให้ติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น ตลอดความกว้างของประตู และยาวตามแนวทางเดินอย่างน้อย 2 เมตร ในกรณีที่โถงทางเข้ามีประตู 2 ชั้น ให้ติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่นระหว่างประตู

2) บริเวณทางเข้ารองหรือทางเข้าอื่นๆ สามารถใช้แผ่นวัสดุรองพื้นหรือวัสดุปูพื้นประเภทอื่นๆ เพื่อดักฝุ่นได้

แนวทางการออกแบบ

ในกรณีโถงทางเข้าอาคารเป็นพื้นที่ปรับอากาศ ควรทำประตูสองชั้น และติดตั้งระบบกักเก็บฝุ่นระหว่างประตูสองชั้น กรณีเป็นประตูชั้นเดียวควรติดไว้ด้านในอาคาร เพราะถ้าติดภายนอกอาคาร อาจจะเก็บฝุ่นที่ปลิวจากภายนอกไว้จำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถดักฝุ่นที่ติดมากับรองเท้าได้ดีเท่าที่ควร และควรเลือกวัสดุที่มีส่วนผสมสารกันไฟลาม ทำความสะอาดได้ง่าย โดยการฉีดน้ำล้าง สะบัดหรือดูดฝุ่น

รูปที่ 19 การติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น

ที่มา : http://www.pawling.com/products/entrance-matting-systems?page=4

AE 2.5	**การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการสะท้อนของเสียงภายในอาคาร ที่ทำให้เกิดเสียงดังรบกวนต่อประสิทธิภาพในการทำงาน

ข้อกำหนด

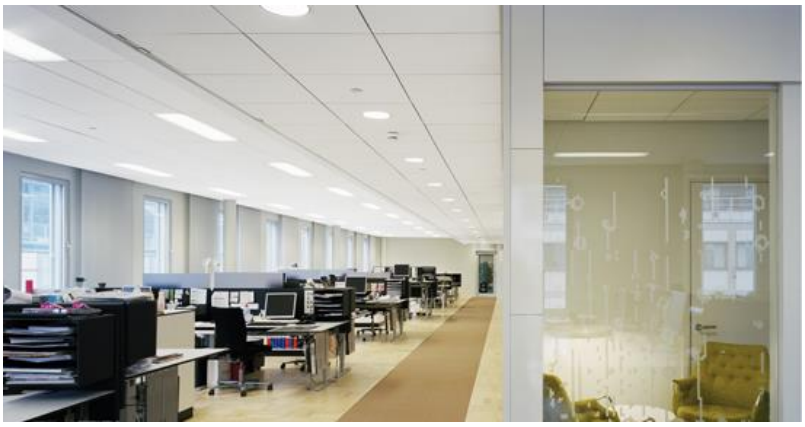
1) พื้นที่ฝ้าเพดานของสำนักงานแบบเปิดโล่งอย่างน้อยร้อยละ 75 (ยกเว้นพื้นที่ติดตั้งดวงโคม หัวจ่ายแอร์ และช่องแสงหลังคา) เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

2) พื้นที่ฝ้าเพดานของห้องประชุมอย่างน้อยร้อยละ 50 เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

3) พื้นที่ผนังภายในห้องทำงานแบบปิดและสำนักงานแบบเปิดอย่างน้อยร้อยละ 25 ใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

แนวทางการออกแบบ

วัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ยิ่งสูงยิ่งดี โดยอาจใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานตกแต่งภายใน ทำให้เกิดความสวยงาม การใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังจะช่วยลดเสียงได้ดีกว่าที่ฝ้าเพดาน แต่การใช้ฝ้าเพดานดูดกลืนเสียงจะราคาถูกกว่า



รูปที่ 20 ห้องที่มีการใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังและฝ้าเพดาน

ตารางที่ 5 ค่า NRC ของวัสดุต่างๆ

ชนิดวัสดุก่อสร้าง		ความถี่ (Hz)						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
อิฐมอญ	- ไม้ขัดมัน	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05
	- ไม้ขัดมัน และทาสี	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00
พรม	- ความหนา 3 มิลลิเมตร	0.05	0.05	0.01	0.02	0.03	0.04	0.15
	- ความหนา 6 มิลลิเมตร	0.05	0.10	0.10	0.30	0.40	0.50	0.25
	- ความหนา 8 มิลลิเมตร	0.05	0.15	0.30	0.40	0.50	0.60	0.35
ฝ้า	- แผ่นฝ้า Mineral หนา 15 มิลลิเมตร	0.31	0.29	0.51	0.70	0.71	0.71	0.55
	- แผ่นฝ้าใยแก้ว หนา 25 มิลลิเมตร	0.66	0.76	0.60	0.80	0.89	0.80	0.75
	- แผ่นฝ้าใยแก้ว ปิดผิวด้วยผ้าใยแก้ว หนา 38 มิลลิเมตร	0.80	0.96	0.88	1.04	1.05	1.06	1.00
อิฐบล็อค	- ไม่ทาสี	0.36	0.44	0.31	0.29	0.29	0.25	0.35
	- ทาสี	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.05
ผ้า	- ผ้ากำมะหยี่ น้ำหนัก 10 ออนซ์/ตารางหลา	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35	0.15
	- ผ้ากำมะหยี่ น้ำหนัก 14 ออนซ์/ตารางหลา ปิด/คลุมไว้ 1/2 ของพื้นที่	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60	0.55
	- ผ้ากำมะหยี่ น้ำหนัก 18 ออนซ์/ตารางหลา ปิด/คลุมไว้ 1/2 ของพื้นที่	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65	0.60
พื้น	- คอนกรีตหรือพื้นหินขัด	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00
	- กระเบื้องยางบนพื้นคอนกรีต	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
	- ไม้	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	0.10
	- ไม้ปาร์เก้บนพื้นคอนกรีต	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05
กระจก	- ประตู/หน้าต่าง กระจกบานใหญ่หนา 6 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วยวัสดุ (ติดตาย)	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05
	- ประตู/หน้าต่าง กระจกเปิดปิดได้ชนิด 24 ออนซ์ (ในสภาพที่ปิดอยู่)	0.10	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05
ยิปซัมบอร์ด	- ความหนา 12.5 มิลลิเมตร ขนาด 0.60 x 1.20 เมตร ระยะยึด 0.40 เมตร ทาสีทับ	0.10	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.05
กระเบื้องหินอ่อน, ปูนปลาสเตอร์,	- ฉาบหยาบ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
ยิปซัมหรือปูนขาว	- ฉาบละเอียด	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05
แผ่นไม้อัดแข็ง	- ความหนา 6 มิลลิเมตร	0.58	0.22	0.07	0.04	0.03	0.07	0.10
แผ่นวัสดุกรุผนัง	- แผ่นใยแก้ว หนา 50 มิลลิเมตร	0.05	0.30	0.80	1.00	1.02	0.95	0.80
ผิวน้ำ	- สระว่ายน้ำ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00
หลังคาไม้	- วัสดุหลังคาประเภทเข้าลิ้น	0.24	0.19	0.14	0.08	0.13	0.10	0.15

ที่มา : https://www.usgboral.com/th_th/solutions/partition-system/sound-insulation-wall-system.html

คำอธิบายเพิ่มเติม

ค่าการดูดกลืนเสียง noise reduction coefficient (NRC) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการดูดกลืนเสียงของวัสดุเพื่อใช้ลดความกังวานของห้อง โดยมีค่าตั้งแต่ 0-1 ค่า NRC ที่สูง หมายถึง สามารถดูดกลืนเสียงได้มาก ค่า NRC ได้จากการนำค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของวัสดุ (sound absorption coefficient, SAC) ที่ 4 ความถี่คือ 250, 500, 1,000, 2,000 Hz มาเฉลี่ยกันและปัดทศนิยมให้ใกล้ 0.05

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง sound absorption coefficient (SAC) เป็นค่าที่แสดงความสามารถในการดูดกลืนเสียง ตามมาตรฐาน ASTM C423 ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-1 ค่าที่เข้าใกล้ 1 หมายถึง ดูดกลืนเสียงได้มาก วัสดุแต่ละชนิดสามารถดูดกลืนเสียงได้ดีที่ความถี่ต่างกัน

AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	-

วัตถุประสงค์

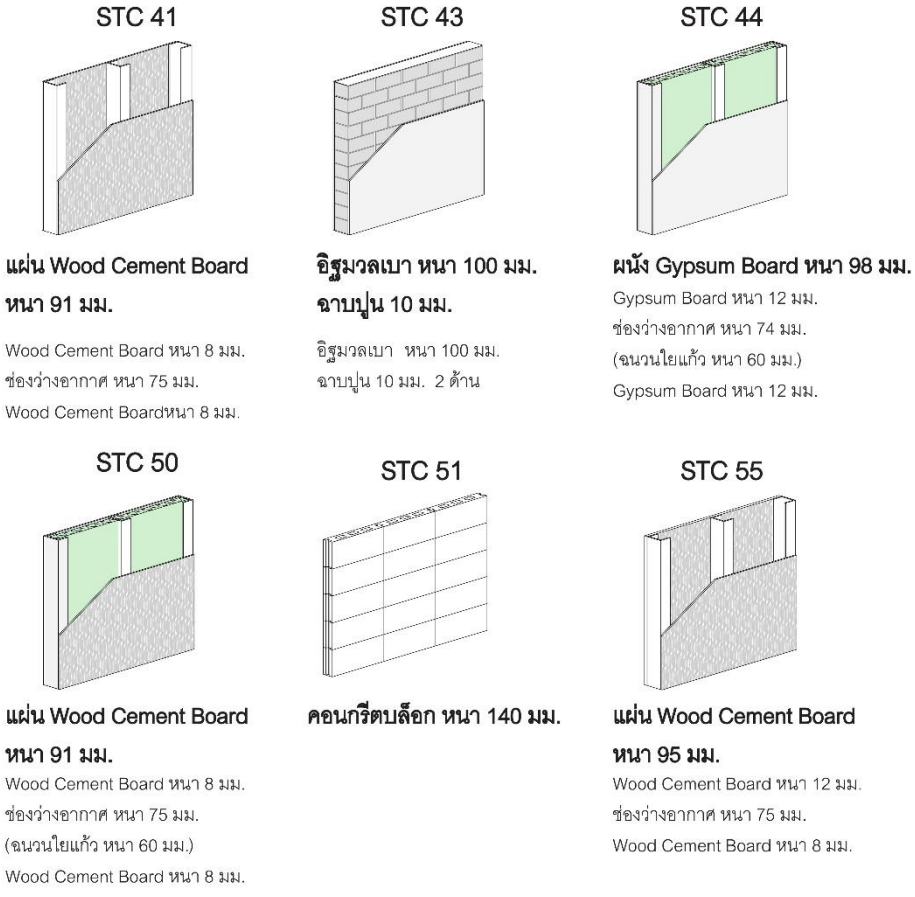
เพื่อลดปัญหาเสียงรบกวนระหว่างห้องภายในอาคาร ทำให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

ข้อกำหนด

1) ผนังที่กั้นระหว่างสำนักงานทั่วไป มีค่า STC = 40 - 50
2) ผนังที่กั้นระหว่างห้องเครื่องและห้องที่มีคนใช้งาน มีค่า STC = 50 - 60

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกผนังที่มีส่วนประกอบของชั้นวัสดุต่างๆ และมีค่า STC อยู่ในช่วงที่กำหนด STC ยิ่งสูงจะยิ่งกันเสียงได้มาก โดยจะต้องติดตั้งให้ผนังสูงจากพื้นจรดพื้นชั้นบนด้วย มิฉะนั้นแล้วความสามารถในการกันเสียงที่ได้จะลดต่ำลง



รูปที่ 21 ผนังที่มีค่า STC ระหว่าง 40 - 60

คำอธิบายเพิ่มเติม

sound transmission class (STC) คือ ตัวเลขที่แสดงระดับชั้นการลดเสียงผ่านผนังที่ส่งผ่านทางอากาศในช่วงความถี่ 125-4,000 เฮิรตซ์ (Hz) ซึ่งครอบคลุมความถี่ของเสียงที่พบเป็นส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวัน โดยค่า STC ที่สูง แสดงว่าระบบดังกล่าวสามารถลดเสียงได้ดี

ตารางที่ 6 ค่า STC ของผนังแบบต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	STC
อิฐมวลเบา หนา 75 มิลลิเมตร ฉาบปูน 10 มิลลิเมตร	37
อิฐมวลเบา หนา 100 มิลลิเมตร ฉาบปูน 10 มิลลิเมตร	43
คอนกรีตบล็อก หนา 70 มิลลิเมตร กรอกปูน หรือคอนกรีตบล็อกตัน หนา 68 มิลลิเมตร (ความหนาแน่น 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	47
คอนกรีตบล็อก หนา 90 มิลลิเมตร ไม่กรอกปูน	45
คอนกรีตบล็อก หนา 90 มิลลิเมตร กรอกปูน	48
คอนกรีตบล็อก หนา 140 มิลลิเมตร กรอกปูน	51
คอนกรีตบล็อก หนา 90 มิลลิเมตร / ช่องว่าง 30 มิลลิเมตร / คอนกรีตบล็อก หนา 90 มิลลิเมตร	60-70
ผนัง gypsum board หนา 98 มิลลิเมตร (12 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 74 มิลลิเมตร / 12 มิลลิเมตร)	35
ผนัง gypsum board หนา 98 มิลลิเมตร (12 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 74 มิลลิเมตร + ฉนวนใยแก้ว หนา 60 มิลลิเมตร / 12 มิลลิเมตร)	44
ผนัง gypsum board หนา 122 มิลลิเมตร (12+12 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 74 มิลลิเมตร + ฉนวนใยแก้ว หนา 60 มิลลิเมตร / 12+12 มิลลิเมตร)	49
ผนัง gypsum board หนา 94 มิลลิเมตร (แผ่นยิปซัมความหนาแน่นสูง 15 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 64 มิลลิเมตร + ฉนวนใยแก้ว หนา 50 มิลลิเมตร / แผ่นยิปซัมความหนาแน่นสูง 15 มิลลิเมตร) หมายเหตุ : แผ่นยิปซัมความหนาแน่นสูงมากกว่า 13.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	48
แผ่น wood cement board หนา 91 มิลลิเมตร (8 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 75 มิลลิเมตร / 8 มิลลิเมตร)	41
แผ่น wood cement board หนา 91 มิลลิเมตร (8 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 75 มิลลิเมตร + ฉนวนใยแก้ว หนา 60 มิลลิเมตร / 8 มิลลิเมตร)	50
แผ่น wood cement board หนา 95 มิลลิเมตร (12 มิลลิเมตร / ช่องว่างอากาศ 75 มิลลิเมตร / 8 มิลลิเมตร)	55

ที่มา : การออกแบบคุณภาพเสียงในอาคาร 2561, สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, หน้า 80-81

AE 2.7	**สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ**	-

วัตถุประสงค์

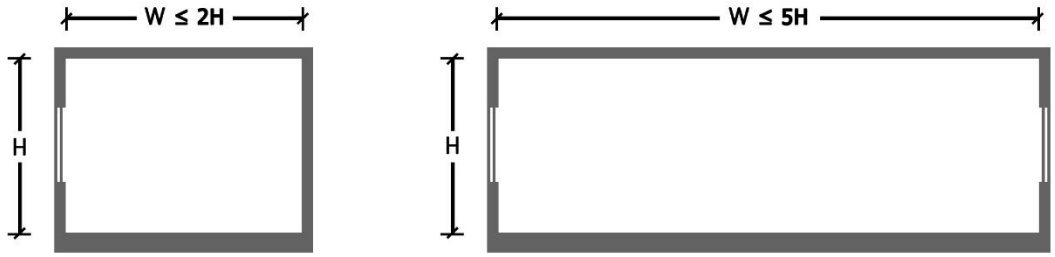
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศตามธรรมชาติโดยการออกแบบให้ขนาดของห้องไม่ลึกจากหน้าต่างมากเกินไป

ข้อกำหนด

มากกว่าร้อยละ 50 ของห้องที่มีผู้ใช้งาน หรือมีการชุมนุมกัน ที่ระบายอากาศตามธรรมชาติมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ดังนี้

1) ห้องที่ระบายอากาศด้านเดียว (single sided ventilation) กำหนดให้ระยะความลึกของห้องวัดจากหน้าต่างภายนอก (W) และความสูงจากพื้นถึงเพดาน (H) ต้องอยู่ในระยะ $W \leq 2H$

2) ห้องที่ระบายอากาศ 2 ด้านที่ตรงกันข้าม (cross ventilation) กำหนดให้ $W \leq 5H$



รูปที่ 22 ขนาดของห้องที่ระบายอากาศธรรมชาติมีคุณสมบัติตามเกณฑ์

แนวทางการออกแบบ

นอกจากอาคารจะมีสัดส่วนข้างต้นแล้ว หน้าต่างควรอยู่ในด้านที่ได้รับลมประจำถิ่น ซึ่งขึ้นกับสภาพที่ดินของแต่ละโครงการ และควรออกแบบให้มีกันสาดเหนือหน้าต่าง เพื่อช่วยกันฝนและสามารถระบายอากาศได้ในขณะฝนตก

AE 2.8	**พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในการประหยัดพลังงาน และส่งเสริมการทำงานของระบบร่างกาย และเกิดความผ่อนคลายทางจิตใจ

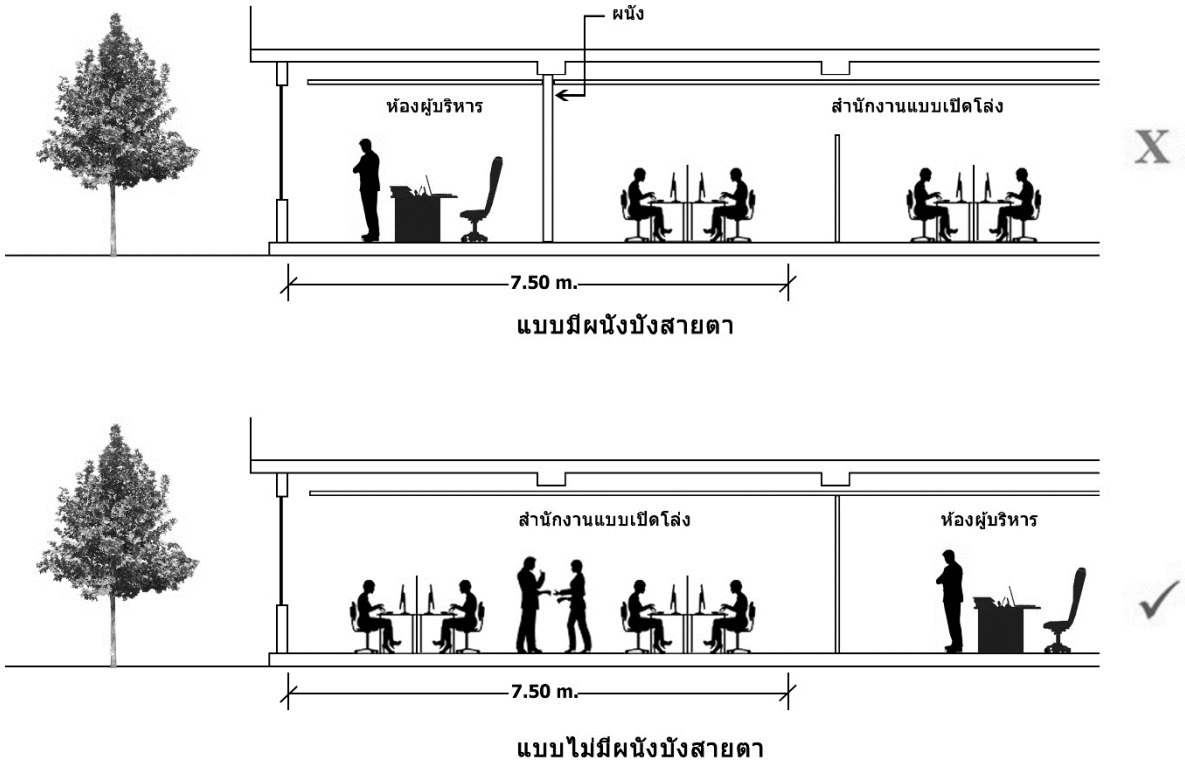
ข้อกำหนด

ร้อยละ 75 ของพื้นที่ทั้งหมดที่มีคนนั่งทำงาน (workstations) อยู่ในระยะ 7.5 เมตร จากริมหน้าต่างที่เห็นทิวทัศน์ภายนอก และ

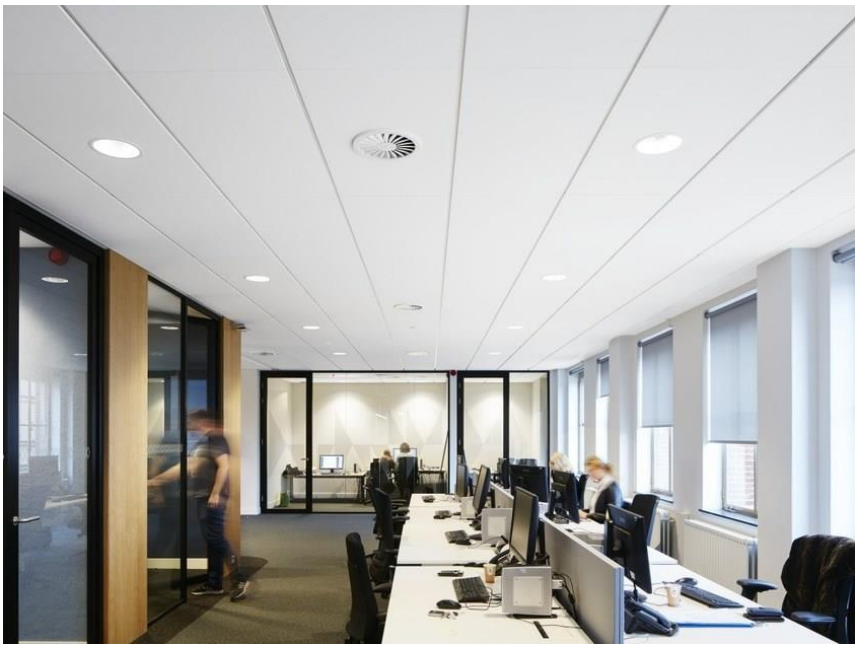
ร้อยละ 95 ของพื้นที่ทั้งหมดที่มีคนนั่งทำงาน (workstations) อยู่ในระยะ 12 เมตร จากริมหน้าต่าง โดยสามารถมองผ่านหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงออกสู่ภายนอกได้ โดยไม่มีผนังทึบภายในบังสายตา

แนวทางการออกแบบ

จัดห้องที่มีผนังทึบเพื่อความเป็นส่วนตัว เช่น ห้องประชุมไว้ด้านในอาคาร และจัดพื้นที่ทำงานที่เป็นสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง



รูปที่ 23 ตัวอย่างการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง



รูปที่ 24 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก

AE 2.9	**พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้ผู้ใช้งานอาคาร ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง ซึ่งสามารถลดพื้นที่ดาดแข็งที่ใช้สำหรับจอดรถ และปรับเป็นพื้นที่สีเขียวหรือลานพื้นที่ทำกิจกรรมต่างๆ

ข้อกำหนด

มีพื้นที่จอดรถจักรยาน หรือห้องเก็บรถจักรยานเพียงพอต่อผู้ใช้งานอาคาร โดยมีทางเลือกในการคำนวณที่จอดรถจักรยาน ดังนี้

ทางเลือก 1 ที่จอดรถจักรยานไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของผู้ใช้อาคารประจำ และผู้ใช้อาคารชั่วคราวสูงสุดของวัน

ทางเลือก 2

2.1 ที่จอดรถจักรยาน อย่างน้อย 10 คัน สำหรับอาคารที่มีพื้นที่ 1,000 ถึง 3,000 ตารางเมตร

2.2 สำหรับอาคารที่มีพื้นที่มากกว่า 3,000 ตารางเมตร ให้คำนวณดังนี้

1) พื้นที่อาคาร ขนาด 15,000 ตารางเมตรแรก กำหนดให้มีที่จอดรถจักรยาน จำนวน 1 คัน ต่อพื้นที่อาคาร 300 ตารางเมตร

2) พื้นที่อาคารส่วนที่เกิน 15,000 ตารางเมตร กำหนดให้มีที่จอดรถจักรยาน จำนวน 1 คัน ต่อพื้นที่อาคาร 1,000 ตารางเมตร

ทางเลือก 3 จัดที่จอดรถจักรยานแบบแบ่งปัน (bike sharing) โดยที่ผู้ให้บริการสามารถจัดให้มีรถจักรยานหมุนเวียนให้เพียงพอกับความต้องการได้ตลอดเวลา

แนวทางการออกแบบ

อาจจัดห้องเก็บรถจักรยาน สำหรับพนักงานประจำซึ่งใช้เวลาจอดนาน ซึ่งอยู่ใกล้ทางเข้าและห้องอาบน้ำเปลี่ยนชุด และจัดที่จอดรถจักรยานชั่วคราวสำหรับผู้มาติดต่อระยะสั้น โดยเป็นพื้นที่ซึ่งใกล้ทางเข้าปลอดภัยต่อทรัพย์สินจากการโจรกรรม และจากสภาพอากาศ โดยมีหลังคาคลุมกันแดดกันฝน

รูปที่ 25 ห้องเก็บรถจักรยาน

AE 2.10	**การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้ปรับปรุงอาคารเดิม โดยใช้โครงสร้างอาคารเดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งส่งผลให้ลดขยะที่เกิดจากการก่อสร้าง ลดผลกระทบที่เกิดจากการทิ้งขยะกลับสู่แหล่งธรรมชาติ และลดการใช้วัสดุใหม่ๆ ที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง

ข้อกำหนด

เก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคา ของอาคารเดิมให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของอาคารเดิม

แนวทางการออกแบบ

ในการออกแบบให้เลือกใช้ประโยชน์จากโครงสร้างอาคารเดิมให้มากที่สุดและควรบริหารจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ

การคำนวณใช้สูตรดังนี้

$$\text{พื้นที่ผิวอาคารที่เก็บรักษาได้} = \frac{\text{พื้นที่ผิวของอาคารที่เก็บรักษาได้}}{\text{พื้นที่ผิวทั้งหมดของอาคารเดิม}} \times 100\ (\%)$$

โดยคิดเฉพาะส่วนที่ยังสมบูรณ์ใช้งานได้อย่างถูกสุขลักษณะ และให้ทำการสำรวจอาคารเดิมตลอดจนถ่ายภาพอาคารก่อนและหลังการปรับปรุงไว้เป็นหลักฐาน

รูปที่ 26 ตัวอย่างการเก็บพื้นไม้เดิมนำมาประยุกต์ใช้เป็นแผงบังแดด

AE 3	**การเลือกใช้วัสดุ**

AE 3.1	**การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้เลือกใช้วัสดุที่มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่ำ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2) เพื่อให้เลือกใช้วัสดุที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

ข้อกำหนด

ในกรณีที่มีการซื้อวัสดุใหม่เพื่อก่อสร้างหรือปรับปรุงอาคาร ให้เลือกใช้วัสดุประเภทเดียวกัน และมีคุณสมบัติเหมือนกัน ที่มีเครื่องหมายฉลากเขียว หรือ ฉลากลดคาร์บอน หรือ ฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หรือกำหนดเป็นคู่เทียบในรายการประกอบแบบ

แนวทางการออกแบบ

ตรวจสอบรายการวัสดุที่ได้รับฉลากเขียวและฉลากลดคาร์บอน จากเว็บไซต์ของมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากเว็บไซต์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

วัสดุในงานก่อสร้างที่ได้รับฉลากเขียวแล้วมีหลายชนิด เช่น สี กาว เครื่องสุขภัณฑ์ ก๊อกน้ำ ฉนวนใยแก้ว เป็นต้น ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับฉลากลดคาร์บอน เช่น กระเบื้องยาง พื้นไม้ลามิเนต เป็นต้น ตัวอย่างวัสดุที่ได้รับฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น ปูนซีเมนต์สำเร็จรูป กาวซีเมนต์ กาวยาแนว กระเบื้องปูพื้น เป็นต้น

รูปที่ 27 ฉลากเขียว ฉลากลดคาร์บอน และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ที่มา : http://www.scgsustainability.com/th/sustainability/economy/sustainable-products-and-services/

คำอธิบายเพิ่มเติม

ฉลากเขียว

คือ ฉลากที่สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยออกให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้ผ่านการประเมินและตรวจสอบว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าผลิตภัณฑ์ในประเภทเดียวกัน โดยโครงการนี้มีแนวคิดเพื่อกระตุ้นให้รัฐบาลและเอกชน ร่วมมือกันฟื้นฟูและรักษาสิ่งแวดล้อม ลดปัญหามลภาวะด้วยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภค
สามารถหารายการวัสดุที่ได้ฉลากเขียวเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ของมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
http://www.tei.or.th/greenlabel/labs.html

ฉลากลดคาร์บอน

คือ ฉลากที่สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ให้การรับรองการลดหรือหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับผลิตภัณฑ์ ใช้เพื่อเป็นข้อมูลอย่างง่ายสำหรับผู้บริโภคประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าหรือบริการ
สามารถหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากลดคาร์บอนได้ที่
http://www.tei.or.th/carbonreductionlabel/namelist.html

ฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

หรือฉลากลดโลกร้อน คือ ฉลากที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกออกให้เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง กระบวนการผลิต การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้ โดยประเมินเปรียบเทียบคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในปีปัจจุบัน และในปีฐาน (base year)
สามารถหาข้อมูลรายการวัสดุที่ได้ฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ที่
http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/reduction_approval/reduction_approval.pnc

AE 3.2	**การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ**	-

วัตถุประสงค์

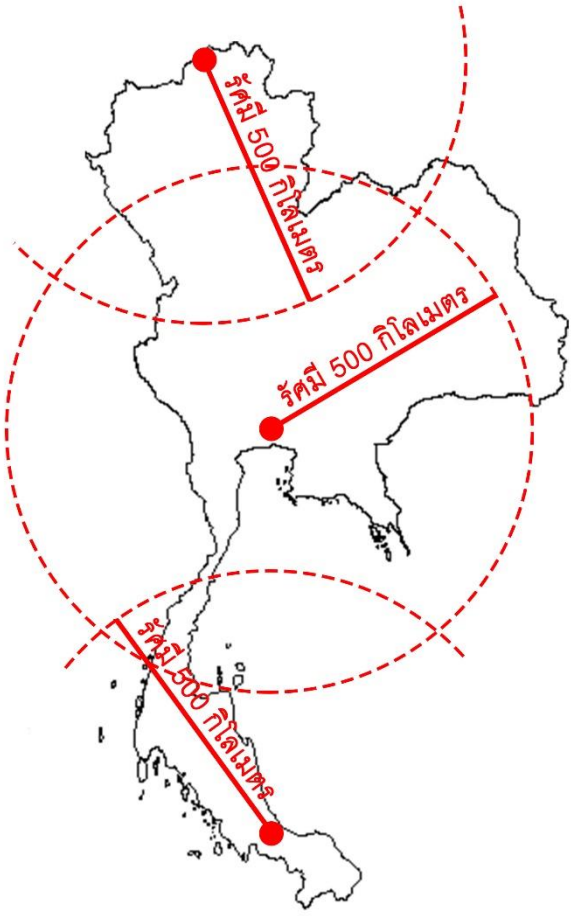
เพื่อส่งเสริมการใช้วัสดุในท้องถิ่น ลดการสิ้นเปลืองพลังงานในการขนส่ง และส่งเสริมเศรษฐกิจในประเทศ

ข้อกำหนด

สำหรับการออกแบบและจัดซื้อวัสดุใหม่ วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ให้ใช้วัสดุพื้นถิ่นที่ผลิตในประเทศไทย โดยมีแหล่งผลิต ขุด หรือประกอบ อยู่ในรัศมีไม่ไกลเกินกว่า 500 กิโลเมตร จากที่ตั้งของโครงการ

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกวัสดุที่ผู้ผลิตมีเอกสารเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งขุดวัตถุดิบ ผลิต และประกอบ



รูปที่ 28 วัสดุพื้นถิ่นที่ผลิตในประเทศไทยอยู่ในรัศมีไม่ไกลเกินกว่า 500 กิโลเมตร

AE 3.3	**วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง**	-

วัตถุประสงค์

1) เพื่อลดปัญหาเกาะความร้อนในเมือง ซึ่งเกิดจากหลังคาดูดกลืนความร้อนจนอุณหภูมิสูงมากและทำให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณใกล้เคียงสูงขึ้นตามไปด้วย

2) เพื่อลดความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารผ่านหลังคา ทำให้สามารถลดพลังงานในการปรับอากาศของอาคารลงได้

ข้อกำหนด

ทางเลือก 1 ใช้วัสดุหลังคา ที่มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ (solar reflectance) ≥ ร้อยละ 45 หรือ SRI ≥ 39

ทางเลือก 2 ใช้วัสดุหลังคาที่ได้รับฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกวัสดุหลังคา ที่มีผิวด้านบนมีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์สูง โดยพิจารณาจากค่า SR (solar reflectance) หรือ SRI (solar reflectance index) ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นวัสดุที่มีสีอ่อน ค่า SR และ SRI ยิ่งสูงยิ่งดี สำหรับดาดฟ้าคอนกรีต ควรทาด้วยกันซึมสีอ่อนหรือทา ceramic coating

รูปที่ 29 ตัวอย่างฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง

Color	R	SRI
Aluminum Zinc (GL)	0.68 (initial) 0.55 (aged)	55 (initial) 28 (aged)
Oyster White (WH)	0.52	59
Polar White (PW)	0.58	69
Light Stone (LS)	0.50	58
Hawaiian Blue (BL)	0.32	33
Sahara Tan (ST)	0.36	38
Ash Grey (AS)	0.47	55
Burnished Bronze (BR)	0.28	29
Colony Green (GR)	0.34	36
Fern Green (FG)	0.27	27
Almond (AL)	0.63	76
Snow White (SW)	0.65	79
Brownstone (BS)	0.47	54
Copper Metallic (CM)	0.46	51
Scarlet Red (SR)	0.42	47
Harbor Blue (HB)	0.28	30
Hunter Green (HG)	0.35	39
Roman Blue (RB)	0.32	33
Colonial Red (CR)	0.34	37
Everglade (EG)	0.33	36
Slate Grey (SG)	0.37	41

Revision 10/1/2018

รูปที่ 30 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ

ที่มา : http://www.deansteelbuildings.com/products/panels/sr-sri-by-color/

รูปที่ 31 การใช้ ceramic coating ทาบนหลังคา

AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**

AE 4.1	**ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อให้มีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และมีความส่องสว่างเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน

ข้อกำหนด

ให้ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร โดยให้นำค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟและบัลลาสต์ทั้งหมดมารวมแล้วหารด้วยพื้นที่อาคาร *โดยไม่นำค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟและบัลลาสต์ในพื้นที่จอดรถและขนาดพื้นที่จอดรถมารวมในการคำนวณ* เพื่อหาค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด โดยจะต้องมีค่าไม่เกินค่าในตารางนี้ หรือไม่เกินค่าในกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ใช้ค่าที่ต่ำกว่าเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้ในการออกแบบจะต้องมีค่าความส่องสว่างของพื้นที่ต่างๆ ได้ตามกฎหมายควบคุมอาคาร หรือตามมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยด้วย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดแบ่งตามประเภทอาคาร

ประเภทอาคาร	**ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)**
1. สถานศึกษา สำนักงาน	8
2. โรงมหรสพ ศูนย์การค้า อาคารชุมนุมคน สถานบริการ	11
3. โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

แนวทางการออกแบบ

เลือกใช้หลอดและดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูง การเลือกหลอดควรเลือกที่มีค่าลูเมนต่อวัตต์ (lumen/watt) สูง เลือกใช้บัลลาสต์โลว์ลอส หรือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หรือหลอด LED เป็นต้น และอาจใช้โคมไฟเสริมเฉพาะที่ตำแหน่งโต๊ะทำงานสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการความสว่างมาก แทนการออกแบบให้มีความสว่างมากทั่วทั้งห้อง ซึ่งจะช่วยทำให้ประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น

รูปที่ 32 หลอดไฟ LED T8

AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	บังคับ

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้เลือกใช้หลอดไฟที่มีคุณภาพสูง อายุการใช้งานยาวนาน และลดปริมาณขยะ
2) เพื่อเพิ่มความสามารถในการมองเห็นสีของวัตถุถูกต้องไม่ผิดเพี้ยน และสบายตา
3) เพื่อให้ได้หลอดไฟที่มีความสวยงาม และมีความผิดเพี้ยนของสีในแต่ละหลอดน้อย

ข้อกำหนด

สำหรับหลอดไฟ LED ทั้งหมดในโครงการให้ปฏิบัติโดยใช้ทางเลือกข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้

ทางเลือก 1 ใช้หลอดไฟ LED ที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ.

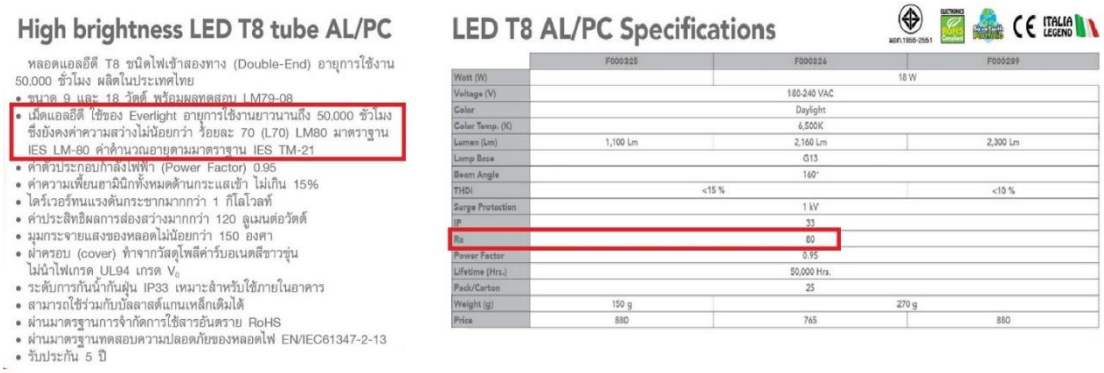
ทางเลือก 2 ให้เลือกหลอดไฟที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1) สามารถคงความสว่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ที่ 1,000 ชั่วโมง หรือสามารถคงความสว่างที่ L70 (หรือความสว่างที่ร้อยละ 70) อย่างน้อย 24,000 ชั่วโมง

2) มีค่าดัชนีสีที่ปรากฏ หรือ (color rendering index, CRI) Ra ≥ 80 และ R9 > 0 สำหรับพื้นที่ทำงาน หรือห้องทั่วไปที่ต้องการความถูกต้องของสีในการมองเห็น

3) มีความคงเส้นคงวาของสี color consistency โดยดูจากค่า MacAdam Ellipses หรือ standard deviation of color matching (SDCM) < 7 step

รูปที่ 33 หลอดไฟที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ.



High brightness LED T8 tube AL/PC

หลอดแอลอีดี T8 ชนิดไฟเข้าสองทาง (Double-End) อายุการใช้งาน 50,000 ชั่วโมง ผลิตในประเทศไทย

- ขนาด 9 และ 18 วัตต์ พร้อมผลทดสอบ LM79-08
- เม็ดแอลอีดี ใช้ของ Everlight อายุการใช้งานยาวนานถึง 50,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าความสว่างไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 (L70) LM80 มาตราฐาน IES LM-80 คำนวณอายุตามมาตราฐาน IES TM-21
- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) 0.95
- ค่าความเพี้ยนฮามินิกทั้งหมดด้านกระแสเข้า ไม่เกิน 15%
- ไดร์เวอร์ทนแรงดันกระชากมากกว่า 1 กิโลโวลท์
- ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างมากกว่า 120 ลูเมนต่อวัตต์
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 150 องศา
- ฝาครอบ (cover) ทำจากวัสดุโพลีคาร์บอเนตสีขาวขุ่น ไม่ผ่านไฟเกรด UL94 เกรด V_0
- ระดับการกันน้ำกันฝุ่น IP33 เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคาร
- สามารถใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กเดิมได้
- ผ่านมาตรฐานการจำกัดการใช้สารอันตราย RoHS
- ผ่านมาตรฐานทดสอบความปลอดภัยของหลอดไฟ EN/IEC61347-2-13
- รับประกัน 5 ปี

LED T8 AL/PC Specifications

	F000325	F000324	F000289
Watt (W)		18 W	
Voltage (V)		180-240 VAC	
Color		Daylight	
Color Temp. (K)		6,500K	
Lumen (Lm)	1,100 Lm	2,160 Lm	2,300 Lm
Lamp Base		G13	
Beam Angle		160°	
THDi	<15 %		<10 %
Surge Protection		1 kV	
IP		33	
Ra		80	
Power Factor		0.95	
Lifetime (Hrs.)		50,000 Hrs.	
Pack/Carton		25	
Weight (g)	150 g	270 g	
Price	880	765	880

รูปที่ 34 การพิจารณาข้อมูลของผลิตภัณฑ์

ที่มา : catalog EVE lighting 2018

แนวทางการออกแบบ

การเลือกหลอดไฟนอกจากจะพิจารณาในเรื่องการประหยัดพลังงานโดยดูที่ค่าลูเมนต่อวัตต์ (lumen/watt) แล้ว จะต้องพิจารณาเรื่องคุณภาพควบคู่กันไป ซึ่งได้แก่การคงค่าความสว่างที่ร้อยละ 70 หรือร้อยละ 95 ของจำนวนชั่วโมงที่กำหนด เช่น 1,000 ชั่วโมง โดยถ้ามีจำนวนชั่วโมงยาวนานจะยิ่งดี และดูค่าความถูกต้องของสีจากค่า Ra ควรมีค่ามากกว่า 80 ค่ายิ่งสูงยิ่งมีความถูกต้องของสีมากขึ้น เมื่อเทียบกับแสงธรรมชาติ และเลือกหลอดไฟที่มีความคงเส้นคงวาของสีในแต่ละหลอด ถ้าความแตกต่างกันยิ่งน้อยจะยิ่งดี

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

ตรวจสอบรายชื่อหลอดไฟ LED ที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ได้จาก http://labelno5.egat.co.th/new58/

คู่มือการเลือกหลอด LED สำหรับผู้บริโภค เวอร์ชั่น 1.0 ซึ่งจัดทำโดย สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย สามารถหาข้อมูลได้จาก http://www.tieathai.org/images/intro_1479229183/final.pdf

คำอธิบายเพิ่มเติม

ความถูกต้องของสี (color rendering)

สามารถดูได้จากค่าดัชนีสีที่ปรากฏ (color rendering index, CRI) ซึ่งประกอบด้วยดัชนีสีที่ปรากฏทั่วไป (Ra) และดัชนีสีที่ปรากฏพิเศษ (R9, R10, R14)

1) Ra เป็นค่าแสดงความถูกต้องของสีที่ปรากฏทั่วไป ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความถูกต้องของสี จำนวน 8 สี จาก R1 ถึง R8
2) R9 เป็นค่าความถูกต้องของวัตถุสีแดง เพราะหลอด LED มักมีปัญหาในการส่องวัตถุสีแดงแล้วไม่ชัดเจน

ทั้ง Ra และ R9 ค่ายิ่งสูงแสดงว่ายิ่งมีความถูกต้องของสีมากเมื่อเทียบกับแสงธรรมชาติ โดยมีจำนวนเต็มเป็น 100

ความคงเส้นคงวาของสี (color consistency)

สามารถดูได้จากค่า MacAdam Ellipses หรือ standard deviation of color matching (SDCM) ซึ่งถ้ามีค่าน้อยหมายถึงความผิดเพี้ยนของสีในแต่ละหลอดน้อย โดยถ้ามีค่า = 1 จะมองไม่เห็นความแตกต่างของสี

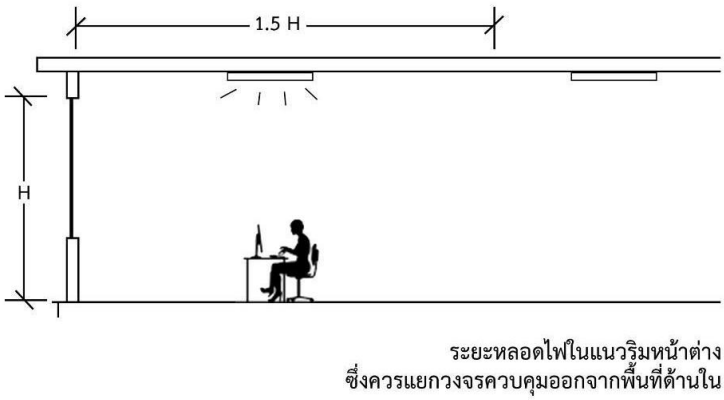
AE 4.3	**การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถปิดไฟในบริเวณพื้นที่ริมหน้าต่างได้ ทำให้ประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้น เพราะโดยทั่วไปพื้นที่ตามแนวริมหน้าต่างจะมีความสว่างพอเพียงต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน

ข้อกำหนด

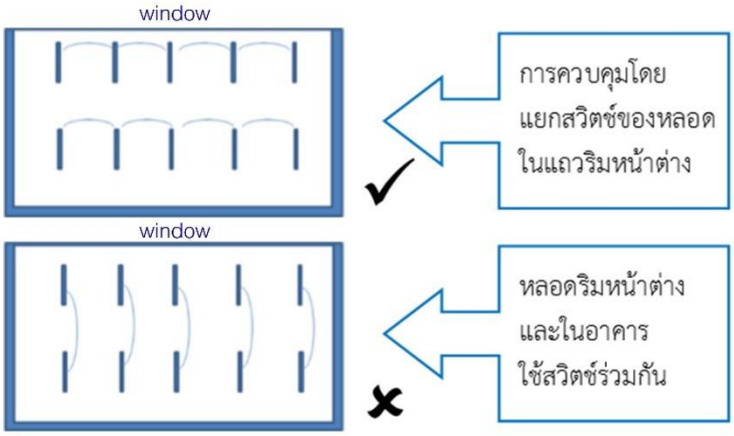
ให้แยกสวิตช์เปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ในพื้นที่ริมหน้าต่าง ในระยะ 1.5 เท่าของความสูงจากพื้นถึงขอบบนวงกบหน้าต่าง ออกจากการเปิด-ปิดของหลอดไฟอื่นๆ ที่อยู่ลึกเข้าไปด้านในอาคาร และติด daylight sensor เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟในแนวริมหน้าต่าง



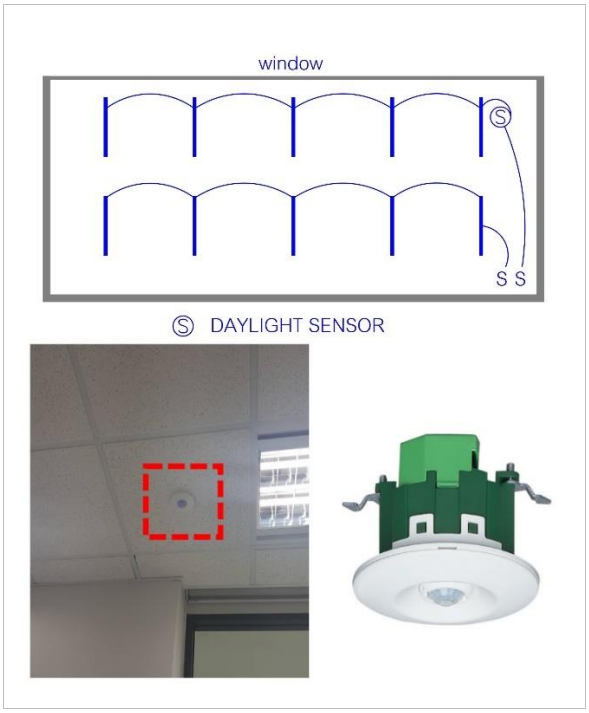
รูปที่ 35 ระยะหลอดไฟในแนวริมหน้าต่างซึ่งควรแยกวงจรควบคุม

แนวทางการออกแบบ

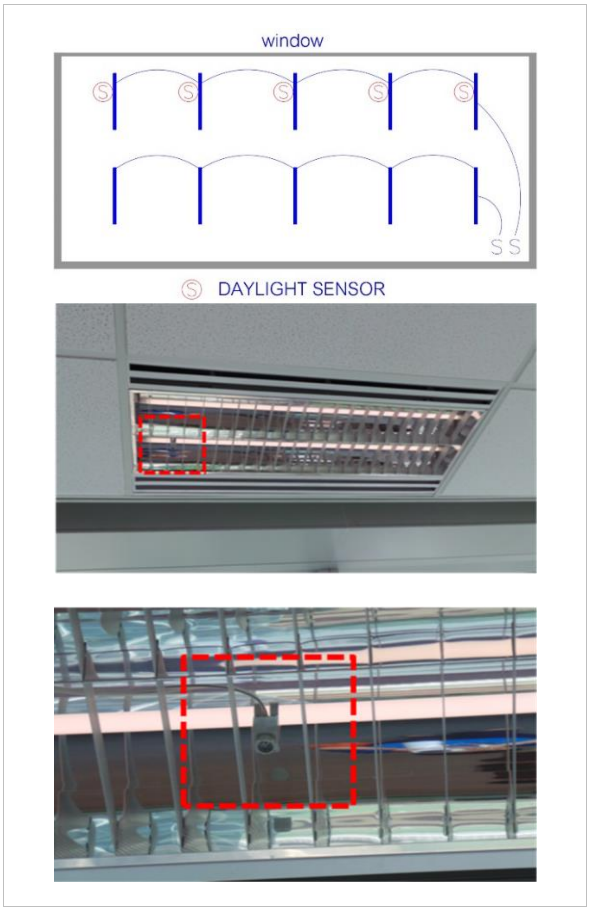
การใช้ daylight sensor ควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟแนวริมหน้าต่าง อาจจะใช้แบบที่ควบคุมให้เปิดหรือปิด หรือควบคุมให้หรี่แสงของหลอดไฟลง โดยต้องเลือกชนิดของหลอดไฟที่สามารถหรี่แสงได้เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน เมื่อมีแสงธรรมชาติสว่างมากพอ



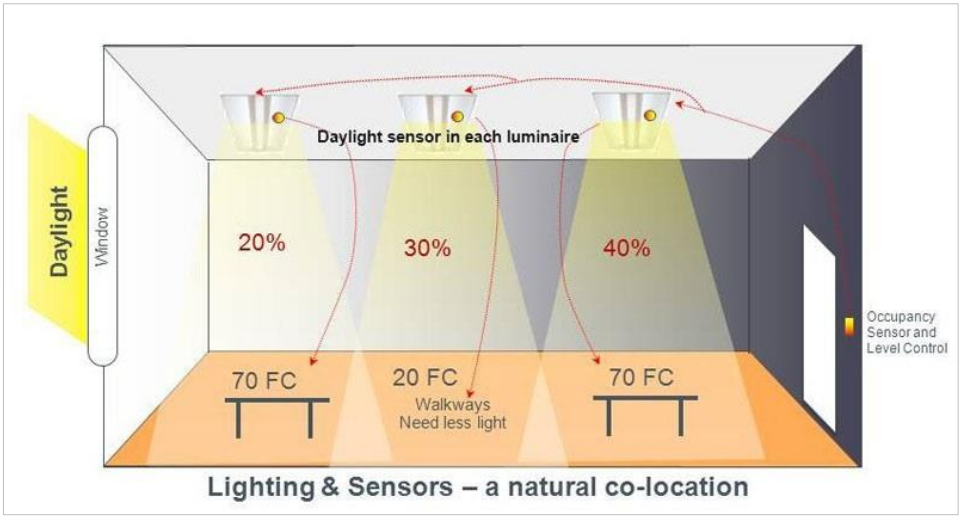
รูปที่ 36 การควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ



รูปที่ 37 การใช้ daylight sensor ควบคุมแบบ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟหลายชุด



รูปที่ 38 การใช้ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ 1 ชุด



รูปที่ 39 การใช้ daylight sensor ควบคุมการหรี่แสง

ที่มา : https://www.powersystemsdesign.com/articles/migrating-from-power-centric-to-space-sensing-daylighting-systems/36/5528

AE 4.4	**ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมระดับความส่องสว่างได้เหมาะสมกับการใช้งาน และประหยัดพลังงานได้ในส่วนที่ไม่มีความต้องการใช้

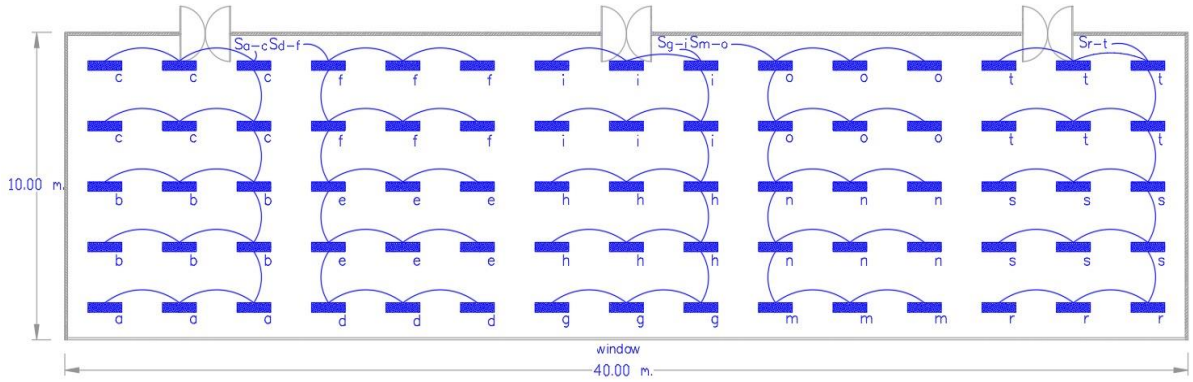
ข้อกำหนด

1) สำนักงานแบบเปิดที่มีพื้นที่ทำงานขนาดใหญ่ ให้ออกแบบควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ ไม่เกิน 250 ตารางเมตรต่อ 1 สวิตช์ และตำแหน่งสวิตช์ควบคุม ต้องสามารถมองเห็นได้ภายในห้องนั้น

2) สำหรับห้องที่มีขนาดเล็กกว่า 250 ตารางเมตร ต้องมีสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด อยู่ภายในห้องนั้น

แนวทางการออกแบบ

การแบ่งพื้นที่ของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ ควรสอดคล้องกับพฤติกรรมหรือเวลาการใช้งานของแต่ละคนในแต่ละพื้นที่ย่อยด้วย เช่น ในบางพื้นที่มีพนักงานทำงานตลอดทั้งวัน แต่บางพื้นที่มีคนทำงานเพียงครึ่งวัน ส่วนอีกครึ่งวันออกไปปฏิบัติงานนอกสถานที่ ซึ่งในกรณีดังกล่าวการกำหนดขนาดพื้นที่ควบคุมควรพิจารณาให้เหมาะสมสอดคล้องกับการใช้ จะช่วยให้ประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้น



รูปที่ 40 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างห้องนี้มีขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร ออกแบบโดยแยกสวิตช์โคมไฟออกเป็นโคมไฟบริเวณริมหน้าต่าง โคมไฟกลางห้อง และโคมไฟบริเวณใกล้ประตู เพื่อให้มีขนาดพื้นที่ควบคุมไม่เกิน 250 ตารางเมตรต่อ 1 สวิตช์ และติดตั้งสวิตช์อยู่ภายในห้องบริเวณประตูทางเข้าออกเพื่อสะดวกในการเปิด-ปิดไฟ

AE 4.5	**การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานและป้องกันการเปิดไฟฟ้าแสงสว่างไว้ในบริเวณที่ไม่มีผู้ใช้งานประจำ

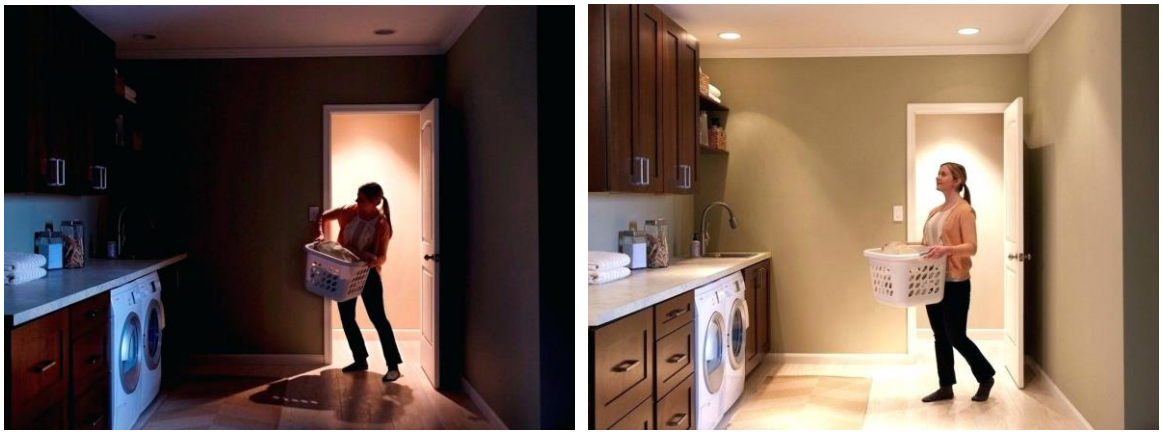
ข้อกำหนด

ติดตั้ง motion sensor หรือ occupancy sensor ร่วมกับสวิตช์เพื่อใช้เปิด-ปิดโคมไฟบริเวณที่ไม่มีผู้ใช้งานประจำ เช่น ห้องเตรียมอาหาร ห้องน้ำ เป็นต้น

แนวทางการออกแบบ

ติดตั้ง motion sensor ร่วมกับสวิตช์เพื่อใช้เปิด-ปิดโคมไฟบริเวณที่ไม่มีผู้ใช้งานประจำหรือเลือก sensor ชนิดที่เป็นทั้ง daylight sensor และ motion sensor ในตัวเดียวกัน

การใช้ motion sensor นอกจากช่วยประหยัดไฟแล้วยังช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานได้ เช่น กรณีถือของ



รูปที่ 41 ตัวอย่างการใช้ occupancy sensor

ที่มา : http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=45577

คำอธิบายศัพท์เพิ่มเติม

เซ็นเซอร์ตรวจจับการใช้งาน (occupancy sensor control)	จะตรวจจับกิจกรรมภายในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการ เช่น จะเปิดไฟโดยอัตโนมัติเมื่อมีคนเข้ามาในห้องและปิดไฟทันทีหลังจากที่คนสุดท้ายออกจากห้องไป เซ็นเซอร์ตรวจจับการใช้งานต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถตรวจจับกิจกรรม ของผู้เข้าใช้งานในห้องนั้นๆ ในทุกส่วนของห้อง เซ็นเซอร์ตรวจจับการใช้งานมี 2 ประเภท คือ อัลตราโซนิคทำหน้าที่ตรวจจับเสียง และ อินฟราเรดทำหน้าที่ตรวจจับความร้อนและการเคลื่อนไหว
เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (motion sensor control)	จะเปิดไฟโดยอัตโนมัติเมื่อตรวจพบการเคลื่อนไหวและปิดไฟดวงนั้นตามเวลาที่ตั้งหน่วงไว้ในระยะเวลาสั้นๆ
เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงสว่าง (photo sensor control)	จะตรวจจับสภาพแสงโดยรอบ เมื่อมีแสงเพียงพอไฟจะไม่ทำงาน เมื่อสภาพแสงน้อย เช่น ช่วงฝนตก หรือ หลังพระอาทิตย์ตก ไฟจะเปิดโดยอัตโนมัติและเมื่อพระอาทิตย์ขึ้นหรือมีแสงที่เพียงพออีกครั้งไฟก็จะปิดเอง

AE 4.6	**การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระดับความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานและมีสุขอนามัยที่ดีในการทำงาน

ข้อกำหนด

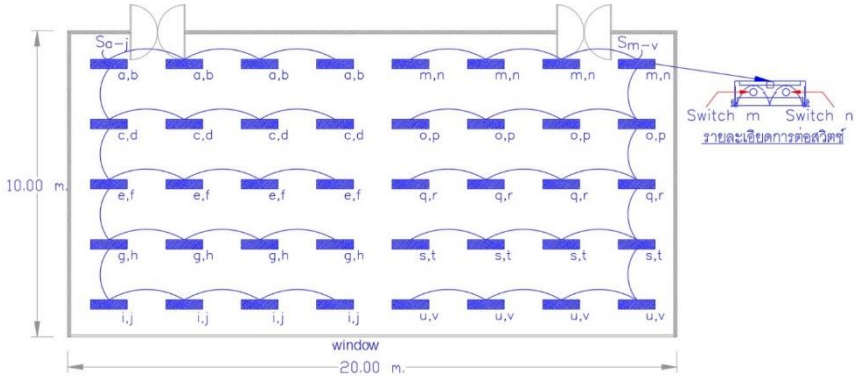
อย่างน้อยร้อยละ 90 ของพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ ผู้ใช้งานต้องสามารถเปิดและปิดไฟแสงสว่างได้ตามความต้องการ อย่างน้อย 3 ระดับ คือ เปิด ปิด และกึ่งกลาง โดยที่กึ่งกลางกำหนดระดับความส่องสว่างต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 30-70 หรือใช้ dimmer ในการหรี่แสง

แนวทางการออกแบบ

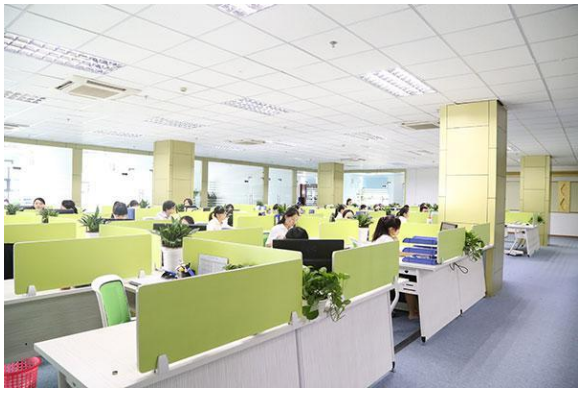
ออกแบบระบบควบคุมความสว่างตามข้อใดข้อหนึ่งหรือทั้งสองข้อ ให้ครอบคลุมพื้นที่ตามที่กำหนด

1) กรณีที่โคมประกอบด้วยหลอดไฟ 2 หลอดขึ้นไป ควรมีการแยกสวิตช์เปิด-ปิดหลอดไฟแต่ละหลอด หรือแยกเปิดปิดหลอดไฟแบบดวงเว้นดวง

2) ออกแบบใช้ dimmer ในการเปิด-ปิด และหรี่แสง



รูปที่ 42 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 3 ระดับ



รูปที่ 43 สำนักงานที่มีการควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ

AE 5	ระบบปรับอากาศ

AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยการใช้ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

ข้อกำหนด

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการต้องมีประสิทธิภาพขั้นต่ำแยกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จะต้องมีประสิทธิภาพเทียบเท่า หรือดีกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของ กฟผ. ที่เป็นปัจจุบัน

ตารางที่ 8 เกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของ กฟผ. ฉบับล่าสุด
(ประกาศใช้ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2560)

ประเภทและขนาดของเครื่องปรับอากาศ	SEER (Btu/h·W)
เครื่องปรับอากาศแบบ split type ชนิด fixed speed	
≤ 8.0 kW (27,296 Btu/h)	≥ 12.85
> 8.0 kW (27,296 Btu/h) และ ≤ 12.0 kW (40,944 Btu/h)	≥ 12.40
เครื่องปรับอากาศ ชนิด variable speed/inverter	
≤ 8.0 kW (27,296 Btu/h)	≥ 15.00
> 8.0 kW (27,296 Btu/h) และ ≤ 12.0 kW (40,944 Btu/h)	≥ 14.00

2) ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ อ้างอิงจากการทดสอบสภาวะมาตรฐานที่มีค่าอุณหภูมิน้ำออกจากระบบจ่ายน้ำเย็น 7.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำออกจากระบบระบายความร้อน 32.2 องศาเซลเซียส ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น **ไม่เกิน**ค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 9 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นแบ่งตามประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	≤ 300	1.33
		> 300	1.31
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	1.24
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือแบบสครอลล์	≤ 150	0.89
		> 150	0.78
	แบบแรงเหวี่ยง	≤ 500	0.76
		> 500	0.62

ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน 0.50 kW/Tr

ทั้งนี้ ให้ใช้ค่าตามตารางข้างต้น หรือค่าในกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน โดยให้ใช้ค่าที่ต่ำกว่าเป็นเกณฑ์

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบระบบปรับอากาศโดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหรืออย่างน้อยเท่ากับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด สำหรับฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพพลังงานของ กฟผ. ที่ประกาศใช้ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2562 มีเครื่องหมายดาวแสดงระดับประสิทธิภาพพลังงานกำกับด้วย โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้เบอร์ 5 ระดับ 3 ดาว หมายถึงการมีประสิทธิภาพพลังงานดีกว่ากลุ่มที่ได้ 2 ดาว และ 1 ดาว

รูปที่ 44 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศของ กฟผ.

รูปที่ 45 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของ กฟผ. ที่ประกาศใช้ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2562

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

สามารถหารายชื่อ รุ่น และยี่ห้อ ของเครื่องปรับอากาศที่ได้รับฉลากประสิทธิภาพพลังงานได้ที่โครงการฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 http://labelno5.egat.co.th/new58/?p=1411

AE 5.2	**ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดี และประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้อาคารทางด้านสภาวะน่าสบายซึ่งแตกต่างกันสำหรับแต่ละบุคคล

ข้อกำหนด

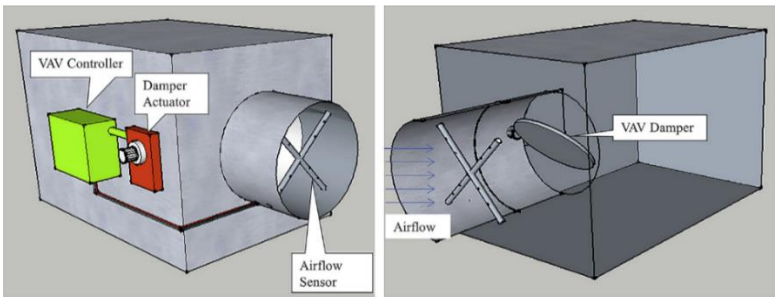
1) แยกชุดควบคุมสภาวะอากาศของแต่ละโซนในอาคารออกจากกัน คือ โซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอก

2) กำหนดให้แต่ละโซนมีพื้นที่ใช้งานมากที่สุด 80 ตารางเมตร ต้องมีระบบควบคุมอุณหภูมิ หรือความเร็วลม หรือทิศทางการไหลของลม เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมให้เกิดความสบายได้ หากพื้นที่มากกว่า 80 ตารางเมตร หรือยาวกว่า 10 เมตร ให้แบ่งเป็นโซนใหม่

3) ติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและควบคุมได้ไว้ภายในโซนนั้นๆ

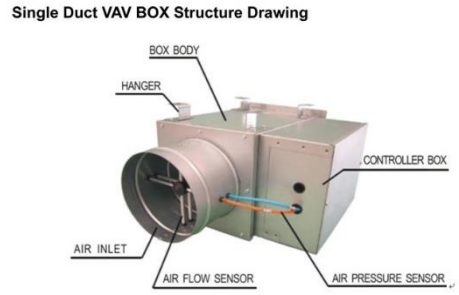
แนวทางการออกแบบ

กรณีที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (chilled water system) ต้องแบ่งโซนให้มีขนาดเป็นไปตามข้อกำหนด และออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมสภาวะอากาศในโซนนั้นๆ ด้วยระบบ variable air volume (VAV) เพื่อควบคุมปริมาณลมเย็นแบบ proportional



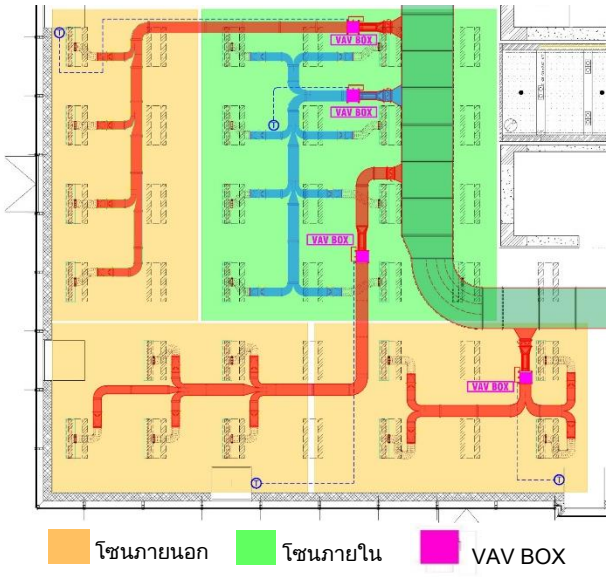
รูปที่ 46 ระบบ variable air volume (VAV)

ที่มา : http://www.indoor-envi.com/wp-content/uploads/2014/11/Liu_etal_2014_vav_box_sensor_acc_flow_conditioner_BE.pdf

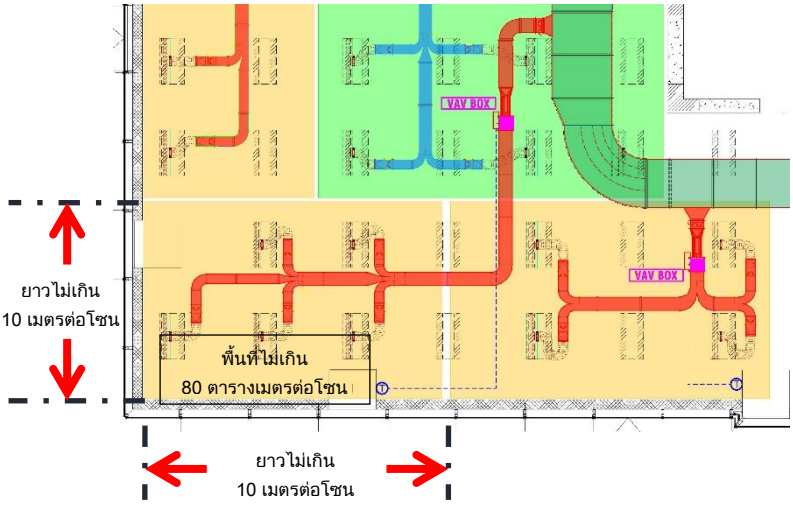


รูปที่ 47 ตัวอย่าง VAV box

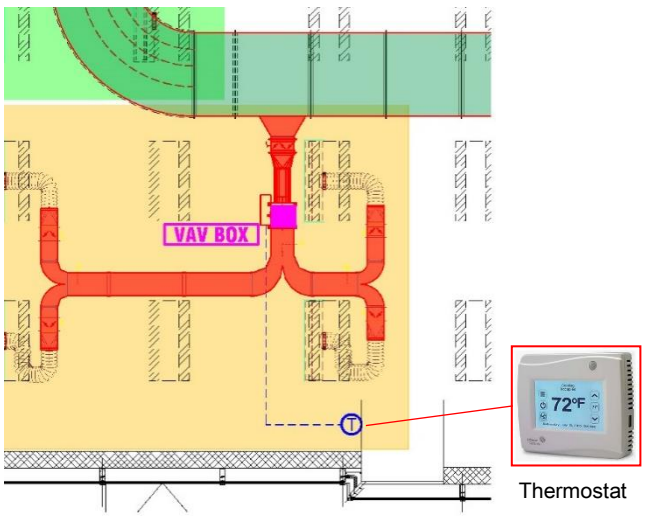
ที่มา : https://bigreddog.com/which-terminal-unit-vav-box-is-right-for-me/



รูปที่ 48 การแยกโซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอกออกจากกัน



รูปที่ 49 การกำหนดโซนพื้นที่ใช้งานแต่ละโซนไม่เกิน 80 ตารางเมตร



รูปที่ 50 การใช้อุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิและปริมาณลม (thermostat) สำหรับ VAV box แต่ละชุด

AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อป้องกัน จัดการ และควบคุมมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคารจากแหล่งกำเนิดโดยตรง

ข้อกำหนด

1) ในพื้นที่ที่มีมลภาวะหรือมีแก๊สพิษอันตรายหรือมีสารเคมี (รวมทั้งห้องซักรีด ห้องพิมพ์งานและห้องถ่ายเอกสาร) การระบายอากาศในแต่ละพื้นที่ ต้องมีการส่งผ่านลมโดยที่ไม่มีการเก็บกักหรือนำอากาศจากพื้นที่ดังกล่าวกลับมาหมุนเวียน

2) ต้องเป็นห้องที่ปิดมิดชิด

3) ผนังต้องก่อแบบพื้นถึงพื้นหรือกั้นห้องโดยใช้ระบบผนังเบาเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมีไปยังพื้นที่ข้างเคียง

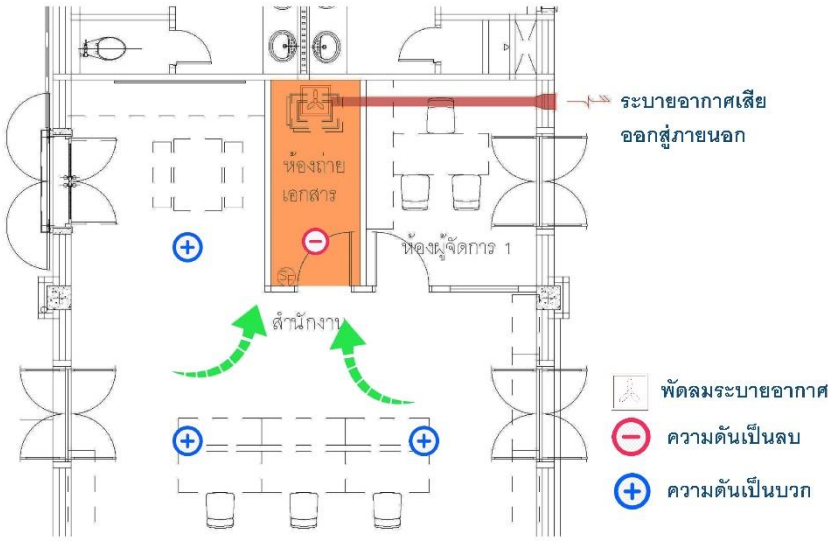
4) ต้องมีประตูที่ปิดกลับได้เอง (self closing door)

5) ต้องมีอัตราการระบายอากาศเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. 031010-60 และมีค่าอย่างน้อย 2.5 ลิตรต่อวินาทีต่อ 1 ตารางเมตร (lps/m^2) มีความดันน้อยกว่าพื้นที่โดยรอบโดยเฉลี่ยอย่างน้อย 5 ปาสกาล และอย่างน้อย 1 ปาสกาล เมื่อประตูห้องเปิด

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับอาคารที่ไม่ปรับอากาศและมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาโดยวิธีกล สามารถใช้พัดลมระบายอากาศเพื่อช่วยในการควบคุมมลภาวะได้

แนวทางการออกแบบ

เพื่อป้องกันมลภาวะกระจายตัวไปสู่ส่วนใช้งานอื่นๆ และลดผลกระทบจากสิ่งปนเปื้อนภายในอาคาร ในเบื้องต้นควรแยกพื้นที่เก็บสารเคมี สารพิษ ออกจากพื้นที่ที่มีผู้ใช้งาน และออกแบบให้มีระบบระบายอากาศอย่างเพียงพอทั้งปริมาณและความดันภายในห้อง



รูปที่ 51 ตัวอย่างห้องความดันเป็นลบ

AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้สารทำความเย็นที่มี CFC

ข้อกำหนด

ไม่ใช้สาร CFC หรือ HCFC-22 ในเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องที่ใช้สารทำความเย็นมากกว่า 0.3 กิโลกรัมขึ้นไป เครื่องปรับอากาศที่ใช้สารทำความเย็นดังกล่าวน้อยกว่า 0.3 กิโลกรัม ให้ถือเป็นข้อยกเว้น

ในกรณีมีเครื่องปรับอากาศที่ใช้สาร CFC หรือ HCFC-22 เดิมในโครงการ อาคารระหว่างการใช้งานต้องจัดทำ

1) แผนการยกเลิกใช้สารทำความเย็น CFC หรือ HCFC-22
2) แผนการลดปริมาณการรั่วไหลของสารทำความเย็น

แนวทางการออกแบบ

ปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศให้ไม่ใช้สารทำความเย็นต้องห้ามที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 52 ตัวอย่างสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ

AE 5.5	**การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้อาคารทางด้านสภาวะน่าสบาย

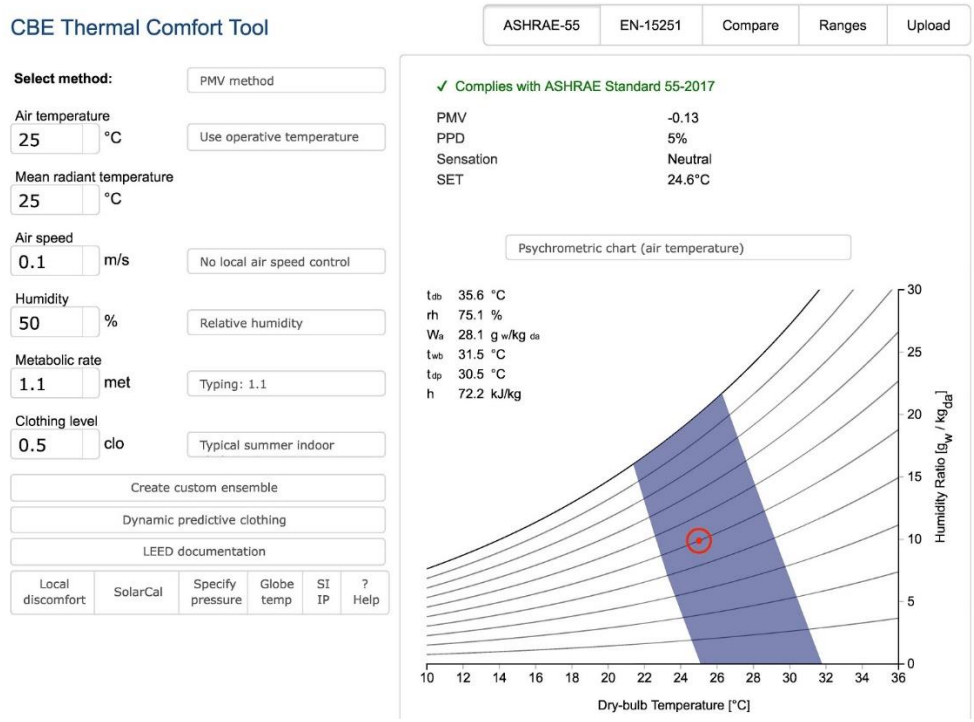
ข้อกำหนด

สภาวะน่าสบายสำหรับพื้นที่ปรับอากาศให้ใช้ค่าดังนี้

1) อุณหภูมิออกแบบ 25.0 $\pm$ 1.0 องศาเซลเซียส (กระเปาะแห้ง)
2) ความชื้นสัมพัทธ์ 55.0 $\pm$ 5.0 % RH
3) ความเร็วลมเฉลี่ยไม่เกิน 0.2 เมตรต่อวินาที

แนวทางการออกแบบ

พิจารณาออกแบบระบบปรับอากาศ ให้สามารถทำอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมเป็นไปตามข้อกำหนด ควรกระจายลมเย็นให้สัมพันธ์กับภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องนั้นๆ เช่น บริเวณเปลือกอาคารอาจจะมีภาระความร้อนมากกว่าบริเวณอื่นของห้อง ในกรณีที่ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะสบายเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด เช่น อุณหภูมิในการปรับอากาศ หรือความเร็วลม สามารถตรวจสอบว่าสภาวะที่ออกแบบนั้นยังอยู่ในสภาวะสบายหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม CBE Thermal Comfort Tool ของ Center for the Built Environment, University of California, Berkeley ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีและง่ายต่อการใช้งาน



รูปที่ 53 การวิเคราะห์สภาวะสบายโดยใช้โปรแกรม CBE thermal comfort tool

ที่มา : http://comfort.cbe.berkeley.edu/

AE 5.6	**ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน**	-

วัตถุประสงค์

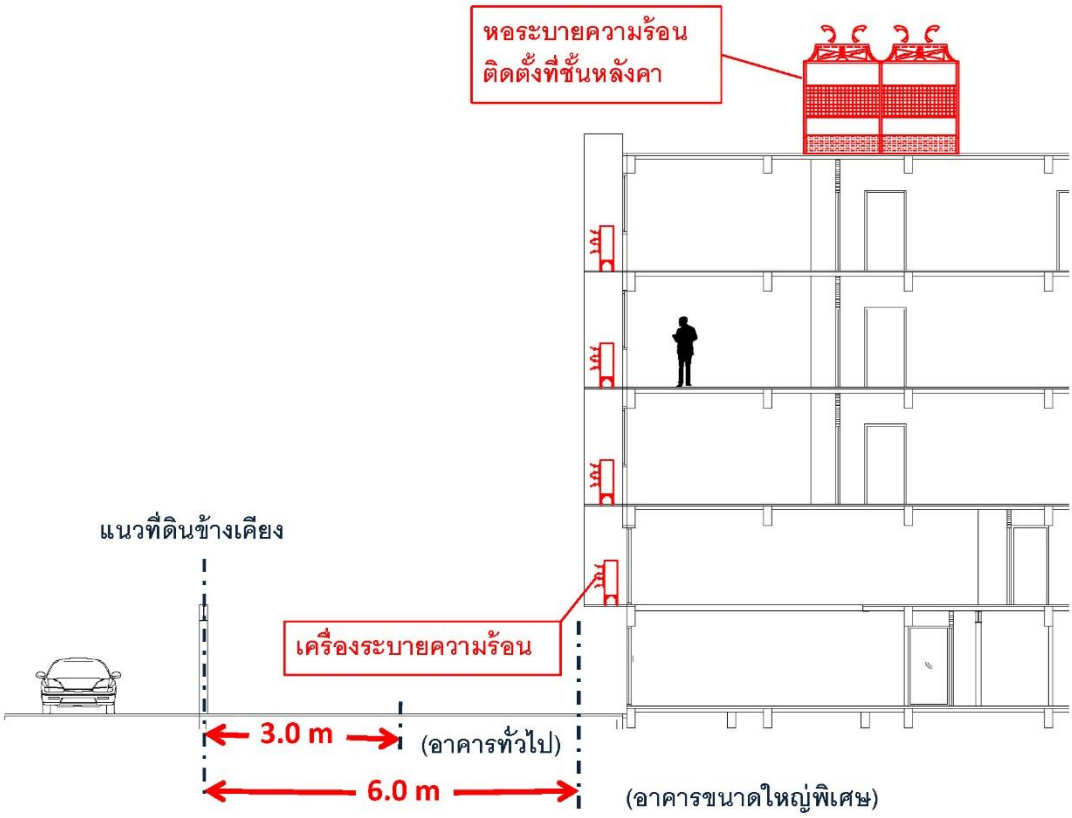
เพื่อจัดวางชุดระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ ในตำแหน่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมและไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่อาคารใกล้เคียง

ข้อกำหนด

ให้วางชุดระบายความร้อน ได้แก่ เครื่องระบายความร้อน (condensing unit, CDU) ต่างๆ หรือ หอระบายความร้อน (cooling tower) ห่างจากที่ดินข้างเคียงอย่างน้อย 3 เมตร แต่ถ้าเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษหรืออาคารสูง ต้องวางชุดระบายความร้อนห่างจากขอบที่ดินไม่น้อยกว่า 6 เมตร

แนวทางการออกแบบ

พยายามวางชุดระบายความร้อนไว้บนดาดฟ้าของอาคาร และเป่าลมร้อนออกด้านบน หากจำเป็นต้องติดตั้งที่ชั้นล่างหรือด้านข้างของอาคาร ต้องวางชุดระบายความร้อนต่างๆ ห่างจากที่ดินข้างเคียงไม่น้อยกว่าข้อกำหนด



รูปที่ 54 ตำแหน่งการวางชุดระบายความร้อนและหอระบายความร้อน

AE 5.7	**ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองตลอดจนมลภาวะต่างๆ และเป็นการปรับปรุงระบบปรับอากาศเพื่อส่งเสริมสุขอนามัยที่ดีของผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจ

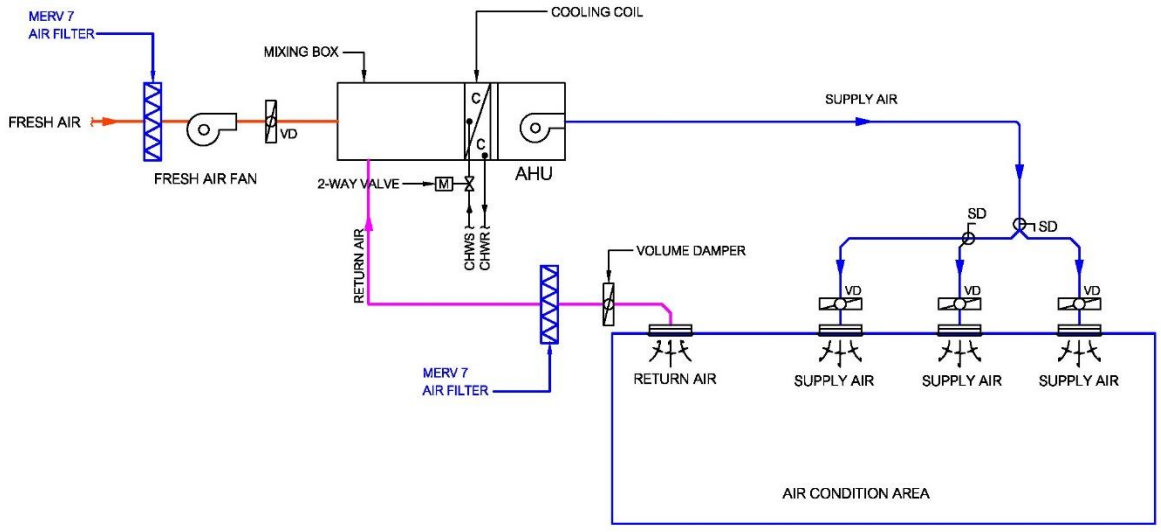
ข้อกำหนด

1) เครื่องส่งลมเย็น (AHU) ที่มีอัตราการส่งลมเย็นตั้งแต่ 1,000 ลิตรต่อวินาทีขึ้นไป ต้องมีแผ่นกรองอากาศที่มีค่าประสิทธิภาพต่ำสุดอย่างน้อย MERV 7 ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 52.2 : Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size หรืออย่างน้อยร้อยละ 25-30 ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 52.1 : Gravimetric and Dust-Spot Procedures for Testing Air-Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter หรือแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานอื่นที่มีความน่าเชื่อถือเทียบเท่าติดตั้งในตำแหน่งของอากาศที่ดูดกลับ (return air) และที่ด้านดูดของเครื่องเติมอากาศภายนอก (fresh air)

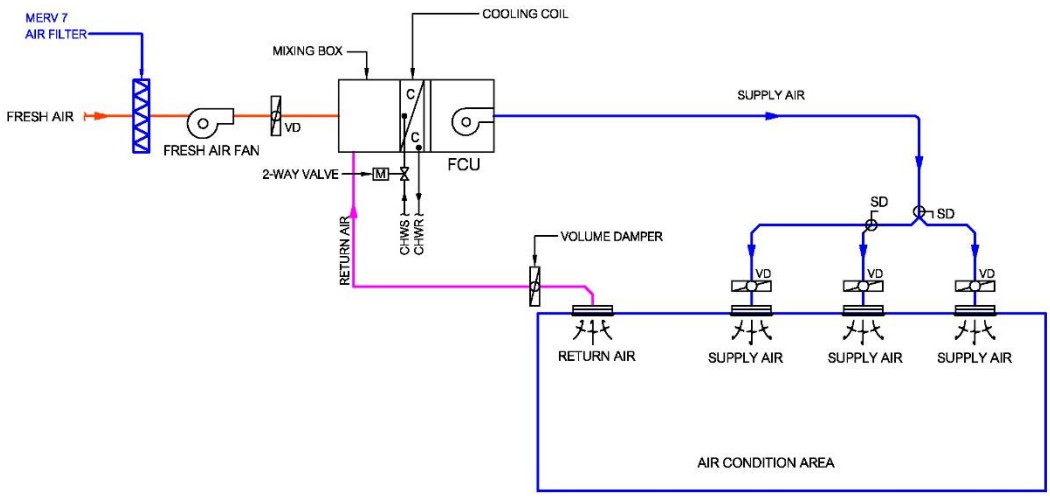
2) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ที่มีอัตราการส่งลมเย็นน้อยกว่า 1,000 ลิตรต่อวินาที ให้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ไว้ที่ด้านดูดของเครื่องเติมอากาศภายนอก เช่น pre-cooled air handling unit (PAHU), outdoor air unit (OAU), heat recovery ventilator (HRV), fresh air fan (FAF)

แนวทางการออกแบบ

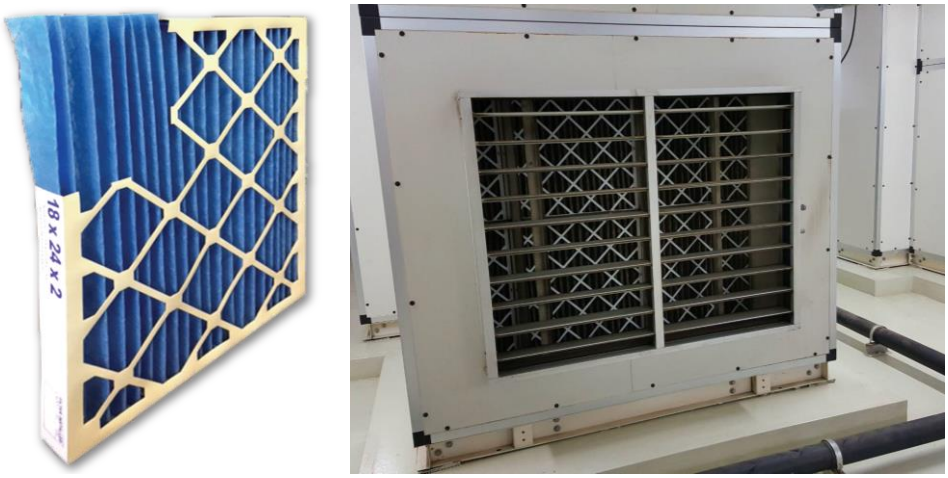
ในการออกแบบเครื่องส่งลมเย็นให้เลือกใช้เครื่องส่งลมเย็นชนิดต่อท่อลมที่มีแรงดันสถิตย์ส่งลม (static pressure) สูงพอที่จะใช้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศระดับ MERV 7 ได้



รูปที่ 55 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็น (AHU)



รูปที่ 56 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU)



รูปที่ 57 ตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ MERV 7 (ภาพซ้าย)

ที่มา : http://regionalismblog9.appspot.com

minimum efficiency reporting value (MERV) เป็นมาตรฐานประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2 ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1-16 โดย MERV 7 สามารถกรองอนุภาคขนาด 3.0 ถึง 10.0 ไมครอน ได้อย่างน้อยร้อยละ 50 ดัง***ตารางที่ 10***

ตารางที่ 10 MERV parameters

Standard 52.2 Minimum Efficiency Reporting Value (MERV)	Composite Average Particle Size Efficiency, % in Size Range, µm			
	Range 1 0.30 to 1.0	Range 2 1.0 to 3.0	Range 3 3.0 to 10.0	Average Arrestance, %
1	N/A	N/A	$E_3 < 20$	$A_{avg} < 65$
2	N/A	N/A	$E_3 < 20$	$65 \le A_{avg}$
3	N/A	N/A	$E_3 < 20$	$70 \le A_{avg}$
4	N/A	N/A	$E_3 < 20$	$75 \le A_{avg}$
5	N/A	N/A	$20 \le E_3$	N/A
6	N/A	N/A	$35 \le E_3$	N/A
7	N/A	N/A	$50 \le E_3$	N/A
8	N/A	$20 \le E_2$	$70 \le E_3$	N/A
9	N/A	$35 \le E_2$	$75 \le E_3$	N/A
10	N/A	$50 \le E_2$	$80 \le E_3$	N/A
11	$20 \le E_1$	$65 \le E_2$	$85 \le E_3$	N/A
12	$35 \le E_1$	$80 \le E_2$	$90 \le E_3$	N/A
13	$50 \le E_1$	$85 \le E_2$	$90 \le E_3$	N/A
14	$75 \le E_1$	$90 \le E_2$	$95 \le E_3$	N/A
15	$85 \le E_1$	$90 \le E_2$	$95 \le E_3$	N/A
16	$95 \le E_1$	$95 \le E_2$	$95 \le E_3$	N/A

ที่มา : ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2017, 29

(ในกรณีที่ตั้งโครงการมีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กมากภายนอกอาคาร อาจจะต้องพิจารณาประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น)

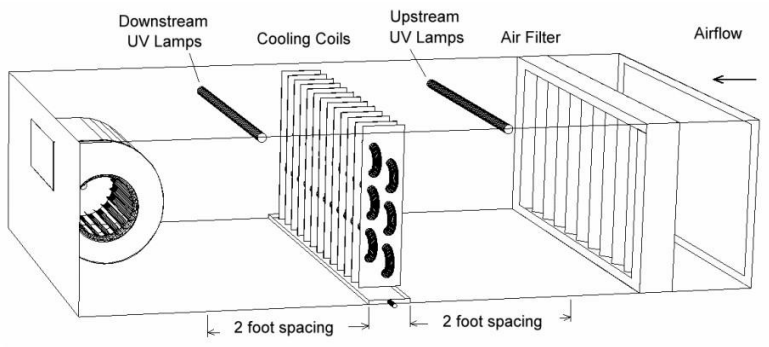
AE 5.8	**การใช้ระบบ UVGI**	**-**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีสาเหตุมาจากจุลชีพ ลดการแพร่กระจายเชื้อโรคที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจ และเพื่อส่งเสริมสุขอนามัยของผู้ใช้อาคาร

ข้อกำหนด

ติดตั้งระบบฉายรังสีอัลตร้าไวโอเล็ตฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (ultraviolet germicidal irradiation, UVGI) ที่มีค่าสมรรถนะในการฆ่าเชื้อ (UVGI rating value, URV) ไม่ต่ำกว่า 11 ที่ AHU และ FCU โดยลักษณะการติดตั้งให้ปฏิบัติตาม IUVA-G02A- 2005 : International Ultraviolet Association Guideline for Design and Installation of UVGI Air Disinfection Systems in New Building Construction, IUVA-G03A-2005 : Guideline for Design and Installation of UVGI In-Duct Air Disinfection Systems ดัง***รูปที่ 58***



รูปที่ 58 ระบบ UVGI

ที่มา : IUVA-G03A- 2005 : Guideline for Design and Installation of UVGI In-Duct Air Disinfection Systems

แนวทางการออกแบบ

กรณีที่ใช้เครื่องส่งลมเย็นแบบต่อท่อลม ควรวางตัวเครื่องไว้บริเวณที่เข้าถึงได้สะดวก บำรุงรักษาง่าย และเมื่อติดตั้งระบบ UVGI แล้ว ไม่เป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนังของผู้ใช้งาน ส่วนกรณีที่ออกแบบเป็นเครื่องส่งลมเย็นโดยตรงไม่ได้ต่อท่อลม สามารถใช้ระบบ UVGI ที่ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องฟอกอากาศก็ได้

รูปที่ 59 การติดตั้งระบบ UVGI ใน AHU

ที่มา : https://www.dkhthailand.com/15130596/uv-in-hvac-ahu-fcu-ติดตั้งระบบยูวีในระบบแอร์รวม

รูปที่ 60 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่ผนัง

ที่มา : https://www.lrc.rpi.edu/researchAreas/pdf/ultravioletGermicidal.pdf

รูปที่ 61 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่เพดาน

ที่มา : http://en.gla-uvc.nl/resources/image/files/Upper-Room UVGI leaflet G.L.A..pdf

AE 6	ระบบระบายอากาศ

AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้มีการระบายอากาศในอาคารในอัตราที่เหมาะสม และหลีกเลี่ยงการนำมลภาวะเข้าสู่อาคารอันเนื่องจากการวางช่องนำอากาศเข้า (air intake) อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความร้อน

ข้อกำหนด

1) ต้องมีอัตราการระบายอากาศตามเกณฑ์ที่กำหนดตามกฎหมายควบคุมอาคารหรือตามเกณฑ์ที่กำหนดตาม*มาตรฐาน วสท. 031010-60 : มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้* ทั้งนี้ให้ใช้ค่าที่สูงกว่าเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

2) ช่องนำอากาศภายนอกเข้ามาในระบบปรับอากาศ ประตูและหน้าต่างที่เปิดได้ ต้องมีระยะห่างจากแหล่งที่มีมลพิษหรือความร้อน เช่น ที่จอดรถ ปล่องควันจากครัว ไม่น้อยกว่าระยะที่ระบุไว้ในตารางที่ 5.5.1 “ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake)” ของมาตรฐาน วสท. 031010-60 ***(ตารางที่ 11)***

แนวทางการออกแบบ

ศึกษาพื้นที่และลักษณะโดยรอบของอาคารแล้วทำการออกแบบช่องนำอากาศเข้าโดยควรกำหนดตำแหน่งช่องนำอากาศเข้าในตำแหน่งพื้นที่สีเขียว และอยู่ห่างจากตำแหน่งที่มีความร้อนหรือมลพิษ อาทิเช่น อาคารจอดรถ ที่ระบายควันจากครัว ที่ระบายอากาศจากอาคารอื่นๆ ถนน ปล่องควันต่างๆ เป็นต้น โดยระยะจากช่องนำอากาศเข้าควรห่างจากตำแหน่งที่มีมลภาวะไม่น้อยกว่า ระยะที่ระบุไว้ในตารางที่ 5.5.1 “ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake)” ของมาตรฐาน วสท. 031010-60 ***(ตารางที่ 11)*** และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร ในกรณีอาคารหรือที่ตั้งอาคารมีความหนาแน่นสูง ควรพิจารณาช่องนำอากาศเข้าจากด้านบนของอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงมลภาวะจากถนนหรืออาคารข้างเคียง

ตารางที่ 11 ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake)

เรื่อง	ระยะห่างน้อยที่สุด เมตร (ฟุต)
ระดับ 2* ช่องลมระบายอากาศออก/ลิ้นระบายความดัน (หมายเหตุ : 1)	3.00 (10)
ระดับ 3* ช่องลมระบายอากาศออก/ลิ้นระบายความดัน (หมายเหตุ : 1)	5.00 (15)
ระดับ 4* ช่องลมระบายอากาศออก/ลิ้นระบายความดัน (หมายเหตุ : 2)	10.00 (30)
ปลายท่ออากาศของระบบน้ำเสียที่อยู่สูงกว่าระดับของช่องนำอากาศภายนอกเข้าไม่เกิน 1.00 เมตร (3 ฟุต)	3.00 (10)
ปลายท่ออากาศของระบบน้ำเสียที่อยู่สูงกว่าระดับของช่องอากาศเข้าจากภายนอกเกินกว่า 1.00 เมตร (3 ฟุต)	1.00 (3)
ท่อระบายอากาศ ปล่องไฟ และไอเสียจากเครื่องใช้ และอุปกรณ์ที่มีการเผาไหม้ (หมายเหตุ : 3)	5.00 (15)
ทางเข้าที่จอดรถ บริเวณขนถ่ายสินค้า หรือแถวรอเข้าที่จอดรถ (หมายเหตุ : 4)	5.00 (15)
บริเวณขนถ่ายสินค้าของรถบรรทุก ที่จอดรถโดยสาร/ที่พักคอยรถ (หมายเหตุ : 4)	7.50 (25)
ทางรถวิ่ง ถนน หรือลานจอดรถ (หมายเหตุ : 4)	1.50 (5)
บริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น	7.50 (25)
หลังคา สวนต้นไม้ หรือพื้นผิวที่อยู่ต่ำกว่าช่องนำอากาศภายนอกเข้า (หมายเหตุ : 5 และ 6)	0.30 (1)
ห้องพักมูลฝอย/พื้นที่เก็บขยะ ถังขยะ	5.00 (15)
ช่องนำอากาศภายนอกเข้าของหอน้ำหล่อเย็น	5.00 (15)
ปล่องลมออกของหอน้ำหล่อเย็น	7.50 (25)

ที่มา : วสท. 031010-60 มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ หน้า (5-4)-(5-5)

หมายเหตุ : 1 ระยะห่างจากช่องนำอากาศภายนอกเข้าของอากาศภายนอก (outdoor air intake) สำหรับระบบการระบายอากาศระบบหนึ่งไปยังท่อลมระบายอากาศออก (exhaust/ relief outlet) ที่ใช้สำหรับระบายอากาศอีกระบบหนึ่ง

หมายเหตุ : 2 ระยะห่างน้อยที่สุดที่ระบุไว้ ไม่สามารถใช้ได้กับท่อลมระบายอากาศออกของเครื่องดูดควันในห้องปฏิบัติการ (laboratory fume hood) เกณฑ์ที่ใช้กับเครื่องดูดควันในห้องปฏิบัติการ (laboratory fume hood) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 45 และ ANSI/AIHA Z9.5 นอกจากนี้เกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมให้เป็นไปตามคู่มือ ACGIH industrial ventilation manual และมาตรฐาน ASHRAE HVAC Application

หมายเหตุ : 3 อนุญาตให้มีระยะห่างที่สั้นกว่าได้หากพิจารณาตามมาตรฐาน

ก. ANSI Z223.1/NFPA 54 for fuel gas burning appliances and equipment

ข. NFPA 31 for oil burning appliances and equipment หรือ

ค. NFPA 211 for others appliances and equipment

หมายเหตุ : 4 ระยะห่างที่ใกล้ที่สุดจากท่อไอเสียจากรถยนต์

หมายเหตุ : 5 อนุญาตให้มีระยะห่างน้อยกว่านี้ได้ หากพื้นมีความลาดชันมากกว่า 45 องศาจากแนวนอนหรือพื้นมีความกว้างน้อยกว่า 1 นิ้ว (30 มิลลิเมตร)

***ระดับ (Class) :** คือ ระดับที่กำหนดปริมาณการรั่วของลมที่ยอมให้เกิดการรั่วของท่อลมทั้งหมดต่อ 100 ตารางฟุต เช่น class 2 ที่ความเสียดทาน 1 นิ้วของน้ำ ยอมให้รั่วได้ 2 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (cfm) ต่อ 100 ตารางฟุต class 3 รั่วได้ 3 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (cfm) ต่อ 100 ตารางฟุต class ยิ่งสูงหมายถึงยอมให้รั่วได้มาก

(การแปลงหน่วย 1 cfm เท่ากับ 0.028 cmm และ 1 sq.ft เท่ากับ 0.093 sq.m)

ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ (ventilation for acceptable indoor air quality standard) ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 : มีนาคม พ.ศ. 2560 โดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ หน้า (5-4)-(5-5)

รูปที่ 62 ตัวอย่างตำแหน่งช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake)

AE 6.2	**อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30**	-

วัตถุประสงค์

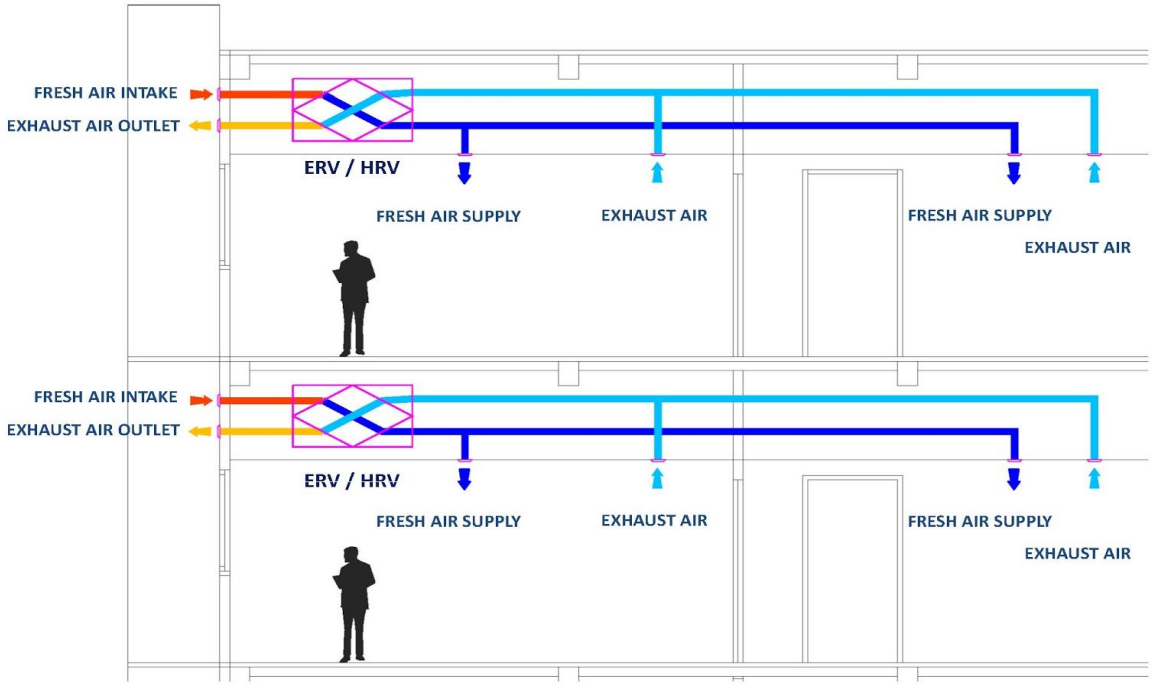
เพื่อเป็นการระบายมลพิษที่อยู่ในอาคารออกไป

ข้อกำหนด

มีอัตราการเติมอากาศภายนอกสูงกว่าเกณฑ์*มาตรฐาน วสท. 031010-60 : มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้* อย่างน้อยร้อยละ 30

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบระบบเติมอากาศภายนอกให้มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งควรใช้ร่วมกับการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ระหว่างอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเติมและอากาศภายในอาคารซึ่งมีความเย็นที่ต้องนำไปทิ้ง เพื่อเป็นการลดภาระความเย็นจากอากาศภายนอก อันจะช่วยให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ



รูปที่ 63 ตัวอย่างระบบเติมอากาศภายนอกที่มีการติดตั้ง ERV/HRV

อัตราการไหลของอากาศภายนอกอาคารที่ต้องการในเขตพื้นที่เพื่อการหายใจ (breathing zone outdoor airflow) อากาศภายนอกอาคารที่ใช้สำหรับเขตพื้นที่เพื่อการหายใจ ของพื้นที่ใช้สอย หรือพื้นที่ระบายอากาศเป็นอัตราการไหลของอากาศภายนอกอาคารที่ต้องใช้ในพื้นที่เพื่อการหายใจ (breathing zone outdoor airflow, VbZ) มีค่าเท่ากับ ผลรวมของการระบายอากาศที่ต้องใช้กับคน และพื้นที่ใชสอย ให้มีค่าไม่น้อยกว่าสมการ

$$Vbz = (Rp \times Pz) + (Ra \times Az)$$

Vbz = อัตราการระบายอากาศ (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

Az = โซนพื้นที่ใช้สอย พื้นที่จริงที่ต้องการระบายอากาศ (ตารางฟุต)

Pz = จำนวนคนในโซนพื้นที่ใช้สอย จำนวนของคนในพื้นที่ระบายอากาศในระหว่างการใช้งานทั่วไป (คน)

Rp = อัตราการไหลของอากาศภายนอกต่อคน (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน) ตาม***ตารางที่ 12***

หมายเหตุ : ค่านี้จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้สอยในพื้นที่

Ra = อัตราการไหลของอากาศภายนอกต่อพื้นที่ (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อตารางฟุต) ตาม***ตารางที่ 12***

ตารางที่ 12 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ

ประเภทการใช้สอย (occupancy catergory)	การระบายอากาศต่อคน		การระบายอากาศต่อพื้นที่		ค่าที่กำหนดให้ (default values)			ระดับอากาศ air class
	ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อคน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน l/s-person	ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อตารางฟุต cfm/ft^2	ลิตร/วินาทีต่อตารางเมตร l/s-m^2	ความหนาแน่นของผู้ใช้สอย *(ดูหมายเหตุข้อ 1)* ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ 100 ตารางเมตร person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน *(ดูหมายเหตุข้อ 2)* ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อคน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน l-s-person	
อาคารสำนักงาน								
ห้องพักผ่อน	5	2.5	0.12	0.6	50	7	3.5	1
โถงพักคอยหลัก	5	2.5	0.06	0.3	10	11	5.5	1
ห้องเก็บของครุภัณฑ์	5	2.5	0.06	0.3	2	35	17.5	1
พื้นที่สำนักงาน	5	2.5	0.06	0.3	5	17	8.5	1
โถงต้อนรับ	5	2.5	0.06	0.3	30	7	3.5	1
ห้องโทรศัพท์ ห้องพัสดุ	5	2.5	0.06	0.3	60	6	3.0	1

ที่มา : มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ 2560, มาตรฐาน วสท. 031010-60 หน้า (6-7)

หมายเหตุทั่วไปสำหรับตารางที่ 12

1) ค่าที่กำหนดให้ สำหรับความหนาแน่นของผู้ใช้สอย (default occupancy density) : จะถูกนำมาใช้เมื่อไม่ทราบความหนาแน่นของผู้ใช้สอยที่เกิดขึ้นจริง

2) ค่าที่กำหนดให้ สำหรับอัตราการระบายอากาศรวมภายนอกต่อคน (default combines outdoor air rate per person) : ค่านี้ขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนดให้ สำหรับความหนาแน่นของผู้ใช้สอย (default occupancy density)

AE 6.3	**การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มความสบายและประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้งานโดยการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ข้อกำหนด

ใช้เครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของ CO_2 ในพื้นที่ที่มีการใช้งานหนาแน่น (>25 คนต่อ 100 ตารางเมตร) เครื่องตรวจวัด CO_2 ต้องติดตั้งอยู่ระหว่าง 0.9 ถึง 1.8 เมตร เหนือพื้นและสามารถส่งสัญญาณเพื่อควบคุมอัตราการนำอากาศภายนอกเข้ามาระบายให้ค่า CO_2 ในห้องต่ำกว่าระดับ 800 ppm

แนวทางการออกแบบ

ติดตั้งเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของ CO_2 ในพื้นที่ที่มีการใช้งานหนาแน่น เช่น ห้องประชุม ห้องอบรมและสัมมนา หรือสำนักงานที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก และอาจให้ส่งสัญญาณเตือนเมื่อค่า CO_2 สูงเกิน 800 ppm เพื่อแสดงความผิดปรกติให้ทราบ

รูปที่ 64 ตัวอย่าง CO_2 sensor

ที่มา : https://www.tempcon.co.uk/shop/hobo-mx1102-bluetooth-co2-temp-rh-data-logger

AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้การเติมปริมาณอากาศภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของแต่ละพื้นที่และประหยัดพลังงาน

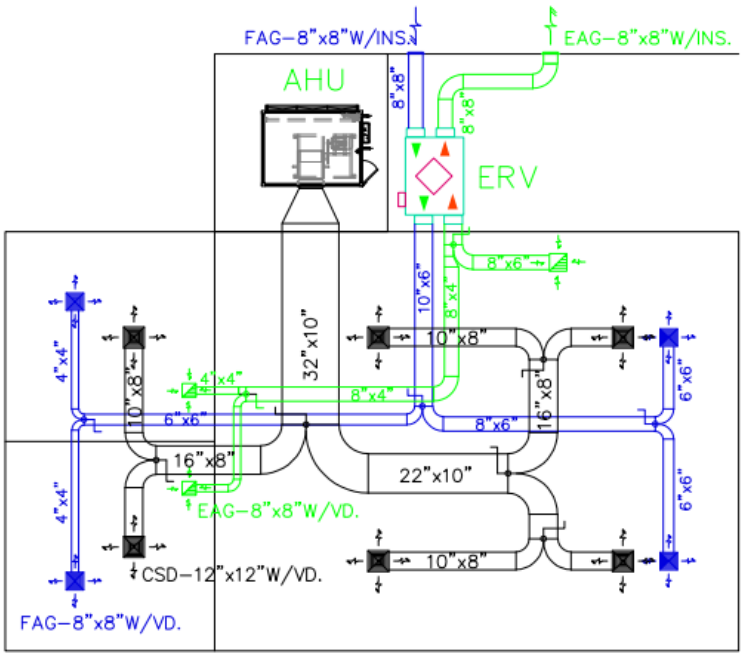
ข้อกำหนด

ใช้ระบบเติมอากาศภายนอกแบบอิสระ หรือ dedicated outdoor air system (DOAS) โดยติดตั้ง pre-cooled outdoor air unit พร้อมอุปกรณ์ช่วยประหยัดพลังงาน คือ heat recovery ventilator (HRV) หรือ energy recovery ventilator (ERV) เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศภายนอกที่เติมเข้าอาคารกับอากาศที่ระบายทิ้งนอกอาคาร

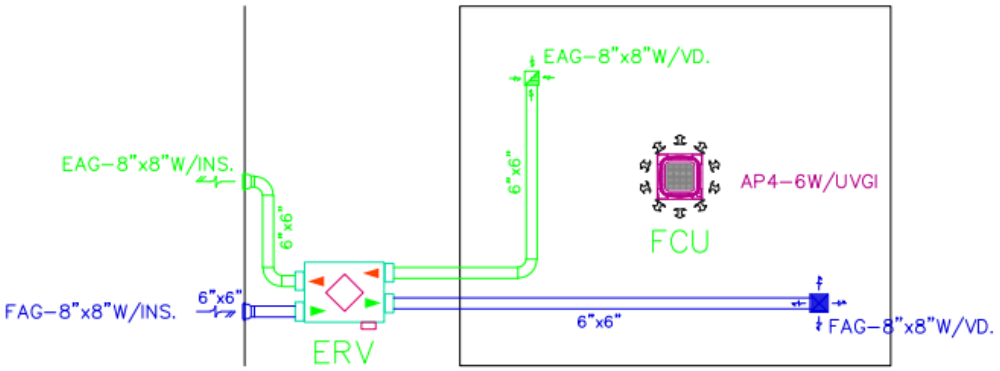
แนวทางการออกแบบ

1) กรณีใช้เครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ (AHU) ที่จ่ายลมเย็นในหลายพื้นที่ ควรแยกเติมอากาศที่ผ่าน HRV หรือ ERV แล้วจ่ายในพื้นที่นั้นโดยตรง โดยไม่ผสมกับอากาศที่ดูดกลับ (return air)

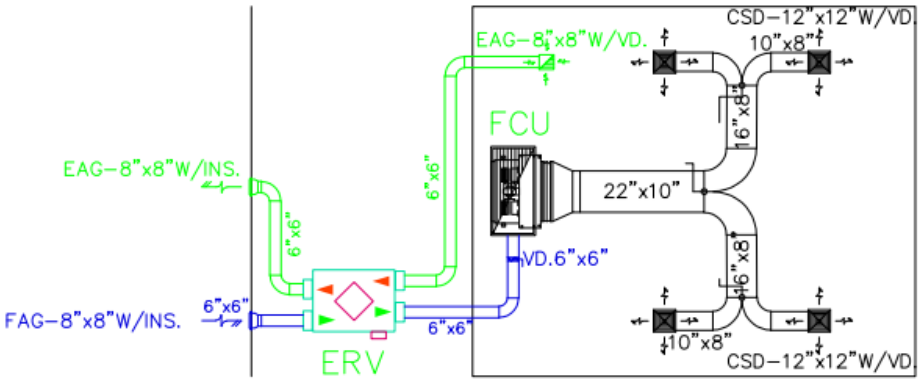
2) กรณีใช้เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ชนิดไม่ต่อท่อลมสามารถนำอากาศที่ผ่าน HRV หรือ ERV จ่ายให้แต่ละพื้นที่โดยตรง แต่ถ้าเป็น FCU ชนิดต่อท่อลม สามารถนำอากาศที่ผ่าน HRV หรือ ERV มาจ่ายที่ return air chamber ก่อนที่อากาศจะไหลผ่าน FCU



รูปที่ 65 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ AHU



รูปที่ 66 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบไม่ต่อท่อลม



รูปที่ 67 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบต่อท่อลม

AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**

AE 7.1	**ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์และบันไดเลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

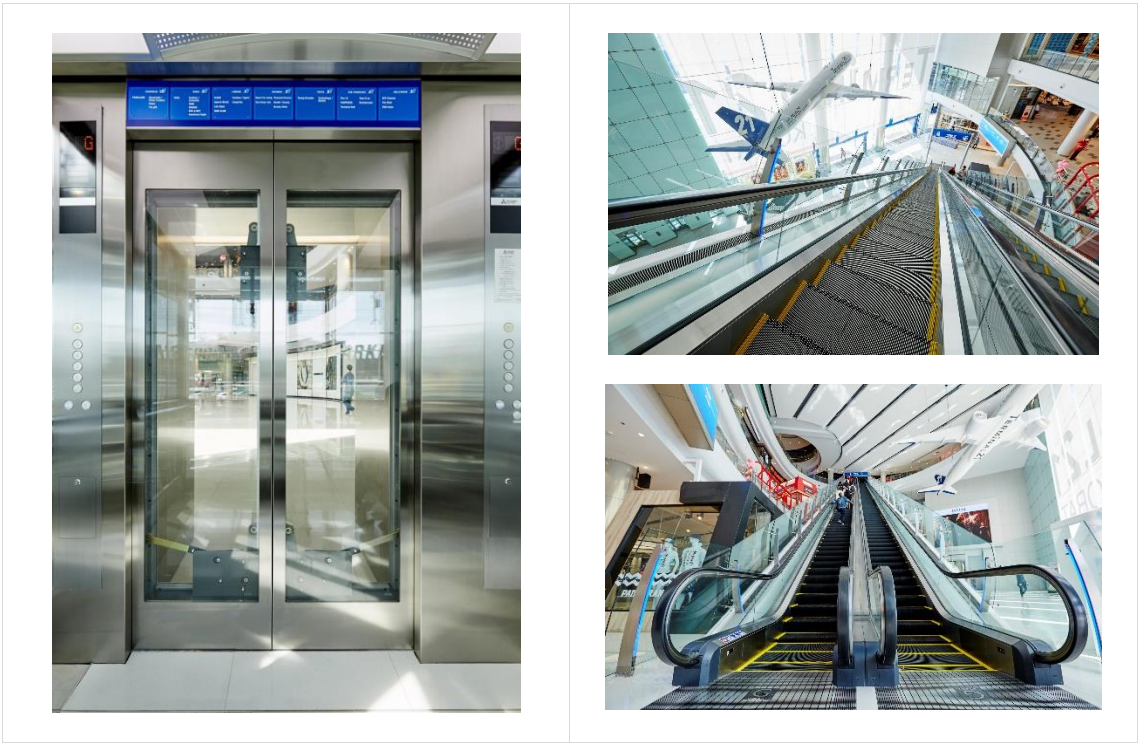
ข้อกำหนด

1) เลือกใช้ลิฟต์และบันไดเลื่อน ที่ใช้ระบบควบคุมแบบแปรเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้า variable voltage variable frequency (VVVF)

2) เลือกใช้ลิฟต์และบันไดเลื่อน ที่มีระบบ sleep mode กรณีที่ไม่มีการใช้งานลิฟต์และบันไดเลื่อนเป็นเวลานาน

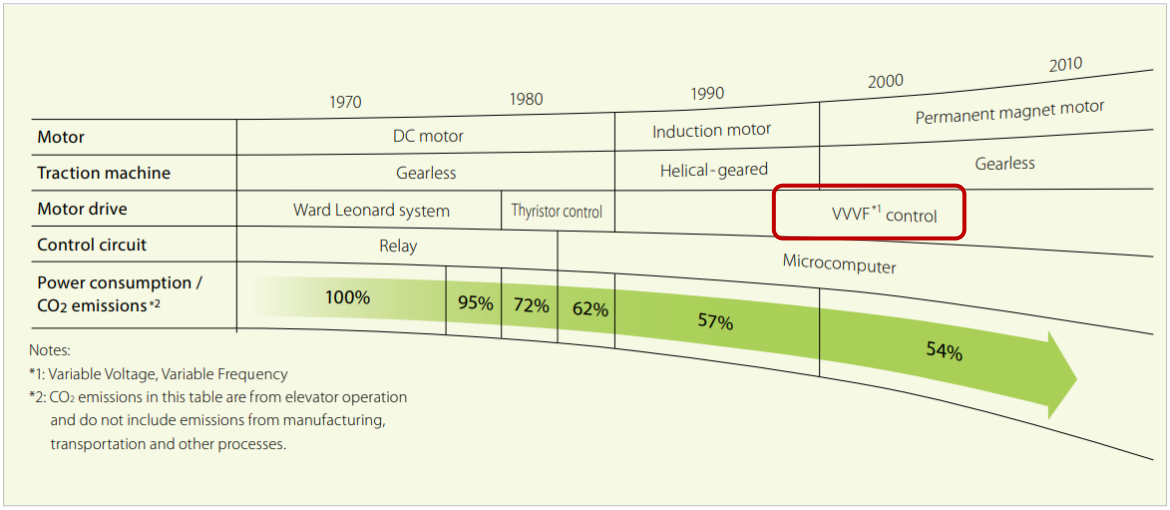
แนวทางการออกแบบ

ออกแบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ที่ใช้ระบบควบคุมแบบแปรเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้า variable voltage variable frequency (VVVF) และมีระบบ sleep mode เพื่อประหยัดพลังงานในกรณีที่ไม่มีการใช้งานเป็นเวลานาน



รูปที่ 68 ตัวอย่างลิฟต์และบันไดเลื่อนที่ใช้ระบบควบคุมแบบ VVVF และ sleep mode

ที่มา : http://www.mitsubishielevator.co.th



รูปที่ 69 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบควบคุมแบบ VVVF

ที่มา : http://www.mitsubishielectric.com/elevator/products/basic/elevators/nexway_europe/pdf/product_guide.pdf

Feature	Abbreviation	Description	1C to 2C 2BC	3C to 4C ΣAI-22	3C to 8C ΣAI-2200C
■ GROUP CONTROL FEATURES					
Distinction of Traffic Flow with Neural Networks	NN	Traffic flows in a building are constantly monitored using neural network technology, and the optimum operational pattern for the LTS, UPS feature, etc. is selected or canceled accordingly at the appropriate time.	—	—	ⓢ
Down Peak Service	DPS	Controls the number of cars to be allocated and the timing of car allocation in order to meet increased demands for downward travel during office leaving time, hotel check-out time, etc. to minimize passenger waiting time.	—	◎	◎
Dynamic Rule-set Optimizer	DRO	Traffic flows in a building are constantly predicted using neural network technology, and an optimum rule-set for group control operations is selected through real-time simulations based on prediction results.	—	—	ⓢ
Energy-saving Operation — Allocation Control	ESO-W	The system selects the elevator that best balances operational efficiency and energy consumption according to each elevator's current location and passenger load as well as predicted congestion levels throughout the day.	—	—	ⓢ
Energy-saving Operation — Power Reduction during Off-peak	ESO-A	To save energy, some elevators are automatically put into sleep mode if there are no calls for a specified period.	—	◎#1	ⓢ#1

รูปที่ 70 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบ sleep mode

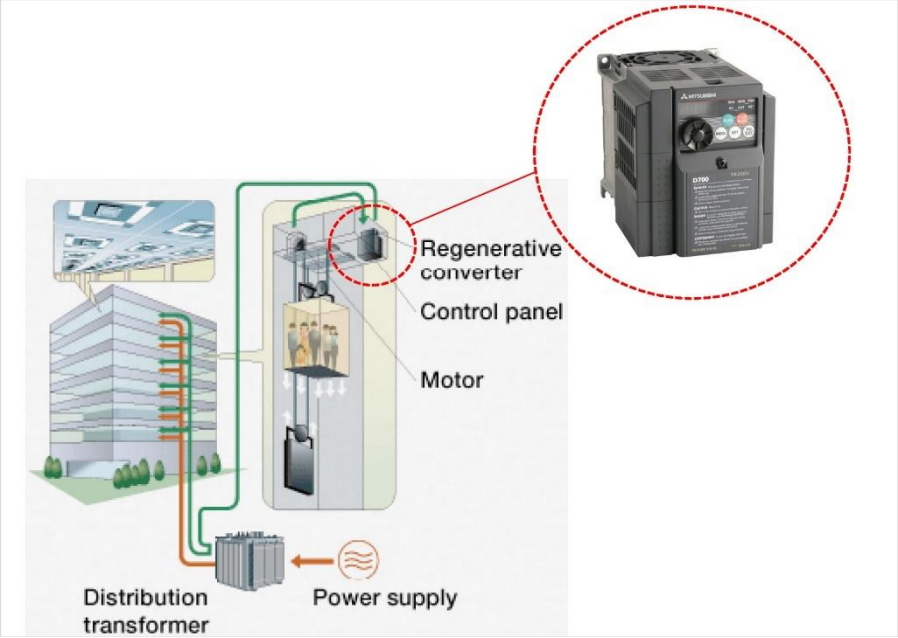
ที่มา : http://www.mitsubishielectric.com/elevator/products/basic/elevators/nexway_europe/pdf/product_guide.pdf

กรณีเป็นอาคารสูงควรพิจารณาใช้ระบบรีเจนเนอร์เรทีฟ (regenerative) ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จากการทำงานในบางช่วงของลิฟต์ ดังนี้

1) ช่วงลิฟต์ขึ้นและน้ำหนักของตุ้มถ่วงน้ำหนัก (counterweight) มากกว่า น้ำหนักบรรทุก (load)

2) ช่วงลิฟต์ลงและน้ำหนักบรรทุก (load) มากกว่า น้ำหนักของตุ้มถ่วงน้ำหนัก (counterweight)

จะเห็นได้ว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเกิดในช่วงที่เป็นการทำงานโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้สามารถนำมาใช้งานในอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าภายในอาคารได้



รูปที่ 71 แผนภูมิการทำงานของ regenerative converter เพื่อการประหยัดพลังงาน

ที่มา : http://www.mitsubishielectric.com/whatschanging/ecochanges/elevators/

AE 8	ระบบการจัดการพลังงาน

AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ

วัตถุประสงค์

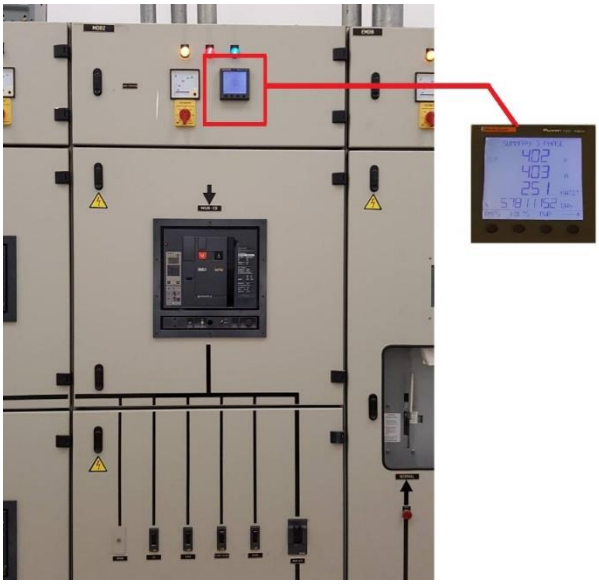
เพื่อสนับสนุนการจัดการพลังงานและเพิ่มโอกาสการประหยัดพลังงานเพิ่มเติม โดยการติดตามการใช้พลังงานในระดับอาคาร

ข้อกำหนด

กำหนดให้มีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลที่ตู้ไฟฟ้าหลักประจำอาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากมาตรวัดไปใช้ในการวางแผนพลังงานของอาคารได้ โดยมาตรวัดไฟฟ้าต้องสามารถแสดงการใช้พลังงานรวมของอาคาร และสามารถส่งออกข้อมูลการใช้พลังงานได้ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของอาคาร

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบให้มีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าสำหรับเก็บค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยมาตรวัดไฟฟ้าหลักของอาคารควรเลือกรุ่นที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำ (energy accuracy : class 0.2S - 0.5S) เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลจากมาตรวัดเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าเรียกเก็บได้



รูปที่ 72 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าหลักของอาคาร

AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่ามีการเปิดใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียหรือไม่ เมื่อใช้อาคาร

ข้อกำหนด

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้วัดพลังงานของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศโดยเฉพาะ เพื่อใช้ตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องเติมอากาศ ทำให้ระบบการบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการออกแบบ

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าในจุดที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกในการจดบันทึกปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 73 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย

AE 8.3	**มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานแต่ละประเภทและสามารถวางแผน หรือกำหนดมาตรการเพื่อประหยัดพลังงานได้อย่างเหมาะสม

ข้อกำหนด

กำหนดให้มีมาตรวัดไฟฟ้าย่อย แยกตามประเภทการใช้งาน คือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอุปกรณ์อื่นๆ หรือ

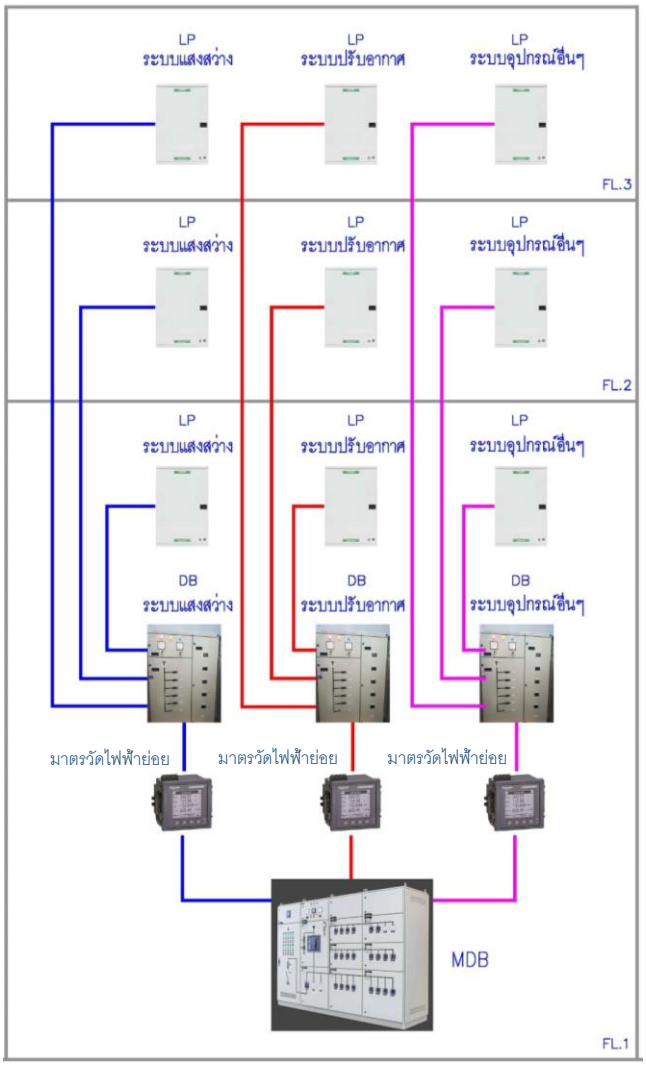
ในกรณีที่อาคารนั้นประกอบด้วยหลายหน่วยงาน อาจพิจารณาแบ่งมาตรวัดย่อยตามหน่วยงานก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารนั้น

แนวทางการออกแบบ

นอกจากแยกมาตรวัดระบบย่อยข้างต้นแล้ว อาจพิจารณาติดตั้งมาตรวัดเพิ่มเติมในระบบที่มีแนวโน้มการใช้พลังงานสูง เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ของศูนย์ข้อมูล เป็นต้น การมีมาตรวัดไฟฟ้าย่อยจะช่วยให้ทราบผลสัมฤทธิ์ของมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ ที่ใช้ในอาคารได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนว่าต้องการทราบข้อมูลด้านใดที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานของอาคารนั้น ตั้งแต่ขั้นออกแบบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้โดยเกิดประโยชน์สูงสุด และมาตรวัดที่ติดตั้งควรจะสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของอาคารได้ เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล หรือนำข้อมูลมาวิเคราะห์

รูปที่ 74 ตัวอย่างมาตรวัดไฟฟ้าแบบ digital

ที่มา : http://www.compomax.co.th/product/meter-installation/



รูปที่ 75 ตัวอย่างไดอะแกรมการแยกมาตรวัดไฟฟ้าตามระบบย่อย

LP = load panel

DB = distribution board

MDB = main distribution board

AE 8.4	**การใช้ระบบ BMS ควบคุม**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มความสามารถในการบริหารจัดการพลังงานของอาคาร โดยการรวบรวมข้อมูลและระบบควบคุมของระบบต่างๆ ในอาคารเข้าด้วยกัน

ข้อกำหนด

ติดตั้งระบบ building management system (BMS) เพื่อควบคุมและตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือระบบปรับอากาศและระบายอากาศเป็นอย่างน้อย

แนวทางการออกแบบ

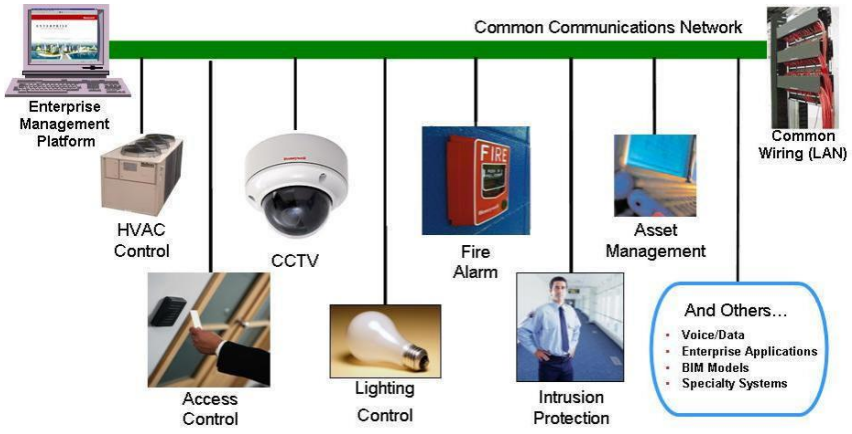
ระบบ building management system (BMS) หรือ building automation system (BAS) เป็นระบบบริหารจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (local area network, LAN) ซึ่งสามารถตรวจสอบและควบคุมระบบหลักๆ ภายในอาคารได้ เช่น ระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบลิฟต์ และบันไดเลื่อน ระบบกระจายเสียง เป็นต้น โดยรูปแบบการสื่อสารข้อมูลควรใช้ชนิด BACnet หรือ modbus ที่เป็นรูปแบบการสื่อสารแบบเปิด เพื่อที่จะใช้สื่อสารกับอุปกรณ์ได้หลายยี่ห้อ

ระบบอย่างน้อยที่ควรควบคุมด้วยระบบ BMS ได้แก่

1) ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ต้องสามารถควบคุมและกำหนดเวลาการเปิด-ปิด ล่วงหน้าได้ และสามารถตั้งค่าอุณหภูมิให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน และพฤติกรรมการใช้อาคารของพนักงานฝ่ายต่างๆ ที่อาจจะแตกต่างกัน

2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องสามารถควบคุมและกำหนดเวลาการเปิด-ปิดล่วงหน้าได้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคารและช่วงเวลาตามฤดูกาล

3) ควรมีแผนการบำรุงรักษาระบบ



รูปที่ 76 ตัวอย่างไดอะแกรมระบบ building management system (BMS)

ที่มา : http://www.automatedbuildings.com/news/apr10/articles/honeywell/100330032505honeywell.htm

AE 9	ระบบสุขาภิบาล

AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอาคารและมีการบริหารจัดการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

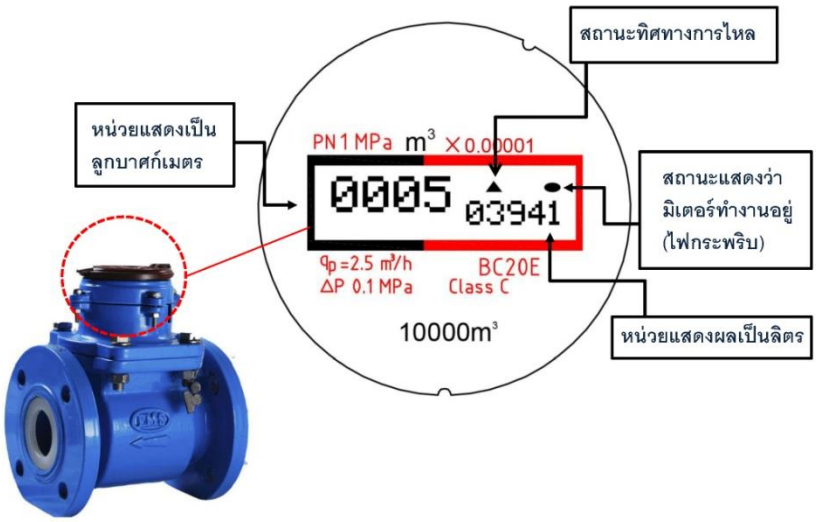
ข้อกำหนด

1) ติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร

2) ใช้มาตรวัดน้ำแบบ digital โดยเก็บข้อมูลขั้นต่ำรายชั่วโมงได้เป็นอย่างน้อย และเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 1 เดือน

แนวทางการออกแบบ

กรณีมาตรวัดน้ำประจำอาคารเป็นมาตรวัดน้ำที่ติดตั้งโดยการประปา ให้ออกแบบโดยเพิ่มมาตรวัดน้ำแบบ digital เพิ่มอีก 1 ชุดพร้อมประตูน้ำสำหรับการบำรุงรักษา เพื่อใช้วิเคราะห์และติดตามการใช้น้ำภายในอาคารได้



รูปที่ 77 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำแบบ digital

ที่มา : https://www.eurooriental.co.th/

AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้สารเคมีที่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ โดยไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือซีเอฟซี (CFC) หรือเอชซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง

ข้อกำหนด

ไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือซีเอฟซี (CFC) หรือเอชซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิงและถังดับเพลิงชนิดมือถือ

แนวทางการออกแบบ

ติดตั้งหรือปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ในการดับเพลิง โดยรวบรวมเอกสารยืนยันถึงผลิตภัณฑ์ต่างๆ ว่าไม่มีสารต้องห้ามตามที่ระบุไว้ หรือเลือกถังดับเพลิงที่ได้ฉลากเขียว

รูปที่ 78 ชนิดของถังดับเพลิงมือถือที่ห้ามใช้และสามารถใช้ได้

ชนิดของถังดับเพลิงมือถือที่ใช้งานโดยทั่วไป แบ่งออกเป็นดังนี้

1) ชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารเคมีภายในบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะฉีดจะทำให้ก๊าซออกซิเจนลดลงถึงจุดที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ก๊าซที่ฉีดออกมาจะเป็นไอเย็นจัด ลดความร้อนของไฟได้ ไม่ทิ้งคราบสกปรก สามารถดับไฟได้ Class B, C เหมาะสำหรับการใช้งานในห้องไฟฟ้า

2) ชนิดเคมีสูตรน้ำ (low pressure water mist) สารเคมีจะเป็นน้ำยาชื่อว่า “ABFFC” ที่ใช้สำหรับการดับไฟได้ดี ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า สามารถดับไฟได้ทุกประเภท class A, B, C หากมีการใช้งานแล้วฉีดสารเคมีไม่หมด ยังสามารถใช้ต่อจนหมดได้

3) ชนิดผงเคมีแห้ง ถังสีแดง สามารถดับไฟได้เกือบทุกประเภท class A, B, C ราคาถูกหาซื้อง่าย แต่มีข้อเสียคือเมื่อฉีดออกมาจะฟุ้งกระจาย และเมื่อทำการฉีดแล้วจะฉีดจนหมดหรือไม่หมดถังแรงดันจะตก ไม่สามารถใช้งานได้อีกต้องส่งบรรจุใหม่

4) ชนิดโฟม สารเคมีภายในบรรจุโฟม (มีน้ำเป็นส่วนผสม) เมื่อฉีดออกมาจะเป็นฟองโฟมคลุมผิวเชื้อเพลิงที่ลุกไหม้ จึงสามารถดับไฟได้ class A, B ได้ดี แต่ห้ามนำไปดับไฟ class C เพราะยังมีน้ำเป็นส่วนผสมในการเป็นสื่อนำไฟฟ้า ถังชนิดนี้เหมาะสำหรับภาคอุตสาหกรรม และคลังสินค้าที่เก็บสารเคมี หรือน้ำมันเชื้อเพลิง

5) ชนิดน้ำ (water) บรรจุน้ำภายในถัง สามารถลดความร้อนของเชื้อเพลิง class A เหมาะกับพื้นที่ที่อาจก่อเพลิงไหม้จากเชื้อเพลิง class A โดยมีข้อควรระวัง คือห้ามนำไปใช้กับไฟ class B และ class C

ประเภทของเพลิง แบ่งออกได้เป็น 5 class ดังนี้

class A คือ เพลิงที่ไหม้จากเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ปอ นุ่น ยาง พลาสติก

class B คือ เพลิงที่ไหม้ในของเหลวติดไฟและก๊าซติดไฟ เช่น น้ำมัน ก๊าซหุงต้ม จาระบี

class C คือ เพลิงที่ไหม้จากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร

class D คือ เพลิงที่ไหม้จากโลหะที่ติดไฟได้ เช่น โซเดียม แมกนีเซียม โปแตสเซียม

class K คือ เพลิงที่ไหม้จากน้ำมันทำอาหาร ไขมัน หรือน้ำมันของสัตว์และพืช

AE 9.3	**การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอาคารและมีการบริหารจัดการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อกำหนด

1) ติดมาตรวัดน้ำย่อยที่สามารถวัดการใช้น้ำรายประเภท โดยต้องวัดได้อย่างน้อยร้อยละ 80 ของการใช้น้ำประเภทนั้นๆ ประเภทการใช้น้ำ ได้แก่

- การใช้น้ำภายในอาคาร
- การใช้น้ำในงานภูมิทัศน์
- การใช้น้ำในระบบปรับอากาศ
- อื่นๆ

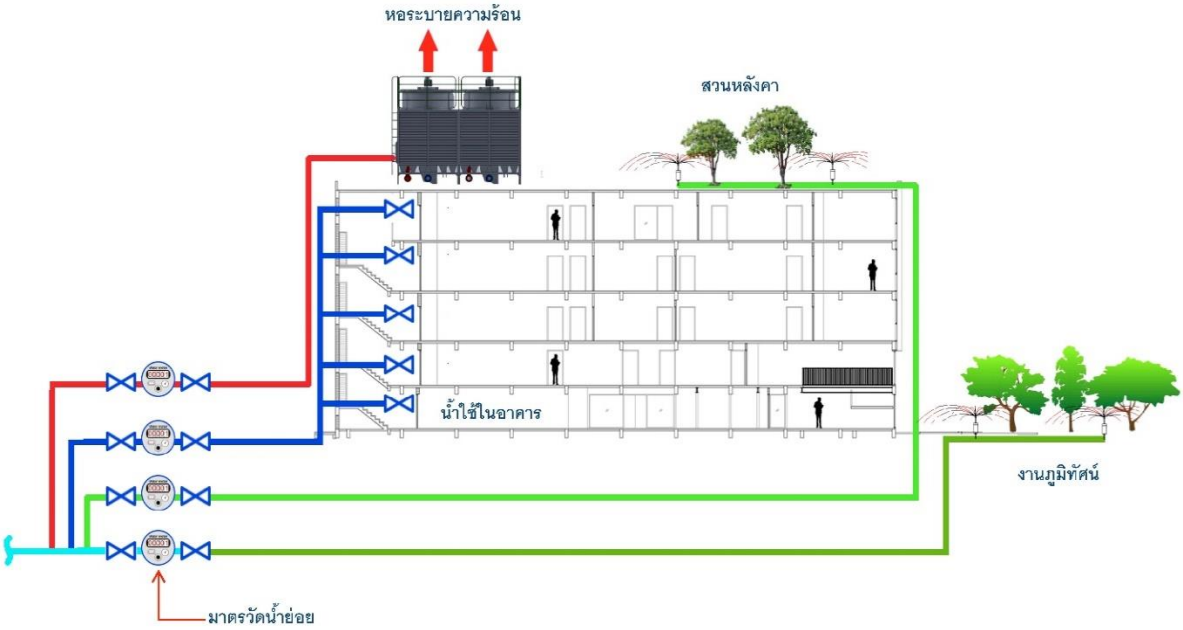
2) มาตรวัดที่ใช้วัดน้ำย่อยต้องเป็นแบบ digital เก็บข้อมูลขั้นต่ำรายชั่วโมงได้เป็นอย่างน้อย และเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 1 เดือน

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบให้มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital เพื่อแยกประเภทการใช้น้ำภายในโครงการ โดยพิจารณาประเภทการใช้งานตามที่ระบุในข้อกำหนด

รูปที่ 79 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital

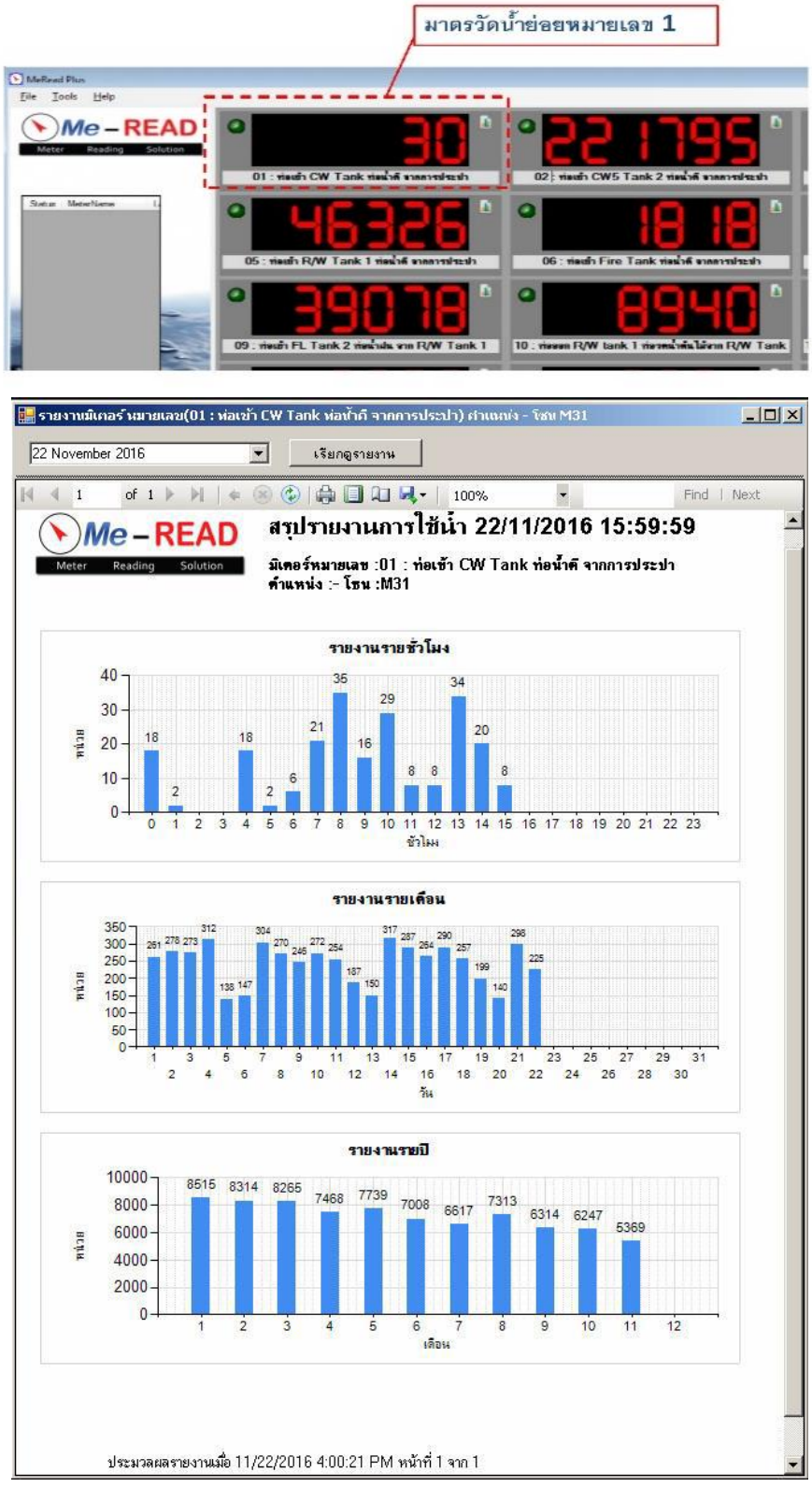
ที่มา : https://www.eurooriental.co.th/



รูปที่ 80 ตัวอย่างแผนภูมิการติดมาตรวัดน้ำย่อยแยกการใช้น้ำรายประเภท

รูปที่ 81 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital แยกการใช้น้ำรายประเภท

ที่มา : https://www.eurooriental.co.th/



รูปที่ 82 ตัวอย่างข้อมูลการวัดน้ำจากมาตรวัดน้ำแบบ digital

ที่มา : https://www.eurooriental.co.th/

AE 9.4	**การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอาคารและมีการบริหารจัดการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการใช้น้ำฝนซึ่งสะอาดและไม่มีค่าใช้จ่าย เพื่อลดภาระในการผลิตน้ำประปา (potable water) และภาระในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อกำหนด

ทางเลือก 1 ติดตั้งถังเก็บน้ำฝน หรือบ่อรับน้ำฝนเพื่อใช้งานของอาคาร เช่น ระบบรดน้ำต้นไม้ การล้างพื้น น้ำตก ม่านน้ำ น้ำสำหรับการชักโครก เป็นต้น ให้มีปริมาตรอย่างน้อยร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกใน 1 ปี

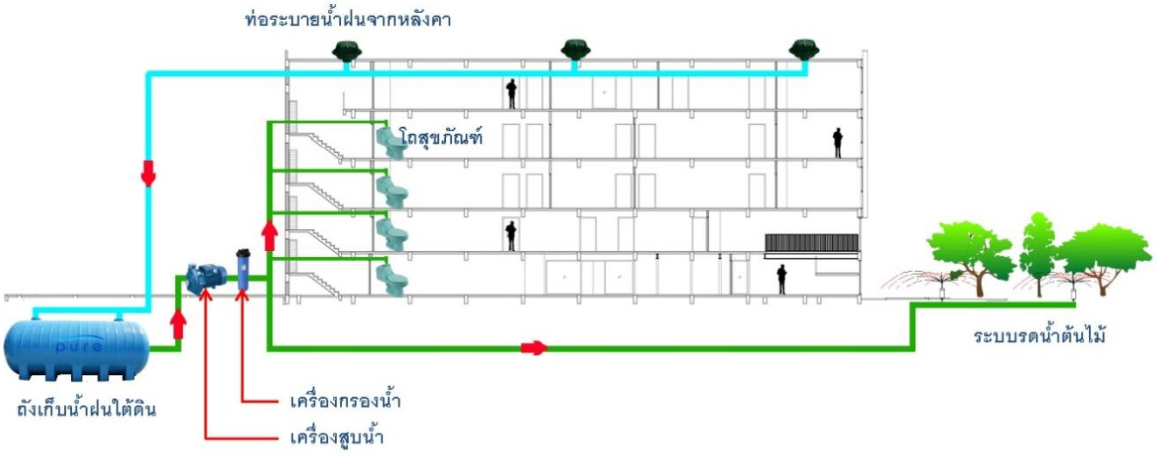
ทางเลือก 2 เลือกใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังต่อไปนี้

1) น้ำจากการกลั่นตัวของเครื่องส่งลม (air handling unit, AHU) กลับมาใช้ในระบบน้ำเติม (makeup water) ของหอระบายความร้อน เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ทำให้ช่วยลดพลังงานในระบบปรับอากาศ

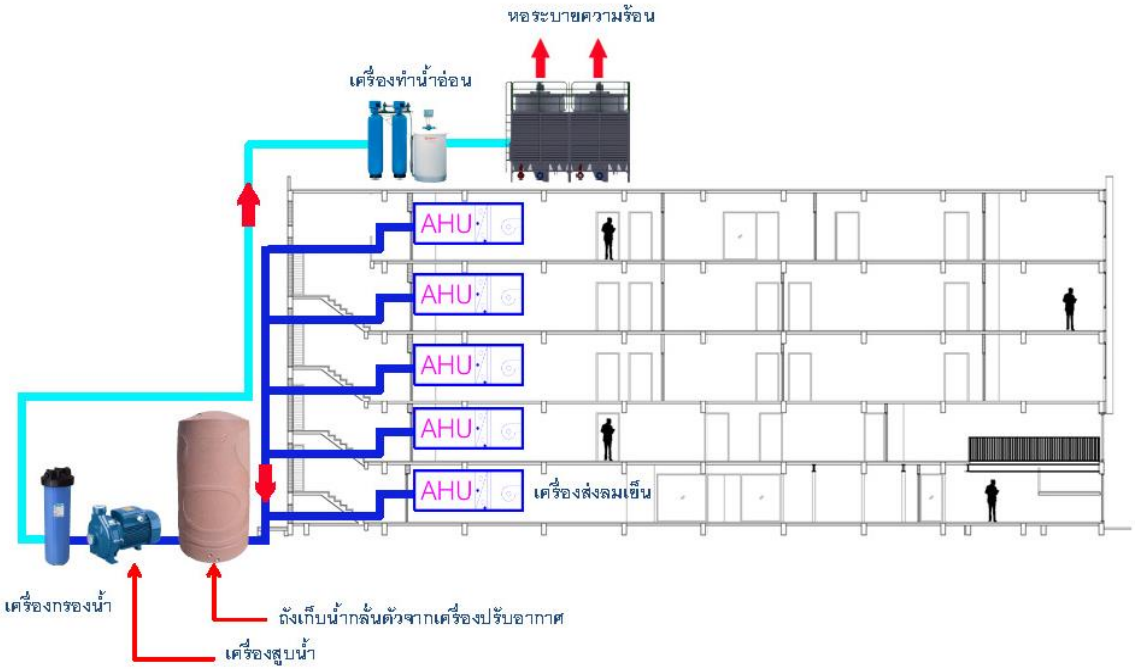
2) การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่จากน้ำใช้แล้วที่สกปรกน้อย (gray water) ภายในโครงการ เช่น ใช้กับโถปัสสาวะชาย

แนวทางการออกแบบ

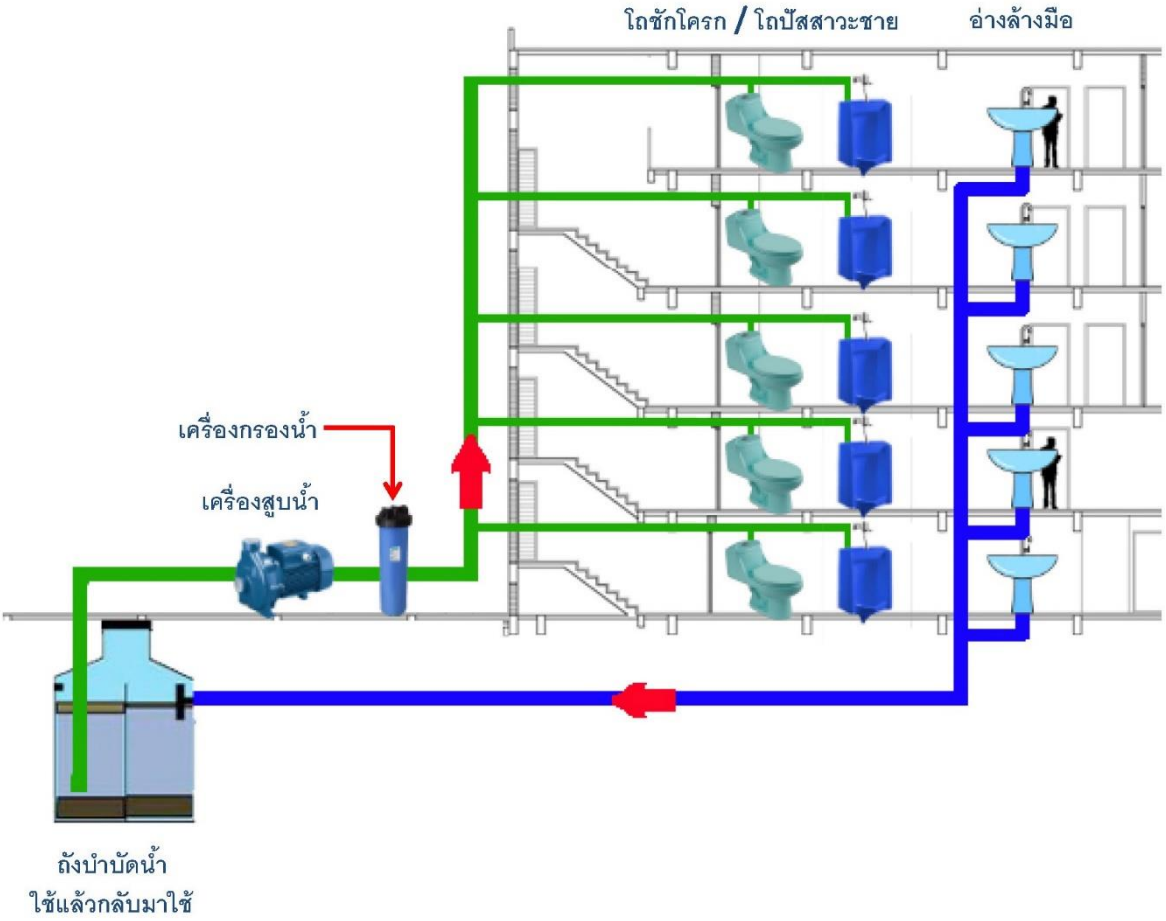
ลดปริมาณการใช้น้ำโดยการพิจารณาการกักเก็บน้ำฝน หรือเลือกใช้น้ำจากแหล่งอื่นๆ ตามข้อกำหนด เพื่อนำมาใช้งานและลดปริมาณการใช้น้ำประปาของโครงการ



รูปที่ 83 ตัวอย่างการนำน้ำฝนมาใช้ใหม่



รูปที่ 84 ตัวอย่างการนำน้ำจากการกลั่นตัวของ AHU กลับมาใช้ในหอระบายความร้อน



รูปที่ 85 ตัวอย่างการนำน้ำใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**

AE 10.1	**การผลิตพลังงานทดแทน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทน ลดการผลิตพลังงานไฟฟ้าของภาครัฐ

ข้อกำหนด

ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มากกว่าร้อยละ 0.5 ของไฟฟ้าที่ต้องการในอาคาร โดยพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการให้ใช้ค่าพลังงานรวมที่คำนวณได้จากโปรแกรม BEC

แนวทางการออกแบบ

ควรวางตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในส่วนที่ได้รับแสงแดดตลอดวัน ไม่มีเงาจากอาคารข้างเคียงหรือส่วนของอาคารที่ออกแบบมาบัง ซึ่งจะทำให้ผลิตไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ถ้าสามารถออกแบบติดตั้งบนหลังคาและลาดเอียงไปทางทิศใต้ได้จะดีกว่าทิศอื่นๆ และมุมลาดเอียงที่ดีที่สุดคือมีค่าประมาณเท่ากับละติจูดของสถานที่ติดตั้ง

นอกจากนี้แล้วหน่วยงานอาจขอการรับรองการใช้และผลิตพลังงานหมุนเวียนจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย เพื่อให้ได้ “ฉลากสีทอง” เพื่อแสดงเจตนารมณ์และความตระหนักใส่ใจในสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 86 การใช้ PV glass เป็น skylight และผลิตไฟฟ้าในขณะเดียวกัน

AE 10.2	**การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์**	-

วัตถุประสงค์

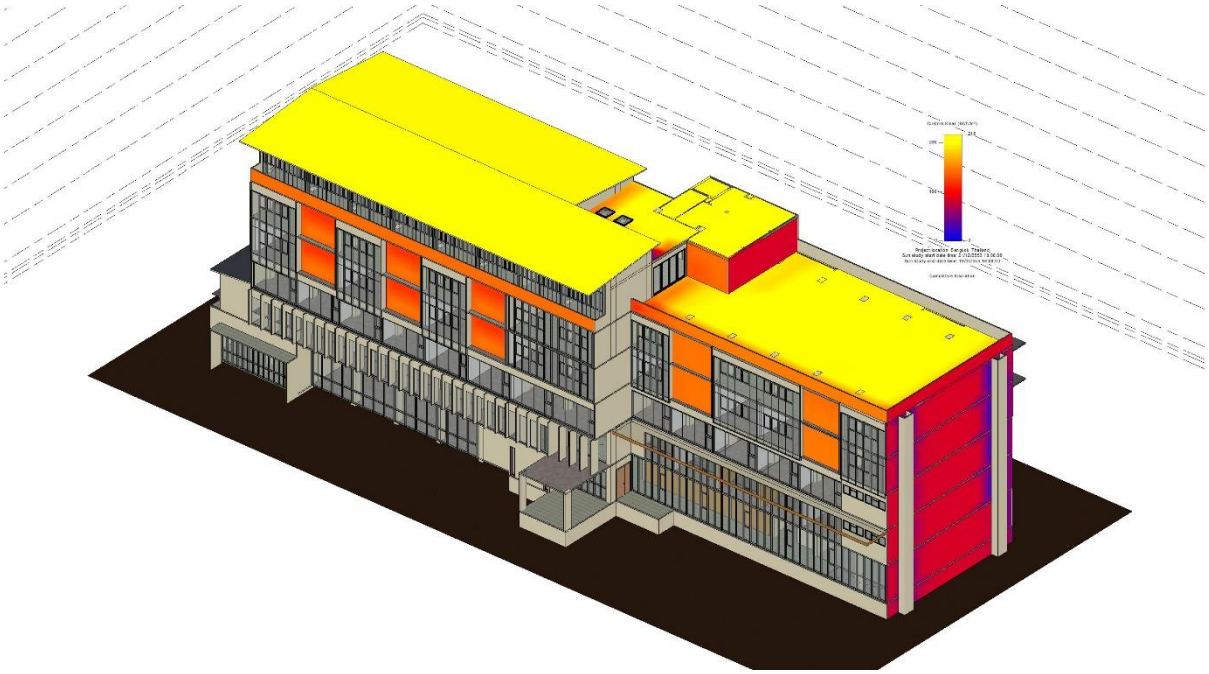
เพื่อเตรียมความพร้อมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต เมื่อราคาของแผงถูกลง

ข้อกำหนด

ให้ออกแบบหรือเตรียมพื้นที่รองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยต้องออกแบบให้รองรับในเรื่อง งานโครงสร้าง งานไฟฟ้า และการเข้าถึงพื้นที่ รวมทั้งวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่ซึ่งไม่มีเงาบัง เพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการออกแบบ

ผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงตำแหน่งในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม ร่วมกับการวิเคราะห์ทิศทางแดดและเงาที่จะพาดผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มที่



รูปที่ 87 การวิเคราะห์ศักยภาพในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit

หมวด 4 การก่อสร้างอาคาร
(Building Construction : BC)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	บังคับ
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	บังคับ
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	บังคับ

BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง และลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ

ข้อกำหนด

จัดทำแผนการดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง ดังนี้

1) การกัดกร่อนของพื้นที่ดินจากการชะล้าง การระบายน้ำฝนไหลล้น (storm water runoff) ของโครงการ หรือกระแสลม รวมถึงการป้องกันการสูญเสียดินชั้นบนโดยการเก็บพักหน้าดินเพื่อนำมาใช้ใหม่

2) การตกตะกอนของดินลงในทางระบายน้ำและแหล่งน้ำใกล้เคียง

3) มลภาวะทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง เขม่า ควัน

ทั้งนี้เพื่อลดมลภาวะจากการก่อสร้างอาคาร โดยการควบคุมการกัดกร่อนของหน้าดินที่รวมถึงการชะล้างและตกตะกอน (sedimentation) ลงในแหล่งน้ำที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ รวมทั้งการเกิดฝุ่นละอองในอากาศ

แนวทางการดำเนินงาน

ในการจัดทำแผนดังกล่าว ควรมีรายละเอียด ระยะเวลา แผนการดูแลรักษา แผนที่แสดงขอบเขตโดยรอบพื้นที่ก่อสร้าง ผังธรณีสัณฐาน ผังแสดงการปรับปรุงพื้นที่ แบบก่อสร้างหรือรูปภาพแสดงการควบคุมการกัดเซาะของหน้าดิน และการชะล้างพังทลายลงในแหล่งน้ำ

รูปที่ 88 การป้องกันตะกอนดินไหลออกนอกพื้นที่

BC 2	**การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อกำหนด

1) จัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ โดยกำหนดให้มีการคัดแยกขยะหลายประเภท เช่น โลหะ กระดาษ แผ่นยิปซัม เป็นต้น โดยหาข้อมูลแหล่งที่จะรับขยะที่คัดแยกเหล่านี้ เช่น รับซื้อเพื่อนำไปรีไซเคิล หรือรับบริจาค โดยไม่นำไปถมทิ้งที่โรงขยะ

2) จัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดการใช้น้ำและพลังงานระหว่างก่อสร้าง โดยให้ระบุวิธีการและผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วน และประชาสัมพันธ์ให้กับทุกคนในอาคารได้มีส่วนร่วมในแนวทางที่ตกลงกันด้วย

แนวทางการดำเนินงาน

แจ้งให้ทุกคนในโครงการที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงเป้าหมายของการจัดทำแผนต่างๆ เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามแผนได้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 89 การคัดแยกขยะในสถานที่ก่อสร้าง

BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อป้องกันฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้อาคารได้

ข้อกำหนด

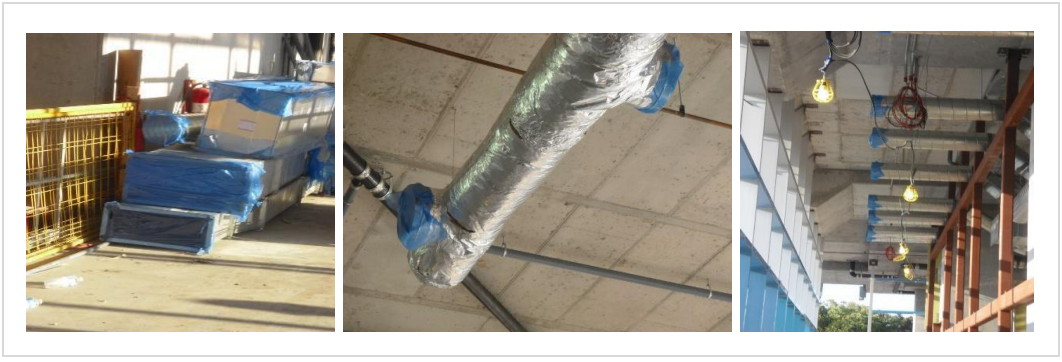
1) หุ้มปิดปากท่อลมทั้งหมดของระบบปรับอากาศ หน้ากากจ่ายลม และช่องลมกลับด้วยพลาสติก เพื่อกันฝุ่นเข้าไปในท่อในระหว่างเก็บและติดตั้ง และต้องหุ้มปิดด้วยพลาสติกเมื่อสิ้นวันถ้ายังทำงานไม่เสร็จด้วย

2) ไม่เก็บของไว้ในห้องเครื่องของระบบปรับอากาศ เพราะอาจทำให้สิ่งสกปรกหลุดเข้าไปในระบบปรับอากาศ

3) ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศในระหว่างที่งานก่อสร้างยังไม่แล้วเสร็จ หากจำเป็นต้องใช้ ต้องเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศให้ใหม่ทั้งหมด ก่อนเปิดใช้งานอาคาร

แนวทางการดำเนินงาน

ทำการหุ้มปิดด้วยพลาสติก บริเวณปากท่อลมของระบบปรับอากาศ หน้ากากจ่ายลม และช่องลมกลับ รวมทั้งสิ่งอื่นๆ เพื่อป้องกันฝุ่นในสถานที่ก่อสร้าง



รูปที่ 90 การหุ้มพลาสติกปิดบริเวณปากท่อลมของระบบปรับอากาศ

หมวด 5 การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร
(Building Operation and Maintenance : OM)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
OM 1	**การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ**	บังคับ
OM 2	**การใช้พลังงาน**	
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	บังคับ
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	บังคับ
OM 3	**การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ**	-
OM 4	**การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**	-
OM 5	**การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน**	-
OM 6	**การจัดการงานภูมิทัศน์**	-
OM 7	**การจัดการขยะ**	-
OM 8	**การทำความสะอาด**	-
OM 9	**การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน**	-

OM 1	**การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

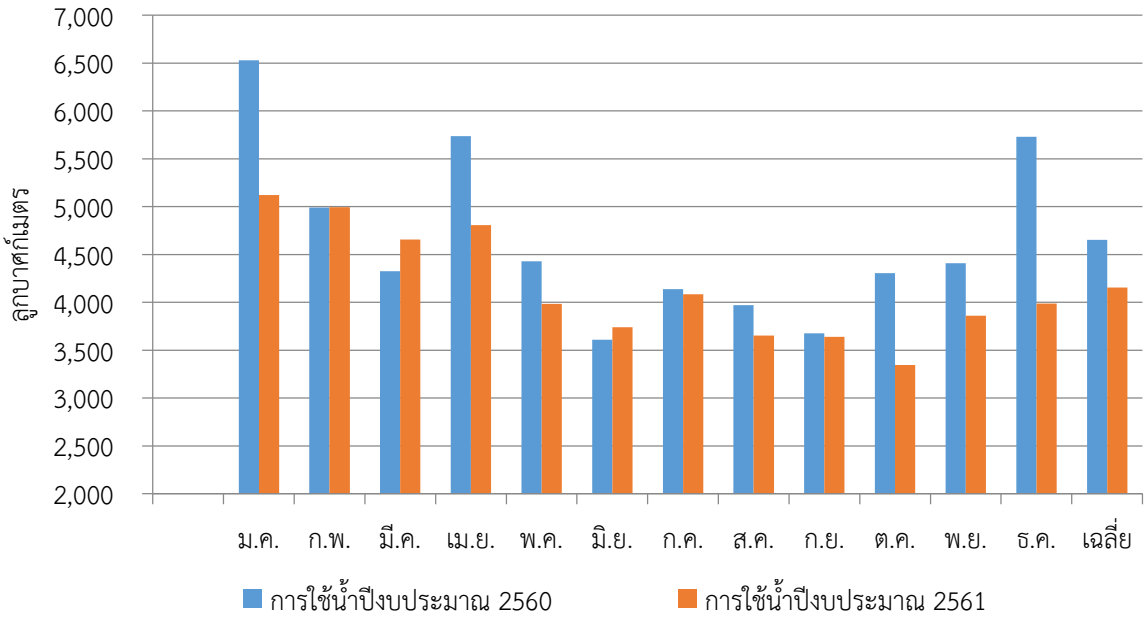
เพื่อเข้าใจพฤติกรรมการใช้น้ำของอาคาร ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือช่วงเวลาการใช้งานในรอบปี และสามารถตรวจสอบความผิดปรกติที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำรั่ว หรือใช้วางแผนมาตรการประหยัดน้ำ

ข้อกำหนด

ให้รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำทั้งอาคารแบบรายเดือนตลอดทั้งปี ตลอดการใช้งานอาคาร และนำมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของทั้งอาคาร และปริมาณการใช้น้ำแยกตามประเภทการใช้งาน (ถ้ามี) เปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันในปีที่ผ่านมา เพื่อดูว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตลอดจนวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อกำหนดมาตรการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวทางการดำเนินงาน

ผู้ดูแลอาคารควรนำข้อมูลการใช้น้ำมาวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องทุกเดือน เพื่อเห็นถึงปัญหาหรือความผิดปรกติได้ทันท่วงที และหากมีการนำเสนอข้อมูลให้ผู้ใช้อาคารทราบ อาจทำให้ผู้ใช้อาคารประหยัดน้ำเพิ่มขึ้น



รูปที่ 91 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำ

OM 2	**การใช้พลังงาน**

OM 2.1	**การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้สามารถใช้อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดด้านพลังงาน

ข้อกำหนด

ให้แต่งตั้งผู้รับผิดชอบ ในการจัดทำแผนการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

1) **แผนการบริหารจัดการอาคาร** ระบุความต้องการของแต่ละพื้นที่อาคาร ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน เช่น เวลาในการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ และการตั้งอุณหภูมิ ซึ่งอาจแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน หรือของปี การใช้อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ เป็นต้น

2) **รายละเอียดประกอบงานระบบ** อธิบายงานระบบที่เกี่ยวข้อง ตามแผนการบริหารจัดการของอาคาร

3) **ขั้นตอนการทำงานระบบ** ระบุขั้นตอนการทำงานในการบริหารจัดการ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างปรกติ

4) **แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน** ตามเอกสารรายละเอียดประกอบงานระบบ เช่น การกำหนดเวลาล้างทำความสะอาด กำหนดเวลาเปลี่ยนอุปกรณ์ เป็นต้น

แนวทางการดำเนินงาน

จัดให้มีผู้รับผิดชอบและทีมงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านงานระบบภายในอาคาร รวบรวมข้อมูลแบบอาคาร และเอกสาร เพื่อใช้ในการบริหารอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รูปที่ 92 โครงสร้างการจัดการพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

OM 2.2	**การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมการใช้พลังงานของอาคาร และสามารถกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับอาคาร ซึ่งส่งผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกและสภาวะโลกร้อน

ข้อกำหนด

1) รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานตลอดระยะเวลาที่ใช้อาคาร และนำข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนมาวิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมการใช้พลังงานในรอบปี

2) เปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานกับปีที่ผ่านมา วิเคราะห์หาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน

3) หามาตรการในการลดการใช้พลังงานที่เกิดจากระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งเปลือกอาคาร

แนวทางการดำเนินงาน

จากข้อมูลการใช้พลังงานที่รวบรวมได้ ควรนำมาวิเคราะห์หาค่า energy use intensity (EUI) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการใช้พลังงานของอาคารต่อตารางเมตรต่อปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานของอาคารอื่นในประเภทเดียวกัน หรือที่เรียกว่า ค่า specific energy consumption (SEC) เพื่อให้ทราบว่า โครงการใช้พลังงานมากหรือน้อย และแตกต่างจากอาคารอื่นเพียงใด

ควรศึกษาการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น แยกตามประเภทการใช้งานที่ได้จากมิเตอร์ย่อย คือ การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมการใช้พลังงานที่ละเอียดขึ้น และหามาตรการประหยัดพลังงานได้ตรงกับปัญหา

มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนด อาจจะแยกเป็นมาตรการที่สามารถทำได้ทันทีโดยไม่มีค่าใช้จ่าย หรือมีค่าใช้จ่ายน้อย เช่น การปรับอุณหภูมิในการปรับอากาศในระหว่างช่วงเวลาพักกลางวันให้สูงขึ้น การทำความสะอาดโคมไฟเพื่อให้ความสว่างเพิ่มขึ้น และมาตรการที่ต้องใช้เงินลงทุน เช่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ซึ่งต้องมีการศึกษาความคุ้มทุน

ควรติดตามประเมินผลการใช้พลังงานหลังจากใช้มาตรการต่างๆ แล้ว

OM 3	**การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารผ่านมาตรฐาน ไม่พบสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายในอากาศ เพื่อส่งเสริมสุขอนามัยที่ดีของผู้ใช้อาคาร

ข้อกำหนด

ตรวจหาสิ่งปนเปื้อนในอากาศ ได้แก่ CO_2 TVOC ฟอร์มัลดิไฮด์ ฝุ่นละอองอนุภาคขนาดเล็ก โดยตรวจวัดในพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ และการวัดต้องทำทุกๆ 250 ตารางเมตร หรือตรวจวัดเป็นรายห้อง หากพื้นที่ใหญ่กว่า 1,000 ตารางเมตร ให้วัดเพียง 4 ตำแหน่งในพื้นที่นั้น ที่ความสูง 1.1 เมตร ผลการตรวจวัดต้องต่ำกว่าค่าที่จำกัดดังนี้

ตารางที่ 13 ค่าที่จำกัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศที่ทำการตรวจวัด

สิ่งปนเปื้อนที่ทำการตรวจวัด	ค่าที่จำกัด
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1,000 ส่วนในล้านส่วน
สารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (TVOC)	3 ส่วนในล้านส่วน
ฟอร์มัลดีไฮด์	0.1 ส่วนในล้านส่วน
อนุภาคแขวนลอยขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10)	150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หากค่าที่ตรวจสอบวัดได้*เกินกว่าค่าที่จำกัด* ให้ทำการไล่อากาศภายในอาคาร (building flush out) และทำการตรวจวัดซ้ำในจุดที่มีค่าเกินเท่านั้น

แนวทางการดำเนินงาน

การระบุตำแหน่งการตรวจวัดต้องกระจายจุดตรวจวัดตามลักษณะพื้นที่ในห้องประเภทต่างๆ ให้มีพื้นที่จุดตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่อย่างเท่าเทียมกัน

รูปที่ 93 การใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร

ที่มา : http://www.vcareenvironment.com/v2/service/iaq

OM 4	**การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค ทำให้ผู้ผลิตหันมาให้ความสำคัญต่อการผลิตที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

ข้อกำหนด

จัดทำนโยบายการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากเขียว หรือ ฉลากลดคาร์บอน หรือ ฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยครอบคลุมผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1) สินค้าอุปโภคทั่วไป เช่น กระดาษ เครื่องเขียน
2) เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ หลอดไฟ
3) เครื่องเรือน วัสดุตกแต่งอาคารและวัสดุก่อสร้าง

ในกรณีที่ต้องเลือกผลิตภัณฑ์หลายยี่ห้อในการจัดซื้อ ให้เลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับที่ได้รับฉลากเขียว หรือ ฉลากลดคาร์บอน หรือ ฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หรือ ฉลากประหยัดพลังงานของกระทรวงพลังงาน (เป็นคู่เทียบด้วย)

แนวทางการดำเนินงาน

ตรวจสอบรายการวัสดุที่ได้รับฉลากเขียวและฉลากลดคาร์บอน จากเว็บไซต์ของมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากเว็บไซต์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และควรเลือกสินค้าไทยเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจในประเทศ

รูปที่ 94 ฉลากสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ที่มา : http://www.tei.or.th/th/green_office_detail.php?event_id=101

OM 5	**การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อดูแลบริเวณภายนอกอาคารโดยการควบคุมแมลงและสัตว์รบกวน ไม่ให้แพร่กระจายขยายจำนวน ประชากร สร้างความรำคาญให้กับผู้ใช้งานอาคาร

ข้อกำหนด

จัดทำแผนการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน โดยครอบคลุมการดำเนินงาน ดังนี้

1) ทำความสะอาดพื้นที่โครงการอย่างสม่ำเสมอ
2) จัดการขยะและนำไปทิ้งอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง
3) สำรวจที่อยู่อาศัยของแมลงและสัตว์รบกวนต่างๆ หากพบให้ควบคุมการแพร่ระบาด
4) ใช้สารเคมีที่มีผลกระทบต่ำในการควบคุมสัตว์รบกวน

แนวทางการดำเนินงาน

ควรวางแผนการบริหารจัดการภายนอกอาคารเกี่ยวกับแมลงและสัตว์รบกวน และแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องให้รับทราบ โดยดูแลจัดการพื้นที่ให้มีความสะอาดอยู่เสมอ หมั่นตรวจสอบจุดอับที่อาจจะเป็นแหล่งที่อยู่และเพาะพันธุ์ของสัตว์รบกวน หากพบให้จัดการแก้ไขด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 95 การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน

OM 6	**การจัดการงานภูมิทัศน์**	-

วัตถุประสงค์

1) เพื่อลดการใช้สารเคมีอันตรายที่อาจกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์

2) เพื่อส่งเสริมให้โครงการมีการบริหารจัดการงานภูมิทัศน์ และงานภายนอกอาคารที่อาจเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางเสียง คุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เป็นต้น

ข้อกำหนด

การดูแลบำรุงรักษาพื้นที่ภายนอกอาคารและงานภูมิทัศน์ให้ดำเนินการดังนี้

1) ลดมลพิษทางอากาศ และเสียงดังที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้น้ำมัน เช่น เครื่องตัดหญ้า

2) ผลิตภัณฑ์สารเคมีสำหรับการทำความสะอาดเปลือกอาคารและพื้นที่ดาดแข็งภายนอกให้พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ได้การรับรองฉลากเขียว หรือไม่มีสารอันตราย

3) วัสดุประสาน วัสดุยาแนว วัสดุรองพื้น สี และวัสดุเคลือบผิวที่ใช้ซ่อมแซมหรือตกแต่ง ควรหลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์ที่มีสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย หรือเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับฉลากเขียว

4) ถอนหรือกำจัดวัชพืช และต้นไม้สายพันธุ์รุกรานที่เกิดขึ้น

5) ลดการใช้ปุ๋ย หรือให้ใช้เท่าที่จำเป็น และไม่ใช้ปุ๋ยตอนฝนตก ตลอดจนไม่ใช้ปุ๋ยในระยะ 8 เมตร จากแหล่งน้ำ และใช้ปุ๋ยธรรมชาติ หรือใช้ปุ๋ยเคมีแบบละลายช้า

6) ลดการสูญเสียหน้าดินโดยดูแลให้มีการปลูกพืชคลุมดินอยู่ตลอด

7) ใช้ยากำจัดแมลงหรือศัตรูพืชเท่าที่จำเป็น

แนวทางการดำเนินงาน

ควรวางแผนการจัดการงานภายนอกอาคารล่วงหน้า เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนในการดูแลบำรุงรักษาอย่างมีแบบแผน และทำความเข้าใจกับบุคคลที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 96 ลดเสียงดังที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้น้ำมัน

OM 7	**การจัดการขยะ**	-

วัตถุประสงค์

1) เพื่อส่งเสริมให้มีการลดปริมาณขยะ

2) เพื่อส่งเสริมให้มีการคัดแยกขยะ และการเก็บขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อกำหนด

1) มีนโยบายการลดขยะและประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้อาคารดำเนินการโดยการใช้ซ้ำ เช่น ซองเอกสารภายใน กระดาษเอกสารที่ใช้แล้วหนึ่งด้าน เป็นต้น

2) ลดการนำขยะที่ย่อยสลายยาก เช่น กล่องโฟมใส่อาหาร เข้ามาใช้ในอาคาร

3) คัดแยกขยะในอาคาร โดยแบ่งเป็นกระดาษ กระดาษลังลูกฟูก แก้ว โลหะ พลาสติก ขยะเศษอาหาร ขยะแบตเตอรี่ ขยะหลอดไฟ และขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปจำหน่าย บริจาค หรือส่งต่อให้หน่วยงานท้องถิ่นที่รับผิดชอบในการจัดการขยะนำไปดำเนินงานต่อ

แนวทางการดำเนินงาน

จัดถังขยะแยกประเภทวางไว้ในตำแหน่งที่ใกล้จุดเกิดขยะ เพื่อให้ผู้ใช้อาคารเห็นได้โดยง่าย และเข้าถึงสะดวก เช่น ในทุกชั้นของอาคาร และจัดห้องเก็บรวบรวมกลาง ที่จะนำขยะออกไปทิ้งภายนอกได้สะดวก นอกจากนี้ ควรมีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะและประเภทขยะที่เกิดขึ้นเป็นรายเดือน เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมที่ทำให้เกิดขยะ และสามารถวางแผนลดปริมาณขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 97 การจัดวางถังคัดแยกในตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายและเข้าถึงสะดวก

ที่มา : https://www.change.org/p/กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม-ทำไมเราต้องแยกขยะ

OM 8	**การทำความสะอาด**	-

วัตถุประสงค์

1) เพื่อส่งเสริมการทำความสะอาดที่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดผลกระทบด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จากการใช้สารเคมีอันตรายในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

2) เพื่อส่งเสริมให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีของอาคารและองค์กร

ข้อกำหนด

การทำความสะอาดทั้งในอาคารและรอบอาคารต้องมีวิธีดำเนินงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและปลอดภัย โดยมี 2 ทางเลือก คือ

ทางเลือก 1 จัดจ้างงานบริการทำความสะอาด ที่ได้รับเครื่องหมายฉลากเขียว

ทางเลือก 2 ดำเนินงานทำความสะอาดอาคารเอง หรือจ้างบริการทำความสะอาดจากภายนอก โดยให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดของโครงการฉลากเขียวสำหรับบริการทำความสะอาด

แนวทางการดำเนินงาน

ควรแต่งตั้งผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบการทำงานของหน่วยงานที่ได้จ้างบริการทำความสะอาด เช่น ความสะอาดของพื้น ผนัง น้ำยา และอุปกรณ์ที่ใช้ ความสะอาดของถังขยะ การจัดการขยะ เป็นต้น

รูปที่ 98 การตรวจสอบการทำงานของหน่วยงานที่รับจ้างบริการทำความสะอาด

ที่มา : http://www.apthai.co.th/jobs.php

OM 9	**การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการบริหารอาคาร และส่งเสริมการยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารให้ดีขึ้น

ข้อกำหนด

สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานอาคารอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยครอบคลุมเรื่องดังนี้

1) อุณหภูมิและความชื้น
2) เสียงและการได้ยิน
3) ระดับความสว่าง
4) คุณภาพอากาศภายในอาคาร
5) ความสะอาดของอาคาร

โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุพื้นที่ในอาคารที่ใช้งาน เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขได้ถูกพื้นที่ การสำรวจให้สุ่มตัวอย่าง อย่างน้อยร้อยละ 30 ของผู้ใช้อาคารประจำ โดยอาจใช้แบบสอบถามออนไลน์แทนกระดาษ ในลักษณะให้คะแนน 7 ระดับ (+3 พอใจมากที่สุด –3 ไม่พอใจมากที่สุด 0 คือระดับกลาง) และในกรณีมีความเห็นไม่พึงพอใจ ให้สามารถระบุข้อความเพิ่มเติมได้ ห้ามระบุชื่อผู้ตอบในแบบสอบถาม หากสรุปคะแนนที่ได้ต่ำกว่า 0 ซึ่งหมายถึง ไม่พอใจ มีมากกว่าร้อยละ 20 ในข้อนั้น ควรดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นๆ

แนวทางการดำเนินงาน

ขอความร่วมมือกับผู้ใช้งานอาคารในการสำรวจ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงและเกิดประโยชน์กับผู้ใช้งานเอง

รูปที่ 99 สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานอาคารอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวง. กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ๒๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๒ เล่ม ๑๒๖ ตอนที่ ๑๒ ก

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. ฉลากประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพสูง เห็นแล้วใช่มั่นใจได้

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการตรวจวัด และการวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง รวมทั้งระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ๑๒ มีนาคม ๒๕๖๑ เล่ม ๑๓๕ ตอนพิเศษ ๕๗ ง

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑ เล่ม ๑๓๕ ตอนพิเศษ ๓๙ ง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. เรื่อง กำหนดประเภทหรือชื่อของสถานที่สาธารณะ สถานที่ทำงาน และยานพาหนะ ให้ส่วนหนึ่งส่วนใดหรือทั้งหมดของสถานที่และยานพาหนะ เป็นเขตปลอดบุหรี่ หรือเขตสูบบุหรี่ในเขตปลอดบุหรี่ พ.ศ. 2561. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๑ เล่ม ๑๓๕ ตอนพิเศษ ๒๗๙ ง

ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการจัดซื้อจัดจ้างสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560, วิธีการจัดซื้อจัดจ้างสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. คพ.08-075

พระราชบัญญัติ. การจัดซื้อจัดจ้างและการบริการพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐ เล่ม ๑๓๔ ตอนที่ ๒๔ ก

พันธุดา พุฒิไพโรจน์. นานาสาระในการออกแบบอาคารเขียว. สมุทรปราการ : ห้างหุ้นส่วนปภัสการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์, 2558.

พันธุดา พุฒิไพโรจน์. ออกแบบอย่างไรให้เพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในอาคาร. สมุทรปราการ : ห้างหุ้นส่วนปภัสการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์, 2558.

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย โครงการฉลากเขียว (Green Label Thailand). แผ่นพับ

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. การรับรองการลดหรือหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก. แผ่นพับ

สถาบันอาคารเขียวไทย. คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย - สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่และอาคารประเภทพื้นที่ส่วนกลางและกรอบอาคาร-V1.1.

สถาบันอาคารเขียวไทย. คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย - สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน-V1.0.

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. คู่มือการเลือกหลอด LED สำหรับผู้บริโภค เวอร์ชั่น 1.0 - Consumer Guideline for LED Lamp Selection Version 1.0.

สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. ฉลากเขียว GREEN LABEL : THAILAND ผลิตสินค้าและบริการอย่างรู้คิดเพื่อเศรษฐกิจและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างอย่างยืน. แผ่นพับ

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารสุข. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลาในหอผึ่งเย็นของอาคารในประเทศไทย. กันยายน 2549.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

(ร่าง) กฎกระทรวง. กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ....

(ร่าง) ประกาศกระทรวงพลังงาน. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ. .....

Appendix A Green Building Rating Systems Around the World. Accessed 14 May 2018. Available from https://link.springer.com/content/pdf/bbm%3A978-90-481-2782-5%2F1.pdf

BCA Green Mark. GM ENRB: 2017 - Green Mark for Existing Non-Residential Buildings for Piloting. Accessed 2 May 2018. Available from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/GM_ENRB_2017_simplified_criteria.pdf

BCA Green Mark. GM NRM: 2015 - Green Mark for Non-Residential Buildings NRB 2015. Accessed 10 May 2018. Available from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/Green_Mark_NRB_2015_Criteria.pdf

Building Construction Authority. BCA Green Mark Assessment Criteria and Online Application. Accessed 12 May 2018. Available from https://www.bca.gov.sg/GreenMark/green_mark_criteria.html

Building Construction Authority. Green Mark Buildings Directory. Accessed 13 May 2018. Available from https://www.bca.gov.sg/green_mark/KnowledgeResources/BuildingDirectory.aspx

U.S. Green Building Council. LEED O+M v4.1. Accessed 1 May 2018. Availabel from https://www.usgbc.org/credits/existing-buildings/v4.1

U.S. Green Building Council. LEED v4.1 Operations and Maintenance - Getting started guide for beta participants, March 2018.

U.S. Green Building Council. Reference Guide for Building Design and Construction v4. 2013 edition. Washington, D.C.

World Green Building Council. What is green building? Accessed 14 May 2018. Available from http://www.worldgbc.org/what-green-building

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1) Project Checklist - G-GOODs : RV Version 1.0

ภาคผนวก 2) กระบวนการในการพัฒนาคู่มืออาคารเขียวภาครัฐ

ภาคผนวก 3) ข้อแตกต่างในการประเมินประสิทธิภาพพลังงานระหว่าง G-GOODs และเกณฑ์อาคารเขียวอื่น

ภาคผนวก 4) ตัวอย่างการประเมินอาคารเดิมและแนวทางการปรับปรุง

ภาคผนวก 5) การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ภาคผนวก 6) ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

ภาคผนวก 7) ปัญหา อุปสรรค ในการดำเนินการของภาครัฐเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารเขียว และแนวทางในการแก้ไขปัญหา

G-GOODs : RV

ภาคผนวก 1

Project Checklist – G-GOODs : RV Version 1.0

G-GOODs : RV

เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐ - สำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม G-GOODs : RV Version 1.0

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ข้อ	Y	N	?
	หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**	**6(3)**			
1	DP1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	บังคับ			
2	DP2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	บังคับ			
3	DP3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	บังคับ			
4	DP4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	-			
5	DP5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	-			
6	DP6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	-			
	หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**	**5(2)**			
7	ML1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ			
8	ML2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	บังคับ			
9	ML3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	-			
10	ML4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	-			
11	ML5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	-			
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**	**44(15)**			
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**				
12	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ			
13	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	-			
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**				
14	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	บังคับ			
15	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ			
16	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	-			
17	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-			
18	AE 2.5	การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง	-			
19	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	-			
20	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	-			
21	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	-			
22	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	-			
23	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	-			
	AE 3	**การเลือกใช้วัสดุ**				
24	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	บังคับ			
25	AE 3.2	การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	-			
26	AE 3.3	วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	-			
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**				
27	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	บังคับ			
28	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	บังคับ			
29	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	-			
30	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	-			
31	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-			
32	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-			
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**				
33	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ			
34	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	บังคับ			
35	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ			
36	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	บังคับ			
37	AE 5.5	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-			
38	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-			
39	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-			
40	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	-			
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**				
41	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ			
42	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-			
43	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-			
44	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-			
	AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**				
45	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	-			
	AE 8	**ระบบการจัดการพลังงาน**				
46	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ			
47	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ			
48	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	-			
49	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-			

เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐ - สำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม

G-GOODs : RV Version 1.0

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ข้อ	Y	N	?
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**				
50	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ			
51	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ			
52	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	-			
53	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	-			
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**				
54	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	-			
55	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	-			
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**	**3(3)**			
56	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	บังคับ			
57	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างก่อสร้าง	บังคับ			
58	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	บังคับ			
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**	**10(3)**			
59	OM 1	การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	บังคับ			
	OM 2	**การใช้พลังงาน**				
60	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	บังคับ			
61	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	บังคับ			
62	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	-			
63	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	-			
64	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	-			
65	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	-			
66	OM 7	การจัดการขยะ	-			
67	OM 8	การทำความสะอาด	-			
68	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	-			

เกณฑ์บังคับ	26
เกณฑ์เลือกทำ	42
รวม	68

หมายเหตุ

= เกณฑ์บังคับ

ภาคผนวก 2
กระบวนการในการพัฒนาคู่มืออาคารเขียวภาครัฐ

G-GOODs : RV

กระบวนการในการพัฒนาคู่มืออาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ หรือเกณฑ์ G-GOODs เป็นงานที่ได้ดำเนินอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่มีเนื้อหาที่ทันสมัยและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจและปฏิบัติตามได้ง่าย การเข้าใจความเป็นมาของการพัฒนา สามารถเป็นประโยชน์หากในอนาคตจะมีการพัฒนาเกณฑ์ในเวอร์ชั่นต่อไป เพราะเกณฑ์ที่ดีนั้นจะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สำหรับการพัฒนาเกณฑ์ G-GOODs ในเวอร์ชั่นแรก สามารถสรุปกระบวนการในการทำงาน ได้ดังนี้

1) **การทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการพัฒนาคู่มือ** กล่าวคือ ในระยะแรกของการพัฒนาคู่มือนี้ กรมโยธาธิการและผังเมืองจะเป็นหน่วยงานหลักที่จะเป็นผู้ใช้คู่มือ โดยมิได้มีวัตถุประสงค์ในการสร้างเกณฑ์เพื่อให้การรับรองอาคารเขียวกับหน่วยงานใดๆ แต่จะเผยแพร่คู่มือ เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐอื่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย

2) **การศึกษาข้อมูลจากเอกสาร** ในขั้นนี้เป็นการศึกษาจากเอกสารต่างๆ เพื่อทราบวิธีการพัฒนาเกณฑ์ และเนื้อหาของเกณฑ์อาคารเขียวในระบบต่างๆ ที่มีการใช้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

- **Quality assurance guide for green building rating tools** เป็นเอกสารเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว จัดทำโดย World Green Building Council
- เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวระบบต่างๆ ได้แก่
  - **LEED BD+C v4** เป็นเกณฑ์สำหรับการประเมินอาคารสร้างใหม่ และอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุงใหญ่ พัฒนาโดย USGBC (U.S. Green Building Council) ประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนมากจะใช้กับอาคารประเภทสำนักงาน เพราะ LEED BD+C จะมีเกณฑ์แยกเฉพาะสำหรับอาคารหลายประเภท เช่น โรงเรียน สถานพยาบาล โรงแรม เป็นต้น
  - **LEED O+M v4.1** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารที่มีอยู่เดิม ที่ต้องการดูแลบริหารจัดการ และบำรุงรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียว ซึ่งอาจจะไม่ได้มีการปรับปรุงหรือดัดแปลงอาคารเลยก็ได้
  - **TREES NC v1.1** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่ ของสถาบันอาคารเขียวไทย
  - **TREES EB v1** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม ของสถาบันอาคารเขียวไทย
  - **GREEN MARK NRB : 2015** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว ของประเทศสิงคโปร์ สำหรับอาคารสร้างใหม่ที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย
  - **GREEN MARK ENRB : 2017** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม ของประเทศสิงคโปร์ ที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย โดยเป็นเกณฑ์เกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษาอาคาร
  - **WELL v1** เป็นเกณฑ์การประเมินอาคารที่เน้นสุขภาพของผู้ใช้อาคาร และผู้ทำงานเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคาร ของ International WELL Building Institute ประเทศสหรัฐอเมริกา
  - **WELL v2** เป็นเกณฑ์ที่พัฒนาต่อจาก WELL v1 เริ่มประกาศใช้ตั้งแต่ พฤษภาคม 2018
  - คู่มือเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ ของกรมควบคุมมลพิษ (กรณีที่จะมีการก่อสร้างอาคารใหม่)

- คู่มือเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ ของกรมควบคุมมลพิษ (กรณีอาคารเดิม)

- **มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารเขียว** วิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานอาคาร กฎหมายและประกาศที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก เช่น

  - กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
  - มาตรฐาน วสท. 031010-17 : การระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในที่ยอมรับได้ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2560
  - มาตรฐาน วสท. 031001-59 : มาตรฐานการปรับอากาศและระบายอากาศ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 พ.ศ. 2559
  - ASHRAE Standard 90.1-2010 : Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
  - ฯลฯ

3) การวิเคราะห์ จากผลการศึกษาเอกสารข้างต้น ได้ทำการสรุปวิเคราะห์เปรียบเทียบในด้านต่างๆ ได้แก่

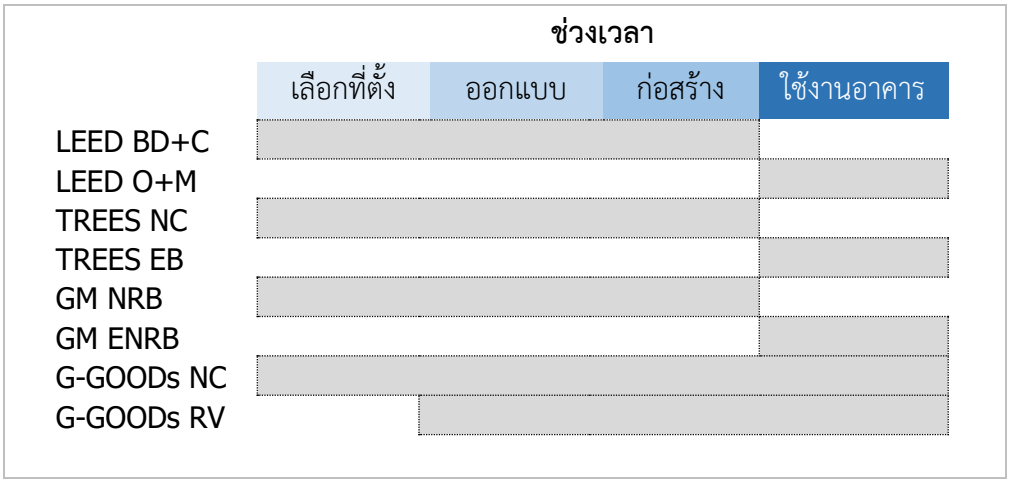
- **วัตถุประสงค์ในการใช้งาน** พบว่า เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวส่วนใหญ่จะเป็นระบบการประเมิน ที่มีการให้การรับรองด้วย (certification) ซึ่งอาจจะประเมินอาคารโดยหน่วยงานที่เป็นผู้พัฒนาเกณฑ์ เช่น สถาบันอาคารเขียวไทยเป็นทั้งผู้พัฒนาเกณฑ์และผู้ประเมินอาคาร หรือ แยกองค์กรต่างหากเพื่อทำหน้าที่ในการประเมินอาคารที่ขอการรับรอง เช่น GBCI ทำหน้าที่ประเมินอาคารที่ขอการรับรอง LEED แต่ USGBC คือผู้พัฒนาเกณฑ์

ตารางที่ 1 หน่วยงานที่ทำหน้าที่พัฒนาและรับรอง (certification) และอายุการรับรองการประเมินอาคารเขียวของแต่ละระบบ

ระบบ	พัฒนาเกณฑ์	ประเมินและให้การรับรอง	อายุการรับรองอาคาร
LEED BD+C	USGBC	GBCI	ไม่มีหมดอายุ
LEED O+M			5 ปี
TREES NC	TGBI	TGBI	ไม่มีหมดอายุ
TREES EB			ไม่ได้กำหนด
GREEN MARK NRB	BCA	BCA	3 ปี
GREEN MARK ENRB			
G-GOODs : NC	กรมโยธาธิการและผังเมือง	-	ไม่ได้ให้การรับรอง (แต่ควรมีแผนปรับเวอร์ชั่นทุก 3-5 ปี)
G-GOODs : RV			

- **ขอบเขตของช่วงเวลาการใช้งานที่ครอบคลุม** พบว่า เกณฑ์อาคารเขียวสำหรับอาคารที่ก่อสร้างใหม่ สามารถใช้กับอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุงด้วย ส่วนเกณฑ์สำหรับประเมินอาคารเดิมนั้น เนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาและจัดการอาคาร เป็นหลัก

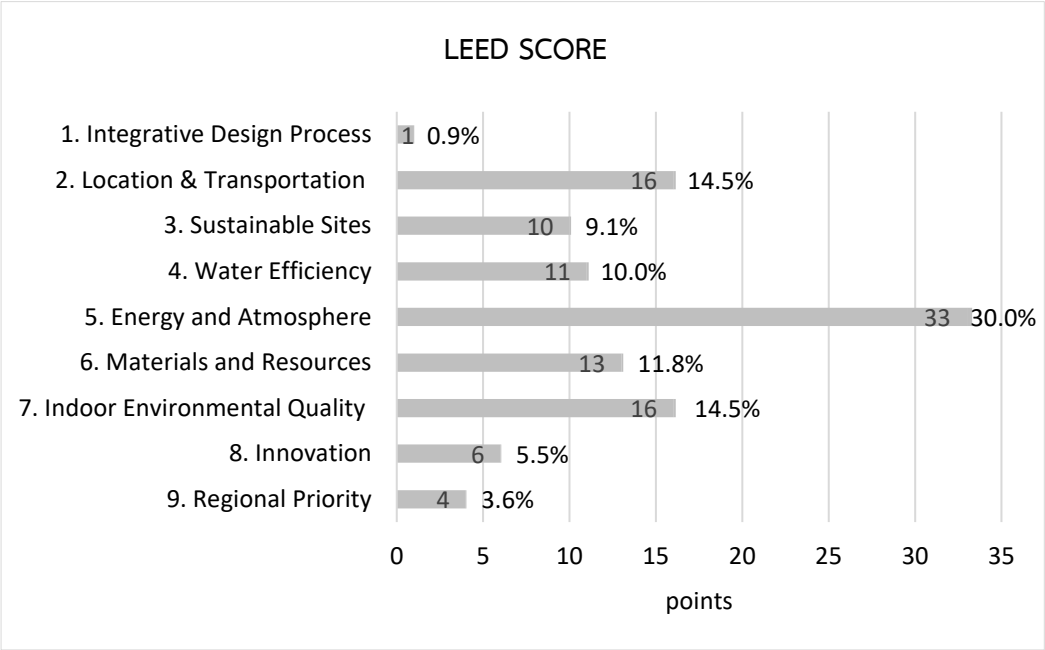
แต่ในกรณีคู่มือ G-GOODs ของกรมโยธาธิการและผังเมืองนั้น จะแยกเป็นเล่มคู่มือสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ (G-GOODs : NC) และคู่มือสำหรับอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุงให้เป็นอาคารเขียว (G-GOODs : RV) ซึ่งทั้ง 2 เล่ม ได้รวมเนื้อหาด้านการดูแลอาคารไว้ด้วย เพราะข้อเกณฑ์จะแตกต่างกันระหว่างอาคารสร้างใหม่ และอาคารเดิม เช่น บางข้อเป็นเกณฑ์บังคับสำหรับอาคารใหม่ แต่เป็นเกณฑ์เลือกทำสำหรับอาคารเดิม ทั้งนี้การแยกเล่ม ช่วยทำให้ผู้ออกแบบเข้าใจง่าย ไม่สับสน



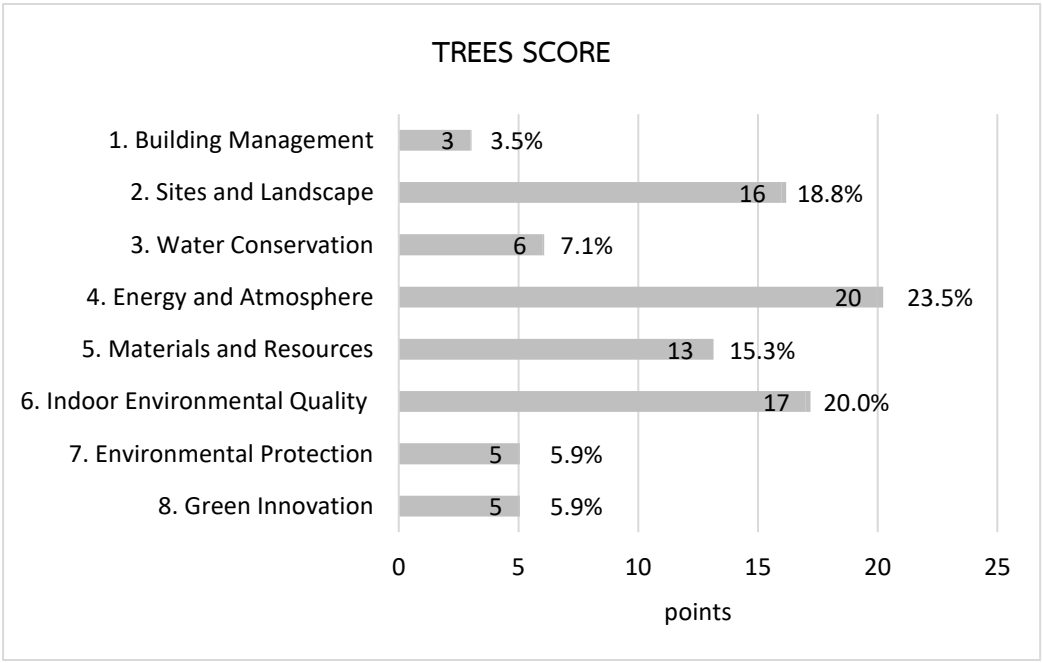
รูปที่ 1 ขอบเขตการประเมินที่แต่ละเกณฑ์ครอบคลุม

- **ประเภทอาคาร** เกณฑ์ที่พัฒนามานานเช่น LEED และ GREEN MARK จะมีเกณฑ์สำหรับประเมินอาคารเฉพาะประเภทมากขึ้น ในขณะที่เกณฑ์ที่พัฒนาใหม่ ซึ่งยังอยู่ใน เวอร์ชั่นที่ 1 จะยังไม่แยกเกณฑ์เฉพาะประเภทอาคารที่หลากหลาย ส่วนใหญ่เกณฑ์ทุกฉบับจะใช้ได้กับอาคารสำนักงาน
- **โครงสร้างเนื้อหา** พบว่า ระบบประเมินต่างๆ จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของเกณฑ์คล้ายๆ กัน คือ การแบ่งตามเนื้อหา ซึ่งอาจจำแนกเป็นหมวดใหญ่ๆ ได้แก่
  - **หมวดการดำเนินงานโครงการ** เช่น วิธีการออกแบบเชิงบูรณาการ การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (building information modeling, BIM) เป็นต้น
  - **หมวดที่ตั้งที่ยั่งยืน** ว่าด้วยการเลือกที่ตั้งโครงการ และการออกแบบเพื่อลดผลกระทบอันเกิดจากการออกแบบในที่ตั้งนั้น เช่น การลดความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากพื้นที่ดาดแข็ง การเกิดน้ำฝนไหลนองออกนอกโครงการ เป็นต้น
  - **หมวดประสิทธิภาพการใช้น้ำ** ว่าด้วยการเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ การประหยัดน้ำในงานภูมิทัศน์ น้ำใช้ในหอระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ การติดมิเตอร์ย่อยเพื่อให้ทราบความผิดปรกติในการใช้น้ำ การใช้น้ำจากแหล่งอื่นทดแทนน้ำประปา
  - **หมวดพลังงานและบรรยากาศ** ว่าด้วยเรื่องการออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงาน การใช้พลังงานหมุนเวียน การลดผลกระทบต่อบรรยากาศอันเกิดจากสารทำความเย็น การตรวจสอบระบบอุปกรณ์อาคารโดยบุคคลที่ 3 (commissioning) โดยหมวดนี้มักมีคะแนนมากที่สุด
  - **หมวดวัสดุ** เกี่ยวกับการใช้วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกใช้วัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุรีไซเคิล การลดผลกระทบของการใช้วัสดุที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม เช่น การลดปริมาณขยะก่อสร้าง

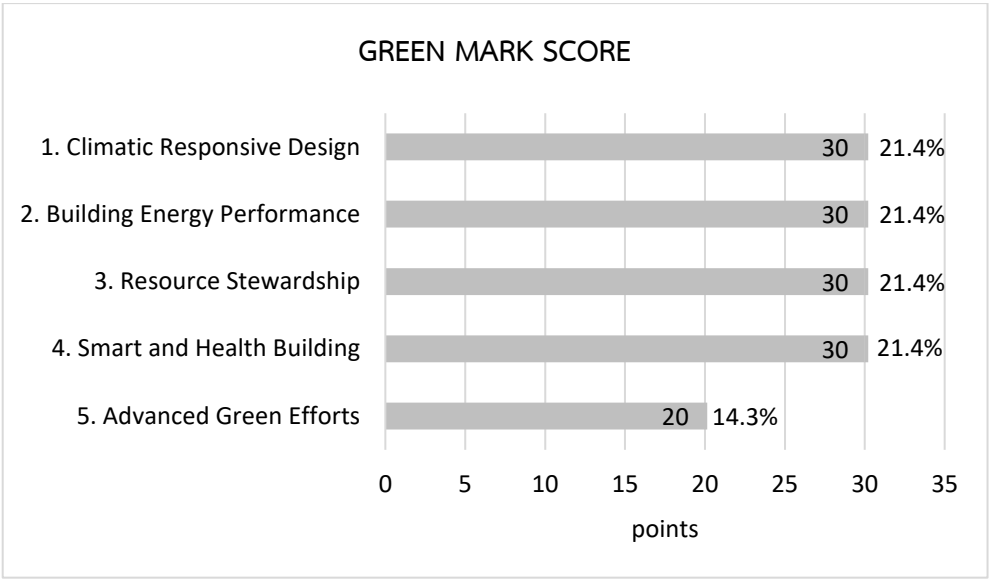
- **หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร** ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่คุณภาพอากาศในอาคาร ที่เกิดจากการระบายอากาศที่ไม่พอเพียง อากาศไม่สะอาด ผลกระทบจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปลดปล่อยจากวัสดุในอาคาร คุณภาพแสงสว่าง คุณภาพเสียง การเห็นวิวทิวทัศน์ เป็นต้น
- **หมวดนวัตกรรมและอื่นๆ** เช่น การมีผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว หรือ การทำเกณฑ์บางเรื่องได้ดีเป็นพิเศษ การทำในสิ่งที่ช่วยลดปัญหาเร่งด่วนของภูมิภาค การสามารถทำในสิ่งที่ไม่มีระบุในเกณฑ์ แต่เป็นเรื่องที่มีผลดีต่อสภาพแวดล้อมหรือผู้ใช้อาคาร



รูปที่ 2 การแบ่งหมวดและน้ำหนักคะแนนของ LEED BD+C v4



รูปที่ 3 การแบ่งหมวดและน้ำหนักคะแนนของ TREES-NC v1.1



รูปที่ 4 การแบ่งหมวดของ Green Mark NRB : 2015

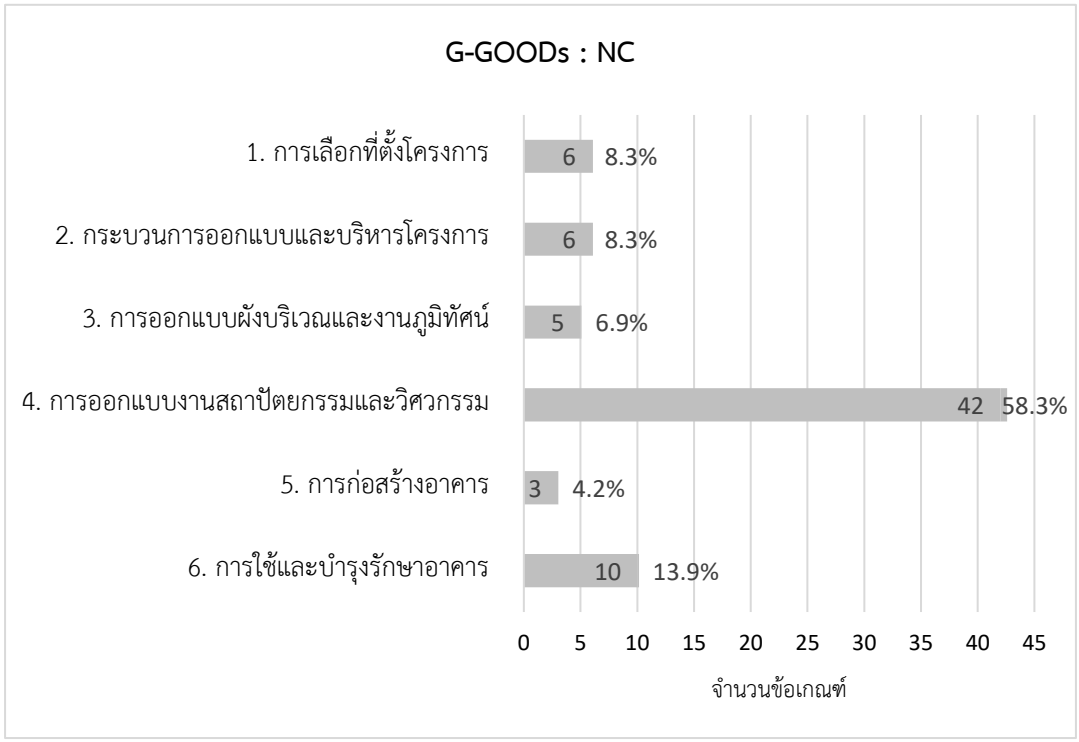
การแบ่งโครงสร้างเนื้อหาเป็นหมวดในลักษณะดังกล่าวมีข้อดีคือ ทำให้สามารถทราบค่าน้ำหนัก หรือการให้ความสำคัญของเกณฑ์ได้ง่ายชัดเจน เช่น สามารถทราบได้ว่าเกณฑ์ส่วนใหญ่จะให้คะแนนมากในเรื่องการประหยัดพลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยกเว้นเกณฑ์การประเมินของ WELL ที่มีความชัดเจนว่าเน้นเรื่องสุขภาพ มิใช่เน้นการประหยัดพลังงาน

- **วิธีการประเมินตามเกณฑ์** การประเมินในบางหัวข้อ จะสามารถทำได้มากกว่า 1 วิธี เช่น ทางเลือกที่ต้องใช้โปรแกรมเฉพาะทางคำนวณ หรือ ทางเลือกที่ใช้การคำนวณอย่างง่าย โดยใช้เครื่องคิดเลข ซึ่งในการสังเคราะห์เกณฑ์ใหม่ ต้องพิจารณาความพร้อมของผู้ใช้เกณฑ์ด้วย
- **ตัวชี้วัดของเกณฑ์แต่ละด้าน** เนื่องจากในระบบประเมินอาคารเขียวที่พบ เป็นระบบที่มีการรับรองอาคาร ดังนั้นจึงต้องกำหนดตัวชี้วัดหรือ เกณฑ์ประเมินว่าผ่านหรือไม่ผ่านได้อย่างชัดเจน เช่น การเลือกวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุรีไซเคิล ใช้การหาร้อยละของปริมาณวัสดุรีไซเคิลโดยการเทียบกับน้ำหนักรวมของวัสดุนั้น แล้วนำน้ำหนักเฉพาะส่วนรีไซเคิลคิดเทียบเป็นมูลค่าเงิน แล้วนำมูลค่าเงินของวัสดุรีไซเคิลทุกชนิดในโครงการมารวมกัน จากนั้นหาร้อยละของมูลค่าวัสดุรีไซเคิลเทียบกับมูลค่าวัสดุทั้งหมด โดยต้องมีมูลค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ร้อยละ 10-20 ซึ่งการดำเนินงานดังกล่าวทำให้ผู้ออกแบบรู้สึกเป็นภาระได้ หากมิได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อขอการรับรอง ดังนั้นการสร้างเกณฑ์ใหม่ในกรณีของ G-GOODs จึงควรใช้ตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการวัดในเรื่องนั้นๆ โดยไม่สร้างภาระงานให้กับผู้ออกแบบมากเกินไปโดยไม่มีความจำเป็น

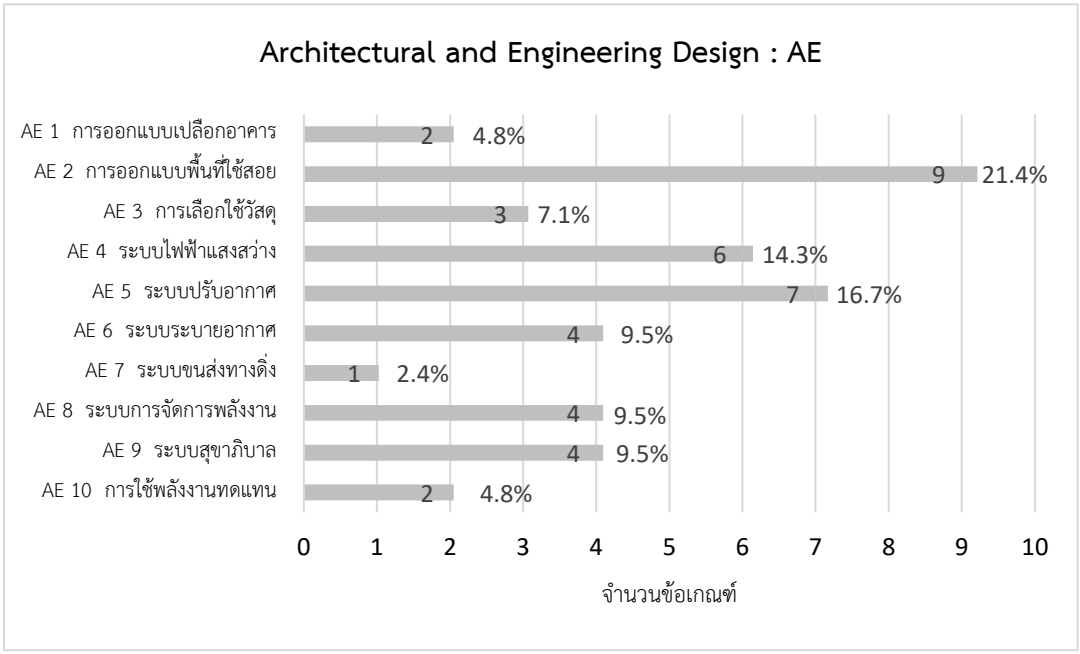
4) การสังเคราะห์ จากการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ ข้างต้น ได้นำมาสู่ขั้นตอนการสังเคราะห์ เพื่อการสร้างเกณฑ์การประเมินขึ้นมาใหม่ ที่เหมาะสมกับอาคารเขียวภาครัฐ ซึ่งมีความชัดเจนว่า กลุ่มผู้ใช้งานหลัก คือ สถาปนิกและวิศวกรของกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งทำหน้าที่ออกแบบ

ดังนั้น จึงได้จัดแบ่งหมวดเนื้อหาใหม่ให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยจัด**กลุ่มเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ตามผู้รับผิดชอบงานแต่ละด้าน** เช่น งานสถาปัตยกรรม งานออกแบบระบบไฟฟ้า งานออกแบบระบบปรับอากาศ ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ทำงานแต่ละด้าน ทราบได้ง่ายว่าต้องออกแบบอย่างไร การจัดเนื้อหาเป็นหมวดแบบเดิมนั้น ผู้ออกแบบจะต้องอ่านคู่มือทั้งหมด ซึ่งบางระบบ เช่น LEED เอกสารจะมีปริมาณมาก และงานที่รับผิดชอบจะแทรกอยู่ในหลายหมวด เช่น การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ จะมีเนื้อหาแทรกทั้งในหมวด

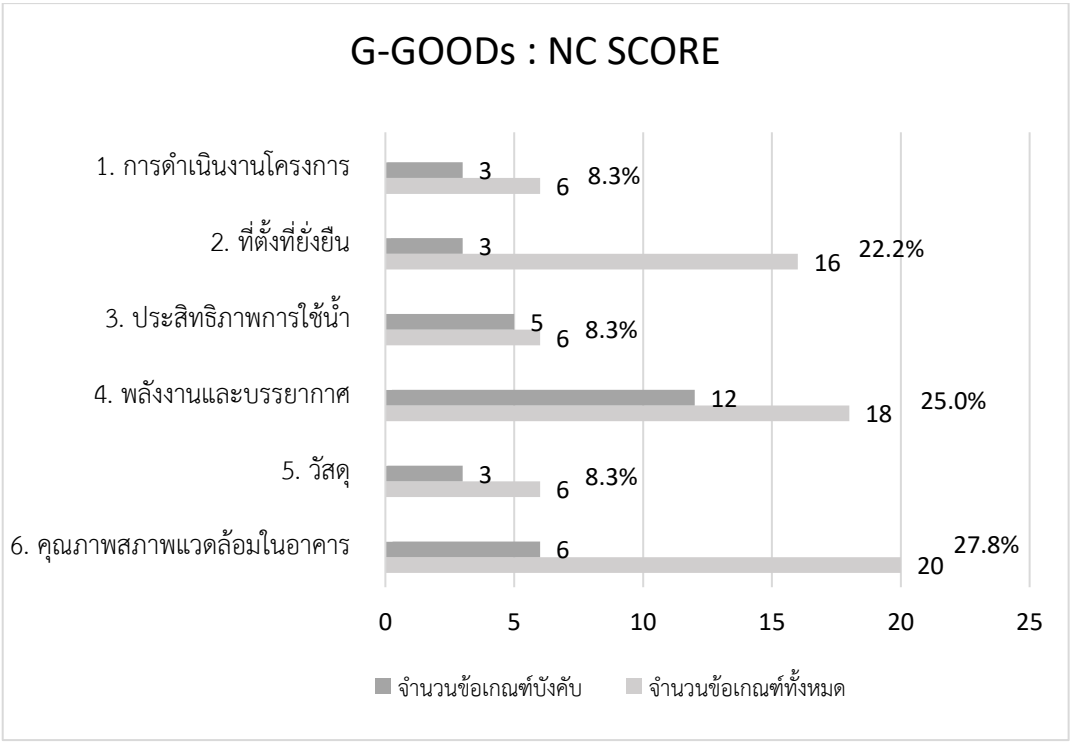
พลังงาน หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคารในเรื่องการระบายอากาศ หมวดการใช้น้ำ กรณีใช้หอระบายความร้อน ซึ่งผู้ที่ไม่มีประสบการณ์ออกแบบอาคารเขียวมาก่อน จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่ผ่านการศึกษาอบรมด้านอาคารเขียว ในระบบนั้นๆ มาให้คำแนะนำ แต่เกณฑ์ G-GOODs ต้องการสร้างให้ผู้ออกแบบ ผู้ก่อสร้าง ผู้ดูแลทรัพยากรอาคาร สามารถเข้าใจงานที่รับผิดชอบได้โดยง่าย และใช้วิธีการประเมินที่สามารถทำได้ไม่ยากเกินไป



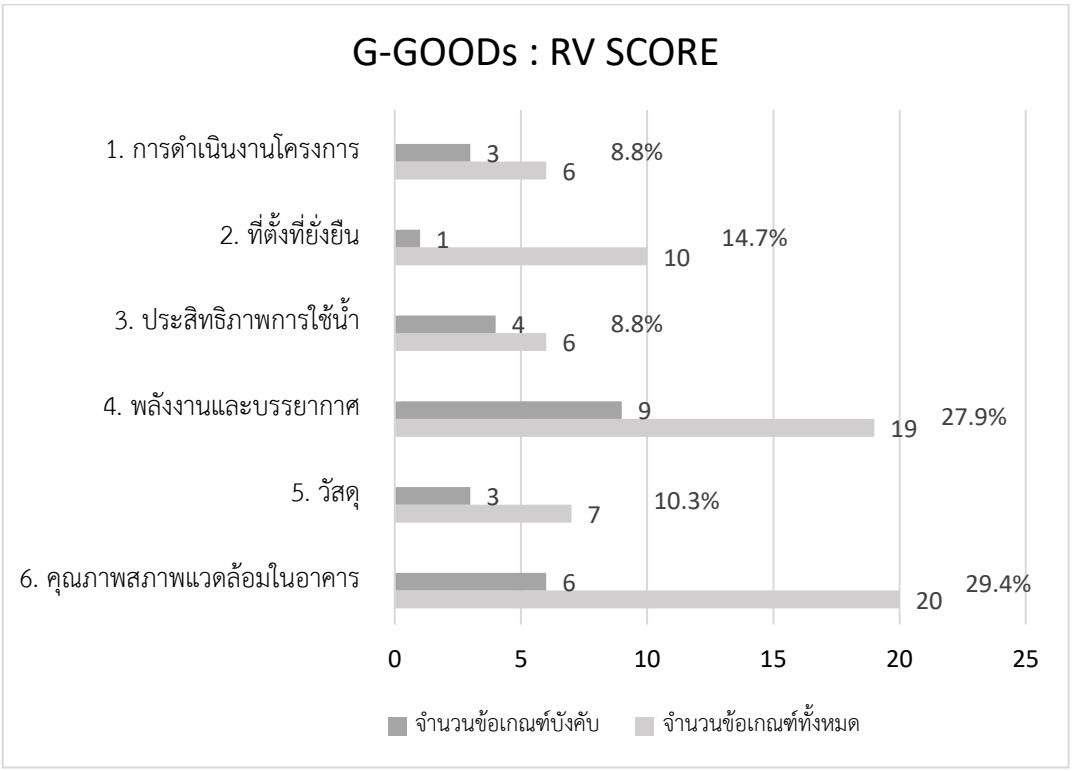
รูปที่ 5 การแบ่งโครงสร้างหมวดของเกณฑ์ G-GOODs : NC



รูปที่ 6 การแบ่งหมวดสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเป็นหมวดย่อยตามประเภทงานของเกณฑ์ G-GOODs : NC



รูปที่ 7 การวิเคราะห์เนื้อหาของข้อเกณฑ์ G-GOODs : NC



รูปที่ 8 การวิเคราะห์เนื้อหาของข้อเกณฑ์ G-GOODs : RV

หลังจากที่ได้สังเคราะห์โครงสร้างเกณฑ์ขึ้นมาใหม่แล้ว ได้มีการวิเคราะห์กลับอีกครั้ง โดยการแยกเกณฑ์ออกตามหมวดเนื้อหา เพื่อดูว่าเมื่อทำตามเกณฑ์บังคับทุกเกณฑ์ หรือเป็นอาคารเขียวมาตรฐานแล้วสามารถครอบคลุมเนื้อหาทุกด้านในการเป็นอาคารเขียวหรือไม่ และมีน้ำหนักมากที่ด้านใด ซึ่งพบว่าเกณฑ์ G-GOODs มีเนื้อหาเกี่ยวกับด้านพลังงานและคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคารเป็นจำนวนมาก

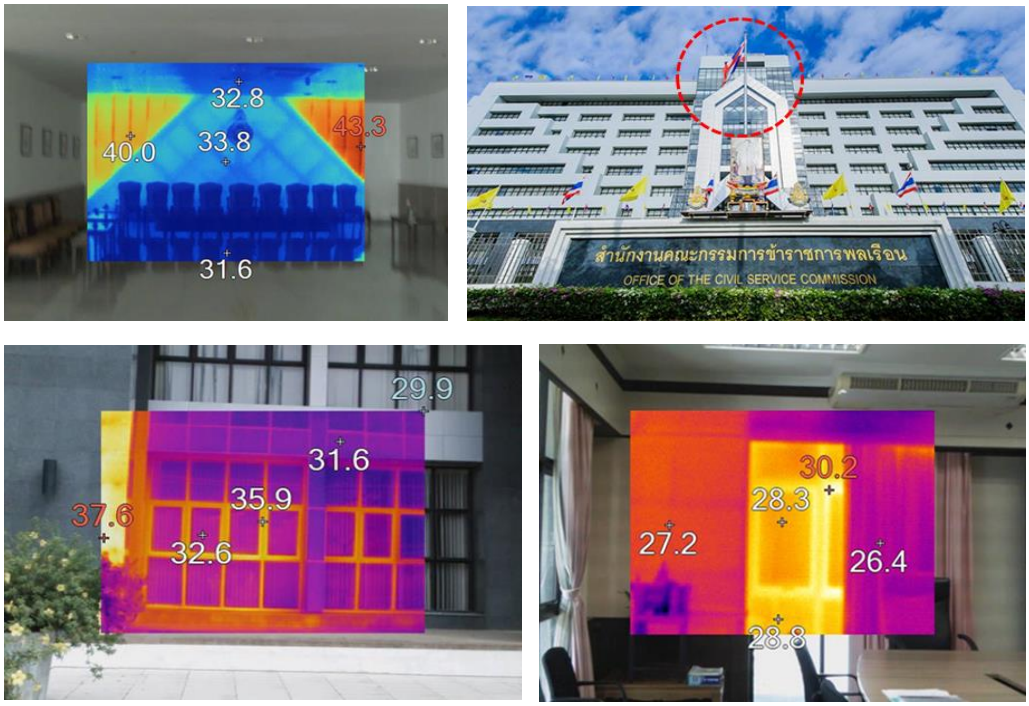
ส่วนเกณฑ์ **G-GOODs : RV** สำหรับอาคารเดิมนั้น จะมีลักษณะของหัวข้อเกณฑ์คล้ายคลึงกัน ส่วนที่แตกต่างคือ ไม่มีเกณฑ์เกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งโครงการ และเพิ่มข้อเกณฑ์เกี่ยวกับการทำแผนยกเลิกการใช้สาร CFC และ HCFC ในระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิม และการมีเกณฑ์การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม และจำนวนเกณฑ์บังคับจะมีน้อยกว่า โดยบางข้อที่กำหนดเป็นเกณฑ์บังคับของอาคารสร้างใหม่จะเป็นเกณฑ์เลือกทำสำหรับอาคารเดิม เพราะการปรับปรุงอาคารเดิมอาจยุ่งยากและไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จึงให้ผู้ออกแบบพิจารณาตามความเหมาะสม

5) การทดสอบร่างเกณฑ์การประเมิน จากเกณฑ์ที่ได้จัดทำขึ้น เป็นร่างครั้งที่ 1 ได้นำมาประเมินกับแบบก่อสร้าง คือ

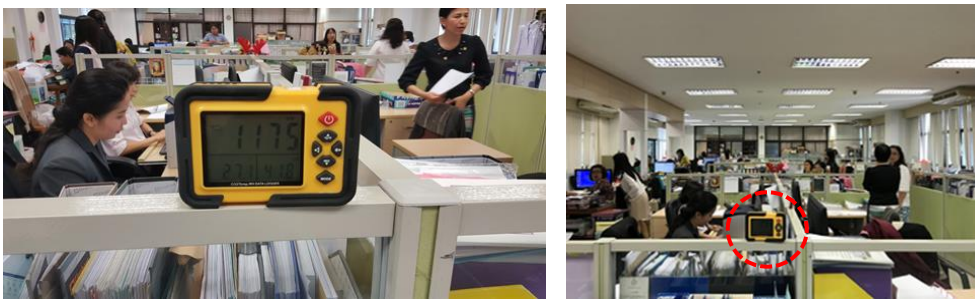
- **เกณฑ์สำหรับอาคารก่อสร้างใหม่** ได้ทดสอบประเมินกับแบบก่อสร้างอาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ พื้นที่รวม 17,048 ตารางเมตร สูง 4 ชั้น
- **เกณฑ์สำหรับอาคารเดิมที่ต้องการปรับปรุง** ได้ทดสอบประเมินกับอาคารสำนักงาน ก.พ. อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ มีพื้นที่รวม 35,140 ตารางเมตร สูง 9 ชั้น สร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555
- **การสำรวจสภาพอาคารเดิม** ในการทดสอบเกณฑ์กับอาคารเดิมนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสำรวจสภาพอาคารเดิมด้วย เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิธีและแนวทางการออกแบบแบบเดิมที่ยังไม่ได้เป็นอาคารเขียว เช่น การไม่มีระบบเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคาร รวมถึงการพยายามหาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถบ่งชี้ถึงความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงอาคารให้ได้ตามเกณฑ์ โดยเฉพาะเรื่องที่กำหนดไว้เป็นเกณฑ์บังคับว่ามีความจำเป็นจริงหรือไม่ เพราะการปรับปรุงอาคารเดิมทำได้ยาก หรือถ้าทำได้ก็อาจไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

ในการสำรวจสภาพอาคารเดิม นอกจากการใช้วิธีพิจารณาทางสายตาแล้ว ได้มีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตรวจสอบด้วย เช่น

- การใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความร้อนที่ผ่านเปลือกอาคาร โดยการใช้เทคโนโลยีถ่ายภาพความร้อน (infrared thermography)
- การใช้เครื่องตรวจวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ ในพื้นที่สำนักงาน เพื่อแสดงประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศที่ใช้การรั่วซึมของอากาศเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการเติมอากาศ
- การใช้เครื่องวัดค่าความสว่างในพื้นที่ทำงาน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ของเกณฑ์ที่กำหนดให้แยกสวิตช์ของหลอดไฟที่อยู่ในแนวริมหน้าต่าง ออกจากสวิตช์ของหลอดไฟที่อยู่ด้านในอาคาร



รูปที่ 9 การใช้ infrared thermography เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความร้อนผ่านเปลือกอาคาร



รูปที่ 10 การใช้เครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อตรวจสอบความพอเพียงของการระบายอากาศ

รูปที่ 11 การใช้เครื่องมือ lux meter วัดค่าความสว่าง

จากการสำรวจสภาพอาคารเดิม ในการพัฒนาเกณฑ์นี้ ทำให้ได้ข้อเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ซึ่งแตกต่างจากการประเมินจากแบบก่อสร้างเพียงอย่างเดียว เพราะทำให้เห็นว่าอาคารภาครัฐมีวิธีบริหารจัดการ ที่อาจไม่เป็นไปตามเกณฑ์อาคารเขียวอื่นๆ แต่ก็สามารถจัดการได้ดี เช่น มีเกณฑ์บังคับให้ต้องมีห้องคัดแยกขยะรีไซเคิลในอาคารที่ประเมิน ซึ่งพบว่า ในอาคารภาครัฐที่มีหลายอาคารในพื้นที่เดียวกัน อาจไม่จำเป็นต้องมีห้องคัดแยกขยะในตัวอาคารที่ประเมินก็ได้ โดยอาจจะมีศูนย์กลางคัดแยกขยะเพียงแห่งเดียวที่ใช้รวมกัน ซึ่งบริหารจัดการได้ง่ายกว่าการกระจายอยู่ในทุกอาคาร ซึ่งนำมาสู่การปรับปรุงการเขียนข้อกำหนดของเกณฑ์ เป็นต้น

การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจ ทำให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ว่า การออกแบบโดยใช้วิธีการรั่วซึมของอากาศนั้นไม่พอเพียง เพราะในพื้นที่ทำงานซึ่งมีคนอยู่เพียง 25 คน จากที่ออกแบบไว้รองรับจำนวน 40 คน พบว่ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินมาตรฐาน

5) การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากราคาค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงให้เป็นอาคารเขียว ได้นำมาศึกษาใน 2 ระดับคือ

- ราคาเมื่อปรับปรุงให้ผ่านเกณฑ์บังคับทุกเกณฑ์ หรือเป็นอาคารเขียวมาตรฐาน
- ราคาเมื่อปรับปรุงให้ผ่านเกณฑ์บังคับและเกณฑ์เลือกทำทุกข้อ หรือได้มากที่สุด หรือเป็นอาคารเขียวขั้นสูง

จากการศึกษาพบว่า กรณีของศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ การทำอาคารเขียวมาตรฐาน จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.38 ส่วนการทำอาคารเขียวขั้นสูงจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.82

ส่วนกรณีของอาคารสำนักงาน ก.พ. การทำอาคารเขียวมาตรฐาน จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.71 และอาคารเขียวขั้นสูงเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.23 ค่าใช้จ่ายในส่วนของอาคารเดิมที่สูงกว่าอาคารใหม่นั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่ต้องเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเดิม เป็นเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ซึ่งมีทั้งค่าถอดของเก่าออกและติดตั้งของใหม่ ส่วนในกรณีของอาคารที่จะก่อสร้างใหม่นั้น เป็นเพียงการยกระดับประสิทธิภาพในรายการประกอบแบบระบบปรับอากาศให้สูงขึ้น จึงเป็นเพียงการเพิ่มราคาในส่วนต่างจากของเดิม มิได้เป็นการคิดราคาซื้อเครื่องใหม่

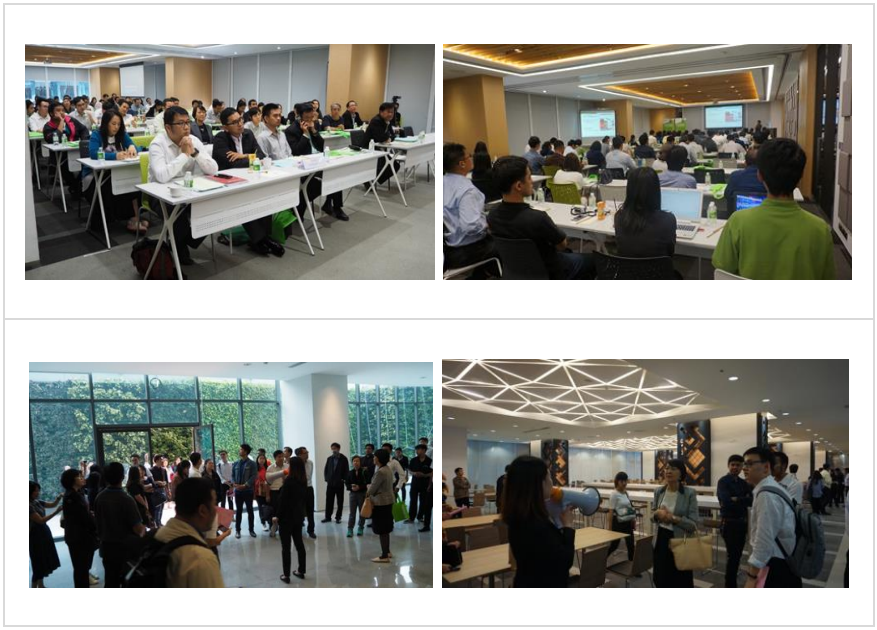
นอกจากนี้ การศึกษายังครอบคลุมถึงการคิดความคุ้มค่า (value for money, VfM) เปรียบเทียบระหว่างการทำอาคารเขียวมาตรฐาน และการทำอาคารเขียวขั้นสูง คือการหาเงินลงทุนก่อสร้างครั้งแรกและเงินที่ต้องใช้เพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ทดแทนของเดิม เปรียบเทียบกับมูลค่าของโครงการที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่า *การทำอาคารเขียวมาตรฐานนั้นมีความคุ้มค่ามากกว่าการทำอาคารเขียวขั้นสูง* ทั้งกรณีของอาคารเดิมที่ปรับปรุงและอาคารก่อสร้างใหม่

ส่วนในกรณีการปรับปรุงอาคารเดิมนั้นได้มีการศึกษาความเหมาะสม (feasibility study) ในเกณฑ์ที่มีผลต่อค่าไฟฟ้าและน้ำประปา ซึ่งพบว่ามีบางมาตรการ เช่น การกำหนดให้เปลี่ยนสุขภัณฑ์มาใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ 4.8 ลิตร จะไม่คุ้มค่า ถ้าสุขภัณฑ์ของเดิมใช้น้ำ 6.0 ลิตร ซึ่งผลการศึกษาเศรษฐศาสตร์ได้นำไปสู่การปรับปรุงเกณฑ์ที่ร่างไว้

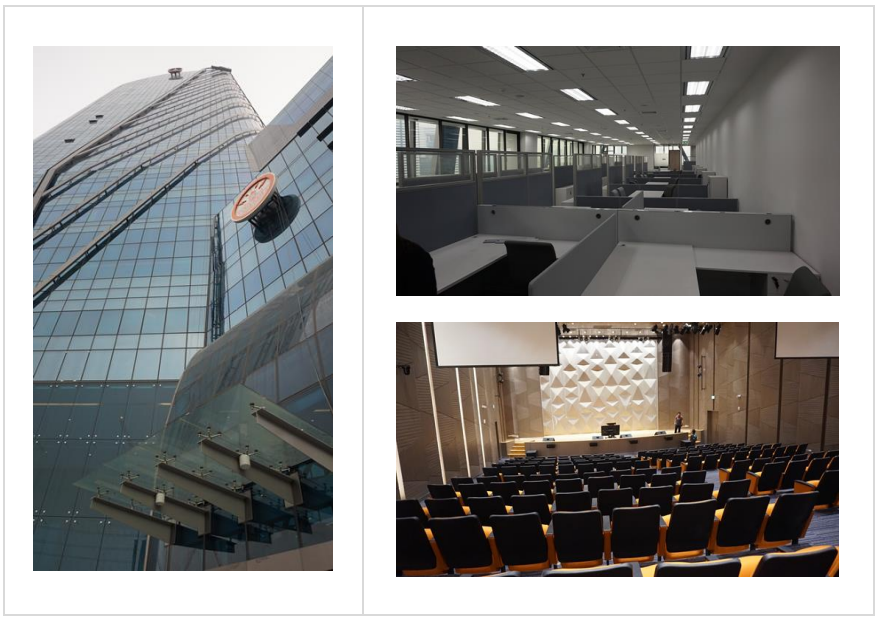
6) การปรับปรุงเกณฑ์ จากผลการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ และข้อค้นพบต่างๆ จากแบบอาคารสร้างใหม่ ข้อค้นพบในอาคารเดิมที่ก่อสร้างแล้ว ได้นำมาปรับปรุงเกณฑ์อีกครั้ง

7) การเผยแพร่เกณฑ์ รับฟังความคิดเห็น และดูงาน จากเกณฑ์ที่ปรับปรุงแล้ว ได้มีการเผยแพร่โดยการจัดสัมมนาให้กับสถาปนิก วิศวกร ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาคารเขียว เป้าหมายของการพัฒนาอาคารเขียว ที่ต้องการลดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ใช้อาคาร และความปลอดภัยของผู้ทำงาน อันเป็นรากฐานความคิด

ที่อยู่เบื้องหลังข้อเกณฑ์ต่างๆ ที่นำมากำหนดตัวชี้วัด วิธีการประเมิน และประสบการณ์จากการประเมินกับแบบก่อสร้าง และสำรวจอาคารจริง เพื่อสร้างความเข้าใจให้กลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย รวมทั้งจัดให้มีการดูงานอาคารเขียวจำนวน 2 แห่ง ที่อาคาร FYI Center คลองเตย และอาคารวัฒนวิภาส การไฟฟ้านครหลวงสำนักงานใหญ่คลองเตย เพื่อให้เห็นตัวอย่างของจริง และเข้าใจบางเกณฑ์ที่มีความคล้ายคลึงกันกับเกณฑ์ G-GOODs มากขึ้น รวมทั้งได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสัมมนา ได้แสดงความคิดในระหว่างการสัมมนา และผ่านแบบสอบถามที่แจกผู้ร่วมสัมมนา ซึ่งทำให้ทราบสิ่งที่กลุ่มผู้ใช้เป้าหมายต้องการเพิ่มเติม เช่น ต้องการให้มีการจัดให้ฝึกหัดประเมินจริง

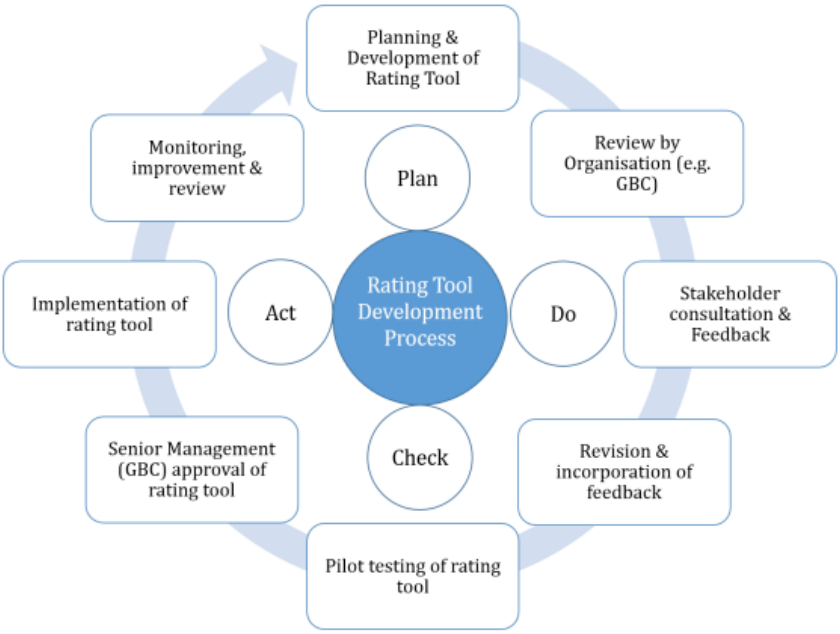


รูปที่ 12 การจัดสัมมนาเผยแพร่ความรู้ ดูงาน รับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย (1)



รูปที่ 13 การจัดสัมมนาเผยแพร่ความรู้ ดูงาน รับฟังความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย (2)

8) การจัดทำข้อเสนอแนะ เพื่อวางแผนการพัฒนาเกณฑ์ต่อไป ในการพัฒนาคู่มือ G-GOODs นี้มิได้คิดแต่เพียงแค่คู่มือดำเนินการเสร็จเรียบร้อยเท่านั้น แต่ได้คิดรวมถึงการเผยแพร่ไปยังหน่วยงานอื่นๆ ในสังกัดกรมโยธาธิการและผังเมือง ที่ดำเนินงานอยู่ในจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ โดยการเสนอแนะให้เผยแพร่ในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ **(e-books)** เพื่อให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงได้อย่างไม่มีข้อจำกัดในเรื่องปริมาณการพิมพ์ และได้จัดทำข้อเสนอแนะว่า กรมโยธาธิการและผังเมือง ควรมีแผนติดตามผลการใช้งาน เพื่อวางแผนพัฒนาคู่มือในเวอร์ชั่นต่อไปในเวลาทุก 3-5 ปี เพื่อให้คู่มือมีเนื้อหาที่ทันสมัยตามบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นไปตามวงจรของการพัฒนาเกณฑ์การประเมิน



รูปที่ 14 วงจรการพัฒนาเกณฑ์ตาม Quality Assurance Guide for Green Building Rating Tools

สรุป

คู่มือการพัฒนาเกณฑ์สำหรับอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ และคู่มือสำหรับอาคารเดิมที่ต้องการให้เป็นอาคารเขียว เป็นคู่มือที่มีกระบวนการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยมีการศึกษาหลักการพัฒนาเกณฑ์ การศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่มีการใช้งานแพร่หลายในโลก และในประเทศไทย แล้วนำมาสร้างเป็นเกณฑ์การออกแบบที่ผู้ออกแบบสามารถเข้าใจงานที่ต้องทำในความรับผิดชอบได้ง่าย เกณฑ์จำนวนมากมิได้มาจากการทบทวนเอกสารแล้วนำมาใช้โดยตรง แต่ผ่านการค้นคว้าและทดสอบประเมินกับแบบก่อสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง จากการสำรวจสภาพอาคารที่มีอยู่เดิมและทดสอบประเมิน การค้นหาทางเลือกในการประเมินที่ไม่ยากจนเกินไป สามารถหาข้อมูลได้จริง เช่น ข้อมูลคุณสมบัติทางเทคนิคจากผู้ผลิตวัสดุ และมีการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อหาจุดที่เหมาะสมต่อการลงทุนสำหรับอาคารเขียวภาครัฐ ซึ่งอาจจะต่างจากภาคเอกชนที่ในบางโครงการมุ่งหวังให้ได้การรับรองในระดับสูงสุด อย่างไรก็ตามไม่มีเกณฑ์ประเมินใดที่เมื่อพัฒนาแล้วจะมีความสมบูรณ์แบบ จะต้องผ่านการใช้งานจากกลุ่มเป้าหมายไประยะหนึ่ง และได้รับข้อมูลย้อนกลับจากผู้ใช้ ซึ่งผู้พัฒนาเกณฑ์จะต้องมีระบบการรวบรวมข้อมูลปัญหาต่างๆ ที่ควรแก้ไขสำหรับการพัฒนาเกณฑ์ในเวอร์ชั่นต่อไป หรืออาจจะมีประกาศเพิ่มเติม (addenda) เพราะบริบทของการก่อสร้างอาคารจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตามเทคโนโลยี สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม เพื่อให้การปฏิบัติตามเกณฑ์อาคารเขียวสามารถบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนได้

ภาคผนวก 3

ข้อแตกต่างในการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน ระหว่าง G-GOODs และเกณฑ์อาคารเขียวอื่น

G-GOODs : RV

ข้อแตกต่างในการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน ระหว่าง G-GOODs และเกณฑ์อาคารเขียวอื่น

การออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงานนั้น เป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบอาคารเขียว เพราะพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ในปัจจุบัน มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ อีกหลายชนิดในขบวนการผลิต ปกคลุมชั้นบรรยากาศ ทำให้ความร้อนจากรังสีอาทิตย์และความร้อนที่โลกดูดซับไว้และคายออกมาไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้ เกิดเป็นปัญหาสภาวะโลกร้อนและส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังระบบนิเวศอีกหลายด้าน ระบบประเมินอาคารเขียวส่วนใหญ่จึงให้ความสำคัญอย่างมากต่อการประหยัดพลังงาน โดยจะให้คะแนนในข้อประสิทธิภาพพลังงานของอาคารมากกว่าหัวข้ออื่นๆ

ในวิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน หรือสมรรถนะด้านพลังงานของอาคารในระบบ G-GOODs นั้น มีความแตกต่างจากระบบอาคารเขียวอื่น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ประเภทของเกณฑ์

ในระบบประเมินอาคารเขียวอื่น เช่น LEED BD+C ของประเทศสหรัฐอเมริกา TREES NC ของประเทศไทย GREEN MARK NRB ของประเทศสิงคโปร์ รวมทั้งระบบประเมินอาคารเขียวภาครัฐที่เคยมีการพัฒนา โดยกรมควบคุมมลพิษ จะประกอบด้วยเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพพลังงาน 2 ระดับ คือ

1) ระดับเกณฑ์บังคับ หรือประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ

2) ระดับเกณฑ์เลือกทำ ซึ่งจะได้คะแนนตามระดับผลประเมินประสิทธิภาพพลังงานที่เพิ่มขึ้น

แต่ในเกณฑ์ G-GOODs นั้นจะมีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพพลังงานเพียงระดับเดียว และเป็น *เกณฑ์บังคับ* โดยมีความเข้มข้นด้านพลังงาน**สูงกว่า**เกณฑ์ที่กำหนดในกฎหมายอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ใช้ในปัจจุบัน คือ กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

2. วิธีการประเมิน

วิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานในระบบประเมินอาคารเขียวอื่นที่พบ อาจแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1 การจำลองพลังงานของทั้งอาคาร (whole-building energy simulation)

วิธีนี้ใช้การจำลองค่าพลังงานรวมที่ใช้ทั้งอาคาร เปรียบเทียบระหว่างอาคารที่กำลังออกแบบกับอาคารอ้างอิง (reference building) หรือบางทีเรียก อาคารฐาน (baseline building) โดยนำพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศที่ต้องใช้อันเนื่องมาจากลักษณะของเปลือกอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มาคิดรวมกัน ซึ่งเป็นวิธีที่มีความอิสระในการออกแบบ เช่น การออกแบบเปลือกอาคารที่อาจจะมีประสิทธิภาพพลังงานต่ำ เพราะมีความร้อนที่ผ่านกระจกจำนวนมาก จะสามารถนำพลังงานในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมาหักลบหรือชดเชยได้ เป็นต้น

อาคารเขียวส่วนใหญ่มักจะกำหนดให้ การจำลองพลังงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นทางเลือกหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน แต่วิธีการในการเปรียบเทียบและมาตรฐานที่ใช้อาจจะแตกต่างกัน เช่น คุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ยอมให้ใช้ได้ วัสดุเปลือกอาคาร และประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศในอาคารฐาน เป็นต้น

ตัวชี้วัดผลการประหยัดพลังงานอาจจะเป็นค่าพลังงานรวมที่ใช้โดยตรง หรือค่าใช้จ่ายพลังงาน เพราะในบางประเทศ พลังงานที่ใช้ในอาคารจะมีหลายประเภท เช่น ไฟฟ้า แก๊ส ซึ่งต้องนำพลังงานทุกประเภทมารวมโดยการแปลงเป็นราคาหรือค่าใช้จ่ายพลังงาน

2.2 การออกแบบตามรายการที่กำหนด (prescriptive method)

วิธีนี้คือ กำหนดรายการและเกณฑ์ในการออกแบบ หากสามารถออกแบบให้สอดคล้องได้จะผ่านหรือได้รับคะแนน เช่น

- อัตราส่วนของหน้าต่างต่อผนัง (window to wall ratio, WWR)
- ค่าสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (U-value)
- คุณสมบัติในการยอมให้ความร้อนผ่านของกระจก ซึ่งอาจกำหนดด้วยค่า SC หรือ SHGC
- ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผงบังแดดภายนอก (shading coefficient, SC)
- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (lighting power density, LPD)
- ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งอาจกำหนดด้วยค่า EER หรือ SEER

วิธีนี้ง่ายกว่าวิธีแรก เพราะมีการคำนวณบ้างเพียงเล็กน้อย สามารถใช้เครื่องคิดเลข หรือโปรแกรมคำนวณ เช่น excel โดยไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำหรับจำลองค่าพลังงาน แต่มีข้อเสียคือไม่ค่อยมีอิสระในการออกแบบ และในบางระบบ เช่น LEED การใช้วิธีนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าวิธีการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

3. วิธีการประเมินและมาตรฐานที่ใช้ของ G-GOODs

ในการพัฒนาวิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของ G-GOODs มีข้อพิจารณาที่สำคัญ คือ

- ต้องไม่เป็นวิธีการประเมินที่ยากเกินไป เช่น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นสูงที่มีผู้คุ้นเคยในการใช้งานเป็นจำนวนน้อย เพราะจะเป็นปัญหาในการปฏิบัติ
- โปรแกรมที่ใช้ควรเป็นโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่าย
- วิธีประเมินต้องสามารถแยกอาคารที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงออกมาจากอาคารทั่วไปได้

ดังนั้นจึงพิจารณาเห็นว่า **การใช้โปรแกรม BEC ของกระทรวงพลังงานมีข้อดี** คือ เป็นโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่าย และเป็นโปรแกรมที่จะต้องใช้ในการประเมินอาคารตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานอยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่มีภาระงานเพิ่มขึ้น

กฎหมายอนุรักษ์พลังงานนี้ใช้กับอาคารที่มีขนาดตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป และเป็นอาคาร 9 ประเภท ได้แก่ 1) สถานพยาบาล 2) สถานศึกษา 3) สำนักงาน 4) อาคารชุด 5) อาคารชุมนุมคน 6) อาคารโรงมหรสพ 7) โรงแรม 8) สถานบริการ 9) อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

ในกฎหมายนี้ ได้กำหนดวิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานเป็น 2 ทางเลือก คือ

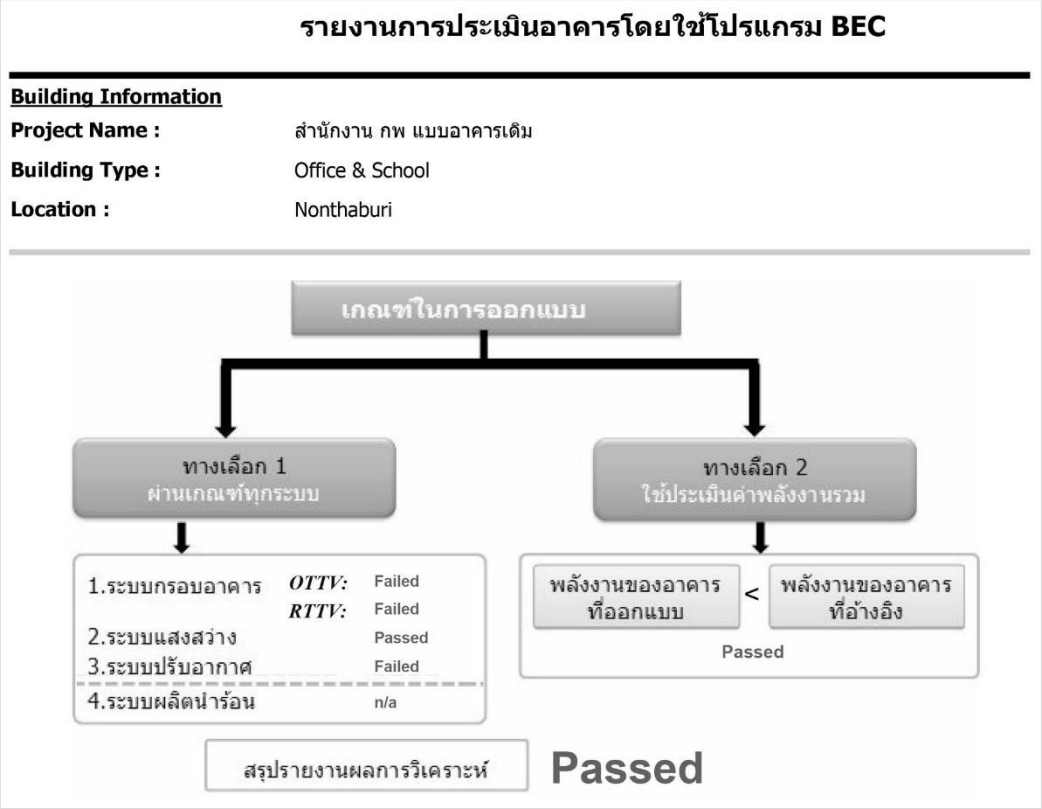
แนวทางที่ 1 *ผ่านรายระบบทุกระบบ* ได้แก่

- ระบบเปลือกอาคาร ใช้ค่า OTTV และค่า RTTV
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้ค่า LPD
- ระบบปรับอากาศใช้ค่า EER หรือ COP หรือ กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
- ระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน ใช้ค่า COP

แนวทางที่ 2 *ผ่านค่าพลังงานรวม* ที่อาคารใช้ต่อปี กรณีที่อาคารที่ไม่สามารถออกแบบให้เป็นไปตามเกณฑ์ในเรื่อง ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ให้สามารถใช้ค่าพลังงานโดยรวมของอาคารที่ออกแบบมาเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง (หน่วย : กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปี) หากมีค่าต่ำกว่า

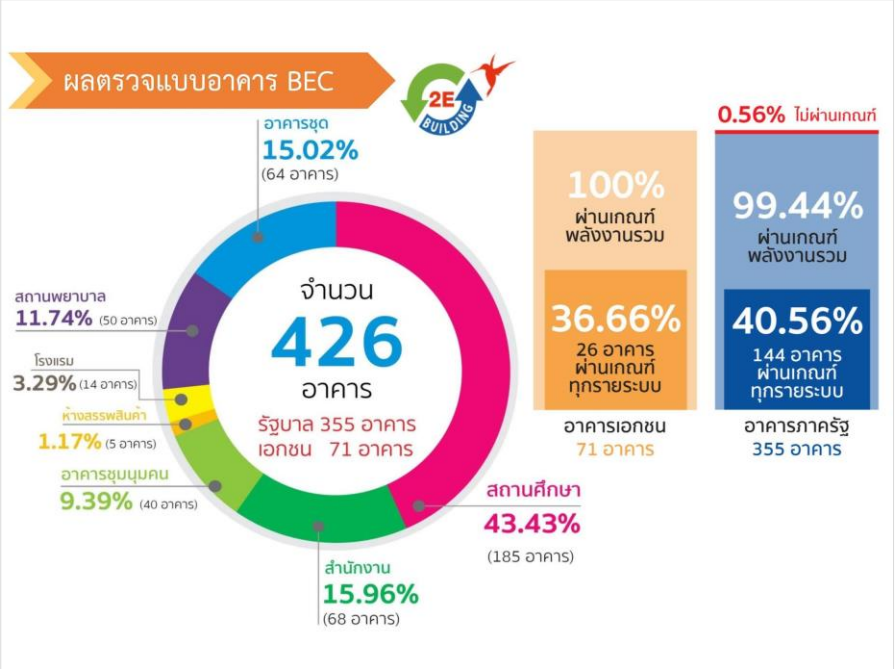
ถือว่าผ่านตามกฎหมายได้ ทั้งนี้สามารถนำไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลแสงอาทิตย์มาหักลบ เป็นค่าพลังงานรวมสุทธิที่ใช้ได้

ซึ่งทั้ง 2 ทางเลือก ต้องคำนวณด้วยโปรแกรม BEC



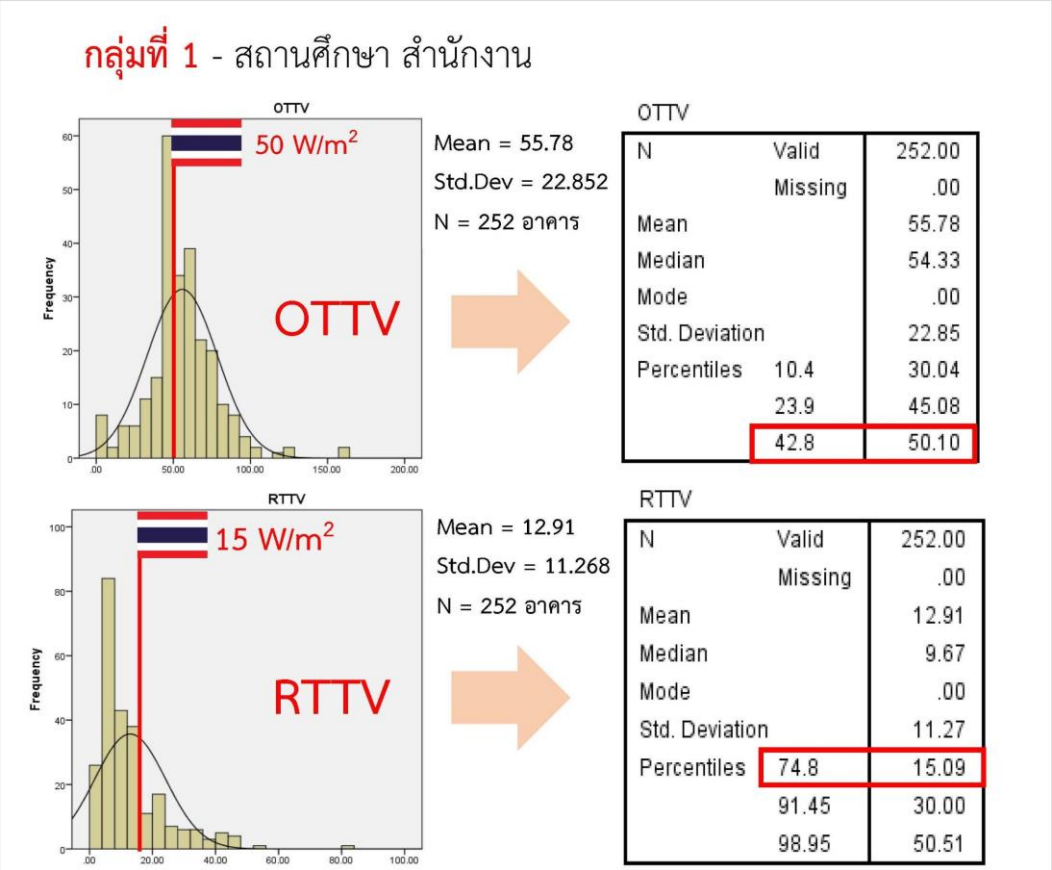
รูปที่ 1 ผลประเมินจากโปรแกรม BEC แสดงว่าผ่านตามกฎหมายฯ ด้วยทางเลือก 2

แต่จากการศึกษาของกระทรวงพลังงาน เกี่ยวกับสถานภาพของการออกแบบอาคารปัจจุบัน ในกลุ่มของอาคารภาครัฐทั้ง 9 ประเภท จำนวน 355 อาคาร พบว่า ร้อยละ 99.44 สามารถผ่านเกณฑ์พลังงานรวมได้ **แต่มีอาคารเพียงร้อยละ 40.56 เท่านั้น ที่สามารถผ่านทุกระบบได้** และถ้าพิจารณาเฉพาะอาคารกลุ่มสำนักงานและสถานศึกษา จำนวน 252 อาคาร พบว่ามีเพียง**ร้อยละ 42.86 เท่านั้น ที่สามารถผ่านเกณฑ์ค่า** OTTV



รูปที่ 2 จำนวนอาคารภาครัฐที่สามารถผ่านรายระบบทุกระบบ

ที่มา : กระทรวงพลังงาน,ประชุมรับฟังความคิดเห็นฯ 2559

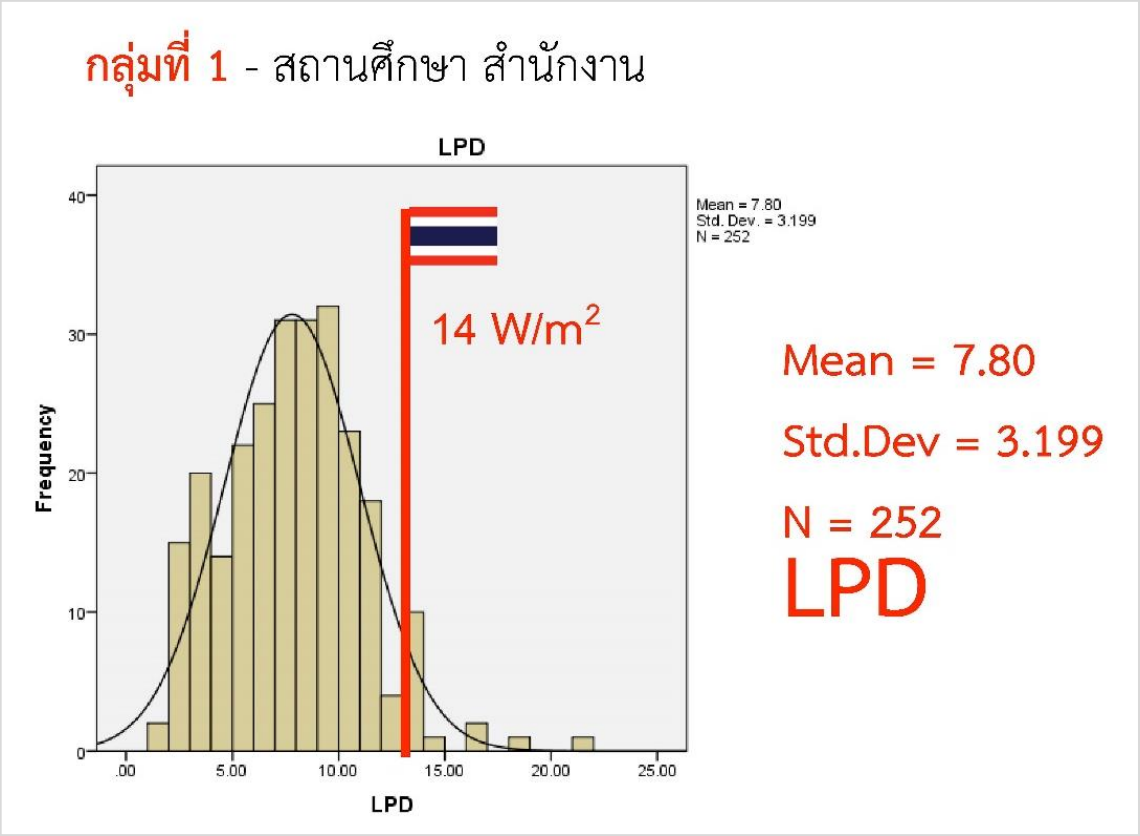


รูปที่ 3 จำนวนอาคารที่สามารถผ่านค่า OTTV (ร้อยละ 42.8) และ RTTV (ร้อยละ 74.8)

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, ประชุมรับฟังความคิดเห็นฯ 2559

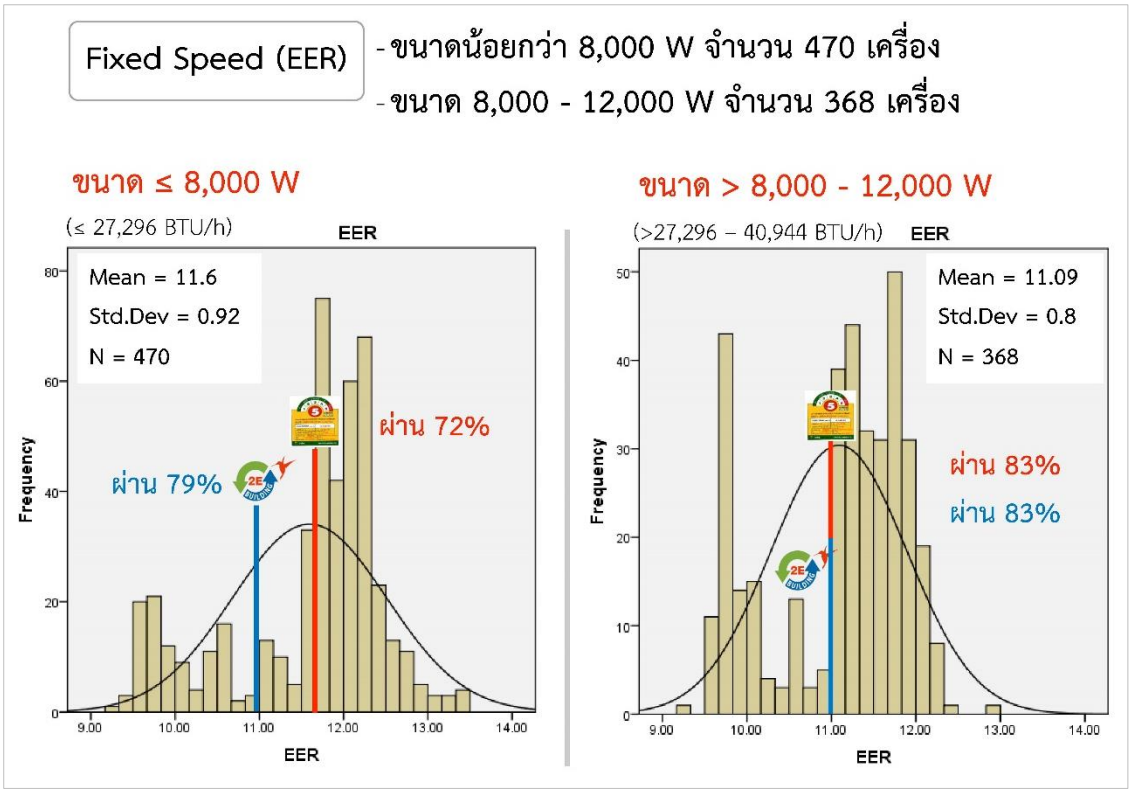
วิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของ G-GOODs ที่พัฒนาขึ้นจึงไม่ตรงกับวิธีการที่ 1 หรือ วิธีการที่ 2 ทีเดียวแต่มีลักษณะผสม คือใช้พิจารณารายระบบ และการใช้โปรแกรม BEC แต่พิจารณาเฉพาะเรื่องเปลือกอาคาร เพราะการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผงบังแดด ยังมีความจำเป็นต้องใช้โปรแกรม BEC

- ระบบเปลือกอาคาร ใช้ตัวชี้วัดคือ ค่า OTTV และค่า RTTV ซึ่งต้องออกแบบให้ผ่านเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ใช้ค่า LPD โดยสำนักงานต้องมีค่าไม่เกิน 8 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีความเข้มข้นกว่ากฎหมาย เพราะกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 กำหนด 14 วัตต์ต่อตารางเมตร และในร่างของกฎหมายใหม่กำหนดที่ 10 วัตต์ต่อตารางเมตร
- ระบบปรับอากาศ กำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำโดยใช้ตามเกณฑ์ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ. ซึ่งมีความเข้มข้นกว่าในกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552



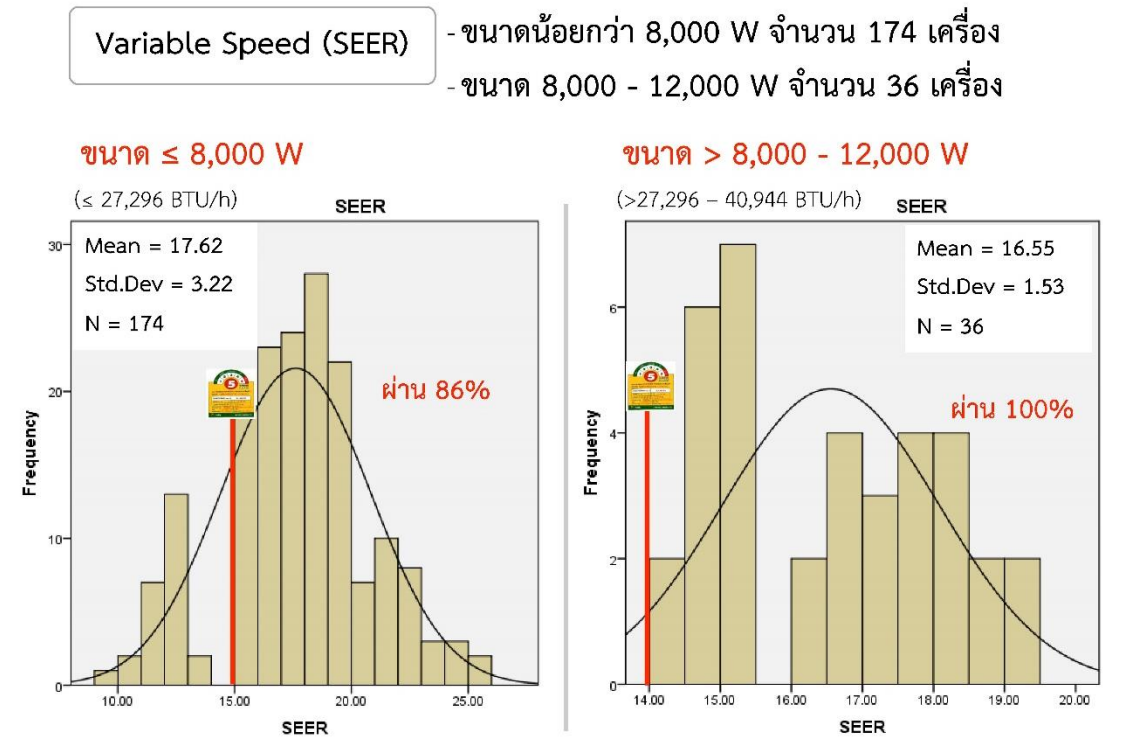
รูปที่ 4 ประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในกลุ่มอาคารสถานศึกษาและสำนักงาน

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, ประชุมรับฟังความคิดเห็นฯ 2559



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบ fixed speed

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, ประชุมรับฟังความคิดเห็นฯ 2559



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบ variable speed

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, ประชุมรับฟังความคิดเห็นฯ 2559

4. วิธีการประเมินของระบบอาคารเขียวอื่น

ในที่นี้จะอธิบายเปรียบเทียบ 3 ระบบ โดยย่อ คือ LEED v4 BD+C ของสหรัฐอเมริกา และ TREES NC v1.1 ของสถาบันอาคารเขียวไทย ซึ่งทั้ง 2 ระบบ มีการใช้ในประเทศไทยมากกว่าระบบอื่นๆ และ GREEN MARK NRB : 2015 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย ของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย

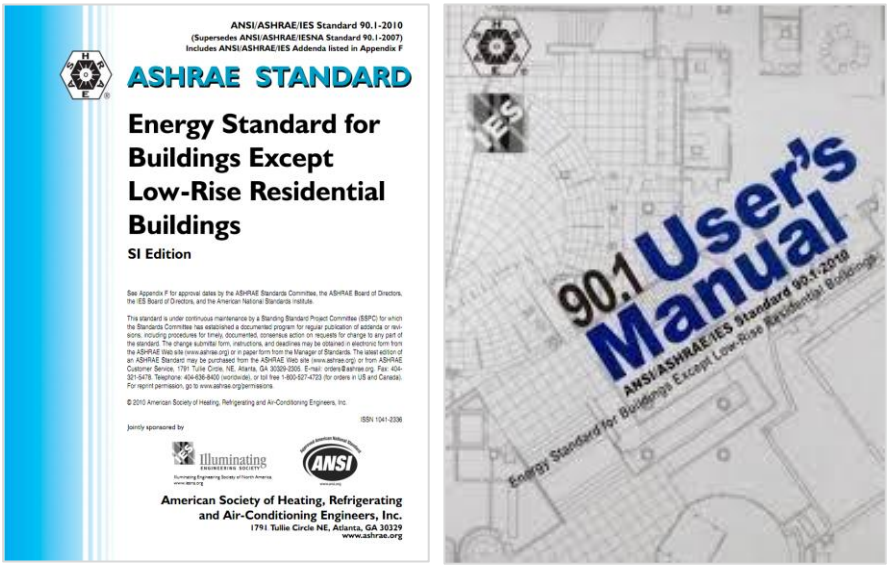
4.1 LEED

วิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร กำหนดเป็น 2 ระดับ ดังนี้

4.1.1 ระดับเกณฑ์บังคับ กำหนดวิธีการประเมินเป็น 3 ทางเลือก คือ

ทางเลือก 1 ใช้การจำลองพลังงาน ตามมาตรฐาน ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010 ภาคผนวก G ฉบับรวมการแก้ไขข้อผิดพลาด (with errata) โดย*ใช้ค่าใช้จ่ายพลังงานเป็นตัวชี้วัด* ดังนี้ คือ

- อาคารที่ออกแบบก่อสร้างใหม่ (new construction) ต้องทำได้ดีกว่าอาคารฐานอย่างน้อยร้อยละ 5
- อาคารเดิมที่ทำการปรับปรุงใหญ่ (major renovation) ดีกว่าร้อยละ 3
- อาคารที่สร้างเฉพาะเปลือกและแกนบริการ (core and shell) ดีกว่าร้อยละ 2



รูปที่ 7 มาตรฐาน ASHRAE 90.1-2010 ที่ใช้ในการจำลองพลังงานและคู่มือการใช้งาน

ทางเลือก 2 ใช้วิธีทำตามรายการที่ระบุใน ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guide (AEDG) ทางเลือกนี้ใช้ได้กับ อาคารสำนักงาน ห้างค้าปลีก โรงเรียน หรือสถานพยาบาล และที่มีขนาดไม่เกิน 9,290 ตารางเมตร (100,000 ตารางฟุต) โดยในระดับเกณฑ์บังคับจะครอบคลุมเรื่อง ระบบปรับอากาศ และระบบผลิตน้ำร้อน

แต่ก็ต้องทำตามเงื่อนไขบังคับ (mandatory provisions) ใน ASHRAE 90.1-2010 ให้ผ่านด้วย ในเรื่องประสิทธิภาพของกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบผลิตน้ำร้อน และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ทางเลือก 3 ใช้วิธีทำตามรายการที่ระบุใน Advanced Buildings™ Core Performance Guide™ ทางเลือกนี้ใช้ได้กับอาคารที่มีขนาดไม่เกิน 9,290 ตารางเมตร และต้องไม่ใช่สถานพยาบาล คลังสินค้า และห้องปฏิบัติการ

4.1.2 ระดับเกณฑ์เลือกทำ แบ่งเป็น 2 ทางเลือก คือ

ทางเลือก 1 ใช้การจำลองพลังงาน ตามมาตรฐาน ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2010 ภาคผนวก G ฉบับรวมการแก้ไขข้อผิดพลาด (with errata) ซึ่งอาคารที่ออกแบบต้องดีกว่าอาคารฐานอย่างน้อยร้อยละ 6-50 ซึ่งจะเทียบเป็นคะแนนที่ได้รับตั้งแต่ 1-18 คะแนน

ตารางที่ 1 คะแนนของเกณฑ์ LEED BD+C

TABLE 1. Points for percentage improvement in energy performance

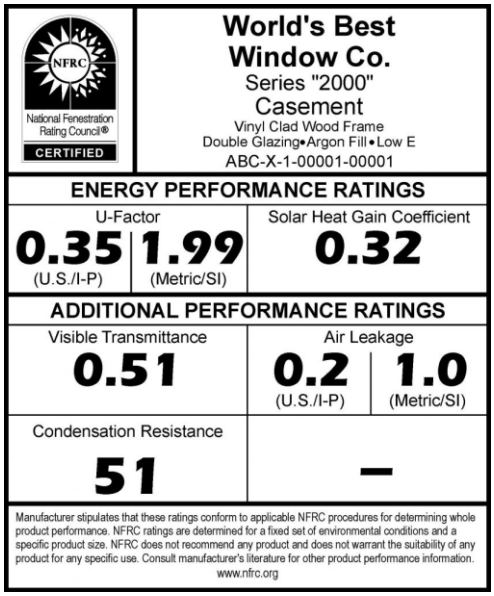
New Construction	Major Renovation	Core and Shell	Points (except Schools, Healthcare)	Points (Healthcare)	Points (Schools)
6%	4%	3%	1	3	1
8%	6%	5%	2	4	2
10%	8%	7%	3	5	3
12%	10%	9%	4	6	4
14%	12%	11%	5	7	5
16%	14%	13%	6	8	6
18%	16%	15%	7	9	7
20%	18%	17%	8	10	8
22%	20%	19%	9	11	9
24%	22%	21%	10	12	10
26%	24%	23%	11	13	11
29%	27%	26%	12	14	12
18%	16%	15%	7	9	7
20%	18%	17%	8	10	8
22%	20%	19%	9	11	9
24%	22%	21%	10	12	10
26%	24%	23%	11	13	11
29%	27%	26%	12	14	12
32%	30%	29%	13	15	13
35%	33%	32%	14	16	14
38%	36%	35%	15	17	15
42%	40%	39%	16	18	16
46%	44%	43%	17	19	-
50%	48%	47%	18	20	-

ที่มา : Leadership in Energy & Environmental Design, Reference Guide for Building Design and Construction, Update v4 January 2016, P-406

ทางเลือก 2 ใช้วิธีทำตามรายการที่ระบุใน ASHRAE 50% Advanced Energy Design Guide วิธีนี้คะแนนสูงสุดที่สามารถได้รับจะน้อยกว่าทางเลือกที่ 1 สำหรับอาคารสำนักงานจะได้คะแนน 1-5 คะแนน ขึ้นกับรายการที่สามารถทำได้เรื่องละ 1 คะแนน เช่น การออกแบบเปลือกอาคารส่วนโปร่งแสงได้ 1 คะแนน การออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร 1 คะแนน การออกแบบแสงสว่างภายนอกอาคารได้ 1 คะแนน เป็นต้น

ซึ่งเกณฑ์จะแตกต่างกันไปตามเขตภูมิอากาศที่แบ่งเป็น 8 โซน ตั้งแต่ร้อน อบอุ่น จนหนาวจัด จึงสามารถใช้ได้กับสภาพภูมิอากาศต่างๆ ทั่วโลก สำหรับประเทศไทยซึ่งมีอากาศร้อนชื้นจัดอยู่ในเขตภูมิอากาศ 1A

สำหรับการออกแบบเปลือกอาคาร จะมีข้อกำหนดมากกว่ากฎหมายอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย เช่น อัตราการรั่วซึมของหน้าต่าง ประตู จะต้องได้ตาม NFRC 400 และค่าอัตราการรั่วซึมต้องมีผลทดสอบจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง (accredited) ในระดับชาติ เช่น National Fenestration Rating Council ต้องมีป้ายกำกับที่ผลิตภัณฑ์และรับรองโดยผู้ผลิต ซึ่งวิธีการนี้แม้จะไม่ต้องจำลองพลังงาน แต่ก็อาจจะมีความยุ่งยากในการหาวัสดุและหลักฐานต่างๆ ที่แสดงว่าคุณสมบัติผ่านเกณฑ์



รูปที่ 8 ป้ายกำกับหน้าต่างที่รับรองโดย National Fenestration Rating Council (NFRC)

ที่มา : https://www.constructioncanada.net/

4.1.3 เครื่องมือในการวิเคราะห์ - LEED ไม่ได้กำหนดชื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ แต่กำหนดคุณสมบัติอย่างละเอียด เช่น

- ต้องสามารถจำลองพลังงานได้อย่างน้อย 8,760 ชั่วโมงต่อปี
- สามารถกำหนดค่าตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานให้แตกต่างกันเป็นรายชั่วโมงได้ เช่น จำนวนผู้ใช้งาน ไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ การตั้งอุณหภูมิอากาศที่ควบคุม (thermostat setpoints) การทำงานของระบบ HVAC ซึ่งสามารถกำหนดให้แตกต่างกันได้ระหว่างวันทำงาน วันหยุดในรายสัปดาห์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์
- สามารถคำนึงถึงอิทธิพลของมวลสารอาคาร (mass effect)

- สามารถแบ่งโซนความร้อน (thermal zone) ได้ 10 โซน หรือมากกว่า
- สามารถกำหนดการทำงานของอุปกรณ์ได้ตาม part-load performance curves

ตัวอย่างของโปรแกรมที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น เช่น DOE-2, BLAST และ EnergyPlus

4.2 TREES

การประเมินประสิทธิภาพพลังงานในวิธีการของ TREES แบ่งเป็น 2 ระดับ เช่นเดียวกับ LEED คือ ระดับเกณฑ์บังคับ และเกณฑ์เลือกทำ

4.2.1 ระดับเกณฑ์บังคับ - กำหนดเป็น 2 ทางเลือก คือ

ทางเลือก 1 ใช้การจำลองค่าพลังงานรวม ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 อาคารที่ออกแบบต้องมีค่าพลังงานต่ำกว่าอาคารอ้างอิง หรืออาคารฐาน

ทางเลือก 2 ใช้การจำลองตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 Appendix G สำหรับอาคารสร้างใหม่ต้องมีค่าใช้จ่ายประหยัดกว่าอาคารฐาน

4.2.2 ระดับที่มีคะแนน

ทางเลือก 1 ใช้การจำลองค่าพลังงานรวม ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 โดยต้องมีค่าพลังงานต่ำกว่าอาคารอ้างอิง ตั้งแต่ร้อยละ 6-40 ซึ่งจะได้ 4-16 คะแนน

ทางเลือก 2 ใช้การจำลองตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 Appendix G โดยต้องมีค่าใช้จ่ายประหยัดกว่าอาคารฐาน ตั้งแต่ร้อยละ 6-40 ซึ่งจะได้คะแนน 4-16 คะแนน

ตารางที่ 2 คะแนนของเกณฑ์การประเมิน TREES เมื่อใช้กฎหมายอนุรักษ์พลังงานและมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007

คะแนน TREES-NC	**คะแนน TREES-CS**	**กฎกระทรวง พ.ศ. 2552 (ค่าพลังงาน)**		**ASHRAE 90.1-2007 Appendix G (ค่าใช้จ่ายพลังงาน)**	
		อาคารปรับปรุง	**อาคารใหม่**	**อาคารปรับปรุง**	**อาคารใหม่**
4	6	0-5	6-10	0-5	6-10
6	8	6-10	11-15	6-10	11-15
8	10	11-15	16-20	11-15	16-20
10	12	16-20	21-25	16-20	21-25
12	14	21-25	26-30	21-25	26-30
14	16	26-30	31-35	26-30	31-35
16	18	31-35	36-40	31-35	36-40

ที่มา : สถาบันอาคารเขียวไทย, คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ และอาคารประเภทพื้นที่ส่วนกลางและกรอบอาคาร, หน้า 135

วิธีการของ TREES นั้น ต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าพลังงานรวมทั้ง 2 ทางเลือก แต่การใช้โปรแกรม BEC จะมีความง่ายกว่ามาก ดังนั้นผู้ขอการรับรองส่วนใหญ่จึงมักเลือกใช้โปรแกรม BEC

การประเมินประสิทธิภาพพลังงาน ตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 Appendix G นั้นค่อนข้างยาก เพราะต้องมีความเข้าใจในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองพลังงานอย่างดี รวมทั้งต้องเข้าใจเงื่อนไขในการจำลองด้วย เช่น

- ลักษณะของโมเดลอาคารที่จะจำลองเปรียบเทียบระหว่าง อาคารที่ออกแบบและอาคารฐาน เช่น ต้องมีจำนวนชั้นที่เท่ากัน มีพื้นที่ปรับอากาศเท่ากัน
- ตารางเวลาในการใช้งานของคน ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์สำนักงานหรืออุปกรณ์อื่นๆ ระบบปรับอากาศและพัดลมระบายอากาศ ต้องใช้เหมือนกันทั้งในอาคารที่ออกแบบ และอาคารฐาน
- อาคารฐานจะต้องวางในทิศทางเดียวกับอาคารที่ออกแบบ แล้วหมุนอาคารทั้งอาคารไป 90°, 180° และ 270° แล้วหาค่าเฉลี่ยพลังงานจากทั้ง 4 ทิศ (ในขณะที่โปรแกรม BEC อาคารฐานและอาคารที่ออกแบบจะวางในทิศทางเดียวกัน)
- หน้าต่างของอาคารฐาน กำหนดให้มีพื้นที่ร้อยละ 40 ของพื้นที่ผนัง หรือเท่ากับอาคารที่ออกแบบ ทั้งนี้ให้ใช้ตัวเลขที่ต่ำกว่าสำหรับการจำลองอาคารฐาน เป็นต้น
- การจำลองต้องรวมพลังงานจากเครื่องไฟฟ้าที่ใช้ปลั๊กและไม่ได้ใช้ปลั๊ก เช่น มอเตอร์
- การจำลองต้องใช้ไฟล์สภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงตำแหน่งที่ตั้งโครงการ
- ฯลฯ

การจำลองตามวิธีการใน Appendix G นั้น จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมอีกมาก จากคู่มือการใช้งาน (user's manual) ผู้ที่ทำการจำลองพลังงาน มักเป็นผู้ที่สนใจงานด้านนี้โดยตรงซึ่งมิใช่งานที่สถาปนิกและวิศวกรส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติได้ ในต่างประเทศจะมีการทดสอบและให้ใบรับรองให้แก่ผู้ที่ทำงานด้านจำลองพลังงาน เพื่อสร้างความเชื่อถือในความสามารถ เป็น certified building energy simulation specialist

4.3 GREEN MARK

การประเมินประสิทธิภาพของประเทศสิงคโปร์ ประกอบด้วยเกณฑ์ 2 ระดับเช่นกัน คือ เกณฑ์บังคับและเกณฑ์เลือกทำ แต่เกณฑ์บังคับยังแบ่งเป็น เกณฑ์บังคับกับผู้ที่ขอการรับรองทุกระดับ และ เกณฑ์บังคับเฉพาะผู้ที่ขอการรับรองระดับ Gold^{plus} และสูงกว่า

4.3.1 **เกณฑ์บังคับ** ประกอบด้วย

1) สมรรถนะของกรอบอาคาร ตามกฎหมายอาคารของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเรียกว่า envelope thermal performance for buildings โดยใช้ตัวชี้วัด คือค่า envelope thermal transfer value (ETTV) ซึ่งคล้ายคลึงกับ ค่า OTTV ของประเทศไทย โดยกำหนดค่า ETTV แตกต่างตามระดับที่ขอการรับรอง คือ

- Gold 45 วัตต์ต่อตารางเมตร
- Gold^{Plus} 40 วัตต์ต่อตารางเมตร
- Platinum 38 วัตต์ต่อตารางเมตร

2) ค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่างและผนัง curtain wall

3) ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ประกอบ

4) ประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง

5) ประสิทธิภาพของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

4.3.2 เกณฑ์เลือกทำ ใช้วิธีประเมินประสิทธิภาพพลังงานโดยใช้โปรแกรม energy performance points calculator เพื่อคำนวณหาร้อยละของพลังงานที่สามารถประหยัดได้เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง แล้วเทียบออกมาเป็นคะแนนที่ได้รับ โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1-11 คะแนน

แต่สำหรับอาคารที่ต้องการได้รับการรับรองระดับ Gold^{Plus} หรือสูงกว่า นอกจากใช้ energy performance points calculator แล้ว ต้องทำการจำลองพลังงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ ตามมาตรฐาน ANSI/ASHRAE Standard 140 - Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าด้วย

5. สรุป

จากวิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานอาคาร มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และตัวชี้วัดของระบบอาคารเขียวต่างๆ ข้างต้น จะเห็นว่าวิธีการประเมินประสิทธิภาพพลังงานในเกณฑ์ G-GOODs สามารถปฏิบัติได้ง่ายกว่าระบบอื่นๆ ไม่มีภาระงานเพิ่มขึ้น เพราะการคำนวณด้วยโปรแกรม BEC เพื่อหา OTTV และ RTTV เป็นส่วนหนึ่งของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่ต้องปฏิบัติอยู่แล้ว แต่มิใช่เกณฑ์ที่อาคารส่วนใหญ่จะสามารถผ่านได้ ส่วนประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน เป็นเกณฑ์บังคับแยกแต่ละระบบไม่มีการชดเชยข้ามกัน และยังบังคับให้ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าย่อย เพื่อให้สามารถติดตามประเมินผลการใช้พลังงานของอาคารเมื่อใช้งานจริง และเป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพพลังงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. เอกสารประกอบการประชุมรับฟังความคิดเห็นในการสัมมนา การปรับปรุงเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมตรวจประเมินระบบกรอบอาคาร. 18 ตุลาคม 2559 ณ ห้องบำรุงเมือง โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร.

สถาบันอาคารเขียวไทย. คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย - สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่และอาคารประเภทพื้นที่ส่วนกลางและกรอบอาคาร-V1.1.

กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือ ขนาดอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 126 ตอนที่ 12 ก. 20 กุมภาพันธ์ 2552.

Building and Construction Authority. Green Mark for Non-residential Buildings NRB : 2015.

Building and Construction Authority. Green Mark for Non-Residential Buildings NRB : 2015, Technical Guide and Requirements.

U.S. Green Building Council. Leadership in Energy & Environmental Design - LEED. Reference Guide for Building Design and Construction. Updated V4, January 2016.

ภาคผนวก 4
ตัวอย่างการประเมินอาคารเดิมและแนวทางการปรับปรุง

G-GOODs : RV

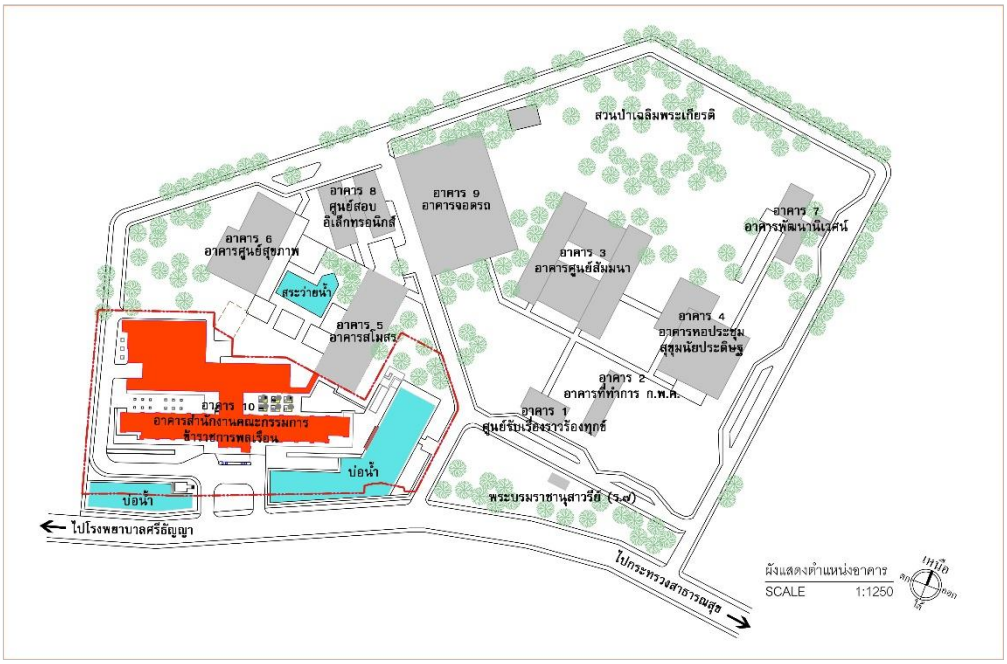
ตัวอย่างการประเมินอาคารเดิมและแนวทางการปรับปรุง

1. การสำรวจสภาพอาคารเดิม (อาคารสำนักงาน ก.พ.)

1.1 ความเป็นมาของอาคาร

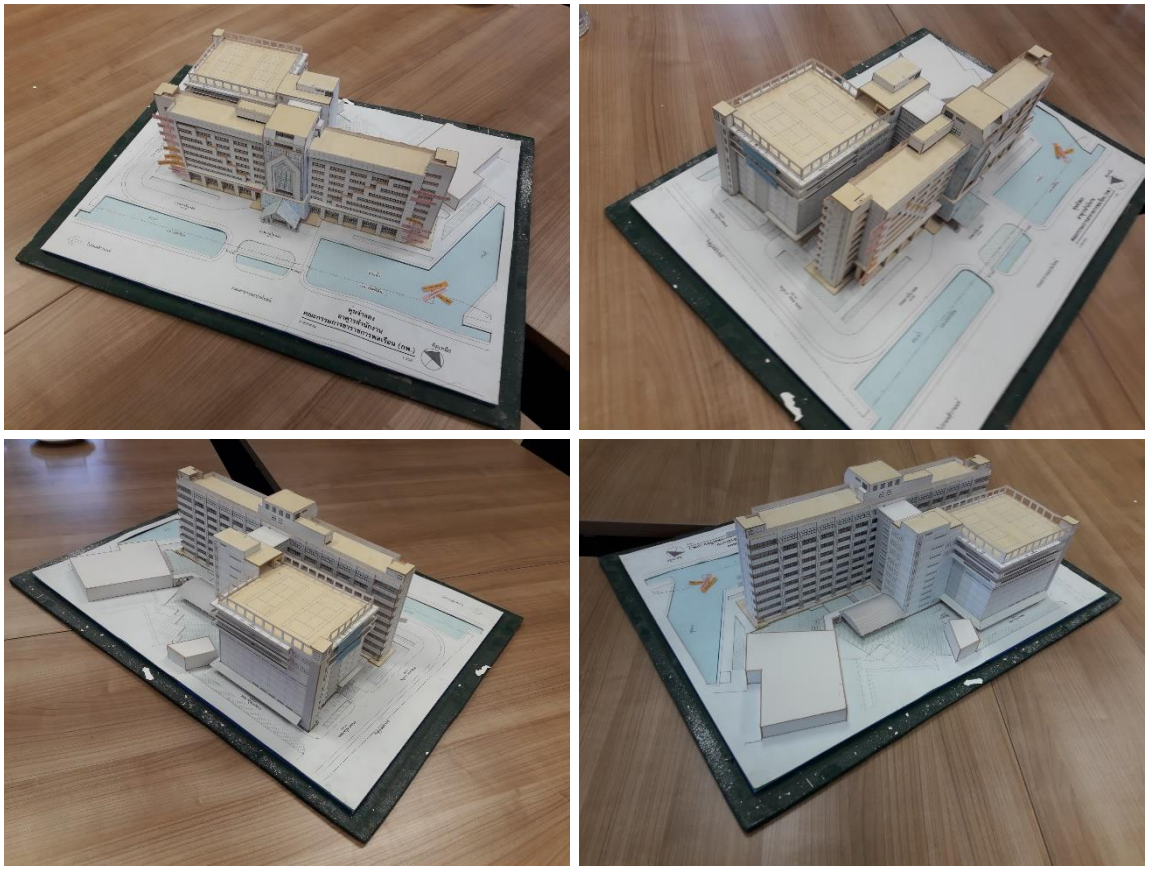
เดิมสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) ตั้งอยู่ที่ถนนพิษณุโลก กรุงเทพมหานคร ต่อมาได้ย้ายมาตั้งอยู่ที่ 47/111 ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี โดยอาคารสำนักงาน ก.พ. ก่อสร้างบนที่ราชพัสดุที่ได้รับบริจาคจากโรงพยาบาลศรีธัญญา บนพื้นที่ขนาด 50 ไร่ ประกอบด้วย กลุ่มอาคารที่สร้างขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จำนวน 9 หลัง และในปี พ.ศ. 2549 ได้จัดสร้างอาคารที่ทำการสำนักงาน ก.พ. พร้อมที่จอดรถ อีก 1 หลัง รวมเป็นอาคารทั้งหมดในเขตที่ดินจำนวน 10 หลัง ได้แก่

1) ศูนย์รับเรื่องราวร้องทุกข์
2) อาคารที่ทำการ ก.พ.ค.
3) อาคารศูนย์สัมมนา
4) อาคารหอประชุมสุขุมนัยประดิษฐ
5) อาคารสโมสร
6) อาคารศูนย์สุขภาพ
7) อาคารพัฒนานิเวศน์
8) ศูนย์สอบอิเล็กทรอนิกส์
9) อาคารจอดรถ
10) อาคารที่ทำการสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) และอาคารจอดรถ



รูปที่ 1 ผังแสดงตำแหน่งอาคารสำนักงาน ก.พ.

สำหรับอาคารที่ทำการสำนักงาน ก.พ. และอาคารจอดรถ ออกแบบโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง เริ่มก่อสร้างในปี พ.ศ. 2549 สร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2553 และเข้าใช้อาคารในปี พ.ศ. 2555 เป็นงานออกแบบอาคารพร้อมงบครุภัณฑ์



รูปที่ 2 หุ่นจำลองอาคารสำนักงาน ก.พ.

1.2 วัตถุประสงค์ของการสำรวจสภาพอาคาร

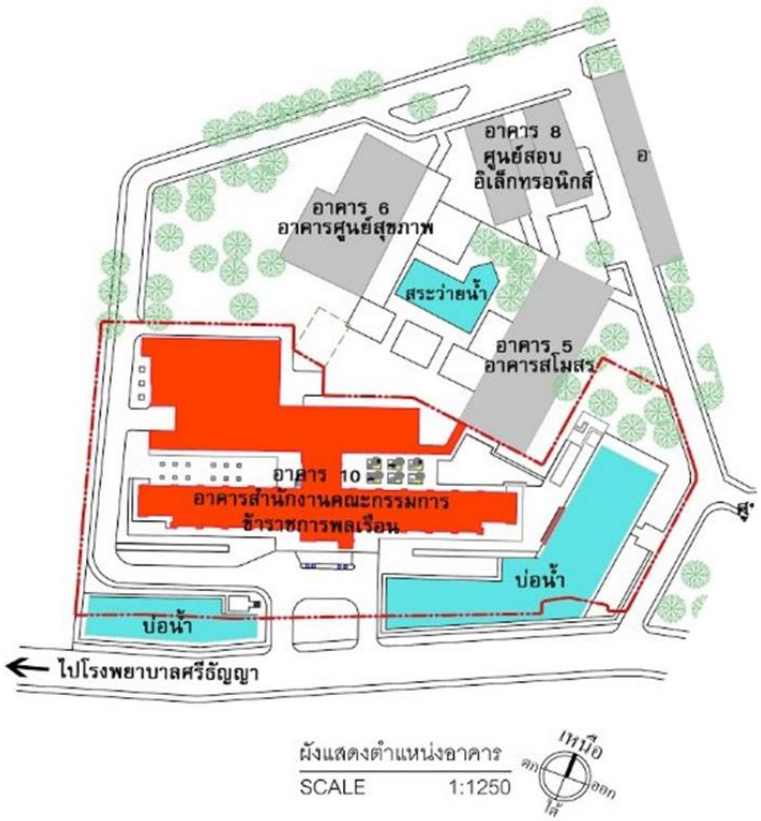
1) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตรงกันระหว่างแบบและสภาพปัจจุบันในด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรมโครงสร้าง วิศวกรรมสุขาภิบาล วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเครื่องกล และส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐที่ได้พัฒนาขึ้น

2) เพื่อนำข้อมูลสภาพปัจจุบันของอาคารตามข้อ 1 มาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์อาคารเขียวสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิมที่พัฒนาขึ้น

3) เพื่อสรุปแนวทางการปรับปรุงให้เป็นต้นแบบอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในการลงทุน

1.3 ขอบเขตการสำรวจสภาพอาคาร

ทำการสำรวจเฉพาะอาคารสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) จำนวน 1 หลัง และบริเวณโดยรอบอาคารซึ่งมีขอบเขตที่ดิน 8 ไร่ 3 งาน 23.5 ตารางวา



รูปที่ 3 ขอบเขตการสำรวจสภาพอาคาร (แนวเส้นประสีแดง)

1.4 วิธีการรวบรวมข้อมูลสภาพอาคาร

1) ลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของอาคาร ใช้วิธีการสังเกตและบันทึกภาพถ่ายประกอบ

2) ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ใช้วิธีการตรวจสอบด้วยกล้องอินฟราเรด

3) ข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ทำงาน ใช้วิธีการวัดด้วยเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อหาความพอเพียงของอัตราการระบายอากาศในพื้นที่ทำงาน

4) ข้อมูลความส่องสว่างภายในพื้นที่ใช้งาน ใช้วิธีการวัดด้วยเครื่องวัดค่าความสว่าง (lux meter) เพื่อหาความพอเพียงของความสว่างในพื้นที่ทำงาน

5) ข้อมูลพื้นที่อาคาร หาพื้นที่จากแบบก่อสร้าง (autocad file)

6) ข้อมูลวัสดุที่ใช้ สืบค้นจากรายการประกอบแบบและเอกสารอื่นๆ เช่น แคตตาล็อกผู้ผลิต เป็นต้น

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1) กล้องถ่ายภาพความร้อน ยี่ห้อ FLUKE รุ่น Ti450 IR fusion technology เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิที่เปลือกอาคารและสภาพแวดล้อมภายนอก

รูปที่ 4 กล้องถ่ายภาพความร้อน ยี่ห้อ FLUKE รุ่น Ti450 IR fusion technology

2) เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง ยี่ห้อ TES รุ่น 1330 digital lux meter (lux-11) เพื่อวิเคราะห์ความพอเพียงของแสงสว่างในการมองเห็นของห้องทำงาน เปรียบเทียบกับมาตรฐาน

รูปที่ 5 เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง ยี่ห้อ TES รุ่น 1330 digital lux meter (lux-11)

3) เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2/Temp/RH data logger ยี่ห้อ HTI รุ่น HT-2000 เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความพอเพียงของอัตราการระบายอากาศ

รูปที่ 6 เครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2/Temp/RH data logger ยี่ห้อ HTI รุ่น HT-2000

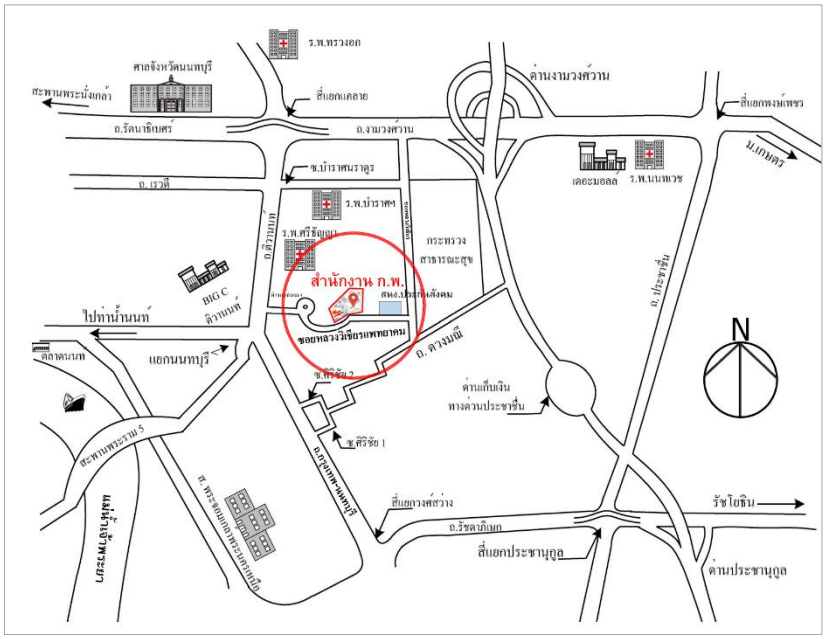
1.6 ระยะเวลาการสำรวจ

ครั้งที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 23 สิงหาคม 2561 เวลา 11.00 -15.00 น.
ครั้งที่ 2 วันอังคารที่ 28 สิงหาคม 2561 เวลา 13.00 -16.00 น.
ครั้งที่ 3 วันอังคารที่ 4 กันยายน 2561 เวลา 10.00 -16.00 น.

1.7 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอาคาร

1.7.1 ที่ตั้งอาคาร

47/101 ถนนติวานนท์ ซอย 4 ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000



รูปที่ 7 ที่ตั้งอาคารสำนักงาน ก.พ.

รูปที่ 8 สภาพโดยรอบที่ตั้งอาคารสำนักงาน ก.พ.

1.7.2 ขนาดพื้นที่ดิน

ขนาดพื้นที่ดินตามแนวเส้นสีน้ำเงินในขอบเขตการศึกษาคือ 8 ไร่ 3 งาน 23.5 ตารางวา (พื้นที่ทั้งหมดของสำนักงาน ก.พ. มีขนาดประมาณ 50 ไร่)

1.7.3 พื้นที่อาคาร

ขนาดพื้นที่อาคารรวมทุกชั้น	35,140	ตารางเมตร
ขนาดพื้นที่ฐานอาคาร (footprint)	3,668	ตารางเมตร

จำนวนชั้น 9 ชั้น

พื้นที่อาคารแต่ละชั้น

ชั้นที่ 1	3,668	ตารางเมตร
ชั้นที่ 2	3,700	ตารางเมตร
ชั้นที่ 3	3,597	ตารางเมตร
ชั้นที่ 4	3,647	ตารางเมตร
ชั้นที่ 5	3,647	ตารางเมตร
ชั้นที่ 6	3,647	ตารางเมตร
ชั้นที่ 7	3,659	ตารางเมตร
ชั้นที่ 8	3,657	ตารางเมตร
ชั้นที่ 9	3,609	ตารางเมตร
ชั้นที่ดาดฟ้า	2,309	ตารางเมตร

1.7.4 การใช้ที่ดินตามกฎหมายผังเมือง

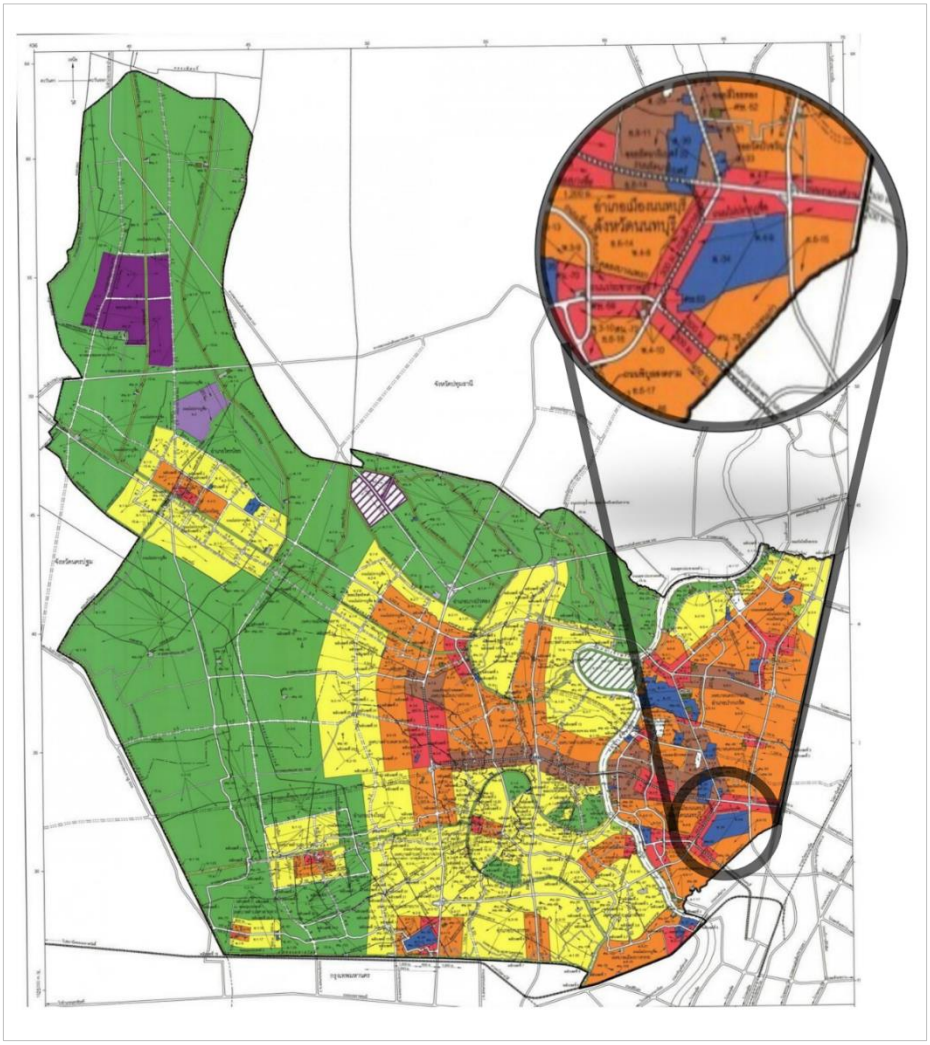
อาคารอยู่ในเขตพื้นที่สีน้ำเงิน ของผังเมืองรวมนนทบุรี หมายเลข ส.34 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

FAR ปัจจุบัน = 2.33 : 1 (พื้นที่อาคารรวม 32,831 ตารางเมตร / ขนาดที่ดิน 14,094 ตารางเมตร) (พื้นที่อาคารรวม กรณีนี้ไม่ได้คิดรวมพื้นที่ดาดฟ้า)

เกณฑ์ FAR ตามกฎหมาย (เขตพื้นที่สีน้ำเงินของผังเมืองรวมนนทบุรีหมายเลข ส.34 ไม่ระบุค่า FAR)

OSR ปัจจุบัน = 31.76 (พื้นที่ว่าง 10,426 ตารางเมตร / พื้นที่อาคารรวมทุกชั้น 32,831 ตารางเมตร x 100)

เกณฑ์ OSR ตามกฎหมาย (เขตพื้นที่สีน้ำเงินของผังเมืองรวมนนทบุรีหมายเลข ส.34 ไม่มีข้อกำหนดเรื่อง OSR)



รูปที่ 9 แผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภทและแสดงโครงการคมนาคมและขนส่งท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดนนทบุรี พ.ศ. 2548

1.7.5 การใช้งานพื้นที่ภายในอาคาร

ตารางที่ 1 พื้นที่การใช้งานในส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

รายละเอียด	พื้นที่ (ตารางเมตร)	
	ปรับอากาศ	ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 1 พื้นที่ 3,668 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ห้องทำงานแบบเปิด	422	-
• ห้องสมุด & knowledge center	300	-
• ห้องเอนกประสงค์	230	-
• ร้านอาหาร	-	720
• ร้านกาแฟ	43	-
• โรงพิมพ์	170	-
• ห้องพักเวร	70	-
• ห้องน้ำ	-	130
• ห้องเครื่องปั๊มน้ำ	-	115
• ห้องไฟฟ้า	-	109
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	1359
รวมพื้นที่ชั้น 1	**1,235**	**2,433**
ชั้นที่ 2 พื้นที่ 3,700 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ห้องทำงานแบบเปิด	858	-
• ห้องเอนกประสงค์	247	-
• ห้องน้ำ	-	140
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	865
• ที่จอดรถ (36 คัน)	-	1,590
รวมพื้นที่ชั้น 2	**1,105**	**2,595**

ตารางที่ 1 พื้นที่การใช้งานในส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ (ต่อ)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตารางเมตร)	
	ปรับอากาศ	ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 3 พื้นที่ 3,597 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• สำนักงานบริหารส่วนกลาง	500	-
• ห้องที่ปรึกษา	502	-
• ห้องน้ำ	-	105
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	900
• ที่จอดรถ (50 คัน)	-	1,590
รวมพื้นที่ชั้น 3	**1,002**	**2,595**
ชั้นที่ 4 พื้นที่ 3,647 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ห้องที่ปรึกษาระบบราชการ	774	-
• ห้องประชุม	228	-
• ห้องน้ำ	-	120
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	935
• ที่จอดรถ (50 คัน)	-	1,590
รวมพื้นที่ชั้น 4	**1,002**	**2,645**
ชั้นที่ 5 พื้นที่ 3,647 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ห้องรองเลขา ก.พ. รวมห้องประชุม	286	-
• ห้องเจ้าหน้าที่ (staff)	220	-
• ห้องเลขาธิการ ก.พ.	305	-
• ห้องรองเลขา ก.พ. รวมห้องประชุม	191	-
• ห้องน้ำ	-	75
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	980
• ที่จอดรถ (36 คัน)	-	1,590
รวมพื้นที่ชั้น 5	**1,002**	**2,645**

ตารางที่ 1 พื้นที่การใช้งานในส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ (ต่อ)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตารางเมตร)	
	ปรับอากาศ	ไม่ปรับอากาศ
<u>ชั้นที่ 6</u> พื้นที่ 3,647 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• สำนักพัฒนาระบบ	1,002	-
• ห้องน้ำ	-	100
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	955
• ที่จอดรถ (50 คัน)	-	1,590
รวมพื้นที่ชั้น 6	**1,002**	**2,645**
<u>ชั้นที่ 7</u> พื้นที่ 3,659 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ	716	-
• ห้องอบรมคอมพิวเตอร์	180	-
• ห้อง server	86	-
• ศูนย์สรรหาและเลือกสรร	400	-
• e- recruitment	352	-
• ห้องรับรายงานตัว	230	-
• ห้องเก็บเอกสาร	-	90
• ห้องน้ำ	-	120
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	1,485
รวมพื้นที่ชั้น 7	**1,964**	**1,695**

ตารางที่ 1 พื้นที่การใช้งานในส่วนปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ (ต่อ)

รายละเอียด	พื้นที่ (ตารางเมตร)	
	ปรับอากาศ	ไม่ปรับอากาศ
ชั้นที่ 8 พื้นที่ 3,657 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• สำนักงานวิจัยและพัฒนาระบบงานบุคคล	468	-
• ศูนย์นักบริหารระดับสูง	468	-
• สำนักมาตรฐานวินัย ศูนย์รับเรื่องราวร้องทุกข์และศูนย์ใกล้บ้าน	574	-
• ห้องรับรอง	76	-
• สำนักพิทักษ์ระบบคุณธรรม กองนิติการ	560	-
• ห้องน้ำ	-	120
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	1,391
รวมพื้นที่ชั้น 8	**2,146**	**1,511**
ชั้นที่ 9 พื้นที่ 3,609 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้		
• ห้องประชุม 1	520	-
• ห้องประชุม 2	513	-
• สนามเทนนิส	-	1,551
• ห้องน้ำ	-	90
• อื่นๆ (โถงหน้าลิฟต์ ทางเดิน บันได)	-	935
รวมพื้นที่ชั้น 9	**1,033**	**1,025**

ห้องสมุด & knowledge center (ชั้น 1)

ร้านกาแฟ (ชั้น 1)

ร้านอาหาร (ชั้น 1)

ห้องทำงาน (ชั้น 2)

โถงบริเวณส่วนต้อนรับ (ชั้น 3)

ห้องเลขาธิการ ก.พ. (ชั้น 5)

รูปที่ 10 พื้นที่ใช้งานภายในอาคาร (1)

ห้องสำนักพัฒนาระบบ (ชั้น 6)

ห้อง server (ชั้น 7)

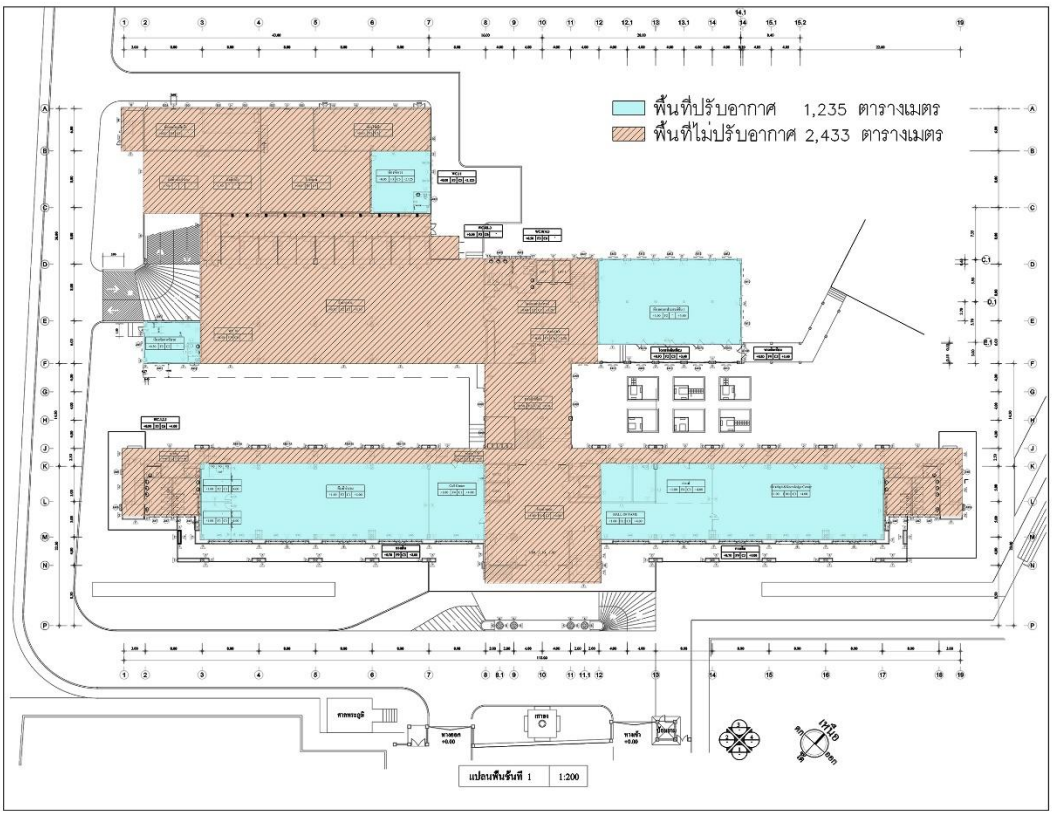
ห้องประชุม 1 (ชั้น 9)

ห้องประชุม 2 (ชั้น 9)

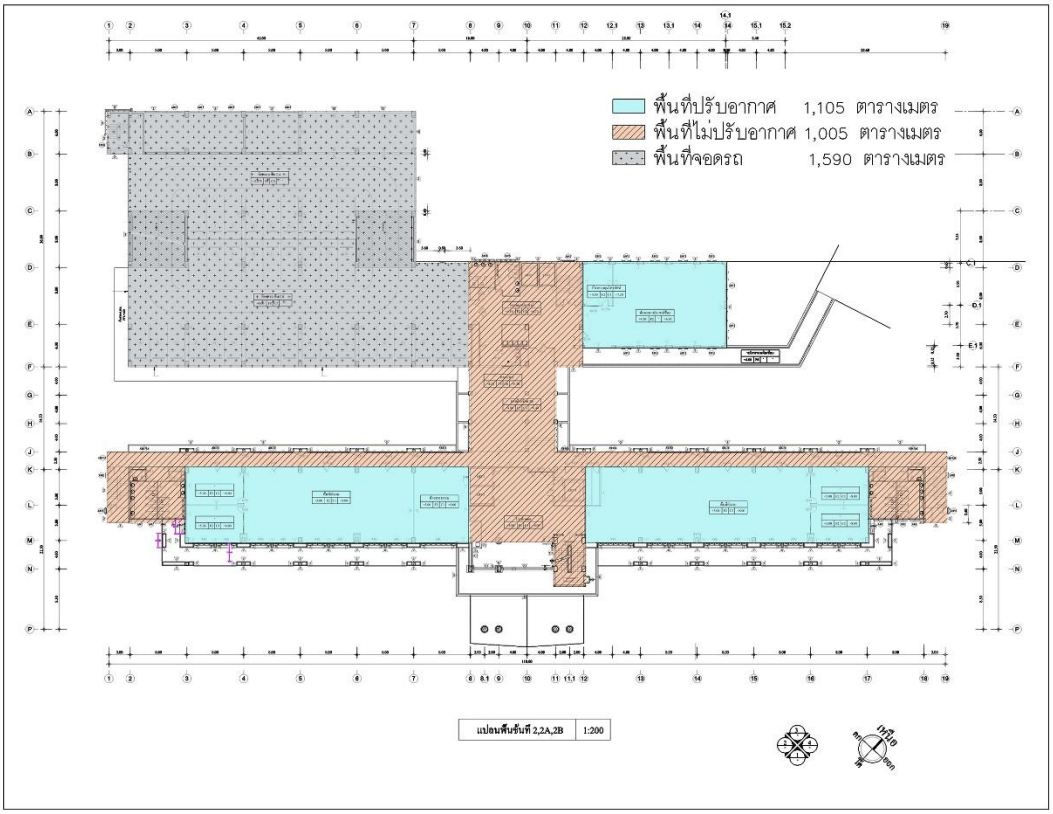
โถงหน้าห้องประชุม (ชั้น 9)

สนามเทนนิส (ชั้น 9)

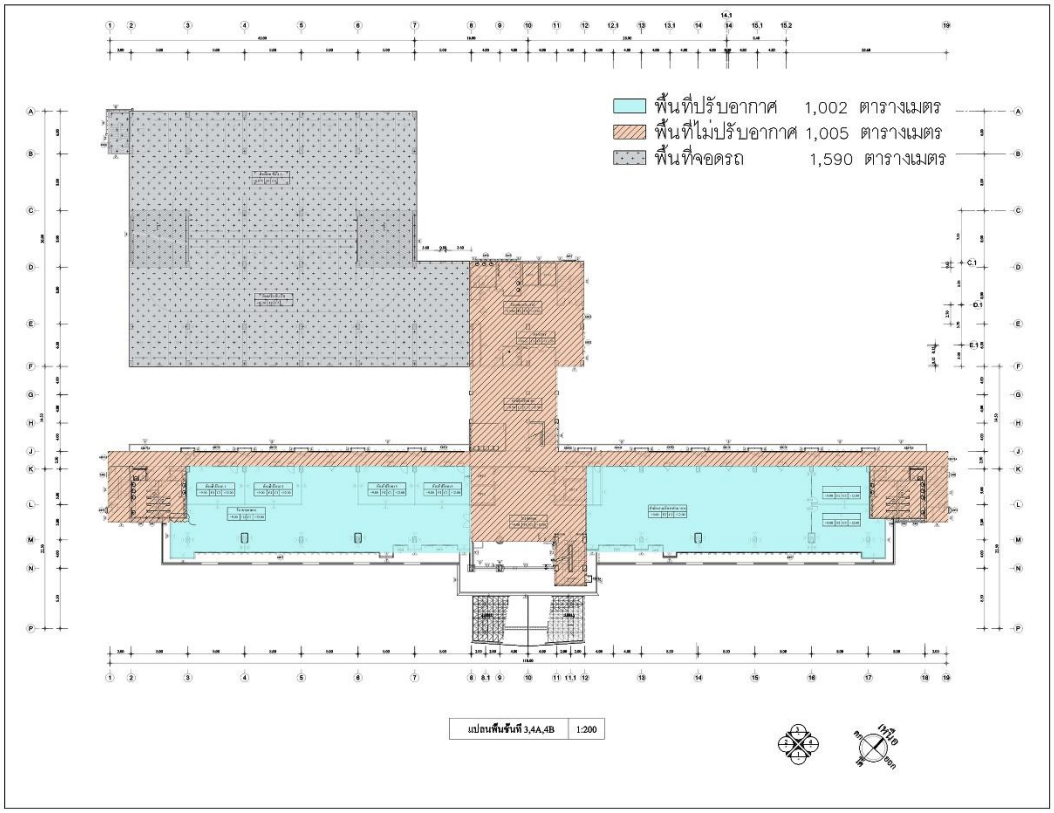
รูปที่ 11 พื้นที่ใช้งานภายในอาคาร (2)



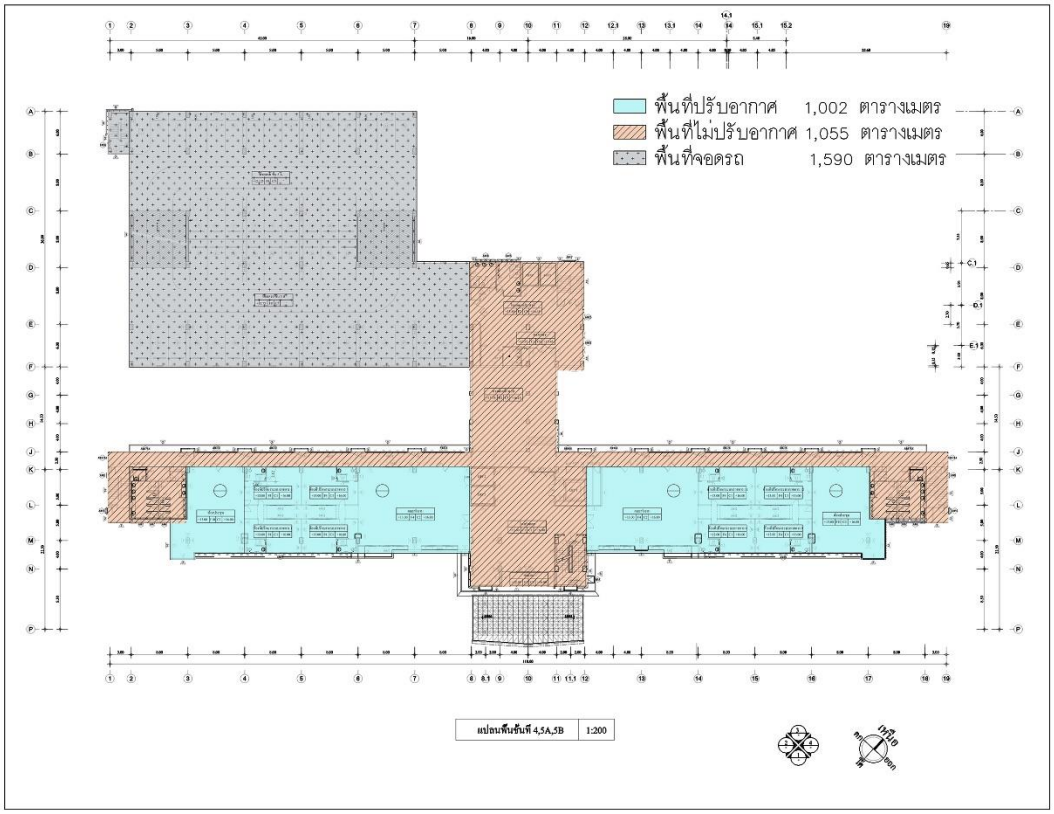
รูปที่ 12 แปลนพื้นชั้นที่ 1 พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



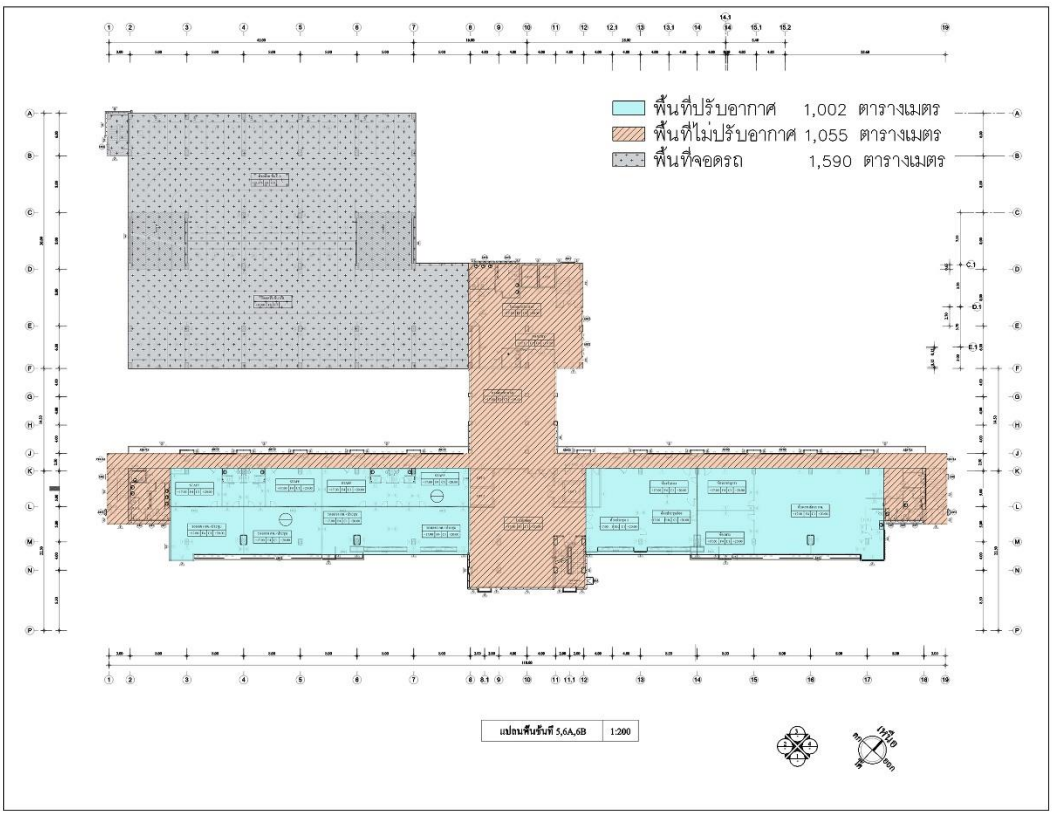
รูปที่ 13 แปลนพื้นชั้นที่ 2, 2A, 2B พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ



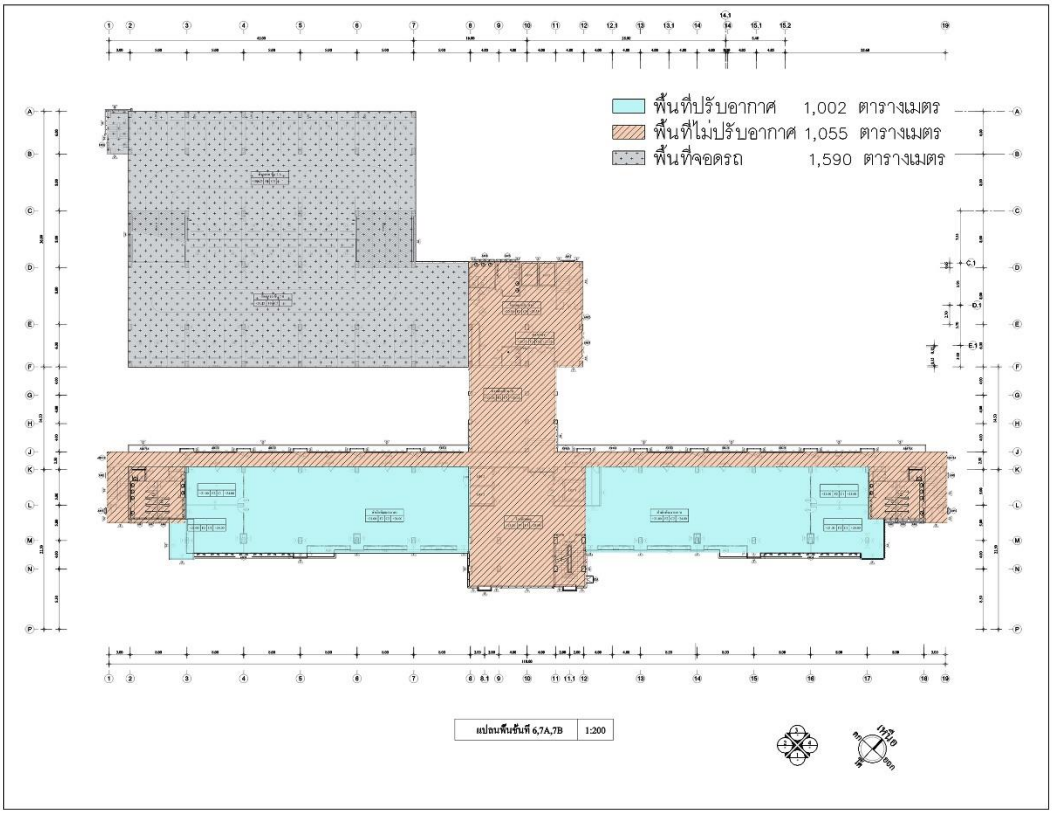
รูปที่ 14 แปลนพื้นชั้นที่ 3, 4A, 4B พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ



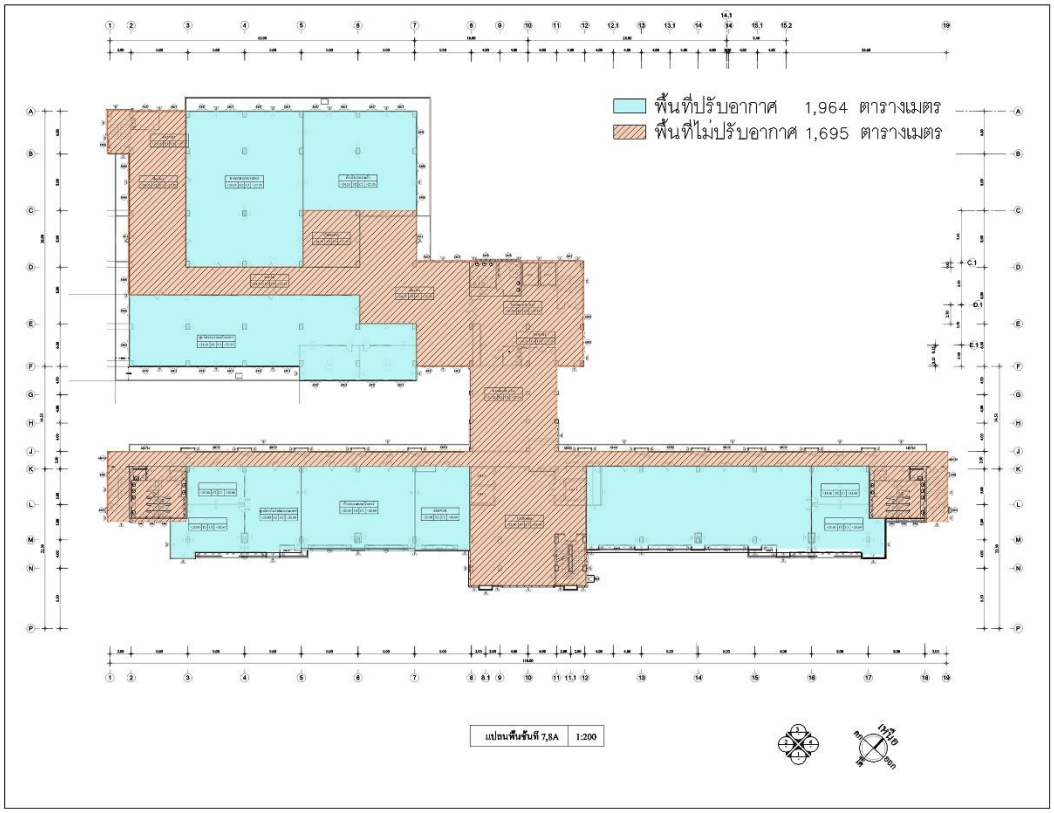
รูปที่ 15 แปลนพื้นชั้นที่ 4, 5A, 5B พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ



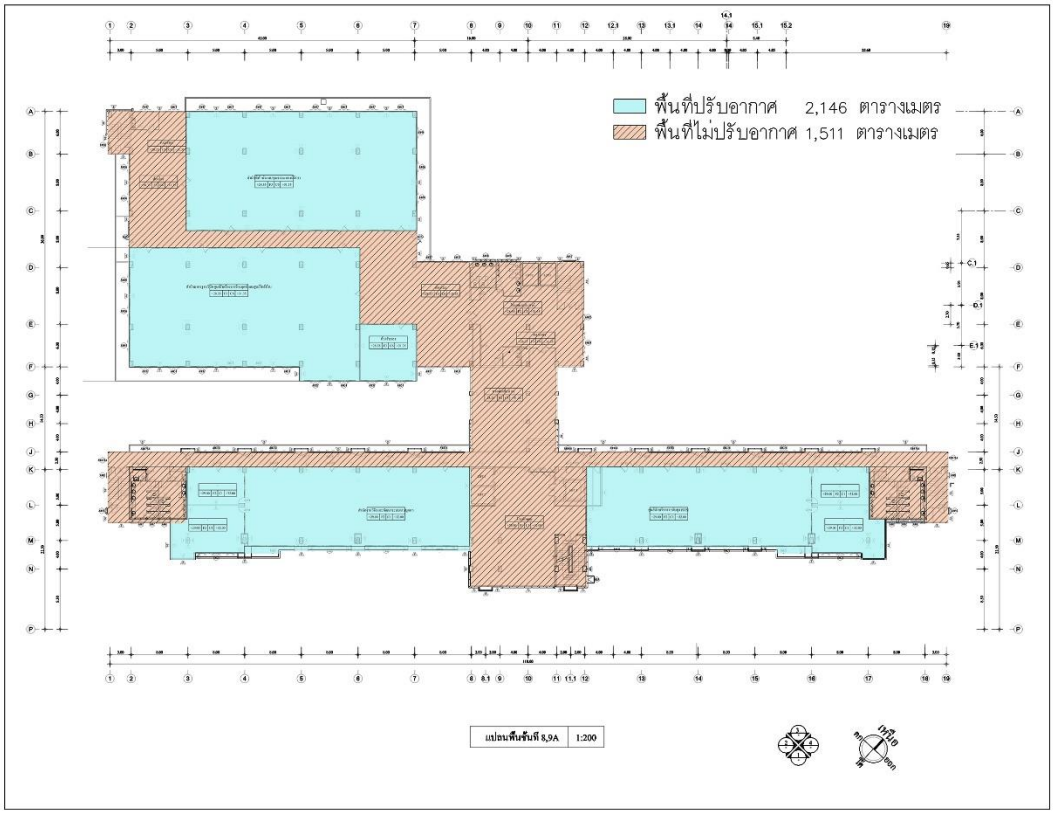
รูปที่ 16 แปลนพื้นชั้นที่ 5, 6A, 6B พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ



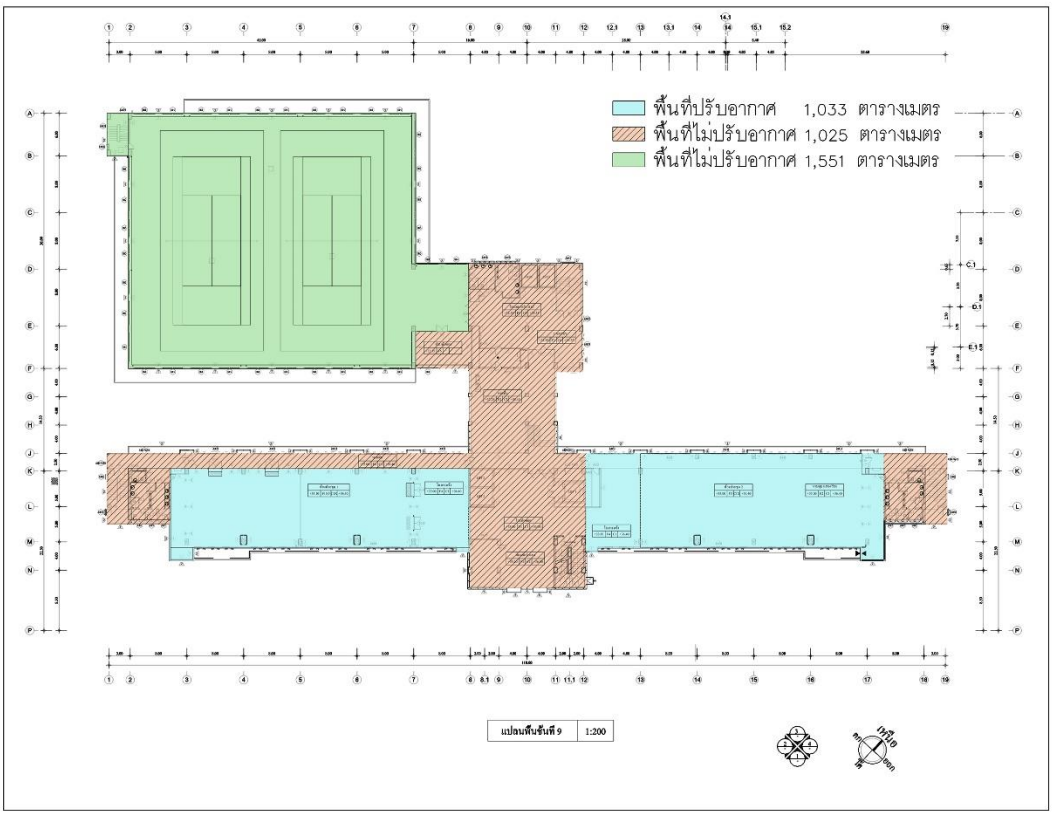
รูปที่ 17 แปลนพื้นชั้นที่ 6, 7A, 7B พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ



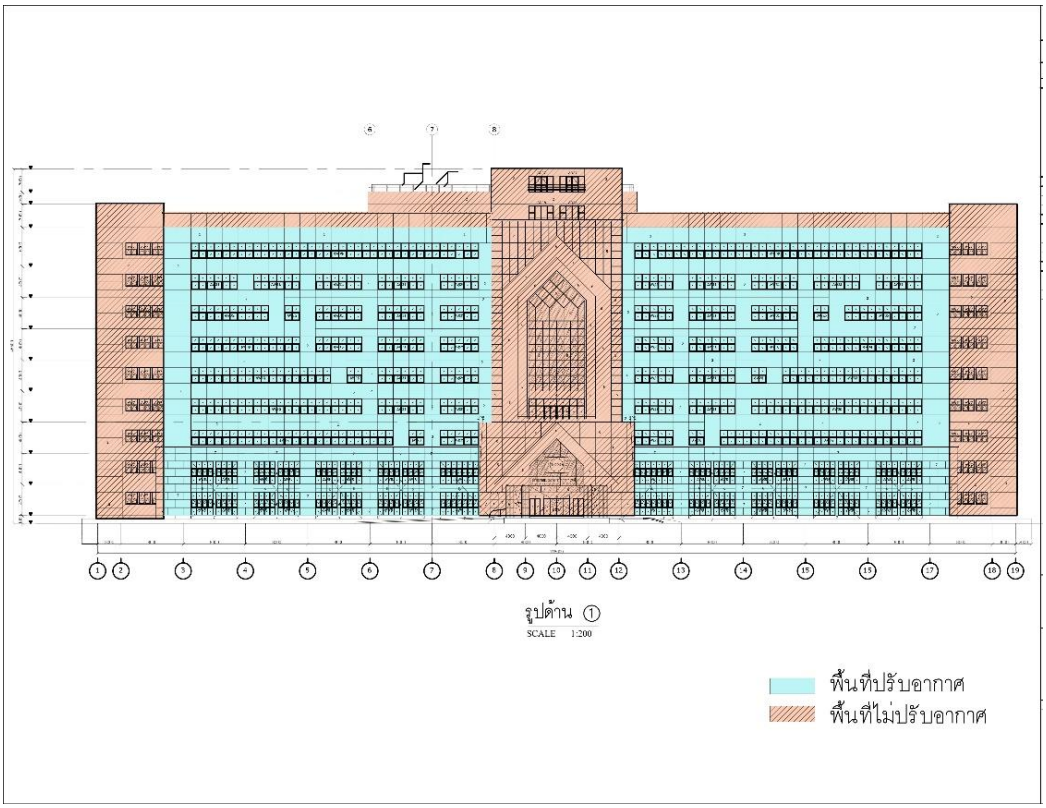
รูปที่ 18 แปลนพื้นชั้นที่ 7, 8A พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



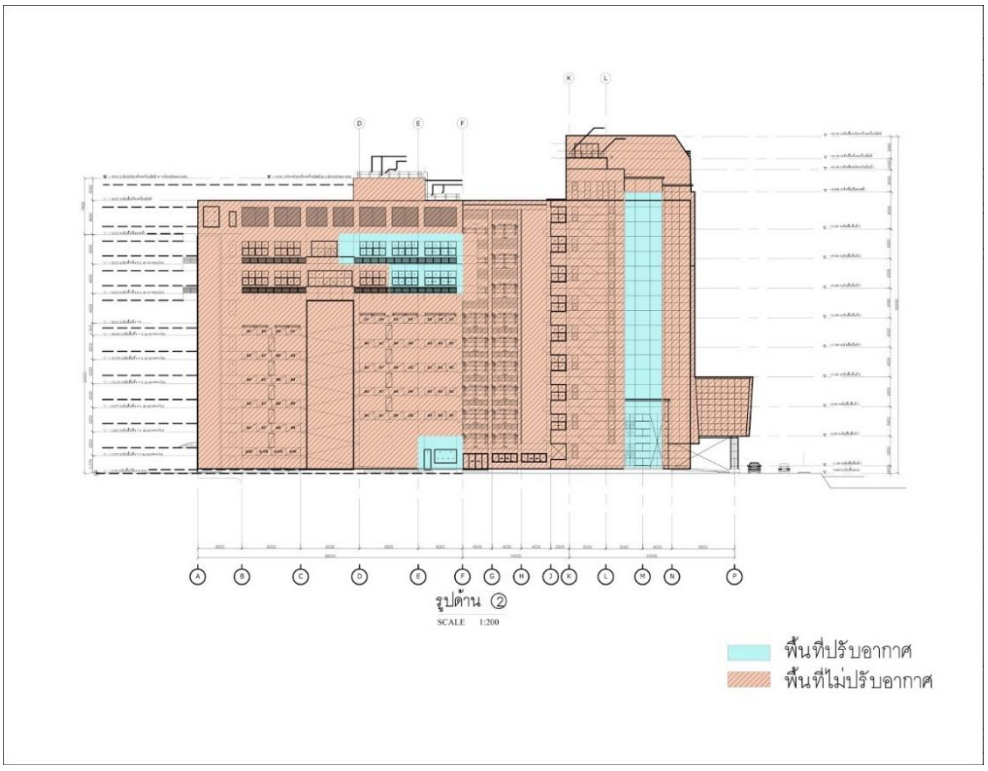
รูปที่ 19 แปลนพื้นชั้นที่ 8, 9A พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



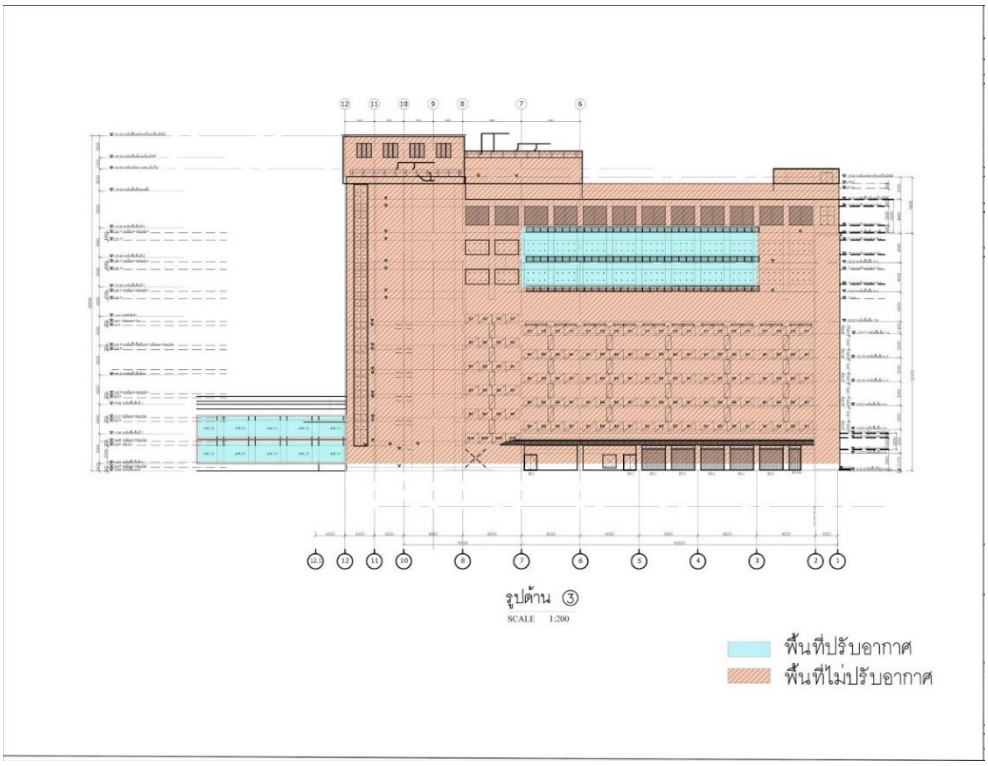
รูปที่ 20 แปลนพื้นชั้นที่ 9 พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่สนามเทนนิส



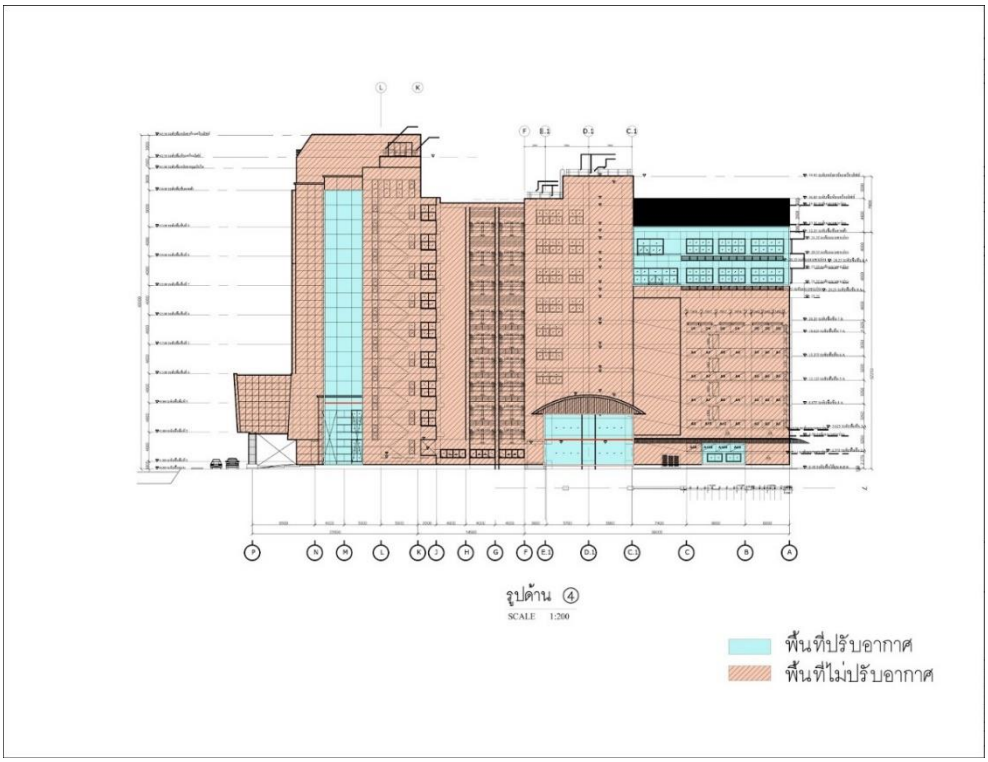
รูปที่ 21 รูปด้าน 1 พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



รูปที่ 22 รูปด้าน 2 พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



รูปที่ 23 รูปด้าน 3 พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ



รูปที่ 24 รูปด้าน 4 พื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

1.7.6 จำนวนผู้ใช้พื้นที่ทั้งอาคาร

พนักงานที่ทำงานในอาคาร 380 - 400 คน
ผู้มาติดต่อวันละประมาณ 100 คน

1.7.7 ลักษณะการใช้พื้นที่ภายนอกอาคาร

พื้นที่จอดรถจำนวน	-	ตารางเมตร
พื้นที่จอดรถคนพิการ	-	ตารางเมตร
พื้นที่จอดรถจักรยานยนต์	-	ตารางเมตร
พื้นที่จอดรถจักรยาน	-	ตารางเมตร
พื้นที่ถนนและทางเดิน	5,847	ตารางเมตร
พื้นที่สวน สนามหญ้า	2,033	ตารางเมตร
พื้นที่บล็อกหญ้า	-	ตารางเมตร

รูปที่ 25 ถนนและทางเดินมีต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงาลดความร้อน

รูปที่ 26 พื้นที่สวนและสนามหญ้าภายในโครงการ

1.7.8 งานระบบประกอบอาคาร

1) งานโครงสร้าง

โครงสร้างของเสา คาน พื้น เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หลังคาของอาคารสูง 9 ชั้น เป็นหลังคาดาดฟ้าคอนกรีต ส่วนหลังคาของอาคารสูง 2 ชั้น เป็นโครงสร้างเหล็กถักดัดโค้ง

2) ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

2.1) ระบบไฟฟ้ากำลัง

อาคารสำนักงาน ก.พ. ตั้งอยู่ในเขตรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง โดยผ่านระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเข้ามาที่หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด 1,600 kVA จำนวน 2 ชุด และมีตู้จ่ายไฟหรือตู้ MDB (main distribution board) จำนวน 2 ชุด ทำหน้าที่รับไฟจากหม้อแปลง และส่งต่อไปยังตู้ไฟฟ้าย่อย (load center) ประจำชั้น

2.2) ระบบไฟฟ้าสำรอง

อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (generator) ขนาด 400 kVA จำนวน 1 ชุด สำหรับจ่ายไฟฟ้าในช่วงที่ไฟฟ้าปกติขัดข้องหรือล้มเหลว ให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างบางส่วน ระบบเต้ารับไฟฟ้าบางส่วน booster pump ระบบลิฟต์บางส่วน ระบบอัดอากาศช่องบันได และห้อง server

2.3) ระบบสื่อสารและระบบประกอบอาคาร

(1) ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย ระบบสายภายในและสายภายนอก โดยผ่าน PABX ที่สามารถรองรับได้ทั้งระบบอนาล็อกและระบบดิจิตอล นอกจากนี้ยังสามารถรองรับเทคโนโลยีในอนาคต ที่จะใช้งานร่วมกับระบบ network ได้

(2) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามกฎและมาตรฐานของ วสท. โดยในทุกพื้นที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนหรือควัน (heat or smoke detector) และติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุ (bell) เป็นต้น

(3) ระบบเสียงประกาศ สามารถใช้ติดต่อสื่อสารประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่างๆ และยังสามารถประกาศเรียกฉุกเฉินได้ในพื้นที่ทำงาน โดยระบบประกาศจะติดตั้งไว้ที่ห้องควบคุม CCTV ชั้น 2

(4) ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม ใช้ระบบสายอากาศรวม โดยระบบเสาอากาศรวมจะรับสัญญาณจากดาวเทียมและรับสัญญาณจากปีกนำมารวมสัญญาณ ขยายสัญญาณก่อนจะส่งไปยังจุดต่างๆ ตามอาคาร

(5) ระบบทีวีวงจรปิด ติดตั้งเพื่อรักษาความปลอดภัย โดยจะมีการติดตั้งกล้องบริเวณทางเข้า-ออก โถงลิฟต์ และทางเดินภายในอาคาร โดยมีห้องควบคุมอยู่ที่ชั้น 2

3) ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

3.1) ระบบปรับอากาศ

ในพื้นที่สำนักงาน ห้องประชุม และห้องอื่นๆ ที่ปรับอากาศ ตั้งแต่ชั้น 1-8 เป็นระบบอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งติดตั้งพร้อมอาคารตั้งแต่แรกสร้าง สำหรับชั้นที่ 9 ซึ่งประกอบด้วยห้องประชุมขนาดใหญ่ 2 ห้อง เป็นระบบปรับอากาศแบบ VRF (variable refrigerant flow) ที่ได้ติดตั้งภายหลัง

3.2) ระบบระบายอากาศ

ในห้องสำนักงาน และห้องประชุม ชั้น 1-8 ใช้การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ ซึ่งควบคุมการเปิด-ปิด โดยผู้ใช้งาน *ไม่มีระบบพัดลมเติมอากาศ*

สำหรับห้องประชุมชั้น 9 ใช้พัดลมดูดอากาศ ซึ่งควบคุมการเปิด-ปิด โดยผู้ใช้งาน เช่นเดียวกับชั้นอื่นๆ เพิ่มเติมคือ FAG (fresh air grille) สำหรับดูดอากาศภายนอกด้วยแรงดูดของเครื่อง AHU และมีช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้า

4) ระบบสุขาภิบาล

4.1) ระบบประปา

อาคารสำนักงาน ก.พ. รับน้ำจากการประปานครหลวง จากท่อเมนประปาผ่านมาตรวัดน้ำบริเวณด้านหน้าอาคารมาเก็บยังถังน้ำใต้ดินบริเวณชั้น 1 ขนาด 200 ลูกบาศก์เมตร และมีถังเก็บน้ำชั้นดาดฟ้าขนาด 150 ลูกบาศก์เมตร

การจ่ายน้ำสำหรับอาคารสำนักงาน ก.พ. ชั้น 1-7 เป็นระบบจ่ายลง (down feed) ตามแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity) ชั้น 8-9 เป็นระบบจ่ายน้ำโดยเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (booster pump)

4.2) ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารสำนักงาน ก.พ. เป็นระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (stabilization pond) และระบบบ่อเติมอากาศ (aerator lagoon, AL) โดยน้ำเสียจะถูกรวบรวมจากอาคารทั้งหมดผ่านบ่อเกรอะแต่ละจุด และจะไหลรวมกันที่ระบบบำบัดรวมของอาคาร มีระบบปั๊มน้ำและเครื่องเติมอากาศติดตั้งอยู่ภายในบ่อบำบัด ซึ่งจะทำงานโดยอัตโนมัติ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกปล่อยออกสู่บ่อน้ำสาธารณะด้านหน้าอาคาร

4.3) ระบบระบายน้ำฝน

ระบบระบายน้ำฝนอาคารสำนักงาน ก.พ. รับน้ำจากชั้นดาดฟ้าอาคารและระเบียงตามชั้นต่างๆ ผ่านตะแกรงหัวน้ำฝน (roof drain) ลงไปตามช่องท่อ shaft และต่อลงไปยังบ่อระบายน้ำ (man hole) ที่ชั้นล่างและปล่อยออกสู่บ่อน้ำสาธารณะด้านหน้าอาคาร

5) ระบบป้องกันอัคคีภัย

5.1) ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ

ระบบป้องกันอัคคีภัย ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิด horizontal splitcase centrifugal pump สามารถสูบน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1,500 แกลลอนต่อนาที และระบบปั๊มรักษาแรงดันในท่อดับเพลิง (jockey pump) ติดตั้งอยู่ที่ห้องเครื่องสูบน้ำ ชั้น 1 เพื่อใช้สำหรับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (automatic sprinkler system) ซึ่งติดตั้งตั้งแต่ชั้น 1 ถึงชั้นดาดฟ้า ครอบคลุมพื้นที่ของอาคาร โดยมีท่อเมน riser แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งจ่ายหัว sprinkler อีกส่วนจ่ายตู้ดับเพลิง

5.2) ถังดับเพลิงมือถือ

ถังดับเพลิงมือถือจะติดตั้งอยู่ตามจุดต่างๆ ภายในอาคารสำนักงานและอาคารจอดรถเพื่อใช้ดับเพลิงที่เกิดในขั้นต้น ซึ่งเพลิงไหม้ยังไม่รุนแรงมากนัก โดยถังดับเพลิงมือถือที่ติดตั้งเป็นชนิดสารเคมีแห้งดับเพลิงเอนกประสงค์ (ABC muti-purpose dry chemical)

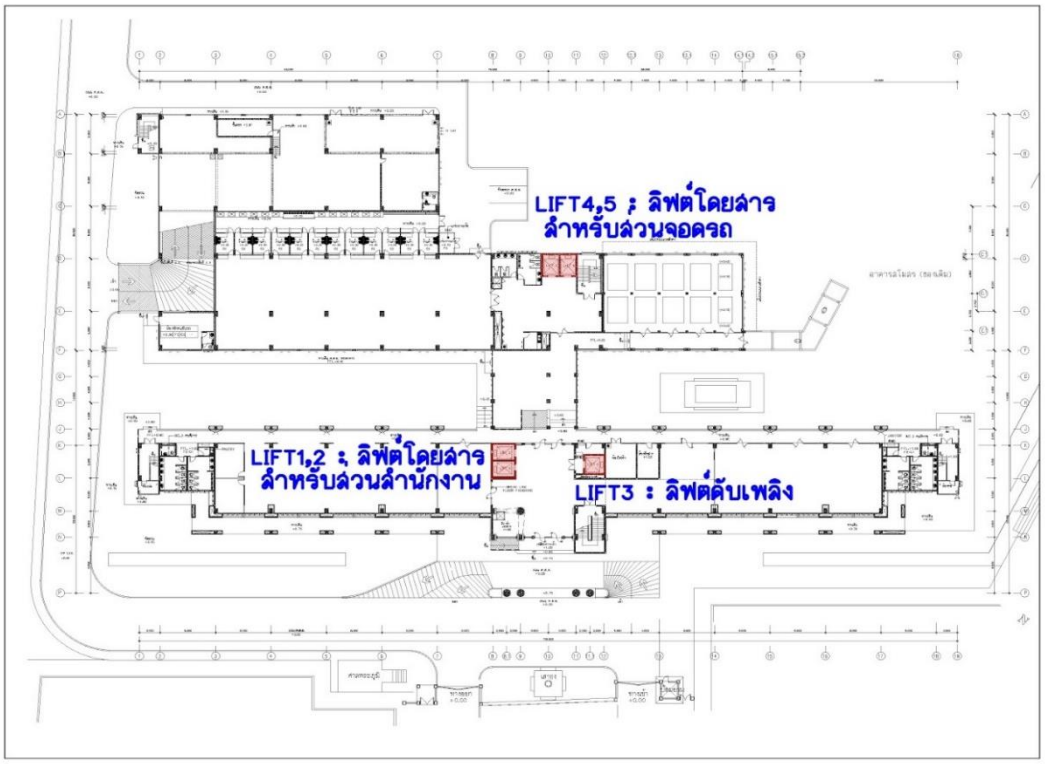
5.3) ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซไนโตรเจน

ใช้สำหรับดับเพลิงห้อง server ชั้น 7

6) ระบบลิฟต์โดยสารและลิฟต์ดับเพลิง

ลิฟต์โดยสารและลิฟต์ดับเพลิง มีทั้งหมด 5 ชุด แบ่งเป็น

- ลิฟต์โดยสาร อยู่ที่ฝั่งอาคารสำนักงาน ขนาด 1,000 กิโลกรัม จำนวน 2 ชุด (Lift 1,2)
- ลิฟต์ดับเพลิง อยู่ที่ฝั่งอาคารสำนักงาน ขนาด 1,000 กิโลกรัม จำนวน 1 ชุด (Lift 3)
- ลิฟต์โดยสาร อยู่ที่ฝั่งอาคารจอดรถ ขนาด 900 กิโลกรัม จำนวน 2 ชุด (Lift 4,5)



รูปที่ 27 ตำแหน่งติดตั้งลิฟต์โดยสาร

2. ผลการประเมินสภาพอาคารเดิมเปรียบเทียบกับเกณฑ์

ได้นำผลการสำรวจสภาพอาคารเดิมมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อกำหนดของเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐ สำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม โดยมีผลการประเมินแต่ละเกณฑ์ ดังนี้

2.1 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์

1) การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร (ML 1)

ML 1	**การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร**	**บังคับ**	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากแบบไม่มีการจัดพื้นที่ให้สูบบุหรี่ภายนอก

2) การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม (ML2)

ML 2	**การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

จากการสังเกตต้นไม้ที่ปลูกในงานภูมิทัศน์ ทั้งไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และไม้พุ่ม จัดเป็นพืชพรรณท้องถิ่นหรือพืชพรรณที่ได้ปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศท้องถิ่นแล้วทั้งหมด

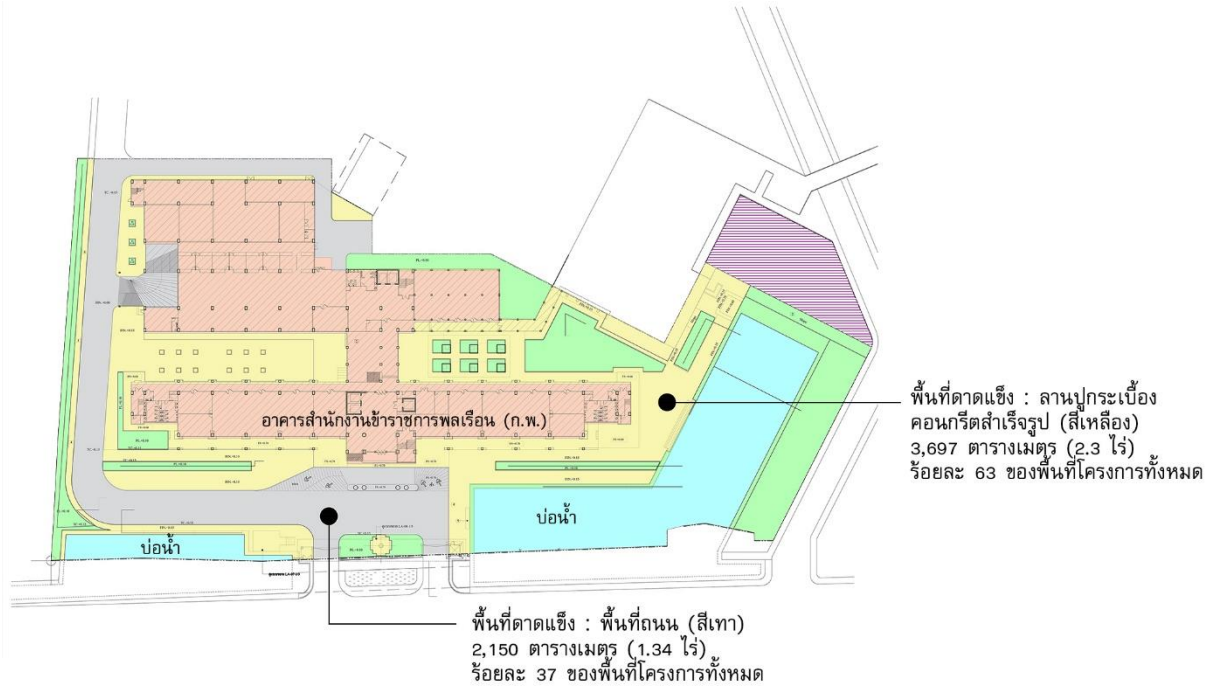
รูปที่ 28 ต้นไม้ในงานภูมิทัศน์เป็นต้นไม้พื้นถิ่นหรือต้นไม้ต่างถิ่นที่ปรับตัวแล้ว

3) การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง (ML3)

ML 3	**การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

- พื้นที่ดาดแข็งร้อยละ 63 ของพื้นที่ดาดแข็งทั้งหมด เป็นแผ่นทางเท้าคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีสีอ่อน มีค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ 0.35 (เกณฑ์อย่างน้อย 0.33) จึงผ่านเกณฑ์ข้อนี้
- นอกจากนี้ยังมีต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงากับทางเดินด้านหน้าอาคาร



รูปที่ 29 ผังบริเวณแสดงพื้นที่ดาดแข็ง

รูปที่ 30 ทางเท้าด้านหน้าอาคารตลอดแนวและถนนบางส่วนได้ร่มเงาจากต้นไม้ใหญ่

รูปที่ 31 พื้นที่ระหว่างอาคารเป็นตำแหน่งปลูกต้นไม้ แต่ได้ร่มเงาตลอดเวลาทำให้ต้นไม้ตาย

รูปที่ 32 ลานภายนอกโดยทั่วไปเป็นพื้นกระเบื้องสีครีม

4) การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ (ML4)

ML 4	**การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ**	**-**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

พื้นที่ตามแนวขอบเขตการศึกษาประกอบด้วยพื้นที่ ถนน ทางเดินเท้า ลานดาดแข็ง หลังคา และสวนสนามหญ้า มีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิว = *0.83 > 0.7*

ตารางที่ 2 ข้อมูลส่วนประกอบโครงการนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยทั้งโครงการ

ส่วนประกอบโครงการ	พื้นที่ (ตารางเมตร)	สัมประสิทธิ์การไหลบนผิว
ถนนคอนกรีต+ลาน	5,847	0.95
หลังคาคอนกรีต	3,784	0.95
หลังคาแผ่นเหล็กโค้ง	350	1
สนามหญ้า	2,033	0.25

$$C = \frac{0.95(5,847)+0.95(3,784)+1(350)+0.25(2,033)}{12,014} = 0.83$$

แม้ว่าผลการคำนวณจะมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดินมากกว่าเกณฑ์ แต่หากพิจารณาในภาพรวมแล้ว อาคารสำนักงาน ก.พ. จะผ่านเกณฑ์การประเมินข้อนี้ได้ เพราะ*พื้นที่ทั้งหมดของโครงการ*มีที่ว่างจำนวนมาก มีพื้นที่สวนป่าเฉลิมพระเกียรติ และยังมีพื้นที่บ่อน้ำด้านหน้าโครงการอาคารสำนักงาน ก.พ. ช่วยหน่วงน้ำฝนมิให้ไหลออกนอกพื้นที่โครงการ แต่เนื่องจากเกณฑ์การประเมินจะพิจารณาเฉพาะพื้นผิวที่อยู่ในแนวเขตที่ดินที่กำหนดให้ประเมินเท่านั้น ซึ่งเป็นวิธีการในการประเมินอาคารเขียวทั่วไปที่ขอการรับรอง

พิจารณาว่า ในกรณีของอาคารภาครัฐซึ่งประกอบด้วยหลายอาคาร และมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่แสดงว่า ในภาพรวมของทั้งโครงการที่อาคารนั้นตั้งอยู่ ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวต่ำกว่าค่าที่กำหนด ก็ควรพิจารณาให้ผ่านได้

รูปที่ 33 พื้นที่สวนป่าขนาดใหญ่และบ่อน้ำด้านหน้าโครงการ

5) ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง (ML5)

ML 5	**ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

1) ตามกฎหมายผังเมืองรวมนนทบุรี ที่ตั้งโครงการอยู่ในพื้นที่หมายเลข ส.34 เป็นพื้นที่สีน้ำเงิน ไม่มีการกำหนดขนาดพื้นที่เปิดโล่ง

2) ขนาดพื้นที่ว่างที่ต้องมีอย่างน้อยที่สุดตามเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐ คือ 370 x 1.1 เท่ากับ 401 ตารางเมตร

3) อาคารสำนักงาน ก.พ. มีพื้นที่เปิดโล่ง ภายในขอบเขตการศึกษาที่กำหนด 3.1 ไร่ หรือ 4,960 ตารางเมตร > 401 ตารางเมตร ดังนั้นจึงผ่านเกณฑ์

2.2 การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

2.2.1 การออกแบบเปลือกอาคาร (AE 1)

1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) (AE 1.1)

AE 1.1	**ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)**	**บังคับ**	**X**

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ผลประเมินโดยโปรแกรม BEC

ค่า OTTV = 83.73 วัตต์ต่อตารางเมตร > 50 วัตต์ต่อตารางเมตร

ค่า RTTV = 29.50 วัตต์ต่อตารางเมตร > 15 วัตต์ต่อตารางเมตร

โดยมีลักษณะอาคารที่นำเข้าในโปรแกรม คือ

1) ผนังทึบภายนอก ประกอบด้วยผนัง 3 ชนิด คือ

(1) ผนังก่ออิฐมวลเบา ก่อโดยไม่มีช่องว่างอากาศระหว่างชั้น ด้านนอกฉาบปูนเรียบและเซาะร่องทาสีขาว ด้านในฉาบปูนเรียบทาสีขาว ใช้กับผนังภายนอกชั้นที่ 3-9 ทางด้านหน้าของอาคาร (หันทางทิศตะวันออกเฉียงใต้) และส่วนผนังภายนอกด้านอื่นๆ ที่เหลือทุกชั้นตั้งแต่ชั้นที่ 1-9

รูปที่ 34 ตำแหน่งของผนังก่ออิฐมวลเบาด้านนอกและด้านในฉาบปูนเรียบทาสีขาว

(2) ผนังก่ออิฐมวลเบา หนา 7.5 เซนติเมตร ความหนาแน่น 620 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฉาบปูนเรียบทั้งสองด้านๆ ละ 1 เซนติเมตร ด้านนอกบุแผ่นอะลูมิเนียมคอมโพสิตสีเงิน หนา 4 มิลลิเมตร เป็นผนังที่ใช้กับด้านหน้าอาคารชั้นที่ 1 และ 2

รูปที่ 35 ผนังหน้าอาคารชั้น 1 และ 2 คือ ผนังก่ออิฐมวลเบาด้านนอกบุแผ่นอะลูมิเนียมคอมโพสิต

(3) ผนังคอนกรีตภายนอกบุแผ่นแกรนิตสีดำ ส่วนที่เป็นผนังลอยตามทางเดินหน้าอาคารจะกรุหินแกรนิตตกแต่งทั้ง 2 ด้าน มีความสูงตั้งแต่ชั้น 1 และ 2

รูปที่ 36 ผนังตกแต่ง แผงบังแดด ด้านหน้าอาคารบริเวณชั้น 1 และ 2

2) หน้าต่าง - กระจกที่ใช้ทั้งหมดเป็นกระจกใส หนา 6 มิลลิเมตร วงกบอะลูมิเนียมสีดำ หน้าต่างโดยรอบเป็นกระจกใส ซึ่งความร้อนผ่านได้มากและมีปัญหาแสงจ้า ดังนั้นห้องทำงานจึงมักปิดม่านตลอดเวลา

รูปที่ 37 หน้าต่างโดยรอบเป็นกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร

3) สัดส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (window to wall ratio, WWR) ของทั้งอาคารเท่ากับ 0.3125 แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)	=	0.40
ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	=	0.20
ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)	=	0.40
ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)	=	0.25

4) การวางตัวอาคาร - อาคารหันด้านหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ยาว 118 เมตร ซึ่งเป็นผนังของห้องปรับอากาศ ส่วนผนังทางด้านหลังอาคารซึ่งหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดกับทางเดินซึ่งไม่ได้ปรับอากาศ

รูปที่ 38 ด้านหลังอาคารทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

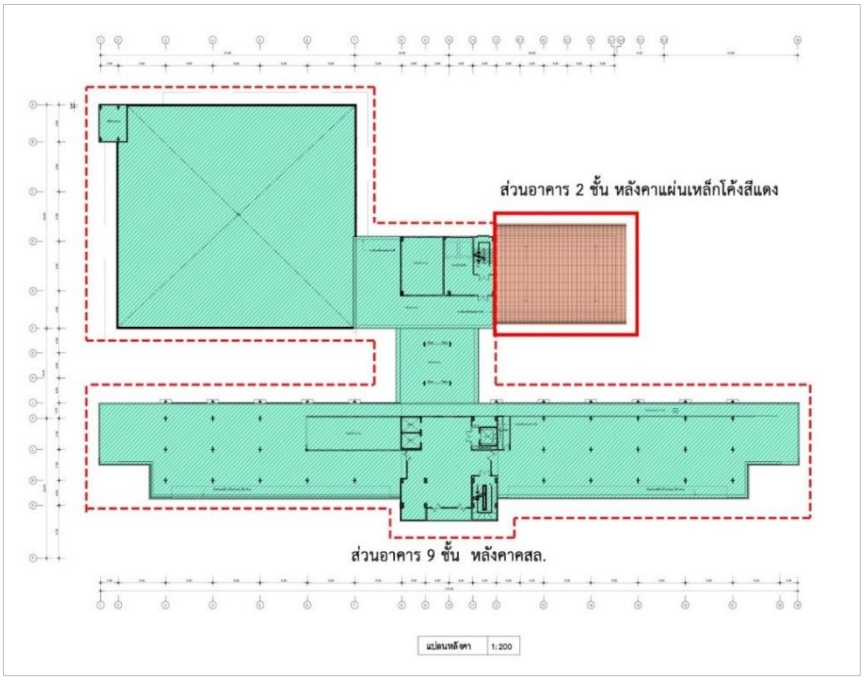
5) หลังคา อาคารสำนักงาน ก.พ. ประกอบด้วยหลังคา 2 ชนิด คือ

(1) ส่วนอาคาร 9 ชั้น หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก

- หลังคาดาดฟ้า คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.10 เมตร ทากันซึมสีเขียว
- ฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มิลลิเมตร
- ช่องว่างอากาศในฝ้าเพดาน หนา 0.70 เมตร
- ไม่มีฉนวนกันความร้อน

(2) ส่วนอาคาร 2 ชั้น หลังคาแผ่นเหล็กโค้งสีแดง

- หลังคาแผ่นเหล็ก หนา 0.6 มิลลิเมตร ดัดโค้งสีแดง
- ฝ้าเพดาน ยิปซัมบอร์ด หนา 9 มิลลิเมตร
- ช่องว่างอากาศในฝ้าเพดานส่วนที่สูงสุดคือ 1 เมตร
- มีฉนวนใยแก้ว หนา 5 เซนติเมตร



รูปที่ 39 ผังหลังคาดาดฟ้าคอนกรีต และหลังคาแผ่นเหล็กโค้งสีแดง

รูปที่ 40 หลังคาดาดฟ้าคอนกรีตทากันซึมสีเขียวสภาพผิวลอก และหลังคาแผ่นเหล็กโค้งสีแดง

2) ค่าการสะท้อนแสงของกระจก (AE 1.2)

AE 1.2	**ค่าการสะท้อนแสงของกระจก**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

สภาพปัจจุบัน - กระจกภายนอกที่ใช้เป็นกระจกใส มีค่าการสะท้อนแสงร้อยละ 8 < ร้อยละ 15 (อ้างอิงข้อมูลจาก catalog ของกระจกไทยอาซาฮี ดูที่ค่า LR Out (%) ของกระจก 6.0 มิลลิเมตร) ดังตารางข้างล่าง

AGC กระจกไทยอาซาฮี AGC FLAT GLASS (THAILAND)

Clear Float

Product Specification:

Type	Thickness (mm.)	Light Performances			Energy Performances						U Value		
		EN			EN	ISO	NFRC	EN	ISO	NFRC	EN	ISO	NFRC
		LT (%)	LR Out (%)	LR In (%)	SF (%)		SHGC (%)	SC			W/(m².K)		U-Summer W/(m².K)
Clear Float	2.0												
	3.0	90	8	8	0.86	0.87	0.87	0.99	0.99	1.00	5.79	5.84	5.92
	4.0	89	8	8	0.85	0.85	0.85	0.97	0.98	0.98	5.76	5.80	5.88
	5.0	89	8	8	0.83	0.84	0.84	0.96	0.96	0.96	5.73	5.77	5.85
	6.0	88	8	8	0.82	0.82	0.82	0.94	0.94	0.95	5.69	5.74	5.82
	8.0	87	8	8	0.79	0.80	0.80	0.91	0.91	0.92	5.64	5.68	5.75
	10.0	86	8	8	0.77	0.77	0.77	0.88	0.88	0.89	5.57	5.62	5.69
	12.0	85	8	8	0.74	0.74	0.75	0.85	0.85	0.86	5.50	5.54	5.61
	15.0	83	8	8	0.72	0.73	0.74	0.83	0.84	0.85	5.41	5.45	5.52
	19.0	81	7	7	0.69	0.69	0.70	0.79	0.80	0.81	5.30	5.34	5.39

Remark :
1. The energy properties are calculated according to ISO 9050/ 10292
2. The tolerance of published data with respect to photometric properties is +/- 3 points
3. The U value tolerance is +/- 0.1 W(m².K)

AGC Flat Glass (Thailand) can not be held responsible for any deviation between the data introduced and the conditions on site.

รูปที่ 41 ค่าการสะท้อนแสงของกระจกสู่ภายนอก

ที่มา : https://www.agc-flatglass.co.th/product/

2.2.2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอย (AE 2)

1) ห้องเก็บขยะรีไซเคิล (AE 2.1)

AE 2.1	**ห้องเก็บขยะรีไซเคิล**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

หากประเมินตามขอบเขตพื้นที่แล้วจะเห็นว่าอาคารสำนักงาน ก.พ. ไม่มีห้องคัดแยกขยะอยู่ในอาคาร ซึ่ง*ไม่ผ่านการประเมิน*

แต่เมื่อพิจารณาการจัดการขยะในภาพรวมของทั้งหน่วยงานแล้วพบว่า อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการคัดแยกขยะที่บริเวณห้องอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งที่เกิดขยะที่มากที่สุด และในพื้นที่ทำงานมีการคัดแยกขยะกระดาษจากขยะทั่วไป สำนักงาน ก.พ. ใช้การจ้างเจ้าหน้าที่ของบริษัทภายนอกให้รวบรวมขยะจากอาคารต่างๆ ไปยังโรงคัดแยกส่วนกลาง และผู้รับซื้อจะไปรับขยะที่โรงคัดแยกที่เดียว ซึ่งสะดวกกว่าการที่ต้องไปรับซื้อจากทีละอาคาร เงินจากการขายขยะ จะต้องส่งให้สำนักงาน ก.พ.

จากแนวปฏิบัติที่พบ คือการจัดให้มีโรงคัดแยกเป็นอาคารต่างหาก แล้วใช้ร่วมกันน่าจะเป็นแนวทางที่สะดวกและเหมาะสมสำหรับหน่วยราชการที่ประกอบด้วยหลายอาคาร จึงพิจารณาว่าควรให้ผ่านเกณฑ์ได้ และได้ปรับแก้ข้อความในเกณฑ์ให้ใช้โรงคัดแยกขยะส่วนกลางได้

รูปที่ 42 โรงคัดแยกขยะด้านหลังอาคาร 9 (หรืออาคารจอดรถ)

2) การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ (AE 2.2)

AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

เนื่องจากมีการใช้งานสุขภัณฑ์ ที่อัตราการใช้น้ำ*ไม่ผ่านเกณฑ์* ได้แก่

- โถส้วม 6.0 ลิตรต่อครั้ง
- ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม ไม่มีการรับรองอัตราการใช้น้ำจากบริษัทผู้ผลิต
- ฝักบัวอาบน้ำ 7.5 ลิตรต่อนาที

โดยสุขภัณฑ์ ที่อัตราการใช้น้ำ*ผ่านเกณฑ์* ได้แก่

- ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ อัตราการใช้น้ำ 3.4 ลิตรต่อนาที
- วาล์วขับล้างสำหรับโถปัสสาวะชาย ขนาด ¾” อัตราการใช้น้ำ 2.1 ลิตรต่อครั้ง

จากการสำรวจพบว่า

1) โถส้วมชักโครกชนิดนั่งราบของอาคารสำนักงาน ก.พ. ใช้รุ่น K2761 ยี่ห้อ KARAT อัตราการใช้น้ำ 6.0 ลิตรต่อครั้ง

2) โถส้วมชักโครกชนิดนั่งยองของอาคารสำนักงาน ก.พ. ใช้รุ่น K2542 (ชื่อใหม่ K-17920X) ยี่ห้อ KARAT อัตราการใช้น้ำ 6.0 ลิตรต่อครั้ง

3) วาล์วโถปัสสาวะชายของอาคารสำนักงาน ก.พ. เป็นชนิดฟลัชวาล์ว ใช้รุ่น BFV-5-50 ขนาด ¾” ยี่ห้อ KARAT อัตราการใช้น้ำ 2.1 ลิตรต่อครั้ง

4) ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือของอาคารสำนักงาน ก.พ. ใช้รุ่น MT60-50 และรุ่น HB10-50 ยี่ห้อ KARAT อัตราการใช้น้ำ 3.4 ลิตรต่อนาที

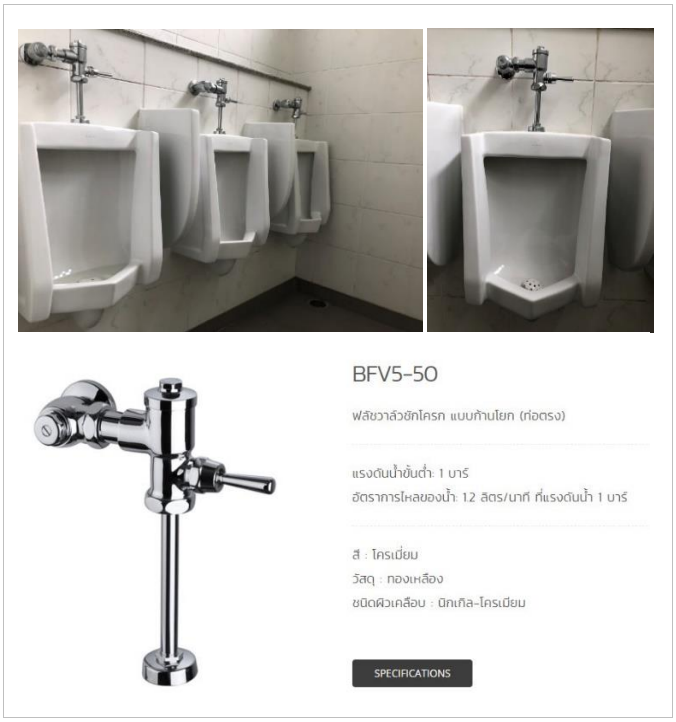
5) ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชามของอาคารสำนักงาน ก.พ. ใช้รุ่น K-405/2 ยี่ห้อ SWEET HOME ทั้งนี้ไม่สามารถระบุอัตราการใช้น้ำได้ เนื่องจากผู้ผลิตไม่ได้ระบุข้อมูลการใช้น้ำไว้ (ผู้ผลิตแจ้งว่าไม่มีการทดสอบเพื่อหาค่าการใช้น้ำ โดยผลิตตามมาตรฐาน มอก.เท่านั้น)

(*หมายเหตุ : มาตรฐาน มอก.1277-2547 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม : ระบุว่าให้ปริมาตรน้ำไม่มากกว่า 6.0 ลิตร และไม่น้อยกว่า 0.5 ลิตร ใน 1 นาที ที่ความดัน 1 บาร์)

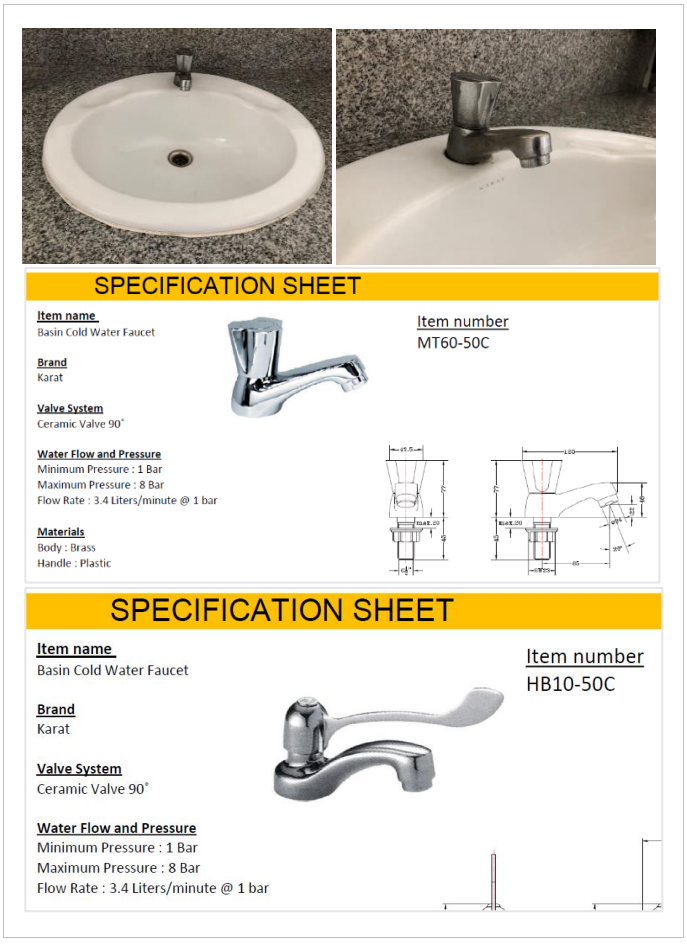
6) ฝักบัวอาบน้ำของอาคารสำนักงาน ก.พ. ใช้รุ่น BA03-50 ยี่ห้อ KARAT อัตราการใช้น้ำ 7.5 ลิตรต่อนาที

รูปที่ 43 โถส้วมชนิดนั่งราบ

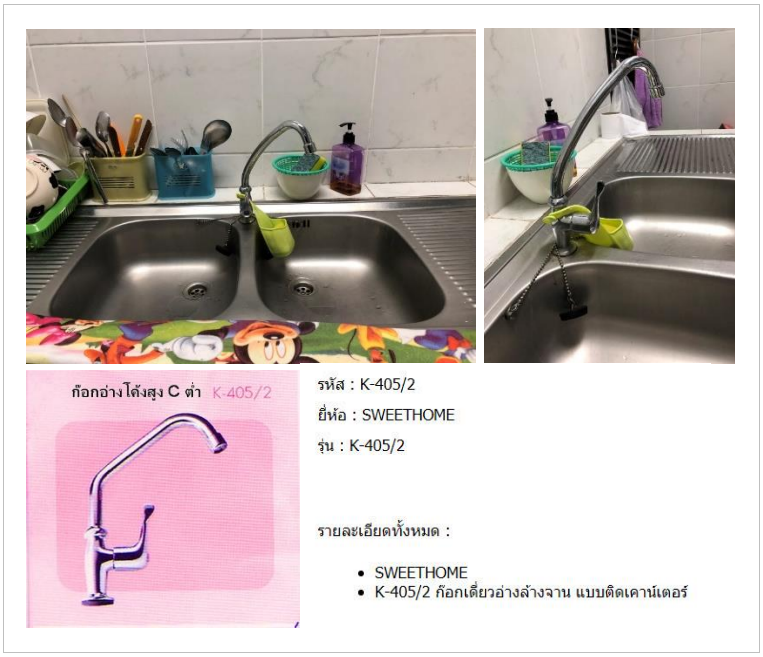
รูปที่ 44 โถส้วมชนิดนั่งยอง



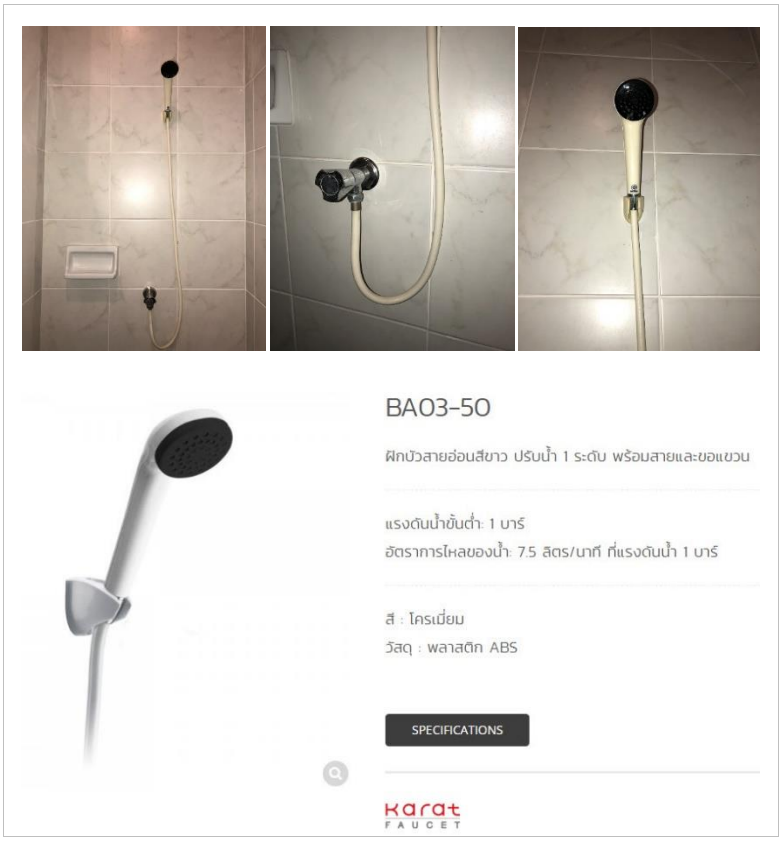
รูปที่ 45 วาล์วขับล้างสำหรับโถปัสสาวะชาย



รูปที่ 46 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ



รูปที่ 47 ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม



รูปที่ 48 ฝักบัวอาบน้ำ

3) ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน (AE 2.3)

AE 2.3	**ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

จำนวนห้องน้ำและเปลี่ยนชุดที่ต้องการคือ ชาย หญิง อย่างละ 1 ห้อง โดยคิดตามทางเลือก 2 คือ ร้อยละ 0.5 ของพนักงานประจำสำนักงาน ก.พ. มีพนักงาน 400 คน ดังนั้นจึงต้องการห้องน้ำและเปลี่ยนชุด 2 ห้อง (0.005 x 400 = 2 ห้อง)

ในอาคารสำนักงาน ก.พ. ไม่มีห้องอาบน้ำสำหรับพนักงานที่ใช้รถจักรยาน (ในอาคารนี้มีห้องอาบน้ำ 1 ห้อง อยู่ภายในห้องเลขาธิการ ก.พ. ชั้น 5) ดังนั้นหากพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด จะถือว่า*ไม่ผ่านเกณฑ์*

อย่างไรก็ตามจากการสำรวจพบว่า สำนักงาน ก.พ. มีศูนย์สุขภาพ (อาคาร 6) ซึ่งมีห้องออกกำลังกาย สระว่ายน้ำ และห้องอาบน้ำให้บริการพนักงาน ดังนั้นผู้ใช้รถจักรยานสามารถใช้ห้องอาบน้ำที่นี่ได้ และอาคารอยู่ใกล้กัน ดังนั้นจึงน่าจะอนุโลมให้ผ่านเกณฑ์ได้

และเห็นว่าควรปรับเกณฑ์ คือ ถ้าหน่วยราชการนั้นสามารถจัดให้มีที่อาบน้ำในอาคารอื่น ที่พนักงานทั่วไปสามารถใช้ได้ ภายในระยะ 80 เมตร จากทางเข้า ก็น่าจะพิจารณาให้ผ่านเกณฑ์ได้

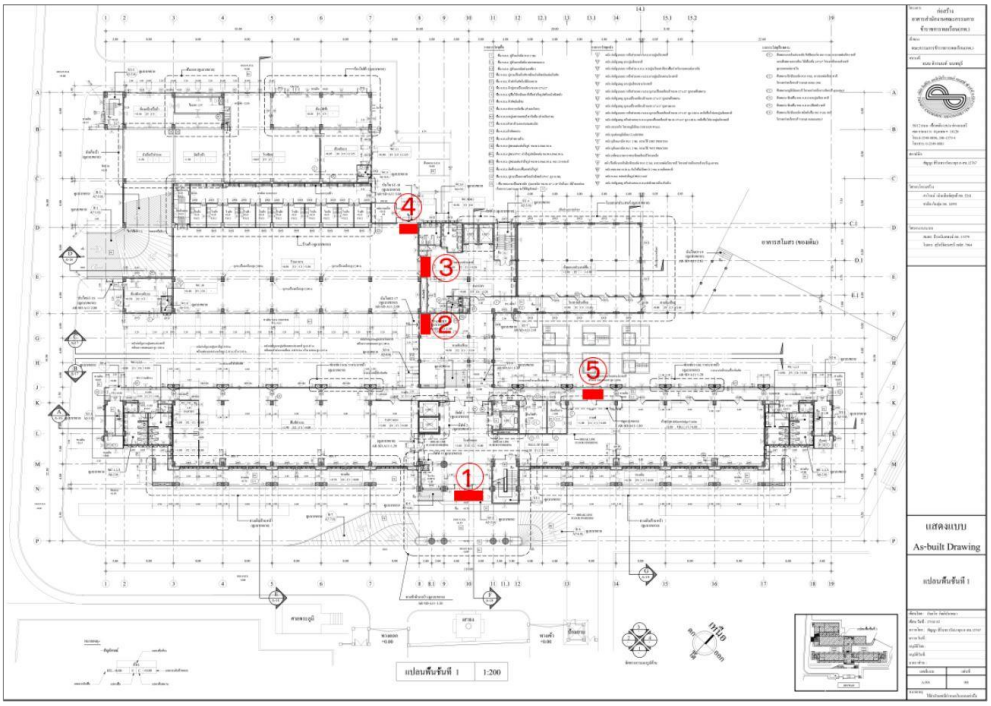
4) ระบบดักฝุ่นทางเข้า (AE 2.4)

AE 2.4	**ระบบดักฝุ่นทางเข้า**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ชั้น 1 มีพรมดักฝุ่นใยสังเคราะห์ vinyl loop ที่ทางเข้าหลักและทางเข้ารอง ยี่ห้อ 3M รุ่น normad 6850 ตามตำแหน่งในผังอาคารชั้น 1

ชั้น 2-9 มีพรมดักฝุ่นใยสังเคราะห์ vinyl loop เหมือนชั้น 1 วางหน้าประตูก่อนเข้าห้องทำงานเฉพาะประตูที่มีผู้ใช้งานหรือผู้มาติดต่อมาก

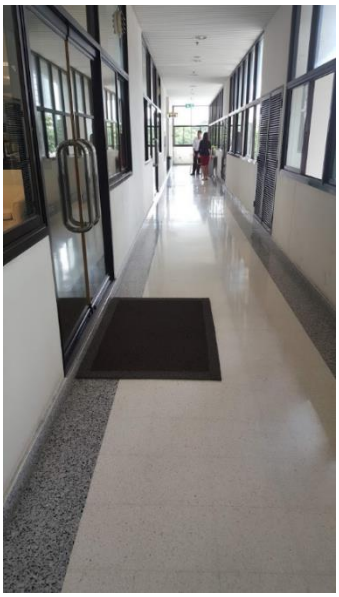


รูปที่ 49 ตำแหน่งพรมดักฝุ่น ผังอาคารชั้น 1

รูปที่ 50 พรมเช็ดเท้าประตูทางเข้าอาคารหลักและรอง ชั้น 1 (หมายเลข 1)

รูปที่ 51 พรมเช็ดเท้าประตูทางเข้าอาคารหลักและรอง ชั้น 1 (หมายเลข 2, 3)

รูปที่ 52 พรมเช็ดเท้าประตูทางเข้าอาคารหลักและรอง ชั้น 1 (หมายเลข 4, 5)



รูปที่ 53 พรมดักฝุ่นใยสังเคราะห์ vinyl loop ก่อนเข้าห้องทำงาน ชั้น 2-9

5) การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง (AE 2.5)

AE 2.5	**การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากแบบพบว่าไม่มีฝ้าเพดานและผนังดูดซับเสียง โดย

1) ฝ้าเพดานในอาคารสำนักงาน ก.พ. แบบเปิดโล่งทั้งหมด และห้องประชุม ใช้ฝ้ายิปซัมบอร์ดฉาบเรียบ ซึ่งมีค่า NRC ประมาณ 0.07 (คำนวณโดยหาค่าเฉลี่ยจากสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ 4 ความถี่ คือ ที่ 250 Hz = 0.1, 500 Hz = 0.05, 1,000 Hz = 0.04, 2,000 Hz = 0.07) (เกณฑ์ NRC ของฝ้าเพดาน ≥ 0.7)

2) พื้นที่ผนังภายในห้องทำงานและสำนักงานแบบเปิดโล่งด้านที่เป็นผนังภายนอกเป็นคอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบ และเสา ค.ส.ล ฉาบปูนเรียบทาสี ส่วนผนังที่กั้นภายในเป็นแผ่นยิปซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ฉาบเรียบทาสี โครงเคร่าเหล็กอาบสังกะสี @ 60 เซนติเมตร ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน มีค่า NRC = 0.05 (เกณฑ์ NRC ของผนัง ≥ 0.7)

รูปที่ 54 สำนักงานใช้ฝ้ายิปซัมฉาบเรียบซึ่งมีค่า NRC ต่ำ

รูปที่ 55 ห้องประชุมใช้ฝ้ายิปซัมฉาบเรียบ

6) การกันเสียงระหว่างห้อง (AE 2.6)

AE 2.6	**การกันเสียงระหว่างห้อง**	**-**	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ผนังกั้นระหว่างห้องประชุมกับห้องทำงาน คือ ผนังแผ่นยิปซัมบอร์ด STC 36 : ไม่ผ่าน (เกณฑ์ STC = 40-50)

7) สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ (AE 2.7)

AE 2.7	**สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ**	**-**	**x**

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากแบบพื้นที่ซึ่งไม่ปรับอากาศ ได้แก่ ห้องอาหาร

ห้องอาหารมีผนังระบายอากาศ 1 ด้าน ห้องสูง (H) 3.5 เมตร ระยะห้องลึกจากหน้าต่าง (W) 14 เมตร W = 4H (14/3.5) ดังนั้น ไม่ผ่านเกณฑ์ (เกณฑ์ W ≤ 2H) พื้นที่ส่วนนี้ 560 ตารางเมตร (14 x 40 เมตร)

รูปที่ 56 ห้องอาหารมีหน้าต่างระบายอากาศด้านเดียว

8) พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก (AE 2.8)

AE 2.8	**พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

พื้นที่ทำงานของอาคารสำนักงาน ก.พ. เป็นพื้นที่ทำงานแบบเปิดโล่ง ไม่มีการกั้นผนังที่บังสายตา และพื้นที่ทำงานทั้งหมดของอาคารด้านหน้าอยู่ในระยะ 12 เมตร จากริมหน้าต่าง

แต่มีข้อสังเกตว่า ในสภาพการใช้งานจริง เกิดปัญหาแสงจ้าทำให้ต้องปิดม่านทำงานตลอดเวลา ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติหรือเห็นวิวภายนอกได้

รูปที่ 57 สำนักงานแบบเปิดไม่มีผนังบังสายตา

9) พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน (AE 2.9)

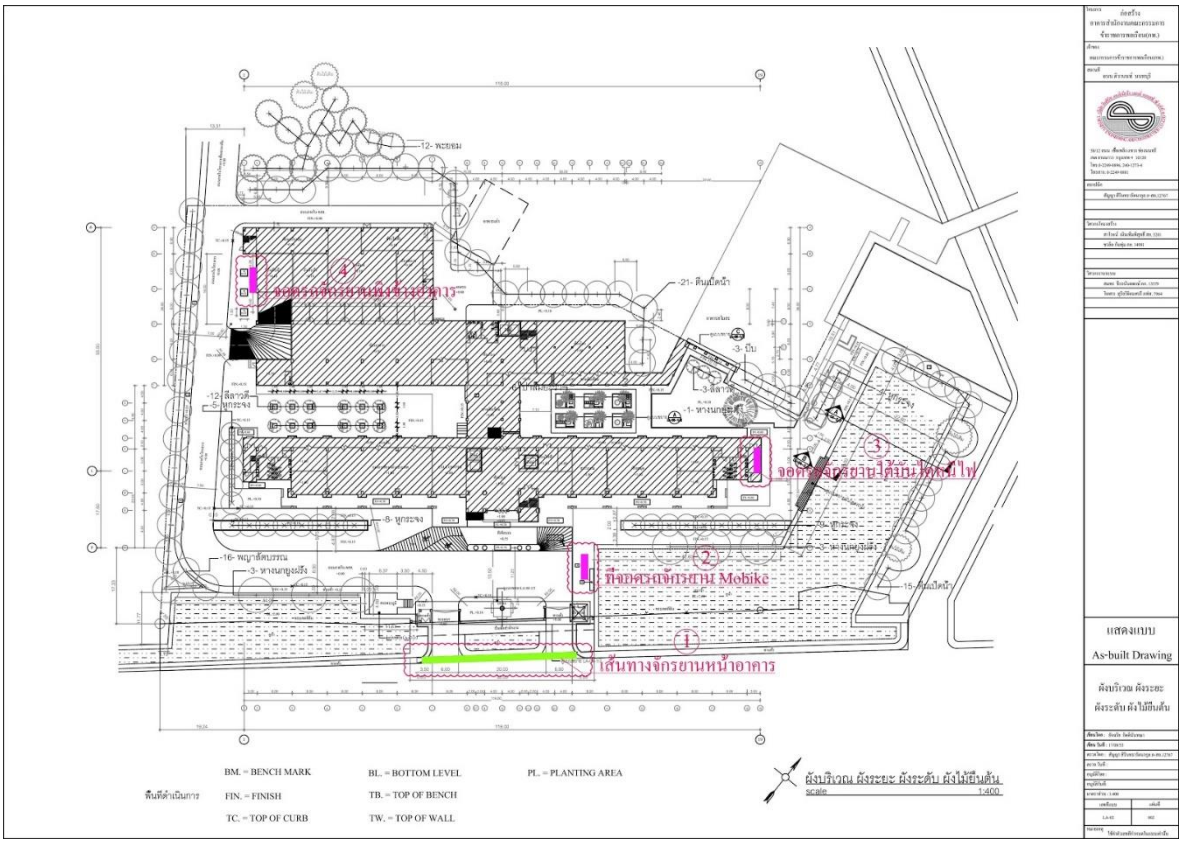
AE 2.9	**พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

จากแบบที่ได้รับ จะเห็นว่าไม่มีการกำหนดพื้นที่สำหรับจอดรถจักรยาน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์

แต่จากการสำรวจพบว่า อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการจัดรถจักรยานแบ่งปัน (bike sharing) ยี่ห้อ mobike ไว้รองรับพนักงานจำนวนมากกว่า 10 คัน โดยจัดที่จอดรถจักรยานไว้ใกล้ทางเข้าด้านหน้าอาคาร ผู้ให้บริการรถจักรยานเช่าจะใช้วิธีดูจากข้อมูล GPS และนำรถจักรยานมาเติมให้พอเพียงกับความต้องการของผู้ใช้อยู่ตลอด และที่ถนนภายนอกหน้าโครงการ มีการทำเส้นทางรถจักรยานชัดเจน แสดงการส่งเสริมการใช้รถจักรยานในระหว่างหน่วยงาน

นอกจากนี้ทางอาคารสำนักงาน ก.พ. ยังมีอาคารจอดรถส่วนกลาง ซึ่งผู้ที่ใช้รถจักรยานส่วนตัวสามารถนำมาจอดที่นี่ได้ จึงพิจารณาว่า กรณีที่หน่วยงานมีบริการรถจักรยานแบ่งปัน หรือจัดที่จอดรถจักรยานรวมศูนย์กันที่เดียว เพื่อความสะดวกในการดูแล ก็น่าจะพิจารณาให้ผ่านเกณฑ์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นที่จอดซึ่งอยู่ภายในขอบเขตที่ดินที่กำหนดให้ประเมิน



รูปที่ 58 เส้นทางรถจักรยานและจุดจอดรถจักรยาน mobike

รูปที่ 59 เส้นทางรถจักรยานหน้าอาคาร (1)

รูปที่ 60 จุดจอดรถจักรยานแบ่งปัน mobike (2)

รูปที่ 61 จุดจอดรถจักรยานใต้บันไดหนีไฟ (3)

รูปที่ 62 จุดจอดรถจักรยานพิงข้างอาคารแถว รปภ. (4)

รูปที่ 63 จุดจอดรถจักรยานใต้อาคาร 9 อาคารจอดรถ (นอกเขตพื้นที่ศึกษา)

10) การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม (AE 2.10)

AE 2.10	**การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม**	-	✓

ผลการสำรวจ – ผ่าน

ไม่สามารถประเมินได้ เนื่องจากยังไม่มีการออกแบบใหม่

2.2.3 การเลือกใช้วัสดุ

1) การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ (AE 3.1)

AE 3.1	**การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่าน

วัสดุก่อสร้างรายการเดียวที่มีเครื่องหมายด้านสิ่งแวดล้อม คือ สุขภัณฑ์ (รายการอื่นๆ ตรวจสอบไม่ได้ ไม่มีรายการประกอบแบบ)

2) การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ (AE 3.2)

AE 3.2	**การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ**	**-**	✓

ผลการสำรวจ – ผ่าน

จากการตรวจสอบเอกสารการก่อสร้าง พบว่าใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศเป็นส่วนใหญ่

3) วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง (AE 3.3)

AE 3.3	**วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง**	**-**	X

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

หลังคา slab คอนกรีตเสริมเหล็ก ทากันซึมสีเขียว สภาพสีหลุดร่อน ซึ่งตามเกณฑ์ต้องมีค่าการสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์มากกว่าหรือเท่ากับ 45

2.2.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1) ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง (AE 4.1)

AE 4.1	**ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง**	**บังคับ**	X

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากการคำนวณ ค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าส่องสว่างของอาคาร อยู่ที่ 8.79 วัตต์ต่อตารางเมตร มีผลทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ของอาคารสำนักงานที่กำหนดไว้ที่ 8 วัตต์ต่อตารางเมตร

2) คุณภาพของหลอดไฟ LED (AE 4.2)

AE 4.2	**คุณภาพของหลอดไฟ LED**	**บังคับ**	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

โครงการไม่มีการใช้หลอดไฟ LED เนื่องจากหลอดไฟที่ใช้ในโครงการ เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 และหลอดตะเกียบ

รูปที่ 64 ตัวอย่างหลอดไฟที่ใช้ในโครงการ

3) การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง (AE 4.3)

AE 4.3	**การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง**	**-**	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากแบบพบว่า ในบางพื้นที่ของอาคาร เช่น บริเวณพื้นที่สำนักบริหารกลาง ที่ชั้น 2 ไม่มีการแยกสวิตช์ของหลอดไฟแถวริมหน้าต่าง

รูปที่ 65 ลักษณะการใช้งานที่ปิดม่านตลอดเวลา เพราะแสงบาดตา

4) ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์ (AE 4.4)

AE 4.4	**ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

ตามแบบมีการแบ่งวงจรเปิด-ปิด สวิตช์ควบคุมวงจร ไม่เกิน 250 ตารางเมตร และมีการแยกวงจรเปิด-ปิด แต่ละห้อง

รูปที่ 66 ตัวอย่างการจัดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ทำงาน ชั้น 2

5) การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor (AE 4.5)

AE 4.5	การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ Sensor	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

เนื่องจากไม่มีการติดตั้ง sensor ร่วมกับสวิตช์

6) การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ (AE 4.6)

AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ในโครงการใช้สวิตช์เปิด-ปิด ได้เพียง 2 ระดับ

2.2.5 ระบบปรับอากาศ

1) ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ (AE 5.1)

AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

สมรรถนะของระบบปรับอากาศไม่เป็นไปตามเกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของ กฟผ. ที่ใช้ในปีล่าสุด (พ.ศ. 2560)

11. เครื่องปรับอากาศตามตารางรายการแสดงขนาดเครื่องปรับอากาศ ฯ ที่มีขนาดไม่เกิน 48,000 BTU/Hr ต้องมีค่าอัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงาน EER. (ENERGY EFFICENCY RATIO) ตามกำหนดดังนี้
11.1 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแขวนติดผนัง (WALL TYPE) ต้องมีค่า EER. ไม่น้อยกว่า 10.60
11.2 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ตั้งพื้น/แขวนเพดาน (FLOOR/CEILING TYPE) ขนาดไม่เกิน 40,000 BTU/Hr ต้องมีค่า EER. ไม่น้อยกว่า 10.60
11.3 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ตั้งพื้น/แขวนเพดาน (FLOOR/CEILING TYPE) ขนาดไม่เกิน 40,001 BTU/Hr ต้องมีค่า EER. ไม่น้อยกว่า 9.60 โดยต้องมีหนังสือรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) หรือหนังสือรับรองประสิทธิภาพการประหยัดไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) หรือหนังสือการทดสอบ จากห้องแล็บของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือหนังสือผลการทดสอบจากห้องแล็บของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ หรือหนังสือผลการทดสอบจากห้องแล็บที่กรมโยธาธิการและผังเมืองยอมรับ

รูปที่ 67 สมรรถนะเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในโครงการ

รูปที่ 68 ระบบปรับอากาศที่ใช้ในโครงการพร้อมสมรรถนะเครื่อง

แนวทางการปรับปรุง

ติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่ให้มีสมรรถนะของระบบปรับอากาศที่เป็นไปตามเกณฑ์ในเบื้องต้นระบบปรับอากาศที่เป็นไปได้สำหรับโครงการนี้มี 2 ระบบ คือ

1) Split type - variable speed (inverter)
2) Variable refrigerant flow (VRF)

โดยทำการปรับปรุงเป็นตามแนวทางแรก เนื่องจากโครงสร้างดาดฟ้าของอาคารไม่ได้ออกแบบให้รองรับน้ำหนักของ CDU ระบบ VRF

รูปที่ 69 สภาพการติดตั้งระบบปรับอากาศและดาดฟ้าอาคาร

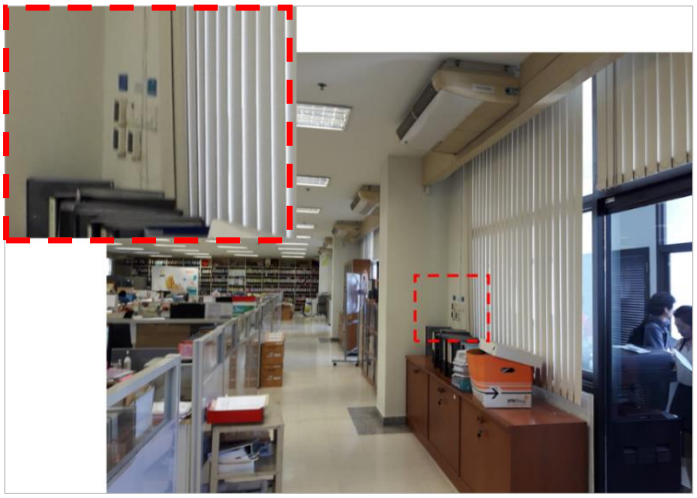
รูปที่ 70 ตัวอย่างระบบปรับอากาศที่นำเสนอในการปรับปรุงอาคารต้องได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ.

2) ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้ (AE 5.2)

AE 5.2	**ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

ระบบปรับอากาศที่ใช้ในโครงการนี้เป็นแบบแยกส่วน ซึ่งมีชุดควบคุมฯ สอดคล้องกับข้อกำหนด



รูปที่ 71 ชุดควบคุมสภาวะอากาศ

3) การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ (AE 5.3)

AE 5.3	**การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ**	**บังคับ**	✗

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

จากการสำรวจพื้นที่ พบว่าอาคารสำนักงาน ก.พ. ไม่มีห้องถ่ายเอกสารโดยเฉพาะ โดยตั้งเครื่องถ่ายเอกสารตามทางเดิน ให้มลภาวะระบายสู่ภายนอก และแยกพื้นที่เก็บน้ำยาทำความสะอาดอยู่อาคาร 6 ศูนย์สุขภาพ

รูปที่ 72 เครื่องถ่ายเอกสารตั้งบริเวณโถงทางเดิน

แนวทางการปรับปรุง

เพิ่มห้องถ่ายเอกสารและออกแบบระบบระบายอากาศให้ผ่านเกณฑ์

รูปที่ 73 ตัวอย่างพัดลมดูดระบายอากาศสำหรับเครื่องถ่ายเอกสาร

4) สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ (AE 5.4)

AE 5.4	**สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่าน

สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ใช้ในโครงการเป็น R-22 (HCFC-22) และเครื่องปรับอากาศแบบ VRF ใช้น้ำยา R410A (HFC) ไม่ได้เป็น CFC ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนด

รูปที่ 74 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ

5) กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล (AE 5.5)

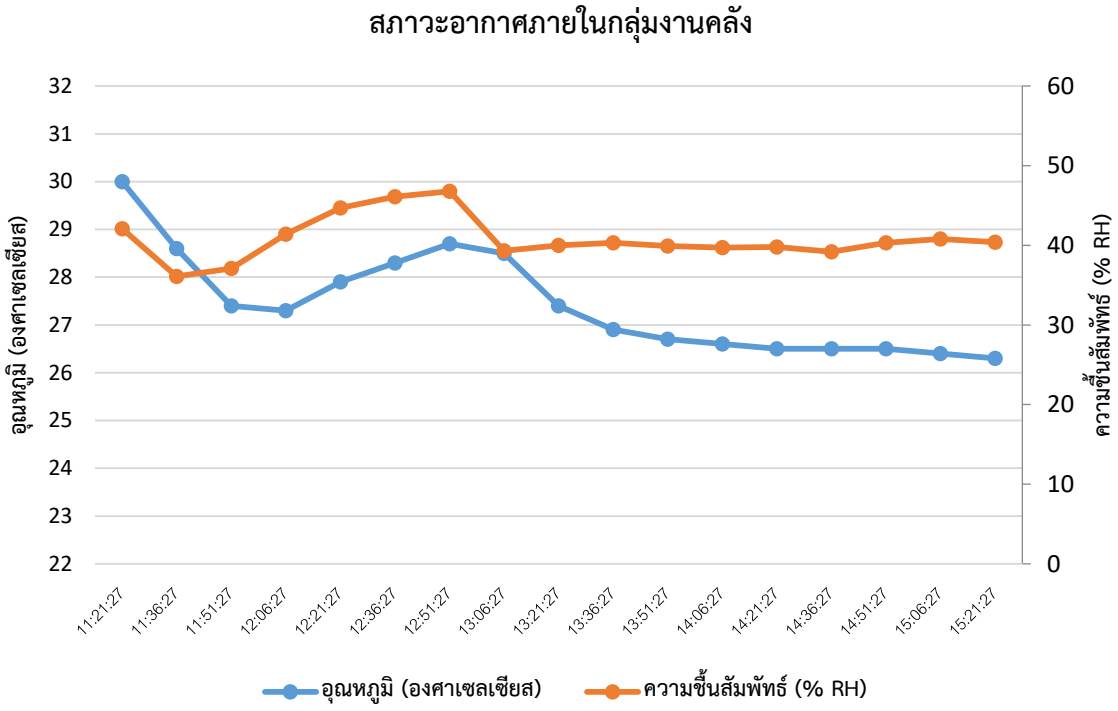
AE 5.5	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-	✓

ผลการสำรวจ - ไม่สามารถประเมินได้

เนื่องจากไม่มีการระบุสภาวะออกแบบไว้ในแบบก่อสร้างหรือรายการประกอบแบบ

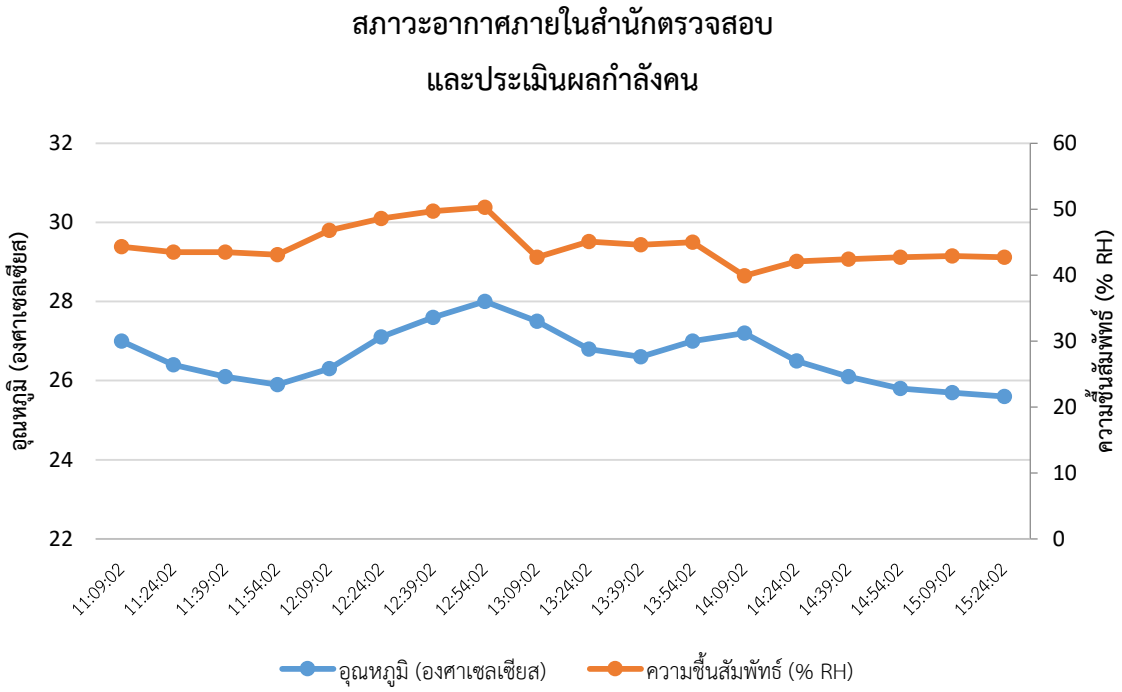
แนวทางการปรับปรุง

ปรับปรุงโดยใช้ FCU แบบเดิม แต่อ้างอิงสภาวะอออกแบบตามมาตรฐาน วสท. 031001-59 เนื่องจากถึงแม้สภาวะภายในห้องไม่ได้มาตรฐาน (วสท. 031001-59) จากการสัมภาษณ์และสำรวจหน้างาน พบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่พอใจกับสภาวะปัจจุบัน



รูปที่ 75 สภาวะอากาศภายในกลุ่มงานคลัง ชั้น 2

(หมายเหตุ : ช่วงก่อนเวลา 11.51 นาฬิกา เป็นช่วงย้ายเครื่องมือมาติดตั้ง การวัดอุณหภูมิในห้องจึงยังไม่เข้าที่)



รูปที่ 76 สภาวะอากาศภายในสำนักตรวจสอบและประเมินกำลังคน ชั้น 7

6) ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower)/เครื่องระบายความร้อน (AE 5.6)

AE 5.6	**ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower)/ เครื่องระบายความร้อน**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

ตรวจสอบจากแบบผังบริเวณแล้ว พบว่าระยะห่าง CDU ไม่เกินข้อกำหนด ตำแหน่งที่ติดตั้ง CDU รวมกันที่ด้านหลังอาคาร ซึ่งหันเข้าหาด้านในพื้นที่ของโครงการ ไม่ได้หันไปยังที่ดินข้างเคียง

รูปที่ 77 ตำแหน่งติดตั้ง CDU

7) ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ (AE 5.7)

AE 5.7	**ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ**	-	X

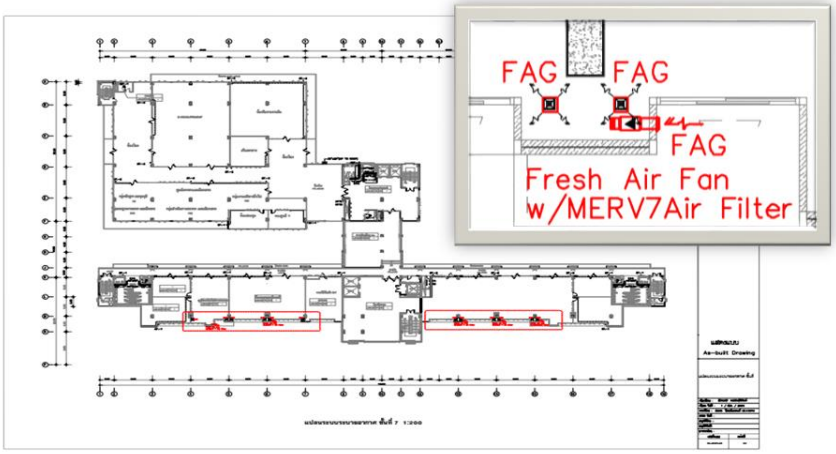
ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่เป็นแบบแยกส่วน อัตราการส่งลมเย็นน้อยกว่า 1,000 ลิตรต่อวินาที การระบายอากาศใช้วิธีดูดอากาศในห้องทิ้ง แล้วให้อากาศภายนอกรั่วเข้ามาโดยไม่มีการกรองอากาศก่อนเข้าห้อง ส่วนเครื่องส่งลมเย็นที่มีอัตราการส่งลมตั้งแต่ 1,000 ลิตรต่อวินาทีขึ้นไป รายการประกอบแบบระบุให้มีแผ่นกรองอากาศแบบอะลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่า มีค่าประสิทธิภาพการกรองขั้นต่ำ MERV 7 ตามข้อกำหนด

รูปที่ 78 แผ่นกรองอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน

แนวทางการปรับปรุง

จำเป็นต้องเปลี่ยนระบบระบายอากาศ ไปเป็นแบบเติมอากาศภายนอก พร้อมติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ก่อนจ่ายให้พื้นที่ใช้งาน



รูปที่ 79 ตำแหน่งพัดลมเติมอากาศพร้อมแผ่นกรองอากาศ MERV 7

8) **การใช้ระบบ UVGI (AE 5.8)**

AE 5.8	**การใช้ระบบ UVGI**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

จากการตรวจสอบรายการอุปกรณ์ แบบ และรายการประกอบแบบแล้ว ไม่มี UVGI

แนวทางการปรับปรุง

เลือกใช้เครื่องฟอกอากาศแบบฝังฝ้าที่มี UVGI

รูปที่ 80 ตัวอย่างเครื่องฟอกอากาศแบบฝังฝ้าที่มี UVGI

2.2.6 ระบบระบายอากาศ

1) **อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า (AE 6.1)**

AE 6.1	**อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า**	**บังคับ**	✕

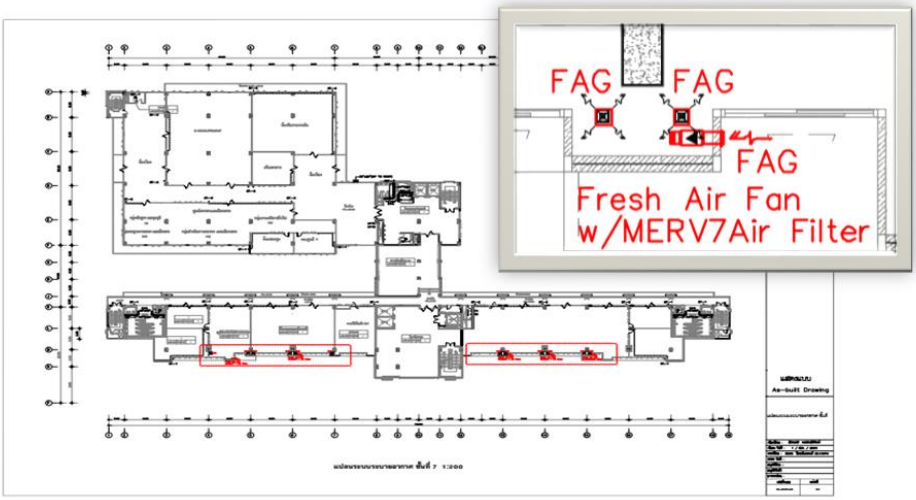
ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

อาคารนี้ไม่มีช่องนำอากาศเข้า มีแต่ช่องดูดอากาศทิ้งตามแนวทางเดินหน้าห้อง ซึ่งอยู่ใกล้ชุดระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 81 ตำแหน่งพัดลมระบายอากาศบริเวณทางเข้าสำนักงานของแต่ละชั้น

แนวทางการปรับปรุง

ติดตั้งพัดลมเติมอากาศภายนอกเข้าที่ผนังฝั่งตรงข้ามกับชุดระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ



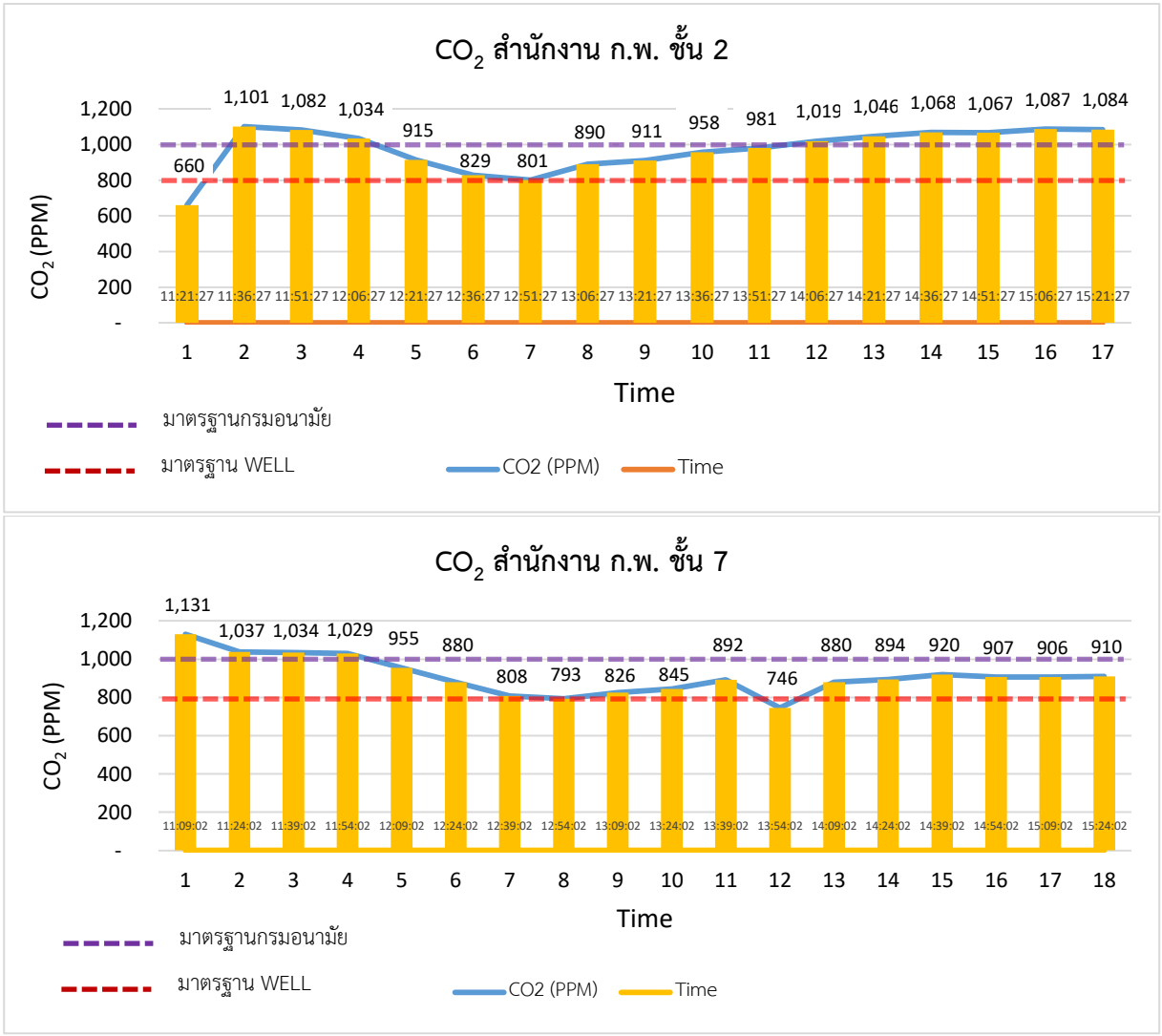
รูปที่ 82 ตำแหน่งติดตั้งพัดลมเติมอากาศเข้าสำนักงานของแต่ละชั้น

2) **อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30 (AE 6.2)**

AE 6.2	**อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

ระบบระบายอากาศ เป็นแบบดูดทิ้งอย่างเดียว ไม่มีการเติมอากาศเข้า และการดูดอากาศเป็นการควบคุมการเปิด-ปิด โดยผู้ใช้งานซึ่งบางทีไม่ได้เปิด จากการนำเครื่องวัดคาร์บอนไดออกไซด์ไปวัดในห้องทำงาน พบว่า ค่า CO_2 ในห้องสูงเกิน 1,000 ppm ซึ่งเป็นค่าสูงสุดตามมาตรฐานกรมอนามัย ซึ่งแสดงว่าอัตราการระบายอากาศไม่พอเพียงตามมาตรฐาน



รูปที่ 83 ปริมาณ CO_2 ในห้องทำงานชั้น 2 และชั้น 7

แนวทางการปรับปรุงแบบ

1) เพิ่มช่องนำอากาศภายนอกเข้า
2) ปรับแบบให้มีอัตราการเติมอากาศภายนอกเป็นไปตามเกณฑ์

3) การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า (AE 6.3)

AE 6.3	**การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

ไม่มีการใช้ CO_2 sensor ในการควบคุมระบบระบายอากาศ

แนวทางการปรับปรุงแบบ

ใช้ CO_2 sensor ให้ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของระบบเติมอากาศภายนอก ในพื้นที่ที่มีผู้ใช้งานหนาแน่น

4) ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน (AE 6.4)

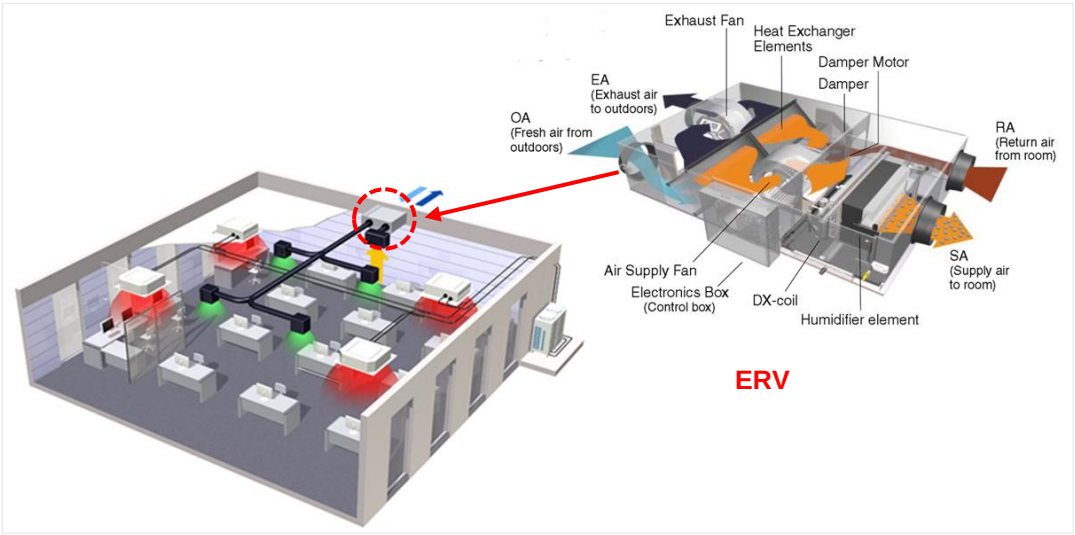
AE 6.4	**ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

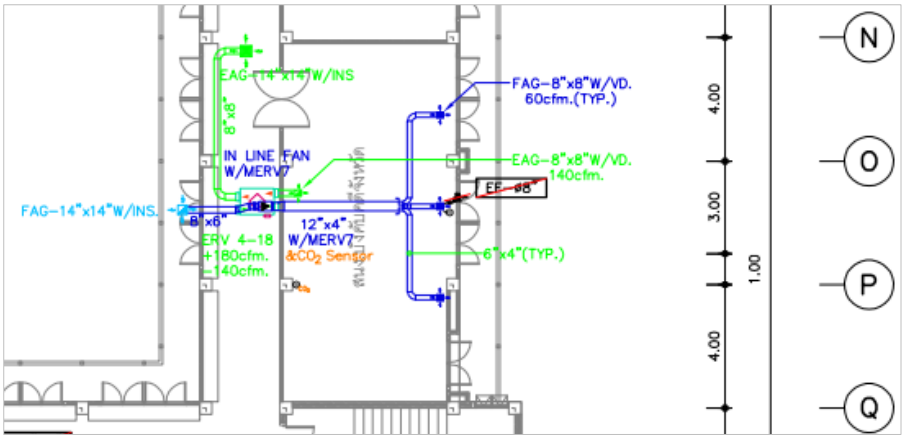
ไม่มีระบบเติมอากาศภายนอกแบบอิสระ (มีแต่พัดลมดูดอากาศทิ้ง)

แนวทางการปรับปรุง

ติดตั้งระบบ HRV หรือ ERV เพิ่มเติม แต่สภาพหน้างานไม่เอื้อต่อการติดตั้ง เนื่องจากระยะใต้ท้องคานกับฝ้าเพดานไม่เพียงพอต่อการเดินท่อลม จึงจำเป็นต้องปรับแก้ไขฝ้าเพดานบางจุดเพื่อให้สามารถเดินท่อลมได้



รูปที่ 84 ตัวอย่างระบบการเติมอากาศ ERV



รูปที่ 85 ตัวอย่างแบบระบบการเติมอากาศ ERV อาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์

2.2.7 ระบบขนส่งทางดิ่ง

1) ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง (AE 7.1)

AE 7.1	**ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

1) อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการใช้งานระบบลิฟต์ ระบบควบคุมแบบแปรเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้า (variable voltage variable frequency, VVVF) และมีระบบ automatic cut off lighting and ventilation fan ในกรณีที่ไม่มีผู้ใช้ลิฟต์เป็นเวลา 3 นาที พัดลมระบายอากาศและไฟฟ้าแสงสว่างภายในตัวลิฟต์จะดับเองโดยอัตโนมัติ

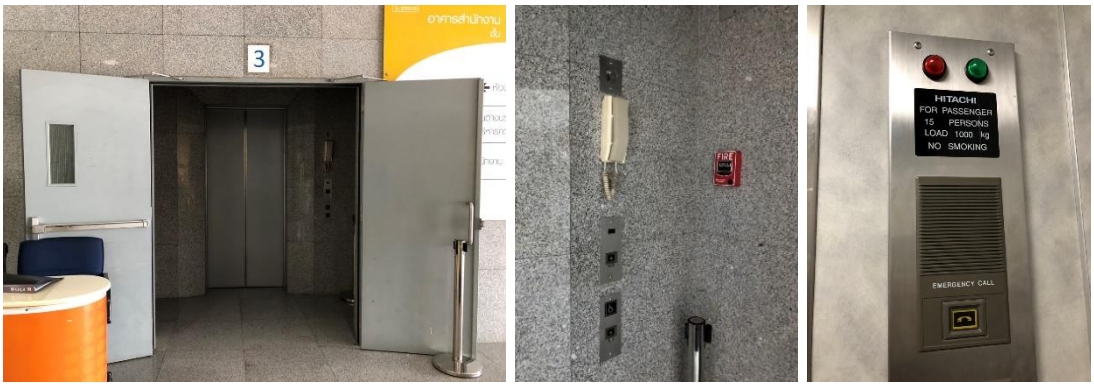
2) อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการใช้งานลิฟต์ ทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

(1) LIFT 1, 2 เป็นลิฟต์โดยสาร ส่วนสำนักงาน ขนาด 1,000 กิโลกรัม จำนวน 2 ชุด ยี่ห้อ Hitachi

(2) LIFT 3 เป็นลิฟต์โดยสารและลิฟต์ดับเพลิง ขนาด 1,000 กิโลกรัม จำนวน 1 ชุด ยี่ห้อ Hitachi

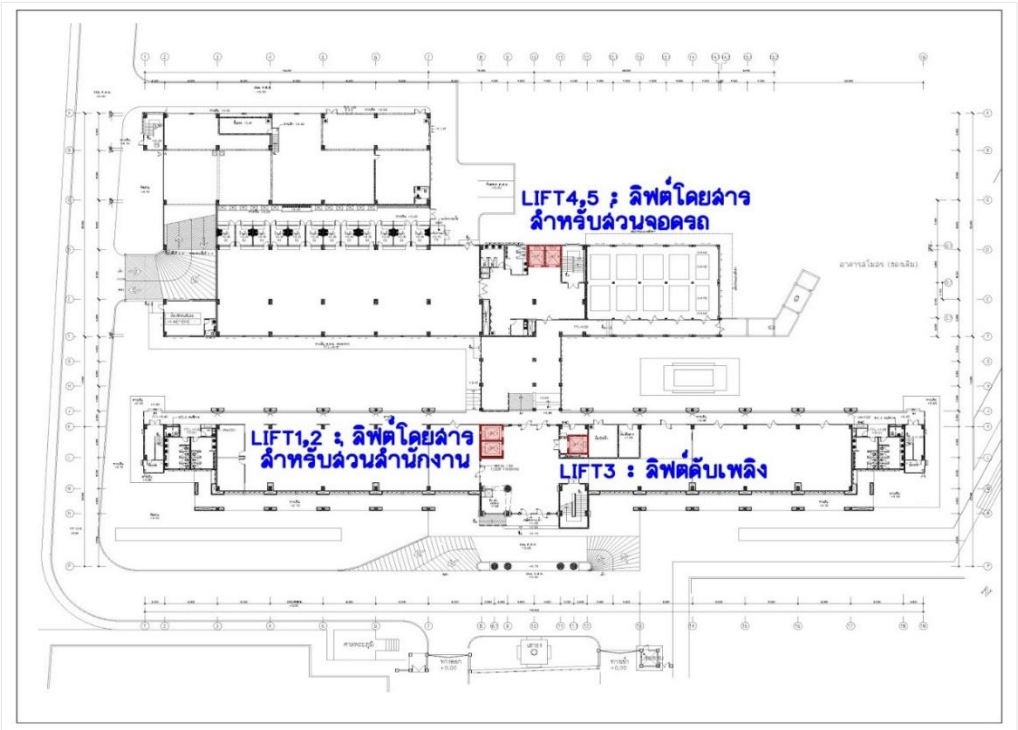
(3) LIFT 4, 5 เป็นลิฟต์โดยสาร ส่วนอาคารจอดรถ ขนาด 900 กิโลกรัม จำนวน 2 ชุด ยี่ห้อ Hitachi

รูปที่ 86 ระบบลิฟต์ 1, 2



รูปที่ 87 ระบบลิฟต์ 3

รูปที่ 88 ระบบลิฟต์ 4, 5



รูปที่ 89 แปลนตำแหน่งระบบลิฟต์โดยสาร

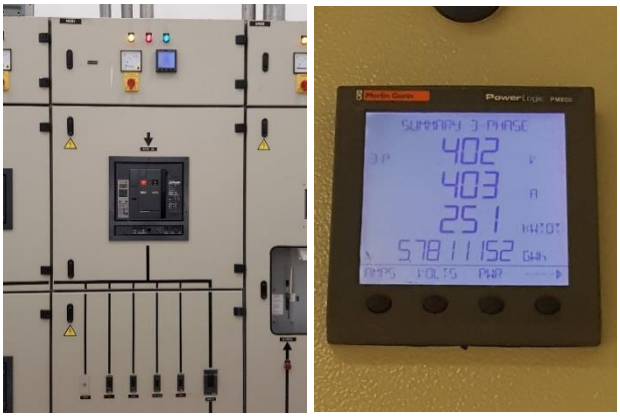
2.2.8 ระบบการจัดการพลังงาน

1) มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร (AE 8.1)

AE 8.1	**มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

ที่ตู้ MDB ของโครงการมีการติดตั้ง มาตรวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลสำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ที่มาตรวัดไฟฟ้ามีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลได้



รูปที่ 90 มาตรวัดไฟฟ้าชนิด digital

2) มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย (AE 8.2)

AE 8.2	**มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้วัดพลังงานของระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ

รูปที่ 91 มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารสำนักงาน ก.พ.

3) มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน (AE 8.3)

AE 8.3	**มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ไม่มีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าย่อยสำหรับวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆ

แนวทางการปรับปรุง

เพิ่มตู้ load ติดมารตวัดไฟฟ้าย่อยชนิด digital เพิ่ม

4) การใช้ระบบ BMS ควบคุม (AE 8.4)

AE 8.4	**การใช้ระบบ BMS ควบคุม**	-	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

เนื่องจากไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมผ่านเครือข่าย ในระบบแสงสว่างภายในอาคาร และระบบปรับอากาศ

2.2.9 ระบบสุขาภิบาล

1) การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร (AE 9.1)

AE 9.1	**การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร**	**บังคับ**	✕

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคารซึ่งเป็นของการประปานครหลวง ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 1 ชุด แต่ไม่ใช่มาตรวัดแบบ digital จึงไม่ผ่านเกณฑ์

รูปที่ 92 มาตรวัดน้ำประจำอาคารสำนักงาน ก.พ.

2) ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC (AE 9.2)

AE 9.2	**ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC**	**บังคับ**	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

ไม่มีการใช้ระบบดับเพลิงและถังดับเพลิงมือถือชนิดที่มีสารฮาลอน (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอชซีเอฟซี (HCFC)

อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการใช้สารเคมีในระบบดับเพลิง ดังนี้

- ถังดับเพลิงมือถือ
- ถังดับเพลิงมือถือชนิดผงเคมีแห้งขนาด 9.5 กิโลกรัม ใช้ในบริเวณพื้นที่ทั่วไป
- ถังดับเพลิงมือถือชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ขนาด 4.5 กิโลกรัม ใช้ในบริเวณพื้นที่ห้องไฟฟ้า

รูปที่ 93 ถังดับเพลิงมือถือชนิดผงเคมีแห้ง

รูปที่ 94 ถังดับเพลิงมือถือชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสารสะอาด ก๊าซไนโตรเจน (IG-100) มีการใช้งานสำหรับห้อง server ชั้น 7

รูปที่ 95 ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสารสะอาดก๊าซไนโตรเจน (IG-100)

3) การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย (AE 9.3)

AE 9.3	**การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย**	-	✗

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

อาคารสำนักงาน ก.พ. ไม่มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแยกประเภทการใช้น้ำ

4) การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำประปา (AE 9.4)

AE 9.4	**การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำประปา**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

1) อาคารสำนักงาน ก.พ. มีการรวบรวมน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ผ่านบ่อพักท่อรวบรวมน้ำฝน และปล่อยลงสู่สระน้ำสาธารณะบริเวณด้านหน้าอาคาร และนำมารดน้ำต้นไม้โดยใช้เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่ม และรดผ่านสายยาง เป็นไปตามข้อกำหนดในทางเลือกที่ 3

2) ระบบปรับอากาศเป็นแบบ split type น้ำกลั่นตัวจากเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องจะรวมไปทิ้งยังท่อเมนน้ำกลั่นตัวบริเวณ shaft ที่ใกล้ที่สุด และระบายออกไปยังท่อระบายน้ำของโครงการ โดยไม่มีการรวบรวมน้ำกลั่นตัวกลับมาใช้งาน

3) ไม่มีการนำน้ำ gray water กลับมาใช้งาน โดยน้ำทิ้งทั้งหมดจะถูกรวบรวมและนำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของอาคาร และปล่อยออกสู่บ่อพักเพื่อระบายไปยังสระน้ำสาธารณะบริเวณด้านหน้าอาคาร

4) ใช้น้ำประปาสำหรับการชักโครก

รูปที่ 96 การนำน้ำจากสระน้ำสาธารณะมาใช้รดน้ำต้นไม้

รูปที่ 97 ตำแหน่งจุดระบายน้ำฝนและน้ำผ่านการบำบัดลงสู่สระน้ำ

รูปที่ 98 การระบายน้ำกลั่นตัวจากระบบปรับอากาศ

2.2.10 การใช้พลังงานทดแทน

1) การผลิตพลังงานทดแทน (AE 10.1)

AE 10.1	**การผลิตพลังงานทดแทน**	-	✗

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่าน

อาคารนี้ไม่มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์
แต่สามารถติดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนดาดฟ้าได้ในอนาคต

2) การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (AE 10.2)

AE 10.2	**การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์**	-	✓

ผลการสำรวจ - ผ่านเกณฑ์

การออกแบบเดิมอาจจะไม่ได้คำนึงถึงการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่เนื่องจากมีดาดฟ้าที่สามารถเข้าถึงได้ จึงน่าจะมีความเป็นไปได้ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และยังมีพื้นที่สนามเทนนิสซึ่งเสื่อมสภาพที่ไม่ได้ใช้งาน ซึ่งถ้าไม่ปรับปรุงเป็นสนามเทนนิสอย่างเดิมก็อาจใช้เป็นที่ติดตั้งแผงได้ถ้าต้องการ

รูปที่ 99 พื้นที่ดาดฟ้าและสนามเทนนิสสามารถนำมาเป็นพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้

2.3 สรุปผลการประเมินอาคารเปรียบเทียบกับเกณฑ์

2.3.1 จำนวนเกณฑ์ที่ผ่านการประเมิน

1) เกณฑ์บังคับทั้งหมด 17 ข้อ สามารถผ่านได้ 10 ข้อ และไม่ผ่าน 7 ข้อ
2) เกณฑ์เลือกทำทั้งหมด 32 ข้อ สามารถผ่านได้ 15 ข้อ และไม่ผ่าน 17 ข้อ

ตารางที่ 3 สรุปผลประเมินตามเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐประเภทอาคารเดิม

หมวด	ชื่อหมวด	เกณฑ์บังคับ (ข้อ)			เกณฑ์เลือกทำ (ข้อ)		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	เต็ม	ผ่าน	ไม่ผ่าน	เต็ม
2	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	1	1	2	3	-	3
3	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	9	6	15	12	17	29
รวม		**10**	**7**	**17**	**15**	**17**	**32**

2.3.2 เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

สามารถสรุปเกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน จำนวน 7 ข้อได้ดังนี้

1) ML 1 การออกแบบพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร - เพิ่มพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร และมีป้ายแสดงพื้นที่สูบบุหรี่
2) AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) - สูงกว่าที่กฎหมายกำหนด
3) AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ - โถสุขภัณฑ์ใช้น้ำมากกว่าเกณฑ์
4) AE 5.1 ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ - ไม่ได้มาตรฐานเบอร์ 5
5) AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ - ไม่มีห้องถ่ายเอกสาร
6) AE 6.1 อัตราการระบายอากาศและช่องนำอากาศเข้า - ไม่มี
7) AE 9.1 การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร - มีแต่ไม่ได้เป็นแบบดิจิทัล

2.3.3 เกณฑ์เลือกทำที่ไม่ผ่าน

เกณฑ์เลือกทำที่ไม่ผ่าน จำนวน 17 ข้อ มีดังนี้

1) AE 2.4 ระบบดักฝุ่นทางเข้า – ไม่มี
2) AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง - ต่ำกว่าเกณฑ์
3) AE 2.6 การกันเสียงระหว่างห้อง - ต่ำกว่าเกณฑ์
4) AE 2.7 สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ – ไม่เข้าเกณฑ์ เพราะไม่มีห้องที่มีคนใช้งานที่ระบายอากาศธรรมชาติ
5) AE 3.3 วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง - ผิวหลังคาเป็นกันซึมใช้สีเขียวสะท้อนความร้อนต่ำ
6) AE 4.3 การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง - มีบางห้องไม่ได้แยก
7) AE 4.5 การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ sensor - ไม่มี
8) AE 4.6 การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ - ไม่มี
9) AE 5.7 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ – ต่ำกว่าเกณฑ์
10) AE 5.8 การใช้ระบบ UVGI – ไม่มี
11) AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30 - ไม่ได้
12) AE 6.3 การใช้ CO_2 sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า - ไม่มี
13) AE 6.4 ระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน - ไม่มี
14) AE 8.3 มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน - ไม่มี
15) AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม - ไม่มี
16) AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย - ไม่มี
17) AE 10.1 การผลิตพลังงานทดแทน - ไม่มี

3. แนวทางในการปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. เพื่อให้ผ่านเกณฑ์

ตัวอย่างการประเมินอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมของอาคารกรณีศึกษา เปรียบเทียบกับเกณฑ์และแนวทางในการปรับปรุงในที่นี้จะแสดงเฉพาะหมวดที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นหมวดที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์และแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารที่มีอยู่เดิม (สำนักงาน ก.พ.)

เกณฑ์			แนวทางการออกแบบปรับปรุง
หมวด 2 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)			
ML 1 การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ	✗	เพิ่มพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคารและมีป้ายแสดงพื้นที่สูบบุหรี่
ML 2 การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	บังคับ	✓	
ML 3 การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	-	✓	
ML 4 การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	-	✓	
ML 5 ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	-	✓	
หมวด 3 การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE) **AE 1 การออกแบบเปลือกอาคาร**			
AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ	✗	มีค่า OTTV สูงกว่าเกณฑ์ ต้องติดฟิล์มลดความร้อนที่ด้านในของหน้าต่างกระจก โดยการเลือกที่มีค่า SHGC ต่ำ และมีค่า LSG มากกว่า 1
AE 1.2 ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	-	✓	
AE 2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอย			
AE 2.1 ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	บังคับ	✓	ไม่มีห้องนี้ในอาคาร แต่มีโรงเก็บและคัดแยกขยะที่ใช้ร่วมกันของทั้งโครงการ
AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ	✓	
AE 2.3 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	-	✓	ไม่มีในอาคาร แต่มีให้บริการที่อาคารอื่นซึ่งอยู่ใกล้กัน จึงไม่จำเป็นต้องมีในอาคารนี้
AE 2.4 ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-	✗	ติดตั้งระบบดักฝุ่นทางเข้าหลักขนาด 8 x 2 เมตร

เกณฑ์			แนวทางการออกแบบปรับปรุง
AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง	-	✗	ต้องเพิ่มวัสดุดูดกลืนเสียงที่ฝ้าเพดานและผนัง เพื่อเพิ่มค่า NRC โดยอาจทำร่วมกับงานตกแต่งภายใน
AE 2.6 การกันเสียงระหว่างห้อง	-	✗	ต้องเพิ่มชั้นผนังยิปซัมหรือผนังไฟเบอร์ซีเมนต์เพื่อให้ผนังมีค่า STC สูงขึ้น
AE 2.7 สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ		✗	ไม่ได้ปรับแก้ส่วนนี้ เพราะการปรับสัดส่วนรูปร่างห้องที่มีอยู่เดิมทำได้ลำบากและอาจไม่คุ้มกับประโยชน์ที่จะได้รับ
AE 2.8 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	-	✓	
AE 2.9 พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	-	✓	
AE 2.10 การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	-	✓	
AE 3 การเลือกใช้วัสดุ			
AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	บังคับ	✓	
AE 3.2 การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	-	✓	
AE 3.3 วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	-	✗	ทา ceramic coating บนดาดฟ้า หรือทากันซึมใหม่สีขาว
AE 4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
AE 4.1 ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	บังคับ	✗	สภาพปัจจุบันมีค่า LPD = 8.79 วัตต์ต่อตารางเมตร สูงกว่าเกณฑ์ จึงต้องปรับเปลี่ยนหลอดไฟบางส่วนหรือทั้งหมดเป็น หลอดไฟ LED
AE 4.2 คุณภาพของหลอดไฟ LED	บังคับ	✗	เปลี่ยนใช้หลอดไฟ LED ที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ.
AE4.3 การเปิด-ปิดหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	-	✗	มีบางห้องที่ไม่ได้แยกสวิตช์ของหลอดไฟที่อยู่ในแนวริมหน้าต่างออกจากสวิตช์ที่อยู่ด้านใน

เกณฑ์			แนวทางการออกแบบปรับปรุง
			อาคาร แต่พบว่าผู้ใช้อาคารจะปิดม่านหน้าต่างและเปิดไฟทำงานตลอดเวลา เนื่องจากมีปัญหาแสงบาดตา จึงเห็นว่าไม่จำเป็นต้องแก้ไขตามเกณฑ์ข้อนี้ หากยังจำเป็นต้องปิดม่านและเปิดไฟทำงาน เพราะไม่สามารถปิดหลอดไฟตามแนวริมหน้าต่างได้
AE 4.4 ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	-	✓	
AE 4.5 การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-	✗	ต้องติดเซนเซอร์ที่ห้องเตรียมอาหาร และห้องน้ำเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ
AE 4.6 การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-	✗	ไม่จำเป็นต้องแก้ไข เพราะความสว่างจะลดลงและไม่พอต่อการใช้งาน
AE 5 ระบบปรับอากาศ			
AE 5.1 ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ	✗	เครื่องปรับอากาศไม่ได้เบอร์ 5 ตามมาตรฐานปัจจุบันซึ่งกำหนดค่าโดยใช้ SEER และควรเลือกใช้ระบบ inverter
AE 5.2 ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	บังคับ	✓	
AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ	✗	ต้องจัดให้มีห้องถ่ายเอกสารโดยเฉพาะที่มีความดันเป็นลบ
AE 5.4 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	บังคับ	✓	
AE 5.5 การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-	✓	
AE 5.6 ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-	✓	
AE 5.7 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-	✗	ออกแบบติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ร่วมกับระบบพัดลมเติมอากาศ

เกณฑ์			แนวทางการออกแบบปรับปรุง
AE 5.8 การใช้ระบบ UVGI	-	✗	ติดตั้งเครื่องฟอกอากาศชนิดติดบนฝ้าเพดาน
AE 6 ระบบระบายอากาศ			
AE 6.1 อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ	✗	ต้องออกแบบให้มีช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเติมในอัตราที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่และจำนวนผู้ใช้งาน และช่องนำอากาศเข้าต้องอยู่ห่างจากแหล่งความร้อนหรือมลพิษ
AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-	✗	ต้องติดตั้งพัดลมเติมอากาศบริสุทธิ์ร่วมกับพัดลมดูดอากาศทิ้งของเดิม ให้ได้อัตราการระบายอากาศตามต้องการ
AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-	✗	ต้องติดตั้ง CO_2 Sensor ในห้องที่มีผู้ใช้งานความหนาแน่นสูง และติดตั้งให้ทำงานร่วมกับพัดลมเติมอากาศ
AE 6.4 ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-	✗	ต้องติดตั้งระบบการเติมอากาศแบบ ERV
AE 7 ระบบขนส่งทางดิ่ง			
AE 7.1 ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	-	✓	
AE 8 ระบบจัดการพลังงาน			
AE 8.1 มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ	✓	
AE 8.2 มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ	✓	
AE 8.3 มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	-	✗	เพิ่มตู้ load ติดมิเตอร์ย่อยชนิด digital เพิ่ม
AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-	✗	ใช้ BMS ควบคุมเฉพาะแสงสว่าง
AE 9 ระบบสุขาภิบาล			
AE 9.1 การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ	✗	ต้องเปลี่ยนเป็นมิเตอร์น้ำชนิด digital
AE 9.2 ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ	✓	

เกณฑ์			แนวทางการออกแบบปรับปรุง
AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	-	✗	เนื่องจากพื้นที่งานภูมิทัศน์เป็นพื้นที่ส่วนกลางใช้ร่วมกันหลายอาคาร จึงอาจจะไม่จำเป็นต้องแยกมิเตอร์น้ำย่อยที่อาคารนี้
AE 9.4 การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	-	✓	
AE 10 การใช้พลังงานทดแทน			
AE 10.1 การผลิตพลังงานทดแทน	-	✗	ไม่มีการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
AE 10.2 การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	-	✓	มีพื้นที่หลังคาดาดฟ้าที่สามารถเข้าถึงได้ จึงมีความเป็นไปได้หากต้องการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต

3.1 แนวทางการปรับปรุงเกณฑ์ข้อ AE 1.1

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)

ในการปรับปรุงผนังและหลังคาของอาคารที่มีอยู่เดิม ที่มีความจำเป็นต้องใช้อาคารในระหว่างการปรับปรุง จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารให้น้อยที่สุด ทั้งในด้านปัญหาเสียง ฝุ่น และคุณภาพอากาศภายในอาคาร เช่น กลิ่นที่เกิดจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น

3.1.1 แนวทางในการแก้ปัญหาของอาคารเดิมที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (overall thermal transfer value, OTTV) สูงกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) การติดฟิล์ม - อาคารที่มีค่า OTTV สูงเกินเกณฑ์ที่กำหนด มักมีสาเหตุมาจากการมีพื้นที่หน้าต่างขนาดใหญ่ และใช้กระจกที่ความร้อนสามารถผ่านเข้าสู่ภายในอาคารได้มาก เช่น กระจกใส การปรับปรุงจึงต้องลดความร้อนที่ผ่านกระจก โดยการติดฟิล์มสะท้อนความร้อนที่กระจกด้านในอาคาร โดยการเลือกฟิล์มที่มีค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient, SHGC) ต่ำๆ และทดสอบผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม BEC เมื่อได้ค่า OTTV ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ให้พิจารณาคุณสมบัติด้านอื่นๆ ประกอบ คือ ค่าการส่องผ่านของแสงธรรมชาติ (visible light transmittance, VLT) เพื่อเพิ่มโอกาสในการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติด้วย โดยเลือกกระจกที่มีค่า VLT ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ควรพิจารณาให้มีค่าการสะท้อนแสงสู่ภายนอกไม่เกินร้อยละ 15 ด้วย เพื่อมิให้เกิดปัญหาแสงสะท้อนรบกวนคนภายนอก วิธีการติดฟิล์มนอกจากจะเป็นวิธีที่เปลี่ยนแปลงรูปด้านของอาคารน้อยกว่าวิธีอื่นๆ แล้วยังมีข้อดีคือสามารถติดตั้งได้จากภายในอาคาร โดยมีการรบกวนการทำงานของผู้ใช้อาคารน้อย

นอกจากนี้การติดฟิล์มสะท้อนความร้อนยังสามารถช่วยลดปัญหาแสงบาดตา (glare) ซึ่งทำให้ผู้ใช้อาคารมักต้องปิดม่านหน้าต่างตลอดเวลา

Technical Data Sheets and Specifications

3M™ Automotive Window Film – Single Pane ¼" (6mm) Clear Glass

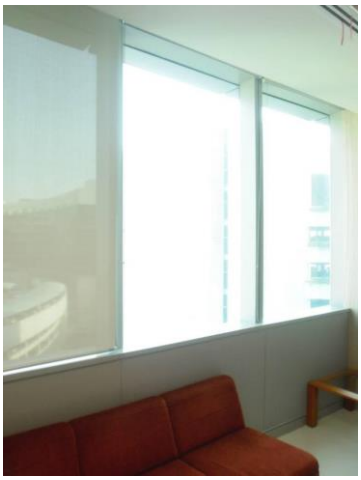
Film	SHGC	VLT	Visible Reflection Exterior	Visible Reflection Interior	U Value	Luminous Efficacy	UV Block	SC	TSER	Glare Reduction	Heat Loss Reduction	Heat Gain Reduction
1/4" Clear	0.82	89%	8%	9%	1.03	1.1	38%	0.94	19%	NA	NA	NA
CR40	0.40	39%	7%	7%	0.99	1.0	99.9%	0.46	60%	55%	3%	50%
CR50	0.44	50%	8%	7%	0.99	1.1	99.9%	0.50	56%	44%	3%	46%
CR60	0.47	60%	8%	8%	0.99	1.3	99.9%	0.54	53%	32%	3%	42%
CR70	0.50	69%	9%	9%	0.99	1.4	99.9%	0.58	50%	22%	3%	38%

รูปที่ 100 ตัวอย่างการอ่านค่าคุณสมบัติของฟิล์ม

ตัวอย่างการอ่านค่าคุณสมบัติ - ฟิล์ม CR50 มีค่า SHGC 0.44 ค่าการส่องผ่านของแสงธรรมชาติ (VLT) ร้อยละ50 ค่าแสงสะท้อนสู่ภายนอกร้อยละ 8

2) การลดพื้นที่กระจก - ในกรณีที่การติดฟิล์มยังไม่สามารถทำให้ค่า OTTV ลดต่ำลงจนผ่านเกณฑ์ได้ อาจจะต้องลดขนาดพื้นที่หน้าต่างลง โดยการเสริมผนังทึบที่ด้านหลังของกระจกอีก 1 ชั้น และใส่ฉนวนกันความร้อนไว้ภายใน ซึ่งอาจจะต้องทำด้านหลังของแผ่นกระจกให้ทึบ เพื่อไม่ให้มองเห็นฉนวนที่อยู่ภายใน

รูปที่ 101 ผนังด้านนอกเป็น curtain wall กระจก



รูปที่ 102 ทำด้านหลังของผนังกระจกให้เป็นผนังทึบและใส่ฉนวน

3) การเพิ่มชั้นผนัง - กรณีที่ผนังเดิมเป็นผนังอิฐมอญหรือคอนกรีต ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการนำความร้อนสูง อาจจะต้องปรับปรุงโดยการเสริมผนังที่ด้านนอกอีก 1 ชั้น เช่น ผนังอะลูมิเนียมคอมโพสิท และใส่ฉนวนกันความร้อนไว้ภายในเพื่อช่วยลดความร้อน วิธีนี้จะทำให้รูปด้านของอาคารเปลี่ยนแปลง ซึ่งบางกรณีอาจจะเหมาะสมถ้าหากต้องการปรับเปลี่ยนรูปด้านอาคารอยู่แล้ว หรือถ้าไม่ต้องการให้กระทบรูปด้านอาคาร ก็อาจใช้วิธีการเสริมผนังทึบที่ด้านในอาคารแทน เช่น ผนังยิบซัมและใส่ฉนวนกันความร้อนไว้ภายใน

4) การเปลี่ยนกระจก - ให้สามารถลดความร้อนได้มากขึ้น โดยการเลือกใช้กระจกที่มีค่า SHGC ต่ำๆ เช่น กระจกสะท้อนแสง หรือกระจกที่ได้ฉลากประหยัดพลังงานเบอร์ 5 และควรเลือกที่มีค่าการสะท้อนแสงสู่ภายนอกไม่เกินร้อยละ 15 วิธีนี้จะมีความยุ่งยากในการปรับปรุงมากกว่าการติดฟิล์ม แต่มีอายุการใช้งานยาวนานกว่า หรือถ้าต้องการให้ลดความร้อนมากยิ่งขึ้น อาจเปลี่ยนเป็นกระจก 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศตรงกลาง โดยใช้กระจกแผ่นนอกเป็นกระจกสะท้อนแสง และเป็นกระจก low-e ด้วย ซึ่งวิธีนี้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงจะสูงมากทั้งค่ากระจก รวมถึงอาจมีค่าเปลี่ยนวงกบใหม่ให้แข็งแรงเพื่อรับน้ำหนักกระจกที่มากขึ้น

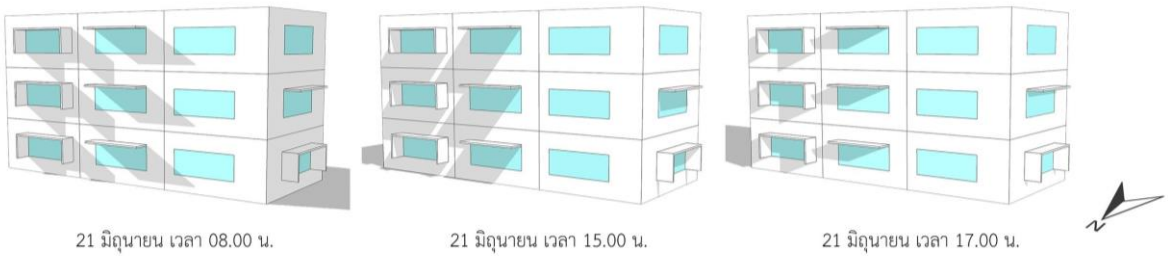
5) การปรับปรุงสีของผนัง - ถ้าผนังทึบภายนอกเดิมเป็นผนังสีเข้ม สามารถปรับปรุงโดยการทาสีขาว หรือสีอ่อน วิธีนี้จะถูกกว่าการเสริมผนังทึบอีก 1 ชั้น

รูปที่ 103 ตัวอย่างค่า OTTV ของผนังสีต่างๆ

6) การเพิ่มแผงบังแดดให้หน้าต่าง - วิธีนี้ควรใช้ควบคู่กับการจำลองเงาที่เกิดจากแผงบังแดด โดยกำหนดวันในการจำลอง คือวันที่ 21 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันที่กลางวันยาวที่สุด (summer solstice) และวันที่ 21 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่กลางวันสั้นที่สุด (winter solstice) และกำหนดละติจูดของที่ตั้งอาคารให้ถูกต้อง เพื่อตรวจสอบดูว่าเงาของแผงบังแดดสามารถบังแดดในระหว่างช่วงเวลาทำงานตั้งแต่ 8.00 - 17.00 น. ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดทั้งปีได้ดีเพียงใด ซึ่งสามารถใช้โปรแกรม เช่น SketchUp หรือ Revit หรือ Ecotect

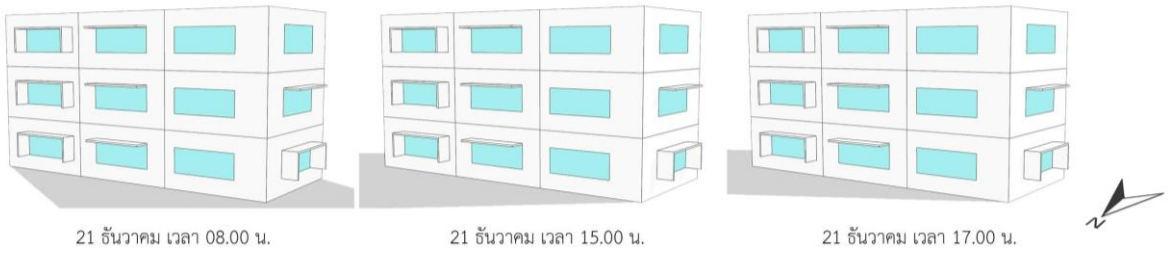
ตัวอย่าง การจำลองเงาของแผงบังแดด ด้วยโปรแกรม SketchUp ดังนี้

1) จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศเหนือ เดือนมิถุนายน ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



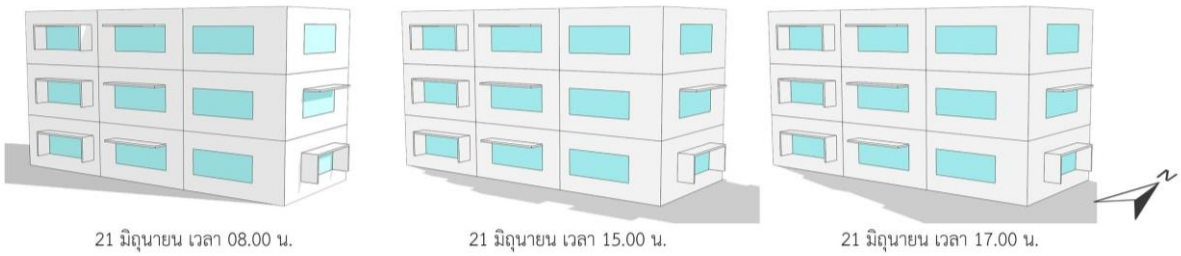
รูปที่ 104 จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศเหนือ เดือนมิถุนายน

2) จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศเหนือ เดือนธันวาคม ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



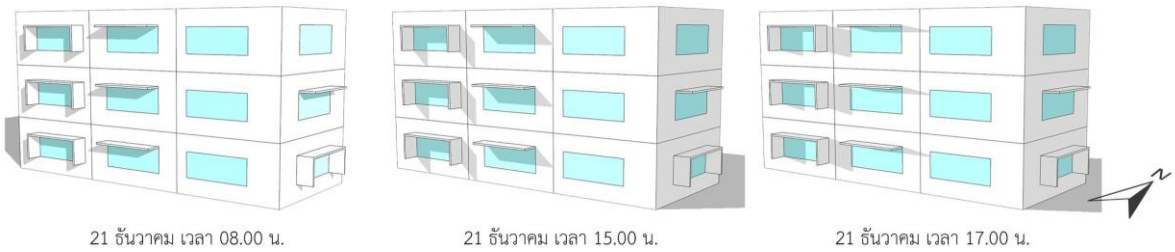
รูปที่ 105 จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศเหนือ เดือนธันวาคม

3) จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศใต้ เดือนมิถุนายน ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



รูปที่ 106 จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศใต้ เดือนมิถุนายน

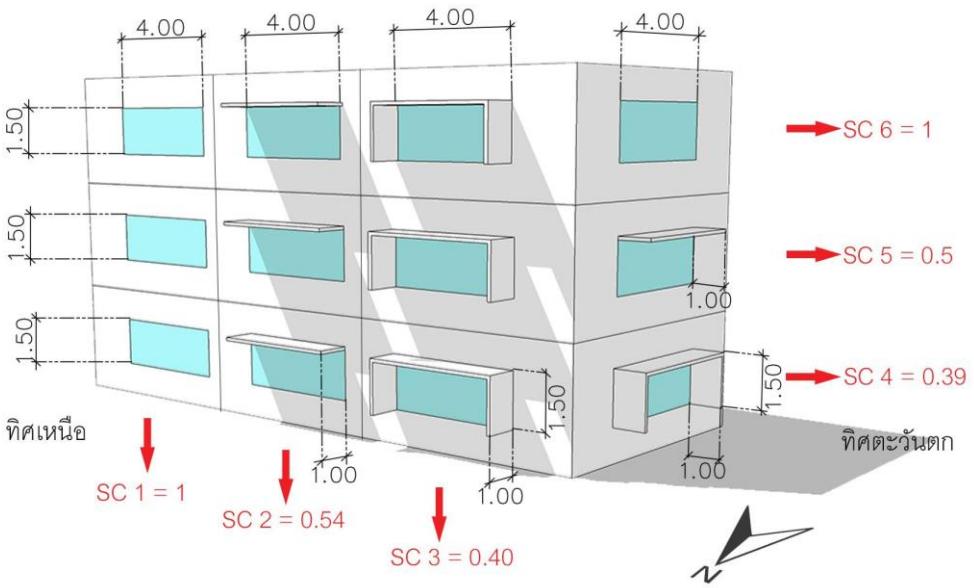
4) จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศใต้ เดือนธันวาคม ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



รูปที่ 107 จำลองเงาของแผงบังแดดทางทิศใต้ เดือนธันวาคม

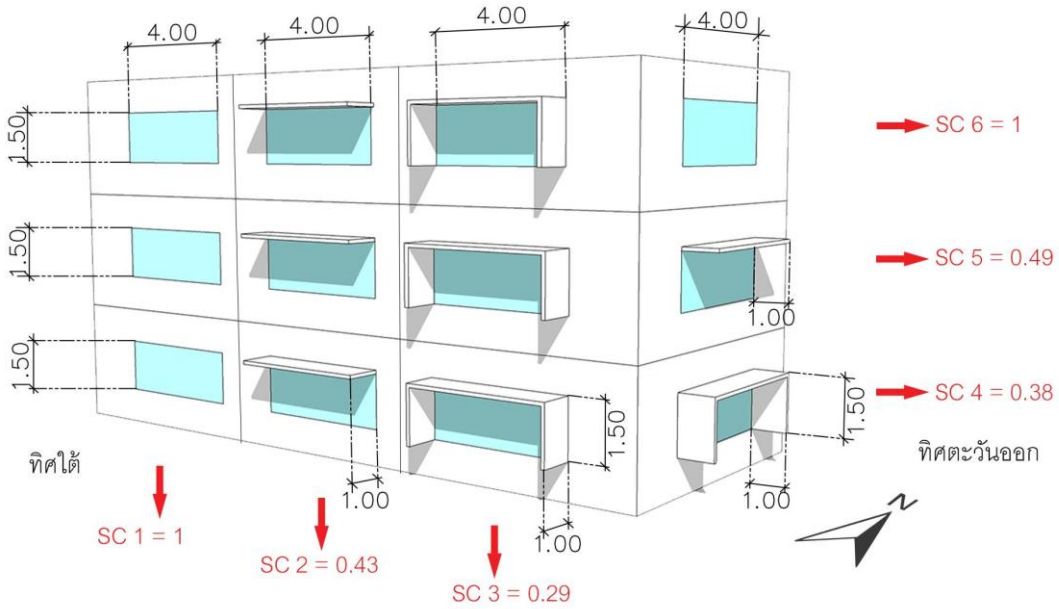
ตัวอย่าง การจำลองหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (shading coefficient, SC) โดยใช้โปรแกรม BEC

1) ค่า SC ของแผงบังแดดทางด้านทิศเหนือ ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



รูปที่ 108 ค่า SC ของแผงบังแดดทางด้านทิศเหนือ

2) ค่า SC ของแผงบังแดดทางด้านทิศใต้ ที่กรุงเทพมหานคร (ละติจูด 13.7 ลองจิจูด 100.5)



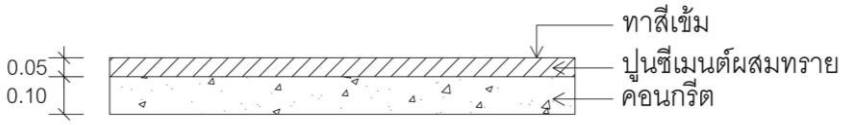
รูปที่ 109 ค่า SC ของแผงบังแดดทางด้านทิศใต้

3.1.2 แนวทางการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (roof thermal transfer value, RTTV) ให้ผ่านเกณฑ์ สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1) การใส่ฉนวนในฝ้าเพดาน - ในกรณีที่ต้องการทำฝ้าเพดานของห้องชั้นบนที่ติดกับหลังคาใหม่ สามารถใส่ฉนวนกันร้อน เช่น ฉนวนใยแก้วที่ได้ฉลากประหยัดพลังงานเบอร์ 5 หรืออาจใช้ฉนวนชนิดอื่นที่มีค่า R-Value อย่างน้อย 1.25 ตารางเมตรองศาเซลเซียสต่อวัตต์ ไว้บนฝ้าเพดาน

ตัวอย่าง ค่า RTTV ของหลังคา กรณีต่างๆ โดยใช้โปรแกรม BEC ดังนี้

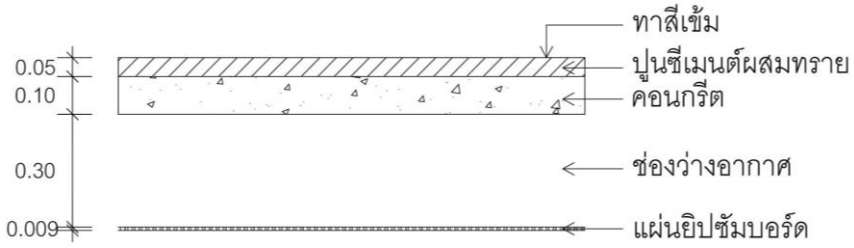
(1) ไม่มีฝ้าเพดานและฉนวน



RTTV 1 = 82.27 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 110 รูปตัดหลังคาคอนกรีตไม่มีฝ้า

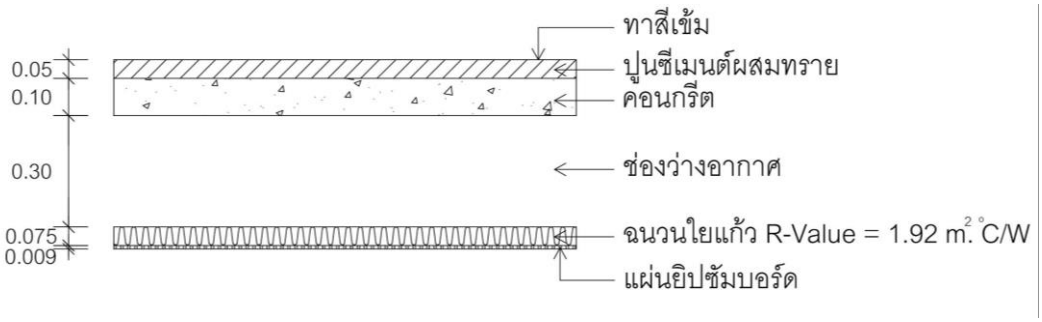
(2) มีฝ้าเพดานแต่ไม่มีฉนวน



RTTV 2 = 33.70 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 111 รูปตัดหลังคาคอนกรีตมีฝ้า

(3) มีฝ้าเพดานและใส่ฉนวนใยแก้ว ค่า R-value = 1.92 ตารางเมตร-องศาเซลเซียสต่อวัตต์

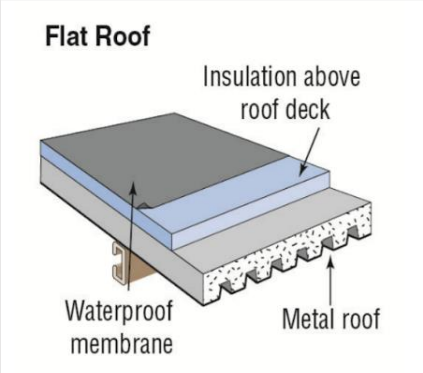


RTTV 3 = 6.69 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 112 รูปตัดหลังคาคอนกรีตมีฝ้าและฉนวน

2) การทาผิวด้านบนของหลังคาด้วยวัสดุสะท้อนความร้อนสูง - กรณีห้องชั้นบนไม่มีฝ้า หรือมีฝ้าแต่การรื้อฝ้าเพื่อใส่ฉนวนมีความยุ่งยากกระทบกระเทือนการใช้งาน อาจใช้วิธีการปรับปรุงหลังคาจากภายนอก คือ ถ้าเป็นหลังคาดาดฟ้าคอนกรีตสามารถใช้ **ceramic coating** ทาทับบนผิวดาดฟ้า หรือเลือก**กันซึมหลังคาที่เป็นสีขาว** หรือทาสีหลังคากระเบื้องด้วย**สีทาหลังคาที่เป็นสีอ่อน** วิธีนี้นอกจากสามารถลดค่า RTTV ให้ต่ำลงแล้ว **ยังช่วยลดปัญหาเกาะความร้อนในเมือง (urban heat island)** ซึ่งเกิดจากการดูดซับความร้อนของวัสดุหลังคา หรือถ้าต้องการลดความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาให้มากยิ่งขึ้น โดยปรับปรุงจากภายนอกอาคาร อาจเลือกใช้วิธีการทำระบบกันซึมร่วมกับติดตั้งแผ่นฉนวนชนิด extruded polystyrene foam (XPS) บนหลังคา

รูปที่ 113 การปรับปรุงโดยใช้ ceramic coating ทาบนหลังคา

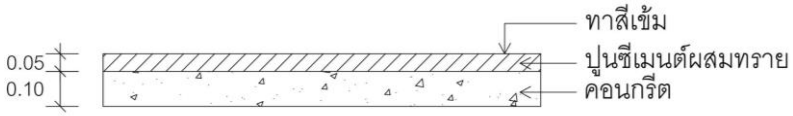


รูปที่ 114 การใช้ฉนวนแผ่นแข็ง (rigid insulation) บนหลังคาดาดฟ้าเพื่อลดความร้อน ซึ่งอาจมีชั้นวัสดุเพิ่มเติม ขึ้นกับระบบของผู้ติดตั้ง

ที่มา : https://4553qr1wvuj43kndml31ma60-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/07/mississippi-commercial-energy-code-field-guide-revised-2015-1.pdf

ตัวอย่าง ค่า RTTV ของหลังคาเมื่อผิวด้านบนเป็นสีเข้มและสีขาว โดยใช้โปรแกรม BEC ดังนี้

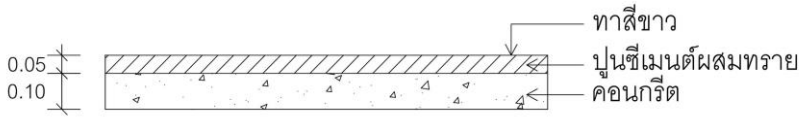
(1) ทาผิวด้านบนของหลังคา สีเข้ม



RTTV 1 = 82.27 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 115 รูปตัดหลังคาคอนกรีตผิวสีเข้ม

(2) ทาผิวด้านบนของหลังคา สีขาว



RTTV 2 = 29.73 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 116 รูปตัดหลังคาคอนกรีตทาสีขาว

3) การลดความร้อนที่ผ่านช่องแสงหลังคา (skylight) สำหรับอาคารที่มีช่องแสงหลังคาขนาดใหญ่ ซึ่งมักจะมีค่า RTTV เกินเกณฑ์ ควรพิจารณาลดความร้อนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

- ลดขนาดพื้นที่ช่องแสงหลังคา
- เปลี่ยนกระจกให้มีค่า SHGC ต่ำลง และอาจใช้เป็นกระจก low-e ร่วมด้วย
- ใช้อุปกรณ์บังแดดให้กับช่องแสงหลังคา ซึ่งควรติดตั้งที่ด้านนอกอาคาร เพราะสามารถลดความร้อนได้มากกว่าติดตั้งด้านในอาคาร

รูปที่ 117 การใช้อุปกรณ์บังแดดที่ด้านนอกอาคารเพื่อลดความร้อนจากช่องแสงหลังคา

ที่มา : http://www.monmin.com.my/ag/brochure/

รูปที่ 118 การใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดกระจก (PV glass)
ร่วมกับช่องแสงหลังคาเพื่อลดความร้อนและผลิตไฟฟ้าได้พร้อมกัน

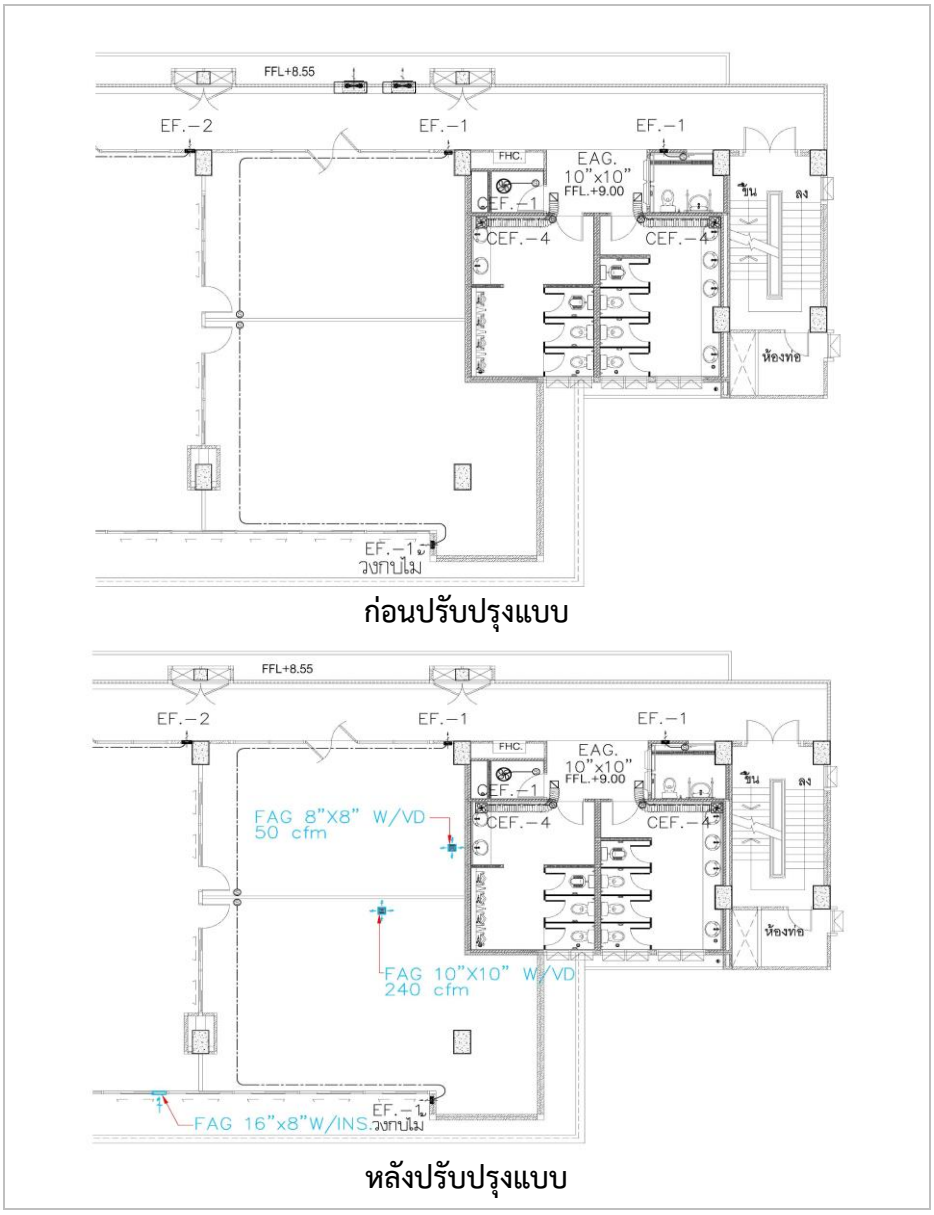
ที่มา : https://www.pinterest.com/craigataylorsr/creative-solar-designs/?lp=true

3.2 แนวทางการปรับปรุงเกณฑ์ข้อ AE 6.1

อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า

ปัญหาที่มักพบบ่อยในอาคารที่มีอยู่เดิมที่ไม่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับ คือการออกแบบโดยใช้พัดลมดูดอากาศจากภายในห้องทิ้งเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีพัดลมเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก

แนวทางปรับปรุง คือ ต้องออกแบบให้มีพัดลมเพื่อเติมอากาศ และพัดลมดูดอากาศ ที่ทำงานสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมกับขนาดพื้นที่ห้องและจำนวนคนในห้อง โดยต้องมีอัตราการระบายอากาศผ่านตามมาตรฐาน วสท. 031010-60 : มาตรฐานการระบายอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดในกฎหมายควบคุมอาคาร โดยให้ใช้ค่าอัตราการระบายอากาศที่สูงกว่าเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ



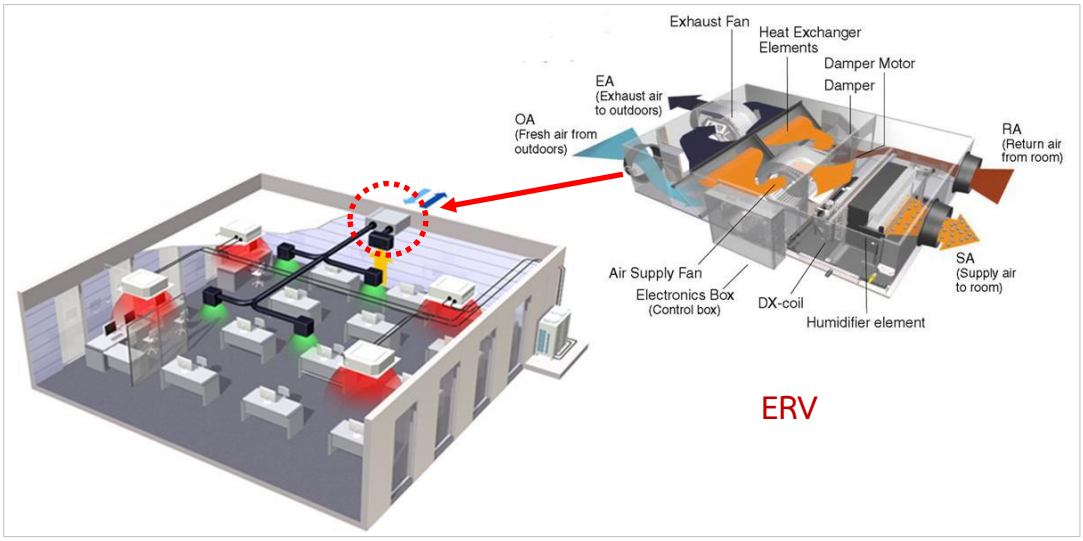
รูปที่ 119 การออกแบบให้มีระบบพัดลมเติมอากาศและพัดลมดูดอากาศ

3.3 แนวทางการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ตามเกณฑ์ข้อ AE 5.7, AE 6.2, AE 6.3 และ AE 6.4

ในการออกแบบตามมาตรฐาน G-GOODs นอกจากต้องมีอัตราระบายอากาศตามเกณฑ์บังคับ (AE 6.1) แล้ว ยังมีเกณฑ์เลือกทำที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศอีก 4 ข้อ ซึ่งสามารถออกแบบร่วมกันได้ตามความเหมาะสม คือ

AE 5.7 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ
AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30
AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า
AE 6.4 ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน

การออกแบบให้นำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้ามาในอาคารสูงกว่าเกณฑ์บังคับถึงร้อยละ 30 (AE 6.2) จะช่วยให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสดชื่นยิ่งขึ้น แต่จะมีผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศเพิ่มขึ้น เพราะอากาศภายนอกมีความร้อนและความชื้นสูง ดังนั้นการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เช่น เครื่อง energy recovery ventilator (ERV) หรือ heat recovery ventilator (HRV) ซึ่งทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศภายในห้องที่จะนำไประบายทิ้งและยังมีความเย็น กับอากาศภายนอกที่มีความร้อนและความชื้น จะช่วยลดภาระความร้อนของระบบอากาศ ทำให้ประหยัดพลังงาน และการออกแบบให้นำอากาศจากภายนอกไปจ่ายในแต่ละพื้นที่ซึ่งอาจจะต้องการอากาศบริสุทธิ์ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ในปริมาณที่เหมาะสม (AE 6.4)



รูปที่ 120 ตัวอย่างระบบการเติมอากาศโดยใช้ ERV

และหากต้องการให้แน่ใจว่า คุณภาพอากาศภายในห้องที่มีผู้ใช้งานอย่างหนาแน่น เช่น ห้องประชุมขนาดใหญ่ ยังคงมีคุณภาพดีอยู่ตลอด ก็สามารถติดตั้ง CO_2 sensor เพื่อตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่ออากาศภายในห้องมีค่าคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินกว่า 800 ppm จะส่งสัญญาณไปยังพัดลมเติมอากาศ ควบคุมให้มีการนำอากาศเข้ามาเติม เพื่อให้มี CO_2 ลดลงมาอยู่ในระดับที่ต้องการตามเกณฑ์ (AE 6.3)

รูปที่ 121 ตัวอย่าง CO_2 sensor

ที่มา : http://www.directindustry.com/prod/tongdy-control-technology-co-ltd/product-71012-813207.htm

นอกจากนี้ ควรออกแบบให้มีการใช้แผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพอย่างน้อย MERV 7 เพื่อกรองอากาศจากภายนอกก่อนที่จะนำเข้ามาเติมในระบบปรับอากาศ (AE 5.7) (ในกรณีที่ตั้งโครงการมีปัญหามลพิษทางอากาศในระดับที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ควรติดตั้งแผ่นกรองอากาศภายนอกที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น LEED ใช้ MERV 13 และ GREEN MARK ใช้ MERV 14)

รูปที่ 122 ตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ MERV 7

4. ราคาค่าปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ.

การพิจารณาค่าปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. ได้แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1) อาคารเขียวมาตรฐาน ค่าปรับปรุงเพื่อให้ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด ในหมวดที่ 2 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ และหมวดที่ 3 การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

2) อาคารเขียวขั้นสูง ค่าปรับปรุงเพื่อให้ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด และเกณฑ์เลือกทำให้ได้มากที่สุดในหมวดที่ 2 และ 3 เช่นกัน

จากผลการศึกษาราคาที่เพิ่มขึ้น สามารถสรุปได้ว่า

- การปรับปรุงเป็นอาคารเขียวมาตรฐานนั้น จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น**ร้อยละ 3.71**
- การปรับปรุงเป็นอาคารเขียวขั้นสูง จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น**ร้อยละ 6.23**

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียวขั้นมาตรฐาน ประกอบด้วย

1. การเพิ่มพื้นที่สูบบุหรี่ภายนอกอาคาร
2. การปรับปรุงกระจกหน้าต่างทั้งหมดโดยการติดฟิล์ม เพื่อลดความร้อน
3. การปรับปรุงหลังคาโดยทา ceramic coating สีขาวเพื่อลดความร้อน
4. การเปลี่ยนโถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำเป็น 4.8 ลิตร ตามเกณฑ์ฉลากเขียว
5. การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดเป็นเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 fixed speed
6. การออกแบบห้องถ่ายเอกสารให้ความดันเป็นลบ
7. การเพิ่มระบบพัดลมระบายอากาศ
8. การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำประจำอาคารแบบดิจิทัล

ตารางที่ 7 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. ให้เป็นอาคารเขียวมาตรฐาน (บาท)

ชื่อเกณฑ์	รายการ	อาคารเดิม สำนักงาน ก.พ.	อาคารเขียว มาตรฐาน	ค่าใช้จ่ายที่ เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)
		570,299,949	**21,178,889**	**3.714**
ML1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร		5,000	0.00088
AE 1.1	เปลี่ยนฟิล์ม+ทา ceramic coating ขาว		2,000,000	0.351
AE 2.2	เปลี่ยนสุขภัณฑ์		630,950	0.111
AE 5.1	แอร์เบอร์ 5 fixed speed		16,807,733	2.947
AE 5.3	ห้องความดันเป็นลบ		1,170,000	0.205
AE 6.1	เพิ่มพัดลมระบายอากาศ		480,014	0.084
AE 9.1	ติดมาตรวัดน้ำประจำอาคารแบบดิจิทัล		85,192	0.015

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ในร้อยละที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.71 นั้น คือการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 2.94 รองลงมาคือ การปรับปรุงเปลือกอาคาร ร้อยละ 0.35 และทำห้องถ่ายเอกสารความดันเป็นลบ ร้อยละ 0.205 ส่วนค่าปรับปรุงเพิ่มพัดลมระบายอากาศ ซึ่งสำคัญต่อคุณภาพอากาศและสุขภาพนั้น มีค่าใช้จ่ายเพียง ร้อยละ 0.084

(แต่จากผลการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ ในบทที่ 5 ได้แสดงให้เห็นว่า ในอาคารเดิมที่ใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ 6.0 ลิตรต่อครั้ง แล้วปรับเปลี่ยนเป็น 4.8 ลิตรต่อครั้ง นั้น ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นจึงปรับเกณฑ์การประหยัดน้ำของอาคารเดิมเป็น 6.0 ลิตรต่อครั้ง ซึ่งจะทำให้ราคาปรับปรุงลดลงเล็กน้อย)

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการทำอาคารเขียวขั้นสูง นอกจากเกณฑ์บังคับข้างต้น ประกอบด้วย

- การติดตั้งระบบดักฝุ่นทางเข้า
- การติดตั้ง daylight sensor ที่ห้องน้ำ และห้องเตรียมอาหาร
- การเพิ่ม dimmer เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดไฟได้หลายระดับ
- การติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ร่วมกับระบบพัดลมเติมอากาศ
- การติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ UVGI ที่ฝ้าเพดาน
- เพิ่มอัตราระบายอากาศให้มากขึ้นกว่ามาตรฐานร้อยละ 30
- ติดตั้ง CO_2 sensor เพื่อควบคุมปริมาณอากาศเข้า
- ติดตั้งระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน
- ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัลแยกตามประเภทใช้งาน
- ติดตั้ง BMS
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคารแบบดิจิทัล
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบดิจิทัล
- การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่ 8 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. ให้เป็นอาคารเขียวขั้นสูง (บาท)

ชื่อเกณฑ์	รายการ	อาคารเดิม สำนักงาน ก.พ.	อาคารเขียว มาตรฐาน	ค่าใช้จ่ายที่ เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)
		570,299,949	**13,540,270**	**6.23**
AE 2.4	ระบบดักฝุ่น		197,400	0.035
AE 3.3	ทา ceramic coating ขาว		500,000	0.088
AE 4.3	ติด daylight sensor		368,418	0.065
AE 4.5	ติด motion sensor		201,440	0.035
AE 4.6	ติด dimmer		806,320	0.141
AE 5.7	แผ่นกรองอากาศ		1,872,646	0.328
AE 5.8	ติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ UVGI		2,433,300	0.427
AE 6.2	เพิ่มพัดลมระบายอากาศ		121,372	0.021
AE 6.3	ใช้ CO_2 sensor		638,000	0.112
AE 6.4	เครื่องเติมอากาศแบบ ERV หรือ HRV		3,188,367	0.559
AE 8.3	ติดมาตรวัดไฟฟ้าย่อยแบบดิจิทัล		1,026,994	0.180
AE 8.4	ติดตั้ง BMS		2,186,013	0.383

จากตารางข้างต้น จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดในการทำอาคารเขียว จะเป็นเรื่องของการติดตั้งระบบเติมอากาศแบบอิสระ เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน ซึ่งหากมีการเพิ่มอัตราการระบายอากาศที่มากขึ้น ควรต้องใช้ ERV เพื่อลดภาระความร้อนของระบบปรับอากาศ ช่วยทำให้ขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ต้องการเล็กลงได้ด้วย

ส่วนการใช้ MERV 7 และ UVGI นั้น อาจไม่จำเป็นเท่าใดนัก ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของที่ตั้งและความจำเป็นในการใช้งาน

นอกจากนี้ การใช้ daylight sensor ตามแนวริมหน้าต่างเพื่อไม่ต้องเปิดหลอดไฟนั้น อาจจะไม่จำเป็นหากเกิดปัญหาแสงจ้า และยังคงปิดม่านตลอดเวลาขณะทำงาน ทั้งนี้เป็นเรื่องที่ต้องศึกษาความจำเป็นในรายละเอียด โดยต้องจำลองปัญหาแสงจ้าด้วยคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้แสดงราคาไว้ด้วย เพราะหากมีการติดฟิล์มเพื่อลดความร้อน ปัญหาความจ้าของแสงจากหน้าต่างจะลดลง และอาจจะเป็นไปได้ที่จะใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ ตามแนวริมหน้าต่าง

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ อาจทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ต่อการตั้งงบประมาณสำหรับการปรับปรุงอาคารภาครัฐที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียวมาตรฐานและขั้นสูงว่า *ควรมีราคาเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4 สำหรับอาคารเขียวมาตรฐาน และร้อยละ 6.5 สำหรับอาคารเขียวขั้นสูง*

ภาคผนวก 5
การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

G-GOODs : RV

การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

1. การศึกษาความเหมาะสม (feasibility study) ในการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ ตามเกณฑ์ที่มีผลต่อค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปา

1.1 แนวคิดและสมมติฐาน

แนวคิดในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการปรับปรุงอาคารเดิมของรัฐให้เป็นอาคารเขียว เป็นการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูล 3 ส่วน คือ

1) ต้นทุนในการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว
2) ค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นเพิ่มเติมจากอาคารเดิมตลอดอายุโครงการ
3) ผลประโยชน์จากการปรับปรุงอาคารตลอดอายุโครงการ

โดยนำข้อมูลทั้ง 3 ส่วนข้างต้น มาคำนวณหาตัวชี้วัดอัตราผลตอบแทนด้านการเงินและด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ NPV, IRR และ B/C ratio

โดยมี**สมมติฐาน**ในการวิเคราะห์ความเหมาะสม ดังนี้

1) ใช้ระยะเวลาวิเคราะห์โครงการ 20 ปี นับจากปีปัจจุบัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สามารถครอบคลุมอายุการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในรายการลงทุนทั้งหมด

2) ใช้อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยโดยอ้างอิงจาก**อัตราสูงสุดของดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล**ในช่วงปีปัจจุบัน (ปี 2561) ดัง***ตารางที่ 1*** เท่ากับร้อยละ 3.61 ต่อปี ปัดเศษขึ้นให้ลงตัวด้วย 0.25 จะได้ร้อยละ 3.75 ต่อปี ทั้งนี้จะใช้อัตราดังกล่าวเป็นกรณีฐาน (base case) และจะใช้อัตราที่สูงขึ้นคือ ร้อยละ 6, 9 และ 12 ต่อปี เป็นกรณีเปรียบเทียบเพิ่มเติม

ตารางที่ 1 อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่ออกในปี พ.ศ. 2560 อายุไม่เกิน 30 ปี

ประเภทตราสารหนี้	ISIN Code	อัตราดอกเบี้ย (ร้อยละต่อปี)	วันที่เปิดจำหน่าย	วันที่ครบกำหนด	อายุ
พันธบัตรรัฐบาล	TH0623034B09	2.45	27 พ.ย. 2560	27 พ.ย. 2567	7 ปี
พันธบัตรรัฐบาล	TH062303UB03	1.85	27 พ.ย. 2560	27 พ.ย. 2563	3 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0643032905	1.83	27 ก.ย. 2560	27 ก.ย. 2565	5 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0635034802	2.19	30 ส.ค. 2560	30 ส.ค. 2567	7 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0642032807	1.92	28 ส.ค. 2560	28 ส.ค. 2565	5 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0650A32809	1.85	22 ส.ค. 2560	22 ส.ค. 2565	5 ปี
พันธบัตรรัฐบาล	TH0623032C00	2.00	04 ส.ค. 2560	17 ธ.ค. 2565	5 ปี 4 เดือน
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0650037805	2.67	04 ส.ค. 2560	04 ส.ค. 2570	10 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH1029032501	2.33	11 พ.ค. 2560	11 พ.ค. 2565	5 ปี

ประเภทตราสารหนี้	ISIN Code	อัตราดอกเบี้ย (ร้อยละต่อปี)	วันที่เปิดจำหน่าย	วันที่ครบกำหนด	อายุ
พันธบัตรรัฐบาล	TH0623032503	2.35	08 พ.ค. 2560	08 พ.ค. 2565	5 ปี
พันธบัตรรัฐบาล	TH0623037502	3.00	08 พ.ค. 2560	08 พ.ค. 2570	10 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0513036B00	3.00	03 เม.ย. 2560	03 พ.ย. 2569	9 ปี 7 เดือน
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH0513032308	2.30	03 เม.ย. 2560	03 มี.ค. 2565	4 ปี 11 เดือน
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH1029032204	2.36	23 ก.พ. 2560	23 ก.พ. 2565	5 ปี
พันธบัตรรัฐวิสาหกิจ	TH051303G708	**3.61**	04 ม.ค. 2560	04 ก.ค. 2579	19 ปี 6 เดือน

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย, ข้อมูล ณ วันที่ 31 มกราคม 2561

1.2 การจัดทำตารางการวิเคราะห์ความคุ้มทุน

เนื่องจากการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียวนั้น มีการจำแนกรายการเป็นหมวดใหญ่ และมีหมวดย่อยลงไปอีก โดยบางรายการเป็นแนวทางการปรับปรุงที่ทำให้เกิดผลการประหยัด เช่น ประหยัดไฟฟ้าหรือน้ำประปาฯ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความคุ้มทุนได้ แต่บางรายการไม่มีผลลัพธ์ด้านการประหยัดเงิน

โดยที่ปรึกษาจะทำการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในทุกรายการ ทั้งที่มีและไม่มีผลการประหยัดเงิน ซึ่งประกอบด้วย 6 ตาราง คือ

1) ตารางการลงทุนและการลงทุนทดแทน
2) ตารางค่าใช้จ่าย
3) ตารางผลประหยัดไฟฟ้าและน้ำประปา
4) ตารางมูลค่าการประหยัด
5) ตารางมูลค่าการประหยัดสุทธิ
6) ตารางอัตราผลตอบแทนการลงทุน

โดยแต่ละตารางจะแสดงรายการปรับปรุงตามเกณฑ์อาคารเขียว ดังนี้

1) ตารางการลงทุนและการลงทุนทดแทน

ดู**ตารางคำนวณที่ 1** จะแสดงรายการจำนวนเงินลงทุนในการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียว รวมทั้งเงินลงทุนทดแทนเพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ตามอายุการใช้งาน ตลอดระยะเวลา 20 ปี รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 39.998 ล้านบาท

2) ตารางค่าใช้จ่าย

ดู**ตารางคำนวณที่ 2** แสดงค่าใช้จ่ายของมาตรการในการปรับปรุงต่างๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดอายุโครงการ 20 ปี รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1.162 ล้านบาท

3) ตารางผลประหยัดไฟฟ้าและน้ำประปา

ดู**ตารางคำนวณที่ 3** แสดงผลการประหยัดของมาตรการปรับปรุงต่างๆ ตลอดอายุการใช้งาน 20 ปี มีผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 17,762,204 หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และมีผลการประหยัดน้ำประปาได้จำนวนทั้งสิ้น 11,628 ลูกบาศก์เมตร

4) ตารางมูลค่าการประหยัด

ดู**ตารางคำนวณที่ 4** แสดงมูลค่าการประหยัดคิดเป็นจำนวนเงินตลอดอายุโครงการ โดยใช้ราคา คือ

- ค่าไฟฟ้าในอัตรา 5.41 บาทต่อหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) คิดเป็นมูลค่า 96.094 ล้านบาท และ
- ค่าน้ำประปาในอัตรา 15.81 บาทต่อหน่วย (ลูกบาศก์เมตร) คิดเป็นมูลค่า 183,839 บาท
- รวมเป็นผลการประหยัดทั้งหมด 96.277 ล้านบาท

5) ตารางมูลค่าการประหยัดสุทธิ

ดู**ตารางคำนวณที่ 5** ที่นำรายการมูลค่าการประหยัดหักลบด้วยมูลค่าการลงทุนและค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการของแต่ละมาตรการ โดยในภาพรวมแล้วการปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. มีผลการประหยัดสุทธิตลอดอายุโครงการคิดเป็นจำนวนเงิน 55.117 ล้านบาท

6) ตารางอัตราผลตอบแทนการลงทุน

ดูรายละเอียด***ตารางที่ 2*** ในหัวข้อ **1.3.2** สรุปอัตราผลตอบแทนโครงการ

1.3 ผลตอบแทนด้านการเงิน

1.3.1 ดัชนีวัดผลตอบแทน

การประเมินความเหมาะสมหรือความคุ้มค่าการลงทุนของการปรับปรุงอาคารเดิมเป็นอาคารเขียว คือ**การวิเคราะห์งบประมาณ (cost, c)** ที่ใช้ไป เมื่อเทียบกับ**ผลประโยชน์ที่ได้รับ (benefit, b)** โดยพิจารณาตัวชี้วัด (Indicator) 3 ตัวคือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value, NPV) อัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (benefit cost ratio, B/C ratio) และ**อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)** ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาว่าตัวชี้วัดทั้ง 3 ค่าว่ามีความเหมาะสมเมื่อเทียบกับผลประโยชน์ที่ได้รับคุ้มค่าหรือไม่นั้น มีเกณฑ์กำหนดดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^n} \quad \geq \quad 0$$

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^n}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^n}} \quad \geq \quad 1$$

$$IRR = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^n} \quad \geq \quad r$$

โดยที่ B_t = มูลค่าผลประโยชน์จากโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ t (บาท)
C_t = มูลค่าการลงทุนในโครงการที่เกิดขึ้นในปีที่ (บาท)
r = อัตราคิดลด (discount rate) (ร้อยละ)
n = อายุของโครงการ หรือปีที่สิ้นสุดอายุของโครงการ
NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value) (บาท)
B/C Ratio = อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อทุน
IRR = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (ร้อยละ)

หากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวชี้วัดทั้ง 3 ค่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าการลงทุนนั้นมีความคุ้มค่าการลงทุน

1.3.2 สรุปอัตราผลตอบแทนโครงการ

ตารางคำนวณที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนทางด้านการเงินของโครงการ จำแนกเป็นรายมาตรการ โดยมาตรการใดที่ไม่สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนได้ เช่น เป็นมาตรการที่มีต้นทุนค่าใช้จ่ายแต่ไม่มีผลการประหยัด (เป็นมาตรการที่ต้องดำเนินการตามเกณฑ์บังคับ) หรือเป็นมาตรการที่ไม่มีต้นทุนค่าใช้จ่าย (เช่น เป็นเรื่องการบริหารจัดการหรือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม) มาตรการที่ไม่สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนได้เหล่านี้จะแสดงสถานะเป็น n.a.

จากผลการวิเคราะห์ใน**ตารางคำนวณที่ 6** สามารถสรุปได้ว่ามีมาตรการที่สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนได้จำนวน 6 มาตรการในจำนวนนี้มีมาตรการที่คุ้มค่า 5 มาตรการ โดยมาตรการเปลี่ยนสุขภัณฑ์ของเดิมเป็นสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำนั้น ไม่คุ้มการลงทุน โดยมีอัตราผลตอบแทนทางด้านการเงินดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนของมาตรการปรับปรุงสำนักงาน ก.พ.

หมวด	discount rate	ร้อยละ 3.75			ร้อยละ 6			ร้อยละ 9			ร้อยละ 12		
	ดัชนีวัดผลตอบแทน	NPV	IRR (%)	B/C	NPV	IRR (%)	B/C	NPV	IRR (%)	B/C	NPV	IRR (%)	B/C
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	7,057,397	79.34	3.78	5,754,230	79.34	3.46	4,488,673	79.34	3.10	3,584,875	79.34	2.81
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	-696,955	n.a.	0.16	-683,684	n.a.	0.14	-669,975	n.a.	0.11	-659,675	n.a.	0.10
AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	863,220	35.30	1.56	673,430	35.30	1.49	491,898	35.30	1.42	364,121	35.30	1.35
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	31,926,712	23.69	2.80	24,146,677	23.69	2.36	16,542,939	23.69	1.93	11,086,924	23.69	1.63
AE 6.4	ระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,061,351	14.54	1.96	2,082,019	14.54	1.65	1,124,879	14.54	1.35	438,089	14.54	1.14
AE 10.1	ผลิตพลังงานทดแทน	439,091	10.01	1.47	243,640	10.01	1.26	51,532	10.01	1.06	-87,215	10.01	0.90

ที่มา : วิเคราะห์โดยที่ปรึกษา

โดยมาตรการเปลี่ยนสุขภัณฑ์ของเดิมเป็นสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำนั้นได้ผลประหยัดไม่คุ้มทุน

โดยรายการปรับปรุงของมาตรการข้างต้น แสดงใน***ตารางที่ 3*** สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 3 การปรับปรุงตามมาตรการในตารางที่ 2 ที่นำมาวิเคราะห์ความคุ้มทุน (feasibility study)

หมวด		**อาคารเดิม**	**อาคารเขียว มาตรฐาน**	**อาคารเขียว ขั้นสูง**
AE 1.1	**เปลือกอาคาร***	กระจกใส	ติดฟิล์ม	
		OTTV = 83.73 วัตต์ต่อตารางเมตร	OTTV = 45.04 วัตต์ต่อตารางเมตร	
AE 2.2	**สุขภัณฑ์***	โถสุขภัณฑ์ 6.0 ลิตร	โถสุขภัณฑ์ 4.8 ลิตร + อุปกรณ์อื่นๆ ฉลากเขียว ทุกอย่าง	
AE 1.1 และ AE 3.3	**กันซึม**	กันซึมสีเขียว	ทาทับด้วย ceramic coat ขาว	
		RTTV = 29.5 วัตต์ต่อตารางเมตร	RTTV = 14.46 วัตต์ต่อตารางเมตร	
AE 5.1	**ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ***	ไม่ได้เบอร์ 5 fixed speed	เบอร์ 5 fixed speed	
		-	SEER ≥12.85 (ไม่เกิน 8,000 วัตต์) SEER ≥12.40 (8,000-12,000 วัตต์)	
AE 6.4	**ระบบเติมอากาศแบบประหยัดพลังงาน**	ไม่มี		มี
AE 10.1	**solar cell**	ไม่มี	-	ติดตั้ง solar cell ผลิตไฟฟ้าได้ร้อยละ 0.05 ของไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี

*** เกณฑ์บังคับ**

2. การศึกษาความคุ้มค่า (value for money) ในการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ

2.1 แนวทางในการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

การวิเคราะห์ความคุ้มค่า หรือ value for money (VfM) โดยทั่วไปแล้วจะวิเคราะห์เพื่อดูว่าการใช้จ่ายเงินหรืองบประมาณนั้น มีผลรับกลับมาทั้งในรูปของตัวเงินและที่ไม่ใช่ตัวเงินคุ้มค่ากับเงินที่ใช้จ่ายไปหรือไม่

การวิเคราะห์ VfM ไม่มีแนวคิดที่เบ็ดเสร็จว่ามีวิธีการขั้นตอนอย่างไรบ้าง ขึ้นกับว่าวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์คืออะไร และควรใช้วิธีการวิเคราะห์ประเมินอย่างไรจึงจะเหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งได้ เป็น 3 แนวทาง

1) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินงานตามภารกิจของหน่วยงานหรือองค์กรภาครัฐ เป็นความพยายามที่จะอธิบายว่า การนำงบประมาณไปใช้ในโครงการต่างๆ ของส่วนราชการ (ในที่นี้จะหมายถึงหน่วยงานในระดับกรม) จะมีผลรับที่คุ้มค่ามากเพียงใด โดยสุดท้ายแล้วสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้กำหนดแนวทางว่า ให้วิเคราะห์ออกมาให้เห็นอย่างน้อย 3 มิติ คือ

- **ผลผลิต**ที่ได้มีอะไรบ้าง คิดเป็นมูลค่าเท่าไหร่
- **ผลลัพธ์**ที่ได้คืออะไร หมายถึงมีการนำผลผลิตไปใช้ประโยชน์มากน้อยเพียงใด ทำโครงการแล้วเกิดผลกำไรจริง หรือทำแล้วกลายเป็นเพียงซากสิ่งก่อสร้าง
- **ผลกระทบ**ที่เกิดขึ้นมีอะไรบ้าง เช่น ประชาชนมีความเป็นอยู่ดีขึ้น ช่วยลดปัญหามลภาวะ ทำให้สังคมสงบร่มเย็น ช่วยให้ประเทศเจริญมั่งคั่ง ฯลฯ ผลกระทบเหล่านี้ถ้าสามารถคิดเป็นตัวเงินได้ก็ให้คำนวณ หากคำนวณไม่ได้ก็ให้อธิบายให้เกิดความเข้าใจ

2) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเพื่อเปรียบเทียบในวิธีการลงทุน เช่น รัฐต้องการก่อสร้างทางด่วน มีทางเลือกว่า รัฐควรเป็นผู้ลงทุนเอง (public sector comparator, PSC) หรือให้เอกชนเป็นผู้ลงทุน (public private partnership, PPP) ก็จะวิเคราะห์ว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดของภาครัฐกรณีที่เป็น PSC กับต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดของภาครัฐกรณีที่เป็น PPP เปรียบเทียบตลอดอายุโครงการแล้ว กรณีใดต่ำกว่าถ้ากรณีที่เป็น PSC ต่ำกว่า แสดงว่าการให้เอกชนลงทุนจะมีความคุ้มค่าหรือมี value for money นั่นเอง

3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบ**ทางเลือกในลักษณะกายภาพ**ของโครงการ เช่น อาคารที่มีรูปแบบที่ 1 และอาคารที่มีรูปแบบที่ 2 ซึ่งอาจจะมีเงินลงทุนเริ่มแรกแตกต่างกันแต่เมื่อเปรียบเทียบ เงินลงทุนเริ่มแรกบวก ค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการแล้วแบบใดคุ้มค่ากว่า

สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในงานนี้จะเป็นลักษณะที่ 3 คือเปรียบเทียบว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดของภาครัฐกรณีเป็น**อาคารแบบเดิม** กับกรณีเป็น**อาคารเขียวมาตรฐาน** และกรณีเป็น**อาคารเขียวขั้นสูง** เปรียบเทียบตลอดอายุโครงการแล้ว รูปแบบใดมีความคุ้มค่าหรือมี value for money (VfM) มากที่สุด

โดยการวิเคราะห์กรณี**อาคารเขียวมาตรฐาน** จะทำเป็น 2 scenario ซึ่งมีข้อแตกต่างกัน ดังนี้

1) Scenario 1 เป็นการออกแบบให้ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมดที่ได้พัฒนาไว้

2) Scenario 2 คือการยกระดับความเข้มของเกณฑ์บังคับบางเกณฑ์ที่มีผลต่อการประหยัดค่าไฟฟ้าให้สูงยิ่งขึ้นกว่า scenario ที่ 1 คือ

(1) ประสิทธิภาพของระบบแสงสว่างจากเดิมกำหนดไว้ 10 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 (หลอด 36 วัตต์) ก็จะผ่านเกณฑ์ได้ เป็นประสิทธิภาพระบบแสงสว่างที่ 8 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้ต้องเปลี่ยนไปใช้เป็นหลอด LED (14 วัตต์)

(2) เครื่องปรับอากาศ จากเบอร์ 5 fixed speed เป็นเบอร์ 5 inverter

(3) ปรับมาตรฐานการประหยัดน้ำของสุขภัณฑ์จาก 4.8 ลิตรต่อครั้ง เป็น 6.0 ลิตรต่อครั้ง เพื่อจะได้ไม่ต้องเปลี่ยนสุขภัณฑ์ใหม่ (ส่วนเกณฑ์ของอาคารใหม่ ยังคงใช้ 4.8 ลิตรต่อครั้ง)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเกณฑ์อาคารเขียวมาตรฐาน scenario 1 กับ scenario 2 ในส่วนที่มีผลต่อค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปา

หมวด	**อาคารเดิม**	**อาคารเขียวมาตรฐาน**	
		scenario 1	**scenario 2**
เปลือกอาคาร	กระจกใส	ติดฟิล์ม	กระจกสะท้อนแสง SHGC = 0.44
กันซึม	กันซึมเขียว	ทา ceramic coat สีขาว	
หลอดไฟ	ฟลูออเรสเซนต์ T8 = 36 วัตต์		**LED 14 วัตต์**
สุขภัณฑ์	6.0 ลิตร	≤ 4.8 ลิตร + ฉลากเขียวทุกอย่าง	**≤ 6.0 ลิตร** **+ ฉลากเขียวทุกอย่าง**
เครื่องปรับอากาศ	ไม่ได้เบอร์ 5 fixed speed	เบอร์ 5 fixed speed	**เบอร์ 5** **inverter**

การเปรียบเทียบต้นทุนในการวิเคราะห์ความคุ้มค่า จะคำนวณเป็น**มูลค่าปัจจุบัน**ของต้นทุนทั้งหมดตลอดอายุโครงการ

2.2 สมมติฐานในการวิเคราะห์

1) ทุกทางเลือกในการพัฒนาให้ผลประโยชน์เท่ากัน

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มค่านั้น มีสมมติฐานว่าทุกทางเลือกจะต้องให้**ผลประโยชน์ที่เท่ากัน** ดังนั้นหากมีรายการใดที่เกิดผลประโยชน์ที่แตกต่างกัน ก็ต้องนำผลประโยชน์นั้นมาหักลบกับต้นทุนเพื่อให้อยู่ในฐานเดียวกัน (neutralization) เช่น การจัดทำเป็นอาคารเขียว จะได้รับมูลค่าอาคารเพิ่มขึ้น (ได้ค่าเช่าอาคารสูงขึ้น) จะต้องนำมูลค่าที่เพิ่มของอาคารมาหักลบกับต้นทุนค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวด้วย

2) การทำอาคารเขียวมาตรฐาน อาคารมีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 20 และอาคารเขียวขั้นสูงมีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 25

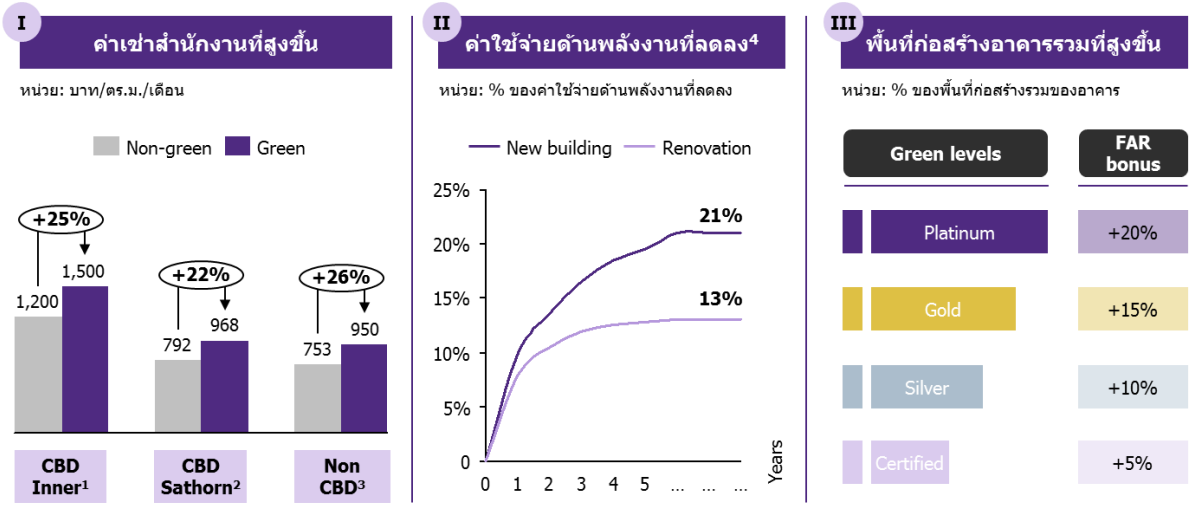
จากรายงานการวิจัยโดย EIC จากข้อมูลของ CBRE, McGraw Hill construction world green building trends และ TEAM group ***ดังรูปที่ 1*** พบว่าจากการเปรียบเทียบผลตอบแทนของการลงทุนระหว่างการพัฒนาอาคารสำนักงานเกรด A ทั่วไป กับการพัฒนาอาคารสำนักงาน green building ระดับ gold ที่มีพื้นที่ให้เช่าราว 50,000 ตารางเมตร ในบริเวณศูนย์กลางธุรกิจ (central business district, CBD) แม้**ต้นทุนการพัฒนา green building จะสูงกว่าร้อยละ 20** แต่ผู้พัฒนาจะได้รับประโยชน์อื่นๆ มากขึ้น ทั้งการได้รับพื้นที่ก่อสร้างอาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (floor area ratio, FAR) มากขึ้นร้อยละ 15 นอกจากนี้ green building ยังเป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้สามารถตั้ง**ค่าเช่าได้สูงกว่าอาคารทั่วไปในบริเวณเดียวกันได้ถึงร้อยละ 25**

ดังนั้นในการวิเคราะห์ ที่ปรึกษาจึงจะใช้สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของมูลค่าอาคาร คือ

อาคารเขียวมาตรฐาน มูลค่าเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 20

อาคารเขียวขั้นสูง มูลค่าเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 25

โดยใช้อัตราค่าเช่าพื้นที่สำนักงานโดยเฉลี่ย ของบริเวณที่โครงการนั้นตั้งอยู่ คือ จังหวัดนนทบุรี



รูปที่ 1 ประโยชน์ที่ผู้ประกอบการจะได้รับจากการพัฒนา green building ในประเทศไทย

ที่มา : การวิเคราะห์โดย EIC จากข้อมูลของ CBRE, McGraw Hill Construction World Green Building Trends และ TEAM Group

2.3 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

การวิเคราะห์ความคุ้มค่า มีวิธีการและผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) จัดทำมูลค่าต้นทุนค่าใช้จ่ายของ 3 กรณี คือ

(1) อาคารรูปแบบเดิม

(2) อาคารเขียวมาตรฐาน แบ่งวิเคราะห์เป็น 2 scenario

(3) อาคารเขียวขั้นสูง

โดยจัดแสดงเป็นตารางรายปี (20 ปี) จำแนกเป็นหมวดหมู่ ทั้ง 3 กรณี นำมาคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่าย เรียกต้นทุนส่วนนี้ว่า **ต้นทุนพื้นฐาน** หรือ **raw cost**

Scenario 1 ดู**ตารางคำนวณที่ 7.1, 8.1, 9.1 และ 10.1** จำแนกตามอัตราคิดลดต่อปีที่ร้อยละ 3.75, ร้อยละ 6, ร้อยละ 9 และร้อยละ 12 ตามลำดับ

Scenario 2 ดู**ตารางคำนวณที่ 7.2, 8.2, 9.2 และ 10.2** จำแนกตามอัตราคิดลดต่อปีที่ร้อยละ 3.75, ร้อยละ 6, ร้อยละ 9 และร้อยละ 12 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์ สามารถสรุปมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนพื้นฐานของอาคารทั้ง 4 รูปแบบ ได้ดังนี้

ตารางที่ 5 มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนพื้นฐานของอาคารในอัตราคิดลดร้อยละ 3.75, 6, 9 และ 12

หน่วย : บาท

รูปแบบอาคาร	อัตราคิดลด (Discount Rate)			
	ร้อยละ 3.75	ร้อยละ 6	ร้อยละ 9	ร้อยละ 12
อาคารรูปแบบเดิม	780,494,143	745,175,276	710,654,451	685,883,198
อาคารเขียวมาตรฐาน (scenario 1)	765,290,042	733,886,105	705,636,057	685,591,390
อาคารเขียวมาตรฐาน (scenario 2)	742,223,229	718,675,076	695,654,015	679,131,657
อาคารเขียวขั้นสูง	786,310,450	758,058,826	730,434,642	710,606,237

ที่มา : วิเคราะห์โดยที่ปรึกษา

2) ปรับมูลค่าให้อยู่ในฐานต้นทุนเดียวกัน (neutralization) โดยการหักลบมูลค่าอาคารที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียวเมื่อเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม

จากการสืบค้นข้อมูลค่าเช่าสำนักงานโดยทั่วไปในพื้นที่ตัวเมือง อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี พบว่ามีอัตราค่าเช่าประมาณ 165 บาทต่อตารางเมตรต่อเดือน หรือประมาณ 1,980 บาทต่อตารางเมตรต่อปี

ดังนั้น จึงประเมินให้มูลค่าของพื้นที่อาคารเขียวมาตรฐานเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 20 หรือเป็น 2,376 บาทต่อตารางเมตรต่อปี และอาคารเขียวขั้นสูงเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 25 หรือเป็น 2,475 บาทต่อตารางเมตรต่อปี

จากนั้นนำมาคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันของพื้นที่อาคารจำแนกตามอัตราคิดลด สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่อาคารในอัตราคิดลดร้อยละ 3.75, 6, 9 และ 12

หน่วย : บาท

รูปแบบอาคาร	**อัตราคิดลด (Discount Rate)**			
	ร้อยละ 3.75	**ร้อยละ 6**	**ร้อยละ 9**	**ร้อยละ 12**
อาคารรูปแบบเดิม	465,304,323	392,391,052	321,130,004	269,997,082
อาคารเขียวมาตรฐาน (scenario 1)	558,365,188	470,869,262	385,356,005	323,996,499
อาคารเขียวมาตรฐาน (scenario 2)	558,365,188	470,869,262	385,356,005	323,996,499
อาคารเขียวขั้นสูง	581,630,404	490,488,815	401,412,505	337,496,353

ที่มา : วิเคราะห์โดยที่ปรึกษา

3) นำผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าใช้จ่ายที่อยู่บนฐานเดียวกันของอาคารรูปแบบต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน หากมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนค่าใช้จ่ายของอาคารรูปแบบใดมีค่าต่ำกว่า แสดงว่าทางเลือกนั้นมีความคุ้มค่ากว่า โดยจำแนกตามอัตราคิดลดเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 3.75, 6, 9 และ 12 ซึ่งพบว่า**รูปแบบอาคารเขียวมาตรฐาน scenario 2 มีความคุ้มค่ามากที่สุด** ดังนี้

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า (VfM) ของอาคารในอัตราคิดลดร้อยละ 3.75 และร้อยละ 6

หน่วย : ล้านบาท

รายการ	อัตราคิดลดร้อยละ 3.75				อัตราคิดลดร้อยละ 6			
	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน		อาคารเขียวขั้นสูง	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน		อาคารเขียวขั้นสูง
		scenario				scenario		
		1	2			1	2	
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (raw cost)	780.49	765.29	742.22	786.31	745.18	733.89	718.68	758.06
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	93.06	93.06	116.33	-	78.48	78.48	98.10
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (neutralization base)	780.49	672.23	649.16	669.98	745.18	655.41	640.20	659.96
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	108.26	131.33	110.51	-	89.77	104.98	85.21

ที่มา : วิเคราะห์โดยที่ปรึกษา

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า (VfM) ของอาคารในอัตราคิดลดร้อยละ 9 และร้อยละ 12

หน่วย : ล้านบาท

รายการ	อัตราคิดลดร้อยละ 9				อัตราคิดลดร้อยละ 12			
	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน		อาคารเขียวขั้นสูง	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน		อาคารเขียวขั้นสูง
		scenario				scenario		
		1	2			1	2	
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (raw cost)	710.65	705.64	695.65	730.43	685.88	685.59	679.13	710.61
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	64.23	64.23	80.28	-	54.00	54.00	67.50
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (neutralization base)	710.65	641.41	631.43	650.15	685.88	631.59	625.13	643.11
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	69.24	79.23	60.50	-	54.29	60.75	42.78

ที่มา : วิเคราะห์โดยที่ปรึกษา

2.4 สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า (value for money)

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่าการทำ**อาคารเขียวมาตรฐาน scenario 2** มีความคุ้มค่ามากที่สุดในทุกๆ ช่วงอัตราคิดลดที่นำมาทดสอบ เนื่องจากมีมูลค่าต้นทุนโครงการโดยเปรียบเทียบตลอดอายุโครงการต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอาคารรูปแบบอื่น สำหรับอาคารเขียวขั้นสูงนั้นพบว่าแม้จะเกิดการประหยัดต้นทุนและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอาคารเดิมในทุกๆ ช่วงอัตราคิดลดที่นำมาทดสอบ แต่จะมีต้นทุนและค่าใช้จ่ายสูงกว่าหรือเกิดผลประหยัดน้อยกว่าอาคารเขียวมาตรฐาน

3. ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานออกแบบ

3.1 การปรับมาตรฐานของเกณฑ์การประเมินอาคารเดิมเพื่อให้คุ้มทุน

จากผลการศึกษารายการเกณฑ์ตามข้อ 1 ข้างต้น ทำให้เห็นว่ามีเกณฑ์ที่ไม่คุ้มทุน ได้แก่

เกณฑ์สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ ซึ่งมาตรฐานเดิมกำหนดโถสุขภัณฑ์ให้ใช้น้ำ 4.8 ลิตรต่อครั้ง (คือโถสุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียว) ซึ่งพบว่า ถ้าหากอาคารเดิมใช้โถสุขภัณฑ์ที่ใช้น้ำ 6.0 ลิตรต่อครั้ง จะไม่คุ้มทุนที่จะเปลี่ยน ดังนั้นจึงเห็นว่า เกณฑ์สำหรับอาคารเดิม การกำหนดมาตรฐานการใช้น้ำ 6.0 ลิตรต่อครั้ง น่าจะเพียงพอและยอมรับได้ เพราะ LEED และ TREES ก็ใช้ 6.0 ลิตรต่อครั้งสำหรับอาคารอ้างอิง

ส่วนเกณฑ์การเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงานนั้น หากคิดผลประหยัดเปรียบเทียบระหว่างการเติมอากาศแบบปรกติ กับการเติมอากาศที่มีเครื่อง energy recovery ventilator (ERV) อาจให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าการลงทุน แต่ว่าการใช้ ERV จะช่วยลดภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศให้น้อยลง ทำให้สามารลดขนาดของเครื่องปรับอากาศอากาศลงได้ด้วย ทำให้เงินลงทุนในการซื้อเครื่องปรับอากาศลดลงด้วย เมื่อนำเงินลงทุนของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงมารวมในการคำนวณผลตอบแทนที่ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 3.75 ต่อปี พบว่ามีค่า B/C เท่ากับ 1.96 ซึ่งมีความคุ้มค่าการลงทุน

3.2 การปรับปรุงเกณฑ์ในการออกแบบปรับปรุงอาคารที่มีอยู่เดิม

จากผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าของแนวทางต่างๆ ตามข้อ 2 ข้างต้น ที่ปรึกษาจึงเห็นว่าควรปรับเกณฑ์บังคับของอาคารเขียวประเภทอาคารเดิมให้สอดคล้องกับ scenario 2 ใน 3 เรื่องคือ

1) ปรับประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้สูงขึ้นเป็น 8 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้ต้องใช้หลอดไฟ LED เป็นส่วนใหญ่

2) ปรับเกณฑ์ประหยัดน้ำเป็น 6.0 ลิตรต่อครั้ง

ตารางคำนวณที่ 1 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (การลงทุนและการลงทุนทดแทน)

		รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9
หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**										
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**										
ML 1	การจัดพื้นที่สุขบุหรี่นอกอาคาร	5,000	5,000	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**										
AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**										
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	3,000,000	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**										
AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	910,760	630,950	0	0	0	0	93,270	0	0	0
AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	197,400	197,400	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3	**การเลือกวัสดุ**										
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	2,000,000	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0
AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**										
AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	294,030	201,440	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	962,540	806,320	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5	**ระบบปรับอากาศ**										
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	17,722,463	17,722,463	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	1,170,000	1,170,000	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.6	ตำแหน่งการวางทอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	1,872,646	1,872,646	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	2,433,300	2,433,300	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6	**ระบบระบายอากาศ**										
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	638,000	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,188,367	3,188,367	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**										
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**										
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	2,384,907	2,186,013	0	0	7,289	0	51,720	7,289	0	0
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**										
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**										
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	858,000	858,000	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**										
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**										
OM 1	การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2	การใช้พลังงาน										
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		39,998,254									

ตารางคำนวณที่ 1 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (การลงทุนและการลงทุนทดแทน)

		ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**											
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริจเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**											
ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**											
AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**											
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	0	1,500,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**											
AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3	**การเลือกวัสดุ**											
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**											
AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5	**ระบบปรับอากาศ**											
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6	**ระบบระบายอากาศ**											
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**											
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**											
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	7,289	51,720	0	7,289	0	0	59,009	0	0	7,289	0
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**											
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**											
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**											
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**											
OM 1	การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2	การใช้พลังงาน											
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางคำนวณที่ 2 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (ค่าใช้จ่าย)

		รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9
หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**										
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และเสร็จเรียบร้อยเพื่อการเรียนรู้และพัฒนากณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**										
ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**										
AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**										
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**										
AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3	**การเลือกวัสดุ**										
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**										
AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5	**ระบบปรับอากาศ**										
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	900,160	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	148,000	0	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000
AE 6	**ระบบระบายอากาศ**										
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**										
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**	0									
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**										
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**										
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	114,203	0	5,000	5,100	5,202	5,306	5,412	5,520	5,631	5,743
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**										
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**										
OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2	การใช้พลังงาน										
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1,162,363									

ตารางค่านวณที่ 2 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (ค่าใช้จ่าย)

		ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**											
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาอนาคตต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**											
ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**											
AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**											
AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**											
AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3	**การเลือกวัสดุ**											
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**											
AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5	**ระบบปรับอากาศ**											
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0
AE 6	**ระบบระบายอากาศ**											
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**											
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**											
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**											
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**											
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	5,858	5,975	6,095	6,217	6,341	6,468	6,597	6,729	6,864	7,001	7,141
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลแสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**											
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ และลดการใช้น้ำ พลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**											
OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2	การใช้พลังงาน											
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางคำนวณที่ 3 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (ผลประหยัดไฟฟ้าและน้ำประปา)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้			รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้	**หมวด 1**	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**											
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**											
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สุขบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**											
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**											
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) (kWh)	2,460,440	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**											
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	11,628	0	612	612	612	612	612	612	612	612	612
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	**การเลือกวัสดุ**											
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	618,738	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**											
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**											
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	12,730,940	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**											
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	1,602,540	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127
	AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**											
ไม่มี	**AE 7.1**	**ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**											
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**											
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**											
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	349,546	18,764	18,628	18,493	18,357	18,222	18,087	17,951	17,816	17,680	17,545
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**											
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**											
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OM 2	การใช้พลังงาน											
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		รวมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (kWh)	17,762,204	858,460	858,324	858,189	858,053	857,918	857,783	857,647	857,512	857,376	857,241
		รวมการประหยัดน้ำประปา (Cu.m.)	11,628	0	612	612	612	612	612	612	612	612	612

ตารางคำนวณที่ 3 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (ผลประหยัดไฟฟ้าและน้ำประปา)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้			ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
	หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**										
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริจเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**										
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สุขบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ลาดเชิง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**										
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**										
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) (kWh)	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022	123,022
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**										
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	612	612	612	612	612	612	612	612	612	612
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	**การเลือกวัสดุ**										
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937	30,937
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**										
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**										
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547	636,547
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**										
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127	80,127
	AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**										
ไม่มี	**AE 7.1**	**ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**										
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**										
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**										
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	17,410	17,274	17,139	17,003	16,868	16,733	16,597	16,462	16,326	16,191
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**										
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**										
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OM 2	การใช้พลังงาน										
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		รวมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (kWh)	857,106	856,970	856,835	856,699	856,564	856,429	856,293	856,158	856,022	855,887
		รวมการประหยัดน้ำประปา (Cu.m.)	612	612	612	612	612	612	612	612	612	612

ตารางคำนวณที่ 4 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (มูลค่าการประหยัด)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้			รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
ไฟฟ้า	**หมวด 1**	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**											
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	**การออกแบบพังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**											
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**											
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**											
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	13,310,980	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**											
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	183,839	0	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	**การเลือกวัสดุ**											
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	3,347,375	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**											
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**											
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	68,874,385	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**											
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	8,669,741	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487
	AE 7	**ระบบจัดการพลังงาน**											
ไม่มี	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**											
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**											
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**											
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	1,891,044	101,513	100,777	100,047	99,311	98,581	97,851	97,115	96,385	95,649	94,918
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**											
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**											
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2	การใช้พลังงาน											
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		รวมมูลค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (บาท)	96,093,526	4,811,637	4,810,902	4,810,171	4,809,435	4,808,705	4,807,975	4,807,239	4,806,509	4,805,773	4,805,043
		รวมมูลค่าการประหยัดน้ำประปา (บาท)	183,839	0	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676

ตารางคำนวณที่ 4 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (มูลค่าการประหยัด)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้			ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
	หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**										
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริจเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**										
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**										
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**										
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**										
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	**การเลือกวัสดุ**										
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369	167,369
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**										
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**										
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**										
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487
	AE 7	**ระบบจัดการพลังงาน**										
ไม่มี	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**										
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**										
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**										
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	94,188	93,452	92,722	91,986	91,256	90,526	89,790	89,059	88,324	87,593
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**										
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**										
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2	การใช้พลังงาน										
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		รวมมูลค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (บาท)	4,804,312	4,803,576	4,802,846	4,802,110	4,801,380	4,800,650	4,799,914	4,799,184	4,798,448	4,797,717
		รวมมูลค่าการประหยัดน้ำประปา (บาท)	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676	9,676

ตารางคำนวณที่ 5 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (มูลค่าการประหยัดสุทธิ)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้			รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9
	หมวด 1	**กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)**										
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริจเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	**การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)**										
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	-5,000	-5,000	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	**การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)**										
	AE 1	**การออกแบบเปลือกอาคาร**										
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	10,310,980	-834,451	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	**การออกแบบพื้นที่ใช้สอย**										
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	-726,921	-630,950	9,676	9,676	9,676	9,676	-83,594	9,676	9,676	9,676
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-197,400	-197,400	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	**การเลือกวัสดุ**										
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	1,347,375	-332,631	167,369	167,369	167,369	167,369	-332,631	167,369	167,369	167,369
	AE 4	**ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**										
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	-592,998	-368,418	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-294,030	-201,440	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-962,540	-806,320	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	**ระบบปรับอากาศ**										
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	51,151,922	-14,278,744	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	-1,170,000	-1,170,000	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-2,772,806	-1,917,654	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	-2,581,300	-2,433,300	0	0	0	-37,000	0	0	0	-37,000
	AE 6	**ระบบระบายอากาศ**										
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	-480,014	-480,014	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-121,372	-121,372	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-638,000	-638,000	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	5,481,374	-2,754,880	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487
	AE 7	**ระบบจัดการพลังงาน**										
ไม่มี	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	**ระบบจัดการพลังงาน**										
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	-1,026,994	-1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-2,384,907	-2,186,013	0	0	-7,289	0	-51,720	-7,289	0	0
	AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**										
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	-85,192	-85,192	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	-54,271	-54,271	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**										
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	918,841	-756,487	95,777	94,947	94,109	93,275	92,439	91,595	90,754	89,905
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	**การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)**										
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	**การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)**										
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OM 2	**การใช้พลังงาน**										
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

55,116,748

ตารางคำนวณที่ 5 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (มูลค่าการประหยัดสุทธิ)

ไฟฟ้า, น้ำ, สิ่งที่ประหยัดได้	หมวด 1	กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
ไม่มี	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริจเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 2	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)											
ไม่มี	ML 1	การจัดพื้นที่สุขุนทรีนอกอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 3	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)											
	AE 1	การออกแบบเปลือกอาคาร											
ไฟฟ้า	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	665,549	-834,451	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549	665,549
ไม่มี	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 2	การออกแบบพื้นที่ใช้สอย											
ไม่มี	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
น้ำ	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	9,676	-83,594	9,676	9,676	9,676	9,676	-83,594	9,676	9,676	9,676	9,676
ไม่มี	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 3	การเลือกวัสดุ											
ไม่มี	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	167,369	-332,631	167,369	167,369	167,369	167,369	-332,631	167,369	167,369	167,369	167,369
	AE 4	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง											
ไม่มี	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	0	-224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	0	-92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	0	-156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 5	ระบบปรับอากาศ											
ไฟฟ้า	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719	3,443,719
ไม่มี	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008	-45,008
ไม่มี	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	0	0	0	-37,000	0	0	0	-37,000	0	0	0
	AE 6	ระบบระบายอากาศ											
ไม่มี	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฟฟ้า	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487	433,487
	AE 7	ระบบจัดการพลังงาน											
ไม่มี	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 8	ระบบจัดการพลังงาน											
ไม่มี	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-7,289	-51,720	0	-7,289	0	0	-59,009	0	0	-7,289	0
	AE 9	ระบบสุขาภิบาล											
ไม่มี	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AE 10	การใช้พลังงานทดแทน											
ไฟฟ้า	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	89,060	88,213	87,357	86,505	85,645	84,788	83,928	83,060	82,195	81,322	80,452
ไม่มี	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 4	การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)											
ไม่มี	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	หมวด 5	การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)											
ไม่มี	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OM 2	การใช้พลังงาน											
ไม่มี	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 7	การจัดการขยะ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 8	การทำความสะอาด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไม่มี	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางคำนวณที่ 6 การวิเคราะห์ความคุ้มทุน การปรับปรุงอาคารสำนักงาน ก.พ. (อัตราผลตอบแทนการลงทุน)

		Discount Rate	3.75%			6%			9%			12%		
		ดัชนีวัดผลตอบแทน	NPV	IRR	B/C	NPV	IRR	B/C	NPV	IRR	B/C	NPV	IRR	B/C
มาตรการที่คุ้มทุน	หมวด 1	กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)												
No	DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	DP 5	การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสริมเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	หมวด 2	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)												
No	ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	-5,000	n.a.	n.a.	-5,000	n.a.	n.a.	-5,000	n.a.	n.a.	-5,000	n.a.	n.a.
No	ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	หมวด 3	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)												
	AE 1	การออกแบบเปลือกอาคาร												
Yes	AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	7,057,397	79.34%	3.78	5,754,230	79.34%	3.46	4,488,673	79.34%	3.10	3,584,875	79.34%	2.81
No	AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	AE 2	การออกแบบพื้นที่ใช้สอย												
No	AE 2.1	ห้องเก็บขยะรีไซเคิล	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	-696,955	n.a.	0.16	-683,684	n.a.	0.14	-669,975	n.a.	0.11	-659,675	n.a.	0.10
No	AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-197,400	n.a.	n.a.	-197,400	n.a.	n.a.	-197,400	n.a.	n.a.	-197,400	n.a.	n.a.
No	AE 2.5	การใช้ผนังเพดานดูดกลืนเสียง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.6	การกันเสียงระหว่างห้อง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.7	สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.8	พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 2.10	การเก็บรักษาผนังภายนอก พื้น และหลังคาของอาคารเดิม	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	AE 3	การเลือกวัสดุ												
No	AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 3.2	การเลือกวัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Yes	AE 3.3	วัสดุหลังคามีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	863,220	35.30%	1.56	673,430	35.30%	1.49	491,898	35.30%	1.42	364,121	35.30%	1.35
	AE 4	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง												
No	AE 4.1	ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 4.2	คุณภาพของหลอดไฟ LED	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนววิมหน้าต่าง	-523,832	n.a.	n.a.	-493,822	n.a.	n.a.	-463,283	n.a.	n.a.	-440,727	n.a.	n.a.
No	AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 4.5	การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor	-265,514	n.a.	n.a.	-253,142	n.a.	n.a.	-240,551	n.a.	n.a.	-231,252	n.a.	n.a.
No	AE 4.6	การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ	-914,427	n.a.	n.a.	-893,552	n.a.	n.a.	-872,309	n.a.	n.a.	-856,619	n.a.	n.a.
	AE 5	ระบบปรับอากาศ												
Yes	AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	31,926,712	23.69%	2.80	24,146,677	23.69%	2.36	16,542,939	23.69%	1.93	11,086,924	23.69%	1.63
No	AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
No	AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	-1,170,000	n.a.	n.a.	-1,170,000	n.a.	n.a.	-1,170,000	n.a.	n.a.	-1,170,000	n.a.	n.a.
No	AE 5.4	สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
No	AE 5.5	กำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
No	AE 5.6	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
No	AE 5.7	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-2,521,540	n.a.	n.a.	-2,419,859	n.a.	n.a.	-2,320,481	n.a.	n.a.	-2,249,173	n.a.	n.a.
No	AE 5.8	การใช้ระบบ UVGI	-2,537,112	n.a.	n.a.	-2,518,775	n.a.	n.a.	-2,500,555	n.a.	n.a.	-2,487,290	n.a.	n.a.
	AE 6	ระบบระบายอากาศ												
No	AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	-480,014	n.a.	n.a.	-480,014	n.a.	n.a.	-480,014	n.a.	n.a.	-480,014	n.a.	n.a.
No	AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30	-121,372	n.a.	n.a.	-121,372	n.a.	n.a.	-121,372	n.a.	n.a.	-121,372	n.a.	n.a.
No	AE 6.3	การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-638,000	n.a.	n.a.	-638,000	n.a.	n.a.	-638,000	n.a.	n.a.	-638,000	n.a.	n.a.
Yes	AE 6.4	ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,061,351	14.54%	1.96	2,082,019	14.54%	1.65	1,124,879	14.54%	1.35	438,089	14.54%	1.14
	AE 7	ระบบจัดการพลังงาน												
No	AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	AE 8	ระบบจัดการพลังงาน												
No	AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	-1,026,994	n.a.	n.a.	-1,026,994	n.a.	n.a.	-1,026,994	n.a.	n.a.	-1,026,994	n.a.	n.a.
No	AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-2,324,847	n.a.	n.a.	-2,299,913	n.a.	n.a.	-2,275,142	n.a.	n.a.	-2,257,122	n.a.	n.a.
	AE 9	ระบบสุขาภิบาล												
No	AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	-85,192	n.a.	n.a.	-85,192	n.a.	n.a.	-85,192	n.a.	n.a.	-85,192	n.a.	n.a.
No	AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
No	AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	-54,271	n.a.	n.a.	-54,271	n.a.	n.a.	-54,271	n.a.	n.a.	-54,271	n.a.	n.a.
No	AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.
	AE 10	การใช้พลังงานทดแทน												
Yes	AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	439,091	10.01%	1.47	243,640	10.01%	1.26	51,532	10.01%	1.06	-87,215	10.01%	0.90
No	AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	หมวด 4	การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)												
No	BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่น เข้าไปในระบบปรับอากาศ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	หมวด 5	การใช้และบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)												
No	OM 1	รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	OM 2	การใช้พลังงาน												
No	OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 3	การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 7	การจัดการขยะ	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 8	การทำความสะอาด	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
No	OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

5 มาตรการที่คุ้มทุน

หมายเหตุ n.a. หมายถึงเป็นรายการที่ไม่สามารถคำนวณดัชนีอัตราผลตอบแทนได้

ตารางคำนวณที่ 7.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 3.75%) : Scenario1

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					
1.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	570,299,949	570,299,949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
1.3 ค่าใช้จ่าย	295,821,105	0	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532
ไฟฟ้า (kWh)	*63,156,000*	*0*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*
มูลค่า (บาท)	282,938,880	0	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารรูปแบบเดิม	867,760,124	570,839,351	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	16,103,718	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	16,103,718	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารรูปแบบเดิม	780,494,143																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (ผ่านเกณฑ์บังคับ)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	574,132,912	572,632,912	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	21,647,572	20,043,514	0	0	5,216	0	93,270	5,216	534,186	0	5,216	317,850	0	5,216	0	534,186	98,486	0	0	5,216	0
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	241,383,832	0	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412	12,704,412
ไฟฟ้า (kWh)	*51,061,615*	*0*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*	*2,687,453*
มูลค่า (บาท)	228,756,037	0	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791	12,039,791
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	837,164,316	592,676,426	12,704,412	12,704,412	12,709,628	12,704,412	13,297,682	12,709,628	13,238,598	12,704,412	12,709,628	13,522,262	12,704,412	12,709,628	12,704,412	13,238,598	13,302,898	12,704,412	12,704,412	12,709,628	12,704,412
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	765,290,042																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
3.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	587,997,770	586,497,770	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
3.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	36,175,589	32,368,472	50,008	50,108	62,715	87,314	195,410	63,033	584,825	87,751	63,371	1,307,363	51,103	100,730	51,349	585,662	209,100	88,737	51,872	64,514	52,149
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. การควบคุมการ ปิด-เปิด ของโคม แบ่งเป็น 3 ระดับ	962,540	806,320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ sensor	294,030	201,440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- การใช้ระบบ UVGI	2,581,300	2,433,300	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0
ระบบระบายอากาศ																					
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การใช้ CO2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	1,276,000	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ระบบเติมอากาศแบบยืดระและประหยัดพลังงาน	3,188,367	3,188,367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบจัดการพลังงาน																					
1.ระบบ BMS ควบคุม	2,384,907	2,186,013	0	0	7,289	0	51,720	7,289	0	0	7,289	51,720	0	7,289	0	0	59,009	0	0	7,289	0
2. ระบบผลิตพลังงานแผงเซลแสงอาทิตย์	991,703	877,500	5,000	5100	5202	5306	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217	6341	6468	6597	6729	6864	7001	7141
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3 ค่าใช้จ่าย	231,896,622	0	12,199,624	12,200,234	12,200,838	12,201,448	12,202,052	12,202,657	12,203,266	12,203,871	12,204,481	12,205,085	12,205,690	12,206,299	12,206,904	12,207,514	12,208,118	12,208,723	12,209,332	12,209,937	12,210,546
ไฟฟ้า (kWh)	*48,943,935*	*0*	*2,574,778*	*2,574,914*	*2,575,049*	*2,575,185*	*2,575,320*	*2,575,455*	*2,575,591*	*2,575,726*	*2,575,862*	*2,575,997*	*2,576,132*	*2,576,268*	*2,576,403*	*2,576,539*	*2,576,674*	*2,576,809*	*2,576,945*	*2,577,080*	*2,577,216*
มูลค่า (บาท)	219,268,827	0	11,535,003	11,535,613	11,536,218	11,536,827	11,537,432	11,538,036	11,538,646	11,539,250	11,539,860	11,540,465	11,541,069	11,541,679	11,542,283	11,542,893	11,543,498	11,544,102	11,544,712	11,545,316	11,545,926
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวขั้นสูง	856,069,980	618,866,242	12,249,632	12,250,342	12,263,553	12,288,762	12,897,463	12,265,691	12,788,091	12,291,623	12,267,852	14,012,449	12,256,793	12,307,029	12,258,253	12,793,176	12,917,219	12,297,460	12,261,204	12,274,451	12,262,696
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวขั้นสูง	786,310,450																				

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	3.75%	3.75%	3.75%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	465,304,323
อาคารเขียวมาตรฐาน	558,365,188
อาคารเขียวขั้นสูง	581,630,404

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	780,494,143	765,290,042	786,310,450
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	93,060,865	116,326,081
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	780,494,143	672,229,178	669,984,369
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	108,264,965	110,509,773

ตารางคำนวณที่ 7.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 3.75%) : Scenario2

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (เลือกทำเฉพาะที่คุ้มทุน)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	579,301,759	577,801,759		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	26,462,787	24,722,423	45,008	45,008	50,224	45,008	45,008	50,224	359,676	45,008	50,224	269,588	45,008	50,224	45,008	359,676	50,224	45,008	45,008	50,224	45,008
ค่าหลอดไฟ (เปลี่ยนฟลูออเรสเซนต์เป็น LED)	2,475,436	1,814,804	0	0	5,216			5,216	314,668		5,216			5,216		314,668	5,216			5,216	
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	18,673,712	18,673,712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	194,622,193	0	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273
ไฟฟ้า (kWh)	*40,566,957*	*0*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*
มูลค่า (บาท)	181,739,967	0	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	800,386,739	602,524,182	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,788,281	10,293,497	10,602,949	10,288,281	10,293,497	11,012,861	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,602,949	10,793,497	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	742,223,229																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
(ดูรายละเอียดในตารางคำนวณที่ 7.1)																					

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	3.75%	3.75%	3.75%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	465,304,323
อาคารเขียวมาตรฐาน	558,365,188
อาคารเขียวขั้นสูง	581,630,404

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	780,494,143	742,223,229	786,310,450
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	93,060,865	116,326,081
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	780,494,143	649,162,364	669,984,369
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	131,331,778	110,509,773

ตารางคำนวณที่ 8.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 6%) : Scenario1

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					
1.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	570,299,949	570,299,949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
1.3 ค่าใช้จ่าย	295,821,105	0	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532
ไฟฟ้า (kWh)	*63,156,000*	*0*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*
มูลค่า (บาท)	282,938,880	0	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารรูปแบบเดิม	867,760,124	570,839,351	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	16,103,718	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	16,103,718	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารรูปแบบเดิม	745,175,276																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (ผ่านเกณฑ์บังคับ)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	574,132,912	572,632,912		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	22,207,192	20,043,514	0	0	5,216	0	279,810	5,216	534,186	0	5,216	504,390	0	5,216	0	534,186	285,026	0	0	5,216	0
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความร่	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การล็อกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	1,295,920	456,490	0	0	0	0	279,810	0	0	0	0	279,810	0	0	0	0	279,810	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	236,912,526	0	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080
ไฟฟ้า (kWh)	*50,063,556*	*0*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*
มูลค่า (บาท)	224,284,731	0	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	833,252,630	592,676,426	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,248,890	12,474,296	13,003,266	12,469,080	12,474,296	13,473,470	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,003,266	13,254,106	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	733,886,105																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านเทกเกณฑ์)																					
3.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	587,997,770	586,497,770		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
3.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	36,175,589	32,368,472	50,008	50,108	62,715	87,314	195,410	63,033	584,825	87,751	63,371	1,307,363	51,103	100,730	51,349	585,662	209,100	88,737	51,872	64,514	52,149
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. การควบคุมการ ปิด-เปิด ของโคม แบ่งเป็น 3 ระดับ	962,540	806,320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ sensor	294,030	201,440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- การใช้ระบบ UVGI	2,581,300	2,433,300	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0
ระบบระบายอากาศ																					
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความร่	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การใช้ CO2 sensor ควบคุมปริมาณเอาอากาศนำเข้า	1,276,000	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ระบบเดินอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,188,367	3,188,367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบจัดการพลังงาน																					
1.ระบบ BMS ควบคุม	2,384,907	2,186,013	0	0	7,289	0	51,720	7,289	0	0	7,289	51,720	0	7,289	0	0	59,009	0	0	7,289	0
2. ระบบผลิตพลังงานแสงเซลแสงอาทิตย์	991,703	877,500	5,000	5100	5202	5306	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217	6341	6468	6597	6729	6864	7001	7141
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การล็อกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3 ค่าใช้จ่าย	231,896,622	0	12,199,624	12,200,234	12,200,838	12,201,448	12,202,052	12,202,657	12,203,266	12,203,871	12,204,481	12,205,085	12,205,690	12,206,299	12,206,904	12,207,514	12,208,118	12,208,723	12,209,332	12,209,937	12,210,546
ไฟฟ้า (kWh)	*48,943,935*	*0*	*2,574,778*	*2,574,914*	*2,575,049*	*2,575,185*	*2,575,320*	*2,575,455*	*2,575,591*	*2,575,726*	*2,575,862*	*2,575,997*	*2,576,132*	*2,576,268*	*2,576,403*	*2,576,539*	*2,576,674*	*2,576,809*	*2,576,945*	*2,577,080*	*2,577,216*
มูลค่า (บาท)	219,268,827	0	11,535,003	11,535,613	11,536,218	11,536,827	11,537,432	11,538,036	11,538,646	11,539,250	11,539,860	11,540,465	11,541,069	11,541,679	11,542,283	11,542,893	11,543,498	11,544,102	11,544,712	11,545,316	11,545,926
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวขั้นสูง	856,069,980	618,866,242	12,249,632	12,250,342	12,263,553	12,288,762	12,897,463	12,265,691	12,788,091	12,291,623	12,267,852	14,012,449	12,256,793	12,307,029	12,258,253	12,793,176	12,917,219	12,297,460	12,261,204	12,274,451	12,262,696
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวขั้นสูง	758,058,826																				

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	6.00%	6.00%	6.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	392,391,052
อาคารเขียวมาตรฐาน	470,869,262
อาคารเขียวขั้นสูง	490,488,815

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	745,175,276	733,886,105	758,058,826
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	78,478,210	98,097,763
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	745,175,276	655,407,894	659,961,063
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	89,767,382	85,214,213

ตารางคำนวณที่ 8.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 6%) : Scenario2

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวชั้นมาตรฐาน (เลือกทำเฉพาะที่คุ้มทุน)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	579,301,759	577,801,759		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	26,462,787	24,722,423	45,008	45,008	50,224	45,008	45,008	50,224	359,676	45,008	50,224	269,588	45,008	50,224	45,008	359,676	50,224	45,008	45,008	50,224	45,008
ค่าหลอดไฟ (เปลี่ยนฟลูออเรสเซนต์เป็น LED)	2,475,436	1,814,804	0	0	5,216			5,216	314,668		5,216			5,216		314,668	5,216			5,216	
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	18,673,712	18,673,712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	194,622,193	0	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273
ไฟฟ้า (kWh)	*40,566,957*	*0*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*
มูลค่า (บาท)	181,739,967	0	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	800,386,739	602,524,182	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,788,281	10,293,497	10,602,949	10,288,281	10,293,497	11,012,861	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,602,949	10,793,497	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	718,675,076																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวชั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
(ดูรายละเอียดในตารางคำนวณที่ 8.1)																					

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวชั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	6.00%	6.00%	6.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวชั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	392,391,052
อาคารเขียวมาตรฐาน	470,869,262
อาคารเขียวชั้นสูง	490,488,815

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวชั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	745,175,276	718,675,076	758,058,826
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	78,478,210	98,097,763
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	745,175,276	640,196,866	659,961,063
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	104,978,410	85,214,213

ตารางคำนวณที่ 9.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 9%) : Scenario1

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					
1.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	570,299,949	570,299,949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
1.3 ค่าใช้จ่าย	295,821,105	0	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532
ไฟฟ้า (kWh)	*63,156,000*	*0*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*
มูลค่า (บาท)	282,938,880	0	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารรูปแบบเดิม	867,760,124	570,839,351	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	16,103,718	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	16,103,718	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารรูปแบบเดิม	710,654,451																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (ผ่านเกณฑ์บังคับ)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	574,132,912	572,632,912	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	21,647,572	20,043,514	0	0	5,216	0	93,270	5,216	534,186	0	5,216	317,850	0	5,216	0	534,186	98,486	0	0	5,216	0
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของพลอตที่อยู่ตามแบริเบทหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	236,912,526	0	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080
ไฟฟ้า (kWh)	*50,063,556*	*0*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*
มูลค่า (บาท)	224,284,731	0	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	832,693,010	592,676,426	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,062,350	12,474,296	13,003,266	12,469,080	12,474,296	13,286,930	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,003,266	13,067,566	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐา	705,636,057																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
3.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	587,997,770	586,497,770	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
3.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	36,175,589	32,368,472	50,008	50,108	62,715	87,314	195,410	63,033	584,825	87,751	63,371	1,307,363	51,103	100,730	51,349	585,662	209,100	88,737	51,872	64,514	52,149
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของพลอตที่อยู่ตามแบริเบทหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. การควบคุมการ ปิด-เปิด ของโคม แบ่งเป็น 3 ระดับ	962,540	806,320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ sensor	294,030	201,440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- การใช้ระบบ UVGI	2,581,300	2,433,300	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0
ระบบระบายอากาศ																					
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การใช้ CO2 sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	1,276,000	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,188,367	3,188,367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบจัดการพลังงาน																					
1.ระบบ BMS ควบคุม	2,384,907	2,186,013	0	0	7,289	0	51,720	7,289	0	0	7,289	51,720	0	7,289	0	0	59,009	0	0	7,289	0
2. ระบบผลิตพลังงานแผงเซลแสงอาทิตย์	991,703	877,500	5,000	5100	5202	5306	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217	6341	6468	6597	6729	6864	7001	7141
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3 ค่าใช้จ่าย	231,896,622	0	12,199,624	12,200,234	12,200,838	12,201,448	12,202,052	12,202,657	12,203,266	12,203,871	12,204,481	12,205,085	12,205,690	12,206,299	12,206,904	12,207,514	12,208,118	12,208,723	12,209,332	12,209,937	12,210,546
ไฟฟ้า (kWh)	*48,943,935*	*0*	*2,574,778*	*2,574,914*	*2,575,049*	*2,575,185*	*2,575,320*	*2,575,455*	*2,575,591*	*2,575,726*	*2,575,862*	*2,575,997*	*2,576,132*	*2,576,268*	*2,576,403*	*2,576,539*	*2,576,674*	*2,576,809*	*2,576,945*	*2,577,080*	*2,577,216*
มูลค่า (บาท)	219,268,827	0	11,535,003	11,535,613	11,536,218	11,536,827	11,537,432	11,538,036	11,538,646	11,539,250	11,539,860	11,540,465	11,541,069	11,541,679	11,542,283	11,542,893	11,543,498	11,544,102	11,544,712	11,545,316	11,545,926
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวขั้นสูง	856,069,980	618,866,242	12,249,632	12,250,342	12,263,553	12,288,762	12,897,463	12,265,691	12,788,091	12,291,623	12,267,852	14,012,449	12,256,793	12,307,029	12,258,253	12,793,176	12,917,219	12,297,460	12,261,204	12,274,451	12,262,696
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวขั้นสูง	730,434,642																				

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	9.00%	9.00%	9.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	321,130,004
อาคารเขียวมาตรฐาน	385,356,005
อาคารเขียวขั้นสูง	401,412,505

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	710,654,451	705,636,057	730,434,642
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	64,226,001	80,282,501
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	710,654,451	641,410,057	650,152,141
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	69,244,394	60,502,310

ตารางคำนวณที่ 9.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 9%) : Scenario2

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					
	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (เลือกทำเฉพาะที่คุ้มทุน)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	579,301,759	577,801,759		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	26,462,787	24,722,423	45,008	45,008	50,224	45,008	45,008	50,224	359,676	45,008	50,224	269,588	45,008	50,224	45,008	359,676	50,224	45,008	45,008	50,224	45,008
ค่าหลอดไฟ (เปลี่ยนฟลูออเรสเซนต์เป็น LED)	2,475,436	1,814,804	0	0	5,216			5,216	314,668		5,216			5,216		314,668	5,216			5,216	
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	18,673,712	18,673,712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีผลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีผลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	194,622,193	0	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273
ไฟฟ้า (kWh)	*40,566,957*	*0*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*
มูลค่า (บาท)	181,739,967	0	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	800,386,739	602,524,182	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,788,281	10,293,497	10,602,949	10,288,281	10,293,497	11,012,861	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,602,949	10,793,497	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	695,654,015																				
	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
(ดูรายละเอียดในตารางคำนวณที่ 9.1)																					

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	9.00%	9.00%	9.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	321,130,004
อาคารเขียวมาตรฐาน	385,356,005
อาคารเขียวขั้นสูง	401,412,505

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	710,654,451	695,654,015	730,434,642
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	64,226,001	80,282,501
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	710,654,451	631,428,014	650,152,141
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	79,226,437	60,502,310

ตารางคำนวณที่ 10.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 12%) : Scenario1

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					
1.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	570,299,949	570,299,949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
1.3 ค่าใช้จ่าย	295,821,105	0	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532	15,569,532
ไฟฟ้า (kWh)	*63,156,000*	*0*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*	*3,324,000*
มูลค่า (บาท)	282,938,880	0	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520	14,891,520
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*	*42,885*
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารรูปแบบเดิม	867,760,124	570,839,351	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	16,103,718	15,569,532	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532	16,103,718	15,574,748	15,569,532	15,569,532	15,574,748	15,569,532
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารรูปแบบเดิม	685,883,198																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (ผ่านเกณฑ์บังคับ)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	574,132,912	572,632,912	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	21,647,572	20,043,514	0	0	5,216	0	93,270	5,216	534,186	0	5,216	317,850	0	5,216	0	534,186	98,486	0	0	5,216	0
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความร้อน	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	236,912,526	0	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080	12,469,080
ไฟฟ้า (kWh)	*50,063,556*	*0*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*	*2,634,924*
มูลค่า (บาท)	224,284,731	0	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460	11,804,460
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	832,693,010	592,676,426	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,062,350	12,474,296	13,003,266	12,469,080	12,474,296	13,286,930	12,469,080	12,474,296	12,469,080	13,003,266	13,067,566	12,469,080	12,469,080	12,474,296	12,469,080
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	685,591,390																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
3.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	587,997,770	586,497,770	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
3.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	36,175,589	32,368,472	50,008	50,108	62,715	87,314	195,410	63,033	584,825	87,751	63,371	1,307,363	51,103	100,730	51,349	585,662	209,100	88,737	51,872	64,514	52,149
ค่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	1,639,070	539,402	0	0	5,216	0	0	5,216	534,186	0	5,216	0	0	5,216		534,186	5,216	0	0	5,216	0
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. การควบคุมการ ปิด-เปิด ของโคม แบ่งเป็น 3 ระดับ	962,540	806,320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156,220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. การควบคุมความส่องสว่างโดยใช้ sensor	294,030	201,440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,590	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	16,807,733	16,807,733	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- การใช้ระบบ UVGI	2,581,300	2,433,300	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0	37,000	0	0	0
ระบบระบายอากาศ																					
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความร้อน	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การใช้ CO2 sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	1,276,000	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	3,188,367	3,188,367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบจัดการพลังงาน																					
1.ระบบ BMS ควบคุม	2,384,907	2,186,013	0	0	7,289	0	51,720	7,289	0	0	7,289	51,720	0	7,289	0	0	59,009	0	0	7,289	0
2. ระบบผลิตพลังงานแผงเซลแสงอาทิตย์	991,703	877,500	5,000	5100	5202	5306	5412	5520	5631	5743	5858	5975	6095	6217	6341	6468	6597	6729	6864	7001	7141
ระบบสุขาภิบาล																					
1.การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	736,300	456,490	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0	93,270	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3 ค่าใช้จ่าย	231,896,622	0	12,199,624	12,200,234	12,200,838	12,201,448	12,202,052	12,202,657	12,203,266	12,203,871	12,204,481	12,205,085	12,205,690	12,206,299	12,206,904	12,207,514	12,208,118	12,208,723	12,209,332	12,209,937	12,210,546
ไฟฟ้า (kWh)	*48,943,935*	*0*	*2,574,778*	*2,574,914*	*2,575,049*	*2,575,185*	*2,575,320*	*2,575,455*	*2,575,591*	*2,575,726*	*2,575,862*	*2,575,997*	*2,576,132*	*2,576,268*	*2,576,403*	*2,576,539*	*2,576,674*	*2,576,809*	*2,576,945*	*2,577,080*	*2,577,216*
มูลค่า (บาท)	219,268,827	0	11,535,003	11,535,613	11,536,218	11,536,827	11,537,432	11,538,036	11,538,646	11,539,250	11,539,860	11,540,465	11,541,069	11,541,679	11,542,283	11,542,893	11,543,498	11,544,102	11,544,712	11,545,316	11,545,926
น้ำ (Cu.m.)	*798,722*	*0*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*	*42,038*
มูลค่า (บาท)	12,627,795	0	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621	664,621
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวขั้นสูง	856,069,980	618,866,242	12,249,632	12,250,342	12,263,553	12,288,762	12,897,463	12,265,691	12,788,091	12,291,623	12,267,852	14,012,449	12,256,793	12,307,029	12,258,253	12,793,176	12,917,219	12,297,460	12,261,204	12,274,451	12,262,696
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวขั้นสูง	710,606,237																				

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	12.00%	12.00%	12.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	269,997,082
อาคารเขียวมาตรฐาน	323,996,499
อาคารเขียวขั้นสูง	337,496,353

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	685,883,198	685,591,390	710,606,237
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	53,999,416	67,499,271
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	685,883,198	631,591,974	643,106,967
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	54,291,224	42,776,231

ตารางคำนวณที่ 10.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของอาคารสำนักงาน ก.พ. (Discount rate = 12%) : Scenario2

(ประมาณการด้วยราคาปีปัจจุบัน 2561)

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
1 อาคารรูปแบบเดิม																					

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
2 อาคารเขียวขั้นมาตรฐาน (เลือกทำเฉพาะที่คุ้มทุน)																					
2.1 ค่าก่อสร้างตัวอาคาร	579,301,759	577,801,759		0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0	500,000	0	0	0	0
2.2 ค่าลงทุนองค์ประกอบอื่นๆ	26,462,787	24,722,423	45,008	45,008	50,224	45,008	45,008	50,224	359,676	45,008	50,224	269,588	45,008	50,224	45,008	359,676	50,224	45,008	45,008	50,224	45,008
ค่าหลอดไฟ (เปลี่ยนฟลูออเรสเซนต์เป็น LED)	2,475,436	1,814,804	0	0	5,216			5,216	314,668		5,216			5,216		314,668	5,216			5,216	
ระบบไฟฟ้า																					
1. การ ปิด-เปิด ของหลอดที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	592,998	368,418	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224,580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	1,026,994	1,026,994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบปรับอากาศ																					
- ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	18,673,712	18,673,712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	225,000	225,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	2,727,798	1,872,646	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008	45,008
- ช่องนำอากาศเข้าไม่อยู่ในตำแหน่งที่มีมลพิษหรือความ	480,014	480,014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- อัตราการระบายอากาศ	121,372	121,372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ระบบสุขาภิบาล																					
1.มาตรวัดน้ำประจำอาคาร	85,192	85,192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.มาตรวัดน้ำย่อยประจำอาคาร	54,271	54,271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3 ค่าใช้จ่าย	194,622,193	0	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273	10,243,273
ไฟฟ้า (kWh)	*40,566,957*	*0*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*	*2,135,103*
มูลค่า (บาท)	181,739,967	0	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261	9,565,261
น้ำ (Cu.m.)	*814,815*	*0*	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885	42,885
มูลค่า (บาท)	12,882,225	0	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012	678,012
รวมต้นทุนและค่าใช้จ่ายของอาคารเขียวมาตรฐาน	800,386,739	602,524,182	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,788,281	10,293,497	10,602,949	10,288,281	10,293,497	11,012,861	10,288,281	10,293,497	10,288,281	10,602,949	10,793,497	10,288,281	10,288,281	10,293,497	10,288,281
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายอาคารเขียวมาตรฐาน	679,131,657																				

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
3 อาคารเขียวขั้นสูง (ผ่านทุกเกณฑ์)																					
(ดูรายละเอียดในตารางคำนวณที่ 10.1)																					

4 สมมติฐาน/ข้อกำหนดเพิ่มเติม	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
พื้นที่ใช้สอย (เพื่อประเมินค่าเช่า) ตร.ม.	16,300	16,300	16,300
ประเมินราคาค่าเช่าพื้นที่ (บาทต่อ ตร.ม. ต่อปี)	1,980	2,376	2,475
อัตราคิดลด (Discount Rate)	12.00%	12.00%	12.00%

	รวม 20 ปี	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15	ปีที่ 16	ปีที่ 17	ปีที่ 18	ปีที่ 19	ปีที่ 20
5 มูลค่าของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร																					
อาคารรูปแบบเดิม	645,480,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000	32,274,000
อาคารเขียวมาตรฐาน	774,576,000	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800	38,728,800
อาคารเขียวขั้นสูง	806,850,000	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500	40,342,500

6 มูลค่าปัจจุบันของพื้นที่ใช้สอยของอาคาร	บาท
อาคารรูปแบบเดิม	269,997,082
อาคารเขียวมาตรฐาน	323,996,499
อาคารเขียวขั้นสูง	337,496,353

7 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐา	อาคารเขียวขั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (Raw Cost)	685,883,198	679,131,657	710,606,237
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	53,999,416	67,499,271
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (Neutralization Base)	685,883,198	625,132,240	643,106,967
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	60,750,958	42,776,231

ตารางที่ 11 รายละเอียดการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่า

ต้นทุนพื้นฐาน (Raw Cost)

	ค่าลงทุนและค่าลงทุนทดแทน		ค่าใช้จ่าย		รวมต้นทุนและค่าใช้จ่าย	
รูปแบบอาคาร	จำนวน (บาท)	เพิ่มขึ้น/ลดลง	จำนวน (บาท)	เพิ่มขึ้น/ลดลง	จำนวน (บาท)	เพิ่มขึ้น/ลดลง
อาคารรูปแบบเดิม	571,939,019	-	295,821,105	-	867,760,124	-
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	595,780,484	4.17%	241,383,832	-18.40%	837,164,316	-3.53%
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	605,764,546	5.91%	194,622,193	-41.92%	800,386,739	-7.76%
อาคารเขียวชั้นสูง	618,866,242	8.20%	231,896,622	-21.61%	850,762,864	-1.96%

มูลค่าปัจจุบันต้นทุนพื้นฐาน (Raw Cost)

	อัตราคิดลด			
รูปแบบอาคาร	ร้อยละ 3.75	ร้อยละ 6	ร้อยละ 9	ร้อยละ 12
อาคารรูปแบบเดิม	780,494,143	745,175,276	710,654,451	685,883,198
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	765,290,042	733,886,105	705,636,057	685,591,390
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	742,223,229	718,675,076	695,654,015	679,131,657
อาคารเขียวชั้นสูง	786,310,450	758,058,826	730,434,642	710,606,237

มูลค่าปัจจุบันของอาคาร

รูปแบบอาคาร	อัตราคิดลด			
	ร้อยละ 3.75	ร้อยละ 6	ร้อยละ 9	ร้อยละ 12
อาคารรูปแบบเดิม	465,304,323	392,391,052	321,130,004	269,997,082
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	558,365,188	470,869,262	385,356,005	323,996,499
อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	558,365,188	470,869,262	385,356,005	323,996,499
อาคารเขียวชั้นสูง	581,630,404	490,488,815	401,412,505	337,496,353

สรุปการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

	อัตราคิดลดร้อยละ 3.75				อัตราคิดลดร้อยละ 6				อัตราคิดลดร้อยละ 9				อัตราคิดลดร้อยละ 12			
รายการ	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	อาคารเขียวชั้นสูง	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	อาคารเขียวชั้นสูง	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	อาคารเขียวชั้นสูง	อาคารรูปแบบเดิม	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario1	อาคารเขียวมาตรฐาน scenario2	อาคารเขียวชั้นสูง
ต้นทุนก่อสร้างอาคารและค่าใช้จ่าย (raw cost)	780.49	765.29	742.22	786.31	745.18	733.89	718.68	758.06	710.65	705.64	695.65	730.43	685.88	685.59	679.13	710.61
ลบด้วย มูลค่าที่เพิ่มขึ้นของอาคาร	-	93.06	93.06	116.33	-	78.48	78.48	98.10	-	64.23	64.23	80.28	-	54.00	54.00	67.50
มูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (neutralization base)	780.49	672.23	649.16	669.98	745.18	655.41	640.20	659.96	710.65	641.41	631.43	650.15	685.88	631.59	625.13	643.11
การประหยัดของต้นทุนเทียบกับอาคารรูปแบบเดิม (VfM)	-	108.26	131.33	110.51	-	89.77	104.98	85.21	-	69.24	79.23	60.50	-	54.29	60.75	42.78

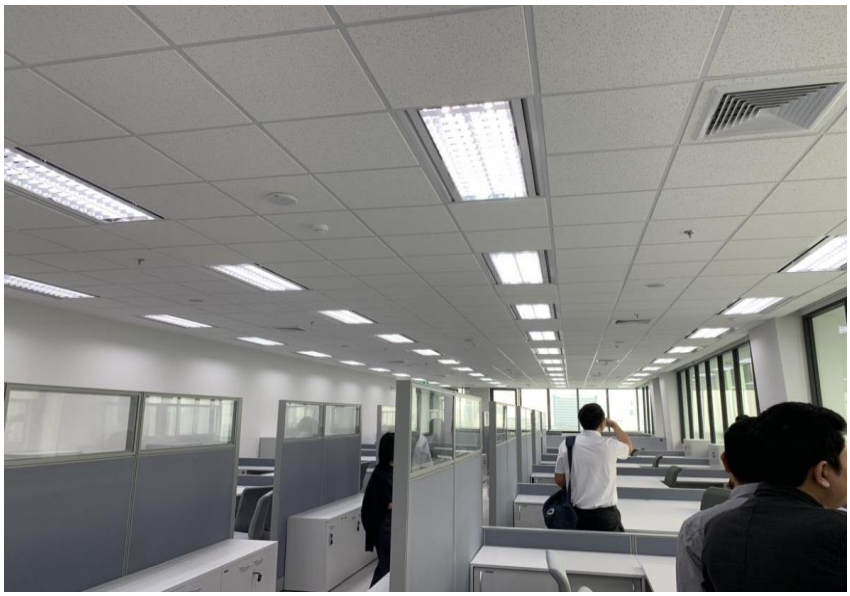
ภาคผนวก 6
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ
เปรียบเทียบกับเกณฑ์อาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

G-GOODs : RV

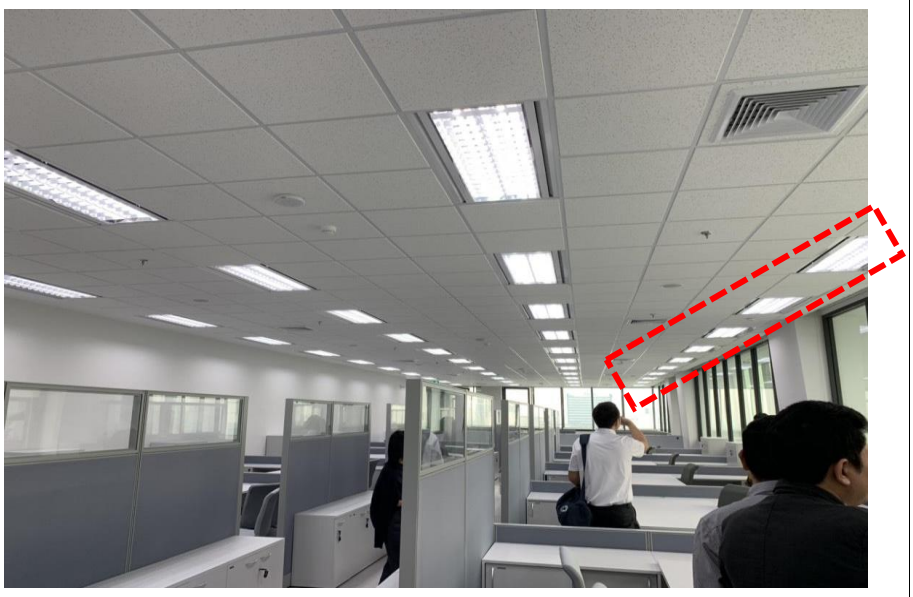
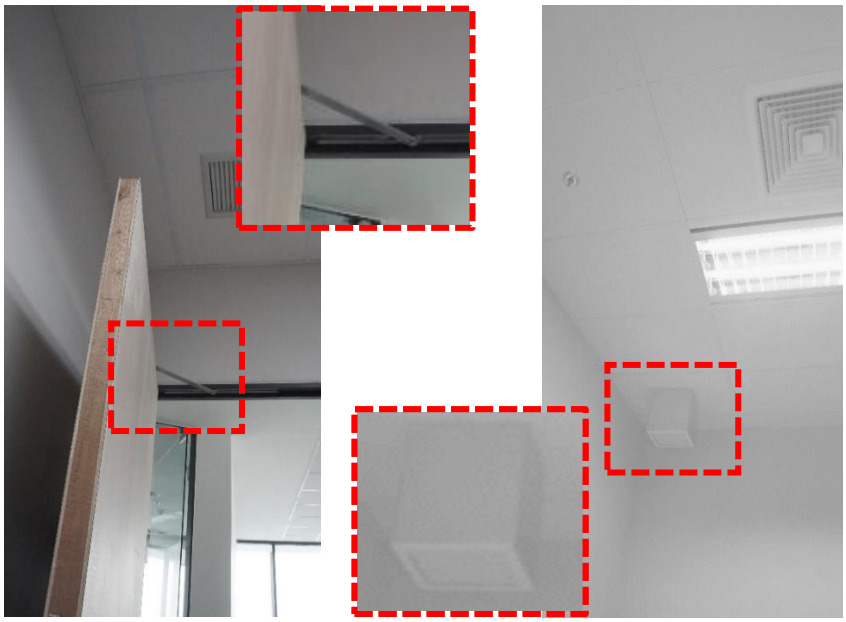
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร A ชั้น 6 (ศูนย์ประชุม)	
1) ห้องประชุมขนาดใหญ่ ห้อง Theater โถงหน้าห้อง : การใช้วัสดุพรม กาว ที่เป็น Low VOC (TREES : IE 2) 	AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ (บังคับ)
2) ห้องประชุมขนาดเล็ก : การใช้วัสดุพรม กาว ที่เป็น low VOC 	

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร A ชั้น 9 (สำนักงาน) : ห้องทำงาน	
3) การลดความร้อนผ่านผนังโดยการทำ double skin facade (DSF) ซึ่งประกอบด้วย ผนังกระจก 2 ชั้น และให้ exhaust air จากห้องปรับอากาศ ซึ่งเย็นไปผ่านช่องว่างนี้ ก่อนทิ้งสู่ภายนอกเพื่อลดความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร	AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) (บังคับ)
4) ฝ้าเพดานทั้งหมดเป็นฝ้าอะคูสติก 	AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
5) การแยกสวิตช์เปิด-ปิดหลอดไฟแถวริมหน้าต่าง 	AE 4.3 การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร A ชั้น 9 (สำนักงาน) : ห้องถ่ายเอกสาร	
6) การใช้ประตูแบบ self closing door การออกแบบให้ห้องมีความดันเป็นลบ (TREES : IE 1.2) 	AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ (บังคับ)

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร A ชั้นใต้ดิน และภายในอาคารชั้น 1	
7) ชั้นใต้ดิน พื้นที่เช่า : การออกแบบให้สามารถได้แสงธรรมชาติ และมองเห็นต้นไม้ (TREES : IE 4) 	
8) ภายในอาคาร โถงลิฟต์ : destination control (TREES : EA 1) 	AE 7.1 ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
9) ภายในอาคารชั้น 1 ประตูทางเข้า : พรมดักฝุ่นแบบตะแกรงระหว่างประตู 2 ชั้น (TREES : IE 1.3) 	AE 2.4 ระบบดักฝุ่นทางเข้า
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร A งานภูมิทัศน์ภายนอกอาคาร	
10) การมีพื้นที่เปิดโล่งมากกว่าที่กฎหมายกำหนด โครงการมีพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศร้อยละ 94.2 ของพื้นที่ฐานอาคาร และมีพื้นที่สีเขียวร้อยละ 40 ของพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ (เกณฑ์ TREES กำหนดพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ฐานอาคารและพื้นที่สีเขียวไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ) (TREES : SL P2) 	ML 5 ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง

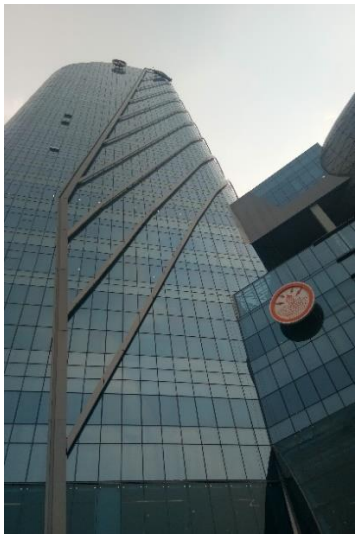
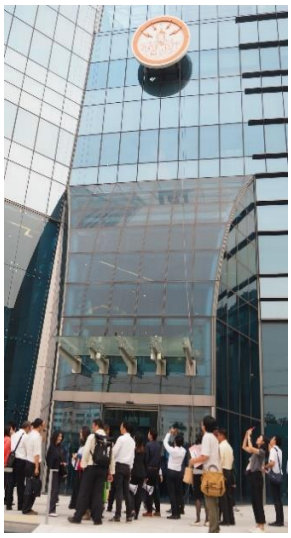
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
11) การใช้ vertical garden wall เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่สีเขียว 	ไม่มี
12) การลดพื้นที่ดาดแข็งโดยแทรกพื้นที่ซึมน้ำปลูกหญ้า ต้นไม้ เพื่อลดปรากฏการณ์เกาะร้อน (TREES : SL 5.2)	ML 4 การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ
13) นำน้ำที่ใช้แล้วภายในอาคาร บำบัดและหมุนเวียนกลับมาใช้รดน้ำต้นไม้ในโครงการ (grey water reuse) 	AE 9.4 การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค
14) พื้นที่สูบบุหรี่ภายนอกอาคารห่างจากทางเข้า-ออกหลัก ไม่น้อยกว่า 10 เมตร (TREES : IE 1.4)	ML 1 การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร (บังคับ)

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร B ชั้น 1-2 พื้นที่ส่วนกลาง	
15) พื้นที่ใช้สอยอื่นๆ เพื่อคุณภาพชีวิตของพนักงาน 15.1) ห้องอาหาร 15.2) สถานพยาบาล 15.3) Fitness 15.4) Nursery 15.5) ร้านค้า	ไม่มี
ตำแหน่งที่ดูงาน : อาคาร B ชั้น 3 ที่จอดรถ	
16) การจัดที่จอดรถ eco car พร้อมที่ชาร์จประจุรถยนต์ไฟฟ้า (EV charger) (TREES : SL 2) 	ไม่มี

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : กรอบอาคาร การใช้ผนังกระจก	
17) ใช้กระจกที่มีค่าการสะท้อนแสงไม่เกินร้อยละ 15 ชนิด low-e laminated and insulated glass เพื่อช่วยกันความร้อนและลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร (TREES : EP 3, EA 1)  	AE 1.2 ค่าการสะท้อนแสงของกระจก
ตำแหน่งที่ดูงาน : ห้องน้ำ	
18) มีระบบ motion sensor (TREES : EA 1)	AE 4.5 การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor
19) ใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำร้อยละ 100 (TREES : WC 1.1, 1.2)	AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ (บังคับ)
ตำแหน่งที่ดูงาน : งานระบบอาคาร	
20) การใช้ระบบ BAS (building automation system) (TREES : GI 5)	AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม
21) การติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยเพื่อควบคุมและจัดการน้ำในแต่ละพื้นที่ (TREES : WC 1.3)	AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
22) การติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ (TREES : EP 5)	AE 8.2 มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย (บังคับ)
23) ติดตั้งระบบ CO_2 sensor ที่จอดรถชั้นใต้ดิน อาคาร A (podium) และ อาคาร B เมื่อพบว่ามีปริมาณ CO_2 สูงกว่าเกณฑ์ ระบบจะสั่งให้ช่องรับอากาศเข้า (fresh air intake damper) เปิดรับอากาศบริสุทธิ์เข้ามา เพื่อให้เกิดสภาวะอากาศที่สบายและเหมาะสมกับผู้ใช้งาน (TREES : IE P1)	AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า
24) ติดตั้งระบบ ERV แลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศ (air-to-air heat exchanger) ระบบจะแลกเปลี่ยนความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศภายในและภายนอก ผ่านตัวกรองสิ่งเจือปนและปรับอุณหภูมิ ควบคุมระบบระบายอากาศให้เกิดการสมดุล (TREES : IE 1)	AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30
25) ระบบ cooling tower มีแผนการบำรุงรักษา เพื่อป้องกันและควบคุมเชื้อโรคลีจิโอเนลลา ตามประกาศของกรมอนามัย	AE 5.6 ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน
26) ตำแหน่ง cooling tower ห่างจากที่ดินข้างเคียง (TREES : EP 2)	
27) ใช้สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ Non-CFC (สาร R134a และ R410a) (TREES : EA 4)	AE 5.4 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศ (บังคับ)
28) ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิง (TREES : EP 1)	AE 9.2 ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC (บังคับ)
ตำแหน่งที่ดูงาน : วัสดุอาคาร	
29) ใช้วัสดุ low VOCs	AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ (บังคับ)

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคารวัฒนวิภาส	G-GOODs : RV
30) ใช้วัสดุรีไซเคิล	ไม่มี
31) ใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ (TREES : IE 2, MR 4-5)	AE 3.2 การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ
ตำแหน่งที่ดูงาน : พืชพรรณ	
32) เลือกปลูกพืชพื้นถิ่น ซึ่งดูแลรักษาง่าย ทำให้ใช้สารเคมีซึ่งอาจปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมน้อยลง (TREES : SL 3.3) 	ML 2 การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม (บังคับ)

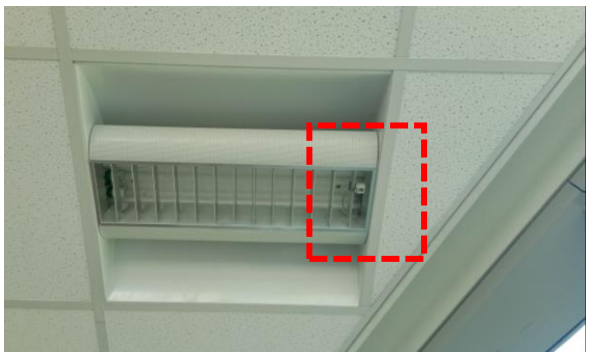
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : พื้นที่สำนักงานให้เช่า	
1) การออกแบบเพื่อลดความร้อนที่ผ่าน • ผนัง curtain wall ลดความร้อนโดยการใช้กระจกสะท้อนแสง 2 ชั้น ชั้นนอกเป็น low-e • ด้านหลังกระจกเป็นผนังทึบมีฉนวนใยแก้วอยู่ภายใน 	AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) (บังคับ)
2) โครงสร้างที่ไม่มีเสากลางในพื้นที่ทำงานเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้สอย 	ไม่มี

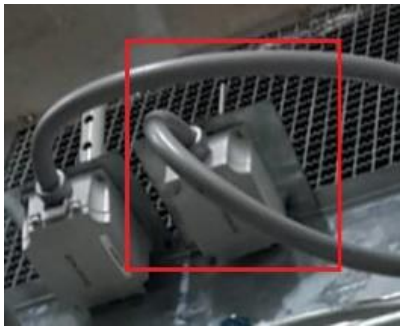
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
3) ออกแบบให้มี thermostat จำนวนมากในทุก bay เสา ทั้ง zone อยู่ใกล้และไกลจากหน้าต่าง และผู้ใช้อาคารสามารถแจ้งไปยังผู้ควบคุมระบบ BMS เพื่อปรับปริมาณลมจ่ายจากชุด VAV ให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดความสบาย	AE 5.2 ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้ (บังคับ)
4) ขอบวงกบบนของหน้าต่างสูงถึง 2.9 เมตร ทำให้แสงธรรมชาติ เข้าสู่พื้นที่ในอาคารได้ลึกขึ้นสามารถ ประหยัดไฟฟ้าแสงสว่าง	AE 2.8 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก
5) ออกแบบวางท่อดูดอากาศทิ้ง เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อท่อดูดอากาศจากห้องถ่ายเอกสาร ของพื้นที่เช่าไปทิ้งภายนอกได้ เพื่อควบคุมการแพร่กระจายของมลพิษ	AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ (บังคับ)

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
6) การออกแบบเพื่อประหยัดไฟฟ้าแสงสว่าง โดยติด daylight sensor เพื่อหรี่แสงให้สัมพันธ์กับระดับแสงธรรมชาติ 	AE 4.3 การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง
7) ขนาดพื้นที่ควบคุมแสงสว่าง แบ่งย่อยเป็น 2 วงจรควบคุมในแต่ละช่วงเสา คือ โซนใกล้หน้าต่าง 1 สวิตช์ และโซนด้านใน 1 สวิตช์	AE 4.4 ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์
ตำแหน่งที่ดูงาน : ช่องเก็บมิเตอร์ย่อยประจำชั้น	
8) มีมิเตอร์ย่อยที่แสดงการใช้ไฟของพื้นที่เช่าแต่ละรายในแต่ละชั้น	AE 8.3 มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : ห้องน้ำในชั้นสำนักงาน	
9) การใช้ motion sensor ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟในห้องน้ำ	AE 4.5 การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor
10) การใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ (บังคับ)
ตำแหน่งที่ดูงาน : ห้อง AHU	
11) การติด CO_2 sensor ที่ return air เพื่อทำงานร่วมกับพัดลมที่เติมอากาศจากภายนอก เพื่อรักษาคุณภาพอากาศภายในอาคารให้ดีอยู่เสมอ 	AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า
12) การเก็บรวบรวมน้ำ condensate เพื่อนำไปใช้รดน้ำต้นไม้	AE 9.4 การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค

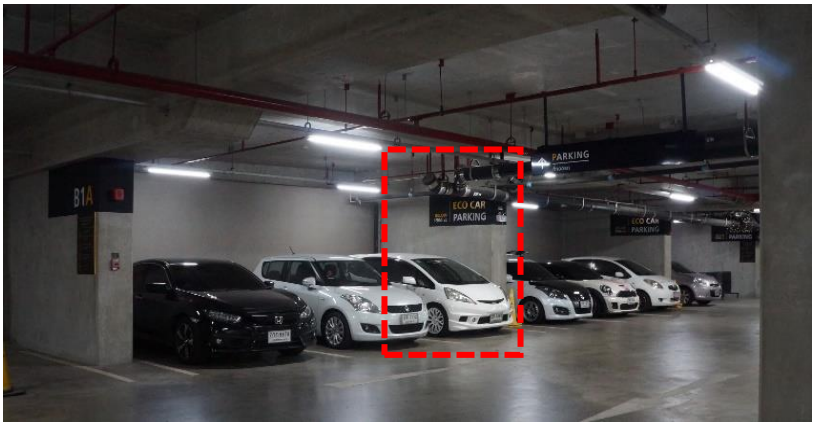
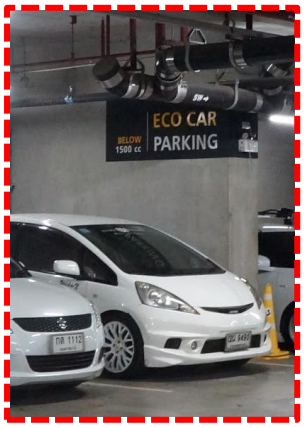
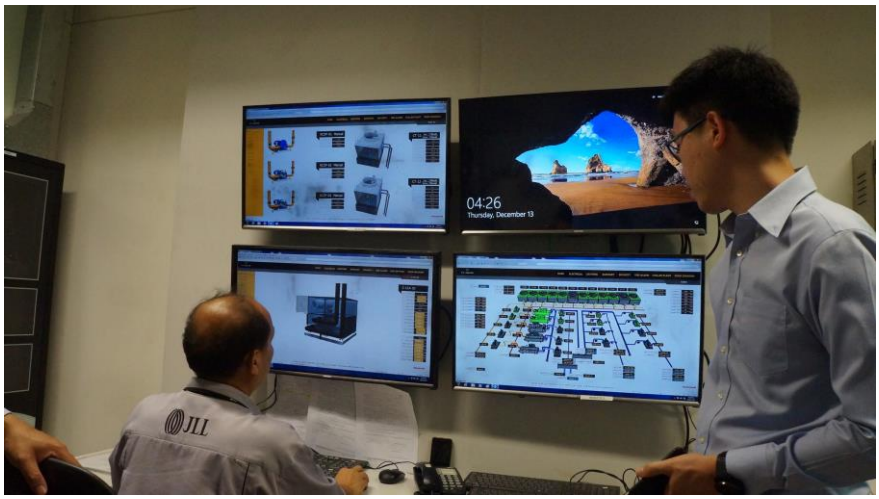
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน :ห้องเก็บรถจักรยานและพื้นที่จอดรถจักรยานภายนอก	
13) ห้องเก็บรถจักรยานสำหรับพนักงาน 	AE 2.9 พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน
14) พื้นที่จอดรถจักรยานสำหรับบุคคลภายนอก 	

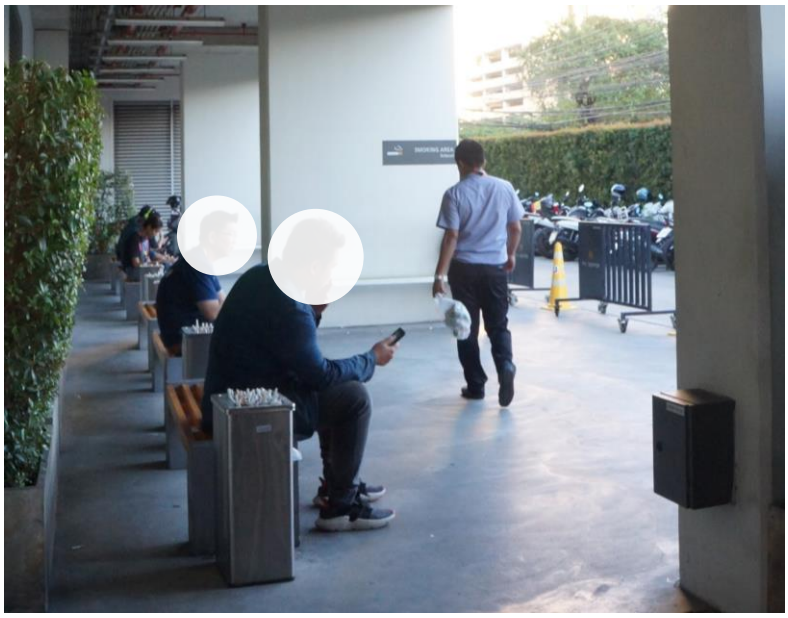
ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : ห้องอาบน้ำผู้ใช้รถจักรยาน	
15) ห้องอาบน้ำสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน	AE 2.3 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน
ตำแหน่งที่ดูงาน : พื้นที่จอดรถ	
16) การติด CO sensor และ thermostat เพื่อควบคุมคุณภาพอากาศ หากมีค่าสูงกว่าที่กำหนด พัดลมระบายอากาศจะทำงาน เพื่อรักษาคุณภาพอากาศภายในที่จอดรถ	ไม่มี

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
17) การจัดที่จอดรถพิเศษสำหรับรถยนต์ eco car  	ไม่มี
ตำแหน่งที่ดูงาน : ห้อง control BAS	
18) การใช้ BMS ควบคุมการทำงานของ chiller ปรับ VAV ให้เกิดสภาวะสบาย 	AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
ตำแหน่งที่ดูงาน : พื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	
19) พื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร ต้องห่างจากช่องนำอากาศเข้า และทางเข้าอาคารปรับอากาศ 	ML 1 การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร (บังคับ)
ตำแหน่งที่ดูงาน : พื้นที่ภายนอกอาคาร	
20) มีขนาดพื้นที่เปิดโล่งมากกว่าที่กฎหมายกำหนด	ML 5 ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง

ตัวอย่างอาคารเขียวอื่นๆ เปรียบเทียบกับอาคารเขียวภาครัฐ G-GOODs : RV

อาคาร FYI Center	G-GOODs : RV
21) กระจกมีค่าการสะท้อนแสงน้อยทำให้ไม่แสบตา 	AE 1.2 ค่าการสะท้อนแสงของกระจก

G-GOODs : RV

ภาคผนวก 7

ปัญหา อุปสรรค ในการดำเนินการของภาครัฐ
เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารเขียวและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

G-GOODs : RV

ปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการของภาครัฐ
เกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารเขียวและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

การรวบรวมปัญหาและอุปสรรคในที่นี้ ได้จากการนำแบบก่อสร้างของอาคารที่ออกแบบแล้ว จำนวน 1 อาคาร คืออาคารศาลากลางจังหวัดสุรินทร์ และอาคารที่มีอยู่เดิม จำนวน 1 อาคาร คือ อาคารสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) จังหวัดนนทบุรี มาศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ข้อจำกัดในการเลือกที่ตั้งโครงการ การก่อสร้างอาคารเขียวโดยทั่วไป จะให้ความสำคัญครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกที่ตั้ง ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการก่อสร้างจนอาคารแล้วเสร็จ เพราะการเลือกที่ตั้งในทำเลที่ใกล้สถานีขนส่งมวลชนระบบราง มีร้านค้าหรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จะสามารถลดพลังงานจากการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวได้ ซึ่งงานสร้างอาคารใหม่ในภาครัฐอาจจะไม่สามารถลงทุนซื้อที่ดินที่มีลักษณะดังกล่าวได้ มักเป็นการสร้างในที่ดินที่ภาครัฐมีอยู่แล้ว หรือ ที่ราชพัสดุ การเลือกที่ตั้งโครงการมักเป็นกิจกรรม หรืองานที่อยู่นอกขอบเขตอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐซึ่งมีหน้าที่ออกแบบ

อย่างไรก็ตามในคู่มืออาคารเขียวภาครัฐของกรมโยธาธิการและผังเมือง ก็ได้จัดทำแนวทางการเลือกที่ตั้งโครงการไว้ด้วย สำหรับโครงการซึ่งมีโอกาสในการเลือกที่ตั้ง

ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาในการลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว สำหรับโครงการซึ่งมีที่ตั้งไกลจากระบบขนส่งมวลชน คือ การจัดบริการรถรับส่งระหว่างอาคารที่ทำงานกับสถานีขนส่งมวลชนที่ใกล้ที่สุดในช่วงเวลาเช้าและเย็น

2) การไม่ได้รับงบประมาณทั้งหมดที่เกี่ยวกับการก่อสร้างในคราวเดียวกัน การออกแบบอาคารเขียวจะทำได้ดีและสามารถประหยัดเงินได้ หากผู้ออกแบบ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายหาวิธีการในแก้ปัญหาร่วมกัน ตั้งแต่ขั้นแบบร่าง ทั้งด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรมโครงสร้าง วิศวกรรมงานระบบ งานภูมิทัศน์ งานตกแต่งภายใน ทำให้ได้อาคารที่มีประสิทธิภาพสูง ทั้งทางด้านพลังงาน ประหยัดน้ำ ในงบประมาณที่ประหยัดกว่า แยกกันคิดในการแก้ปัญหา

แต่เนื่องจากในบางครั้งอาคารภาครัฐจะได้รับงบประมาณค่าก่อสร้างเพียงเฉพาะบางส่วน โดยยังไม่ได้งบประมาณสำหรับงานภูมิทัศน์ จึงทำให้ยากต่อการวางแผนการประหยัดน้ำของทั้งโครงการ เช่น ในการคิดจำนวนน้ำฝนที่ควรเก็บเพื่อใช้รดน้ำในงานภูมิทัศน์ หรือ การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ พื้นที่หน่วงน้ำฝนมิให้ไหลออกนอกพื้นที่โครงการ เพราะยังไม่มีการออกแบบงานเหล่านี้ หรือ งานตกแต่งภายใน อาจจะเกี่ยวข้องกับการเลือกวัสดุฝ้าเพดานและผนังที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนเสียง หรือคุณสมบัติของผนังกันเสียงระหว่างห้อง การเลือกใช้วัสดุ สี กาว ที่มีผลในเรื่องสารอินทรีย์ระเหยง่าย ที่ส่งผลต่อคุณภาพของผู้ใช้อาคาร และเป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียว ซึ่งอาจจะขาดความชัดเจนที่จะควบคุมได้ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา คือ ควรจะต้องกำหนดงบประมาณให้การออกแบบครอบคลุมงานภูมิทัศน์ และงานสถาปัตยกรรมภายใน ไปพร้อมกับตัวอาคาร และ กำหนดเป็นแผนงานก่อสร้างที่ชัดเจน ที่ต้องก่อสร้างเมื่อได้รับงบประมาณในงานภูมิทัศน์ หรือ ตกแต่งภายในตามที่ได้ออกแบบพร้อมกับอาคาร

3) การไม่มีงบประมาณสำหรับการทำ commissioning การทำ commissioning หมายถึง *การตรวจสอบงานระบบต่างๆ ในอาคารว่าได้มีการออกแบบและก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพตรงตามแบบและ*

ตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งในการทำอาคารเขียวในระบบของ LEED หรือ TREES จะกำหนดให้เป็น**เกณฑ์บังคับ**โดยผู้ที่รับผิดชอบดำเนินงาน ซึ่งเรียก commissioning authority ต้องไม่ใช่ผู้รับเหมา หรือผู้ออกแบบ โดยทั่วไปงานที่กำหนดให้ทำ commissioning ใน LEED v3 และ TREES จะเหมือนกัน คือเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ได้แก่ งานระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน และระบบพลังงานหมุนเวียน แต่ต่อมาใน LEED v4 ได้เพิ่มขอบเขตงานระบบในอาคารที่ต้องทำ commissioning ขึ้น เช่น จากงานระบบปรับอากาศเป็นรวมงานเครื่องกลทั้งหมด จากงานระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนเป็นรวมงานท่อ ปั๊มและวาล์ว เป็นต้น

ซึ่งการทำ commissioning จะเป็นค่าใช้จ่ายที่เจ้าของอาคารต้องจ้างทีมงาน หรือบริษัทที่ทำด้าน commissioning โดยตรง เพื่อให้มั่นใจว่า อาคารที่สร้างเสร็จจะตรงกับความต้องการของเจ้าของอาคาร และมีประสิทธิภาพได้ตามที่ออกแบบ ดังนั้นจึงอาจจะทำให้มีผู้พิจารณาเห็นว่า สิ่งนี้เป็นจุดอ่อนของอาคารเขียวภาครัฐ ซึ่งไม่ครบถ้วนตามขบวนการ ขาดการตรวจสอบว่าระบบต่างๆ ในอาคาร ได้ก่อสร้าง ติดตั้ง และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจริงเหมือนกับที่กำหนดไว้ในการออกแบบ และตรงกับที่เจ้าของต้องการ

สำหรับระบบอาคารเขียว GREEN MARK ของสิงคโปร์ แม้จะไม่ได้กำหนดให้ต้องทำ commissioning แต่การรับรองอาคารเขียวของ GREEN MARK นั้นมีอายุเพียงแค่ 3 ปีเท่านั้น เจ้าของอาคารจะต้องขอการรับรองต่อ ซึ่งในการต่ออายุจำเป็นต้องเก็บข้อมูลประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในอดีตเป็นเวลา 3 ปี ดังนั้นในการออกแบบอาคารสร้างใหม่จึงมีเกณฑ์บังคับให้ติดตั้งเครื่องมือเพื่อการวัดและพิสูจน์ผลด้านการประหยัดพลังงาน (measurement and verification, M&V) และบังคับให้อาคารเดิมต้องทำ M&V ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวหากพิจารณาให้ดีแล้ว น่าจะมีความเข้มข้นมากกว่าการทำ commissioning ของ LEED และ TREES เพราะเก็บข้อมูลผลใช้งานจริงเป็นเวลาต่อเนื่อง ไม่ใช่เป็นการตรวจเมื่ออาคารสร้างเสร็จตอนแรกเท่านั้น

4) การได้รับงบประมาณค่าก่อสร้างที่จำกัด การทำอาคารเขียวจะประกอบด้วยเกณฑ์ที่ต้องดำเนินงานมากกว่าอาคารทั่วไป ดังนั้นจึงอาจมีผลทำให้งบประมาณในการก่อสร้างเพิ่มขึ้น และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่ได้รับการสนับสนุนให้ออกแบบอาคารเขียว แต่จากการศึกษานี้ได้กำหนดให้มีเกณฑ์เป็น 2 ระดับคือ เกณฑ์บังคับ และ เกณฑ์เลือกทำ โดยอาคารเขียวมาตรฐานจะต้องผ่านเกณฑ์บังคับครบทุกข้อ ซึ่งเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดเป็นเกณฑ์บังคับนั้น ได้มีการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์และพบว่า การทำอาคารเขียวมาตรฐานนั้นจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า คือมีผลรวมของเงินลงทุนและผลประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าอาคารที่ไม่ได้ทำเป็นอาคารเขียว

งบประมาณของโครงการที่เพิ่มจากโครงการทั่วไป ในระดับเกณฑ์บังคับ อาจแบ่งได้เป็น

- ค่าเปลือกอาคารที่ต้องออกแบบให้ผ่านตามเกณฑ์กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน
- ค่างานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- ค่างานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- ค่าติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าหลักประจำอาคารแบบดิจิทัลและมิเตอร์ย่อย
- ค่าติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคารแบบดิจิทัลและมาตรวัดน้ำย่อยแบบดิจิทัล

ซึ่งค่าใช้จ่ายของอาคารที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดอาจจะเป็น การออกแบบเปลือกอาคาร เช่น การใช้กระจก low-e 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนที่ผ่านเปลือกอาคาร แต่การออกแบบให้ผ่านกฎหมายอนุรักษ์พลังงานนั้น ไม่ได้มีความจำเป็นต้องใช้กระจกที่มีราคาแพง ถ้าหากพื้นที่กระจกไม่ได้มีปริมาณมาก ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการออกแบบเปลือกอาคาร ให้ผ่านเกณฑ์กรอบอาคารตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน และสามารถเป็นอาคาร

เขียวได้ตามเกณฑ์ของกรมโยธาธิการและผังเมือง จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่ออกแบบด้วย ซึ่งถ้าหากไม่ได้มีพื้นที่กระจกมากราคาที่เพิ่มขึ้นจะต่ำลง

ส่วนราคาที่เพิ่มขึ้นในระบบปรับอากาศคือการใช้อินเวอร์เตอร์ ซึ่งช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มค่า เช่นเดียวกับการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาเป็นหลอดไฟ LED แม้ราคาจะเพิ่มแต่ก็คุ้มกับผลประหยัดที่เกิดขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการพัฒนางานออกแบบอาคารเขียวและการจัดทำคู่มือ

1) ควรกำหนดเป็นนโยบายที่ชัดเจนของกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้มีการออกแบบอาคารโดยปฏิบัติตามคู่มือที่ได้พัฒนาขึ้น ให้ผ่านเกณฑ์บังคับ หรือเป็นอาคารเขียวขั้นมาตรฐานเป็นอย่างน้อย โดยกำหนดเป็นเป้าหมายจำนวนอาคารที่สามารถออกแบบให้เป็นอาคารเขียวได้ในแต่ละปี เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นองค์กรที่เป็นผู้นำด้านการอาคาร ตามวิสัยทัศน์ของกรมโยธาธิการและผังเมือง

2) ประชาสัมพันธ์เผยแพร่คู่มืออาคารเขียวภาครัฐของกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้หน่วยงานในสังกัดกรมโยธาธิการและผังเมือง รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานอาคารได้รับทราบ เช่น กระทรวงพลังงาน กรมควบคุมมลพิษ สำนักนโยบายและแผนพลังงาน สถาบันอาคารเขียวไทย และเผยแพร่คู่มือไปยังหน่วยงานภาครัฐที่มีหน่วยงานออกแบบ เช่น กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงสาธารณสุข กรมยุทธโยธาทหารบก เป็นต้น เพื่อขยายจำนวนผู้ใช้คู่มือให้กว้างขวาง เพื่อเป็นแรงผลักดันให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

3) การเผยแพร่คู่มือ เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐอื่นๆ รวมทั้งหน่วยงานเอกชนที่สนใจ สามารถนำไปใช้ได้โดยการดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ของกรมโยธาธิการและผังเมือง รวมทั้งมีการเก็บข้อมูลจำนวนครั้งของการดาวน์โหลด และอีเมล์ของผู้ดาวน์โหลด เพื่อประโยชน์ในการติดตามผลการใช้งานในอนาคต

4) ควรวางแผนในการประเมินผลการใช้เกณฑ์ในการออกแบบอาคารเขียวภาครัฐ จากเจ้าหน้าที่กรมโยธาธิการและผังเมืองซึ่งเป็นผู้ใช้หลัก และควรรวมถึงผู้ที่เคยมีประสบการณ์ใช้งาน ซึ่งควรดำเนินงานภายหลังจากที่ได้เผยแพร่คู่มือไปแล้วประมาณ 2 ปี เพื่อรับทราบปัญหาต่างๆ ที่อาจมี และนำมาพัฒนาคู่มือให้ดียิ่งขึ้นในเวอร์ชั่นต่อไป

5) ควรวางแผนติดตามผลลัพธ์ของการก่อสร้างอาคารที่ใช้เกณฑ์ตามคู่มือ เช่น ผลในด้านการประหยัดค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา การประเมินความรู้สึกของผู้ใช้อาคารภายหลังการเข้าอยู่ (post-occupancy evaluation) ซึ่งอาจจะเป็นอาคารของกรมโยธาธิการและผังเมืองเอง และใช้อาคารเป็นเสมือนห้อง LAB หรือสถานที่เรียนรู้และดูงานให้กับหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ

6) ควรกำหนดแผนพัฒนาคู่มืออาคารเขียว***อย่างต่อเนื่อง*** เพื่อให้มีเนื้อหาที่ทันสมัย เกณฑ์อาคารเขียวที่เป็นที่นิยมใช้ เช่น LEED จะวางแผนปรับปรุงเวอร์ชั่นใหม่ประมาณทุก 3 ปี ส่วนหนึ่งเนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบ และวัสดุอุปกรณ์มีการเปลี่ยนแปลง และอีกส่วนหนึ่งจากการพบปัญหาและได้รับข้อเสนอแนะจากผู้ที่ใช้เกณฑ์ เพราะหากไม่มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เนื้อหาในเกณฑ์อาจจะล้าสมัยในเรื่องประสิทธิภาพของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และไม่มีผู้นิยมนำไปใช้ในที่สุด

แผนภูมิที่ 1 ขบวนการพัฒนาเกณฑ์การประเมิน (Rating Tool Development Process)

7) ควรพัฒนาศักยภาพของเจ้าหน้าที่ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ปรับปรุงความรู้ความเข้าใจให้ทันสมัย (update) ตามเทคโนโลยีการออกแบบอาคารเขียวและบริบทต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การนำเทคโนโลยี IOT มาใช้ในอาคารเพื่อทำให้เป็น smart building ซึ่งช่วยในการบริหารจัดการอาคารได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การผลิตไฟฟ้าในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนในอาคารเขียว การออกแบบอาคารเขียวเพื่อให้เป็นส่วนหนึ่งของเมืองใน smart cities เป็นต้น

8) ควรพัฒนาศักยภาพของสถาปนิกและวิศวกร ในด้านการวิเคราะห์งานออกแบบอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวให้สูงยิ่งขึ้น คู่มืออาคารภาครัฐที่ได้พัฒนาขึ้นในเวอร์ชั่นที่ 1 นี้ ส่วนใหญ่จะให้แนวทางการออกแบบ ที่สามารถปฏิบัติตามได้โดยไม่ต้องใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (หรือวิธี prescriptive) ซึ่งเป็นวิธีที่มีข้อดีคือ ปฏิบัติตามได้ง่าย

แต่ต่อไปในอนาคต เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมือง ได้เปลี่ยนมาใช้ระบบ BIM ในการออกแบบเขียนแบบแล้ว เช่น การใช้โปรแกรม Revit จะสามารถวิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างทางเลือกต่างๆ ในการออกแบบได้โดยง่ายด้วย เช่น การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ การหาความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (energy use intensity, EUI) การหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น โดยสามารถวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ขั้นแบบร่างที่มีรูปทรงอาคารแบบง่ายๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์และตัดสินแบบทางเลือกที่เหมาะสมโดยไม่ต้องใช้เวลาการทำงานมาก และนำไปพัฒนาต่อในขั้นรายละเอียด ทั้งนี้ซอฟต์แวร์ต่างๆ เหล่านี้ได้พยายามทำให้ user interface มีความง่ายต่อการใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้เครื่องมือให้สูงยิ่งขึ้น รวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้การใช้ซอฟต์แวร์ฟรีต่างๆ เช่น โปรแกรม BEC เป็นต้น

9) ควรเลือกผู้รับเหมาและผู้ควบคุมงานที่มีบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอาคารเขียว ระบบใดระบบหนึ่ง เนื่องจากขอบเขตการทำงานของกรมโยธาธิการและผังเมืองนั้น ครอบคลุมเพียงงานออกแบบ แต่การทำอาคารเขียวนั้น โดยทั่วไปจะครอบคลุมถึงงานขั้นก่อสร้างอาคารด้วย ซึ่งในระบบประเมินอาคารเขียว เช่น LEED และ TREES จะบังคับให้ต้องมีทีมงาน commissioning เข้ามาร่วมงานในขั้นก่อสร้าง (fundamental commissioning) หรือบางครั้งกำหนดเข้ามาตั้งแต่ขั้นออกแบบ (enhanced commissioning) แต่งานในภาครัฐ ยังไม่มีการกำหนดงบประมาณสำหรับการจ้างทำ commissioning ดังนั้น จึงเห็นว่าการได้ผู้รับเหมา และผู้ควบคุมงานที่มีความรู้ ความเข้าใจในงานอาคารเขียว จะช่วยทำให้เกิดความตระหนักที่จะพยายามป้องกันปัญหา หรือ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารให้น้อยที่สุด และได้อาคารที่มีประสิทธิภาพตามความต้องการของเจ้าของอาคาร

G-GOODs : RV

G-GOODs : RV

VERSION 1.0

G-GOODs : RV
VERSION 1.0

กรมโยธาธิการและผังเมือง
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ
ถนนพระรามที่ 6 แขวงพญาไท
เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทร. 02 299 4813
โทรสาร 02 299 4797

ISBN (e-book) 9789744586353