คู่มือการออกแบบ
อาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็น
อาคารเขียวภาครัฐ

GREEN
GOVERNMENT
OFFICE
DESIGN
GUIDELINEs
for
NEW CONSTRUCTION

G-GOODs : NC

องค์ความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์กรมโยธาธิการและผังเมือง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒
การจัดการความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการบริการด้านช่าง

องค์ความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์ **ด้านการบริการด้านช่าง**

ดำเนินการจัดทำตามแผนการจัดการความรู้กรมโยธาธิการและผังเมือง (DPT KM Action Plan)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒

โดย สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

โทรศัพท์ ๐ ๒๒๙๙ ๔๘๑๓

โทรสาร ๐ ๒๒๗๗ ๔๗๙๗

สถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง

โทรศัพท์ ๐ ๒๒๙๙ ๔๖๒๑

โทรสาร ๐ ๒๒๙๙ ๔๖๒๘

พิมพ์ครั้งที่ ๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

จำนวน ๕๐๐ เล่ม

พิมพ์ที่ บริษัท เพรส ครีเอชั่น จำกัด

โทรศัพท์ ๐ ๒๘๘๑ ๑๒๔๕

โทรสาร ๐ ๒๘๘๑ ๑๒๔๖

สงวนลิขสิทธิ์ตาม พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. ๒๕๓๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม

การดำเนินการใดๆ ไม่ว่าบางส่วน หรือทั้งหมดของหนังสือเล่มนี้ ต้องได้รับอนุญาต

จากกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

คู่มือการออกแบบ
อาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็น

อาคารเขียวภาครัฐ

GREEN
GOVERNMENT
OFFICE
DESIGN
GUIDELINEs
for
NEW CONSTRUCTION

G-GOODs : NC

องค์ความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์กรมโยธาธิการและผังเมือง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒
การจัดการความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการบริการด้านช่าง

คำนำ

คู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ (green building) เป็นส่วนหนึ่งของโครงการจ้างที่ปรึกษา ศึกษา ออกแบบ และจัดทำข้อกำหนดในการออกแบบและปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว (Green Buildings) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การก่อสร้างและการใช้อาคารเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยต้องครอบคลุมถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถลดผลกระทบเชิงลบ และเกิดผลดีในด้านบวกต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการใช้ประโยชน์ของอาคาร ตั้งแต่การเลือกตำแหน่งที่ตั้งอาคาร การออกแบบ การก่อสร้าง การใช้งาน การบำรุงรักษา การดัดแปลง จนกระทั่งการรื้อถอนอาคาร การก่อสร้างและปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียว เป็นแนวทางที่ประเทศต่าง ๆ มุ่งหวังและดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างคุณภาพในการออกแบบก่อสร้างอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

การออกแบบหรือการปรับปรุงอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวถือว่าเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย กรมโยธาธิการและผังเมืองซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในด้านการออกแบบอาคารให้ปลอดภัย น่าอยู่ มีอัตลักษณ์ ประหยัดพลังงาน และรักษาสภาพแวดล้อม ยังมิได้จัดทำเกณฑ์และคู่มือสำหรับอาคารเขียวภาครัฐไว้ เนื่องจากการกำหนดเกณฑ์สำหรับการออกแบบและการปรับปรุงอาคารเขียวภาครัฐเป็นงานที่มีรายละเอียดค่อนข้างซับซ้อน และเกี่ยวข้องกับงานด้านสถาปัตยกรรม ภูมิสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมหลากหลายสาขา กรมโยธาธิการและผังเมือง ในฐานะหน่วยงานภาครัฐได้คำนึงถึงการออกแบบอาคารภาครัฐในเรื่องของการประหยัดพลังงานและผลกระทบที่อาจเกิดต่อสภาพแวดล้อมรวมถึงการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้ดำเนินการจ้างบริษัท คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด ดำเนินการศึกษา ออกแบบ และจัดทำข้อกำหนดในการออกแบบอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียว เพื่อเป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการปฏิบัติที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยบุคลากรทั้งภาครัฐและเอกชนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หนังสือคู่มือการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ (Green Government Office Design Guidelines for New Construction, G-GOODs : NC) สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ และสถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง ได้ร่วมกันจัดทำตามแผนการจัดการความรู้ (DPT KM Action Plan) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ตามประเด็นยุทธศาสตร์ด้านการบริการด้านช่าง เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการออกแบบและการก่อสร้างอาคารภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ อันเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศและระดับสากล และเพื่อส่งเสริมให้อาคารภาครัฐมีการใช้ทรัพยากรที่สามารถลดผลกระทบต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

คำนำ ..... **ก**

สารบัญ ..... **ข**

สารบัญตาราง ..... **ฉ**

สารบัญรูป ..... **ช**

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 4

ส่วนที่ 2 เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ **6**

หมวด 1 การเลือกที่ตั้งโครงการ **7**

SS 1 สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนทางบกหรือทางน้ำในระยะ 400 เมตร 8

SS 2 สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบรางในระยะ 800 เมตร 9

SS 3 สามารถเข้าถึงได้จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยานในระยะ 200 เมตร 10

SS 4 ตั้งอยู่ในย่านที่มีสาธารณูปโภคพร้อมรองรับการพัฒนา 11

SS 5 มีร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลาย 4 ประเภทขึ้นไปในระยะ 500 เมตร โดยรอบที่ตั้ง 12

SS 6 หลีกเลี่ยงที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง 13

หมวด 2 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ **15**

DP 1 การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน 16

DP 2 การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR) 17

DP 3 การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวคิดในการออกแบบ (BOD) ร่วมกัน 19

DP 4 บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม 21

DP 5 การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ 22

DP 6 การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จ เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หมวด 3 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ 25

ML 1 การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร 26

ML 2 การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม 27

ML 3 การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง 29

ML 4 การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ 32

ML 5 ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง 34

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม 36

AE 1 การออกแบบเปลือกอาคาร 39

AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV) 39

AE 1.2 ค่าการสะท้อนแสงของกระจก 41

AE 2 การออกแบบพื้นที่ใช้สอย 43

AE 2.1 ห้องเก็บขยะรีไซเคิล 43

AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ 44

AE 2.3 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน 45

AE 2.4 ระบบดักฝุ่นทางเข้า 46

AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง 47

AE 2.6 การกันเสียงระหว่างห้อง 49

AE 2.7 สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ 51

AE 2.8 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก 52

AE 2.9 พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน 54

AE 3 การเลือกใช้วัสดุ 55

AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ 55

AE 3.2 การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ 57

AE 3.3 วัสดุหลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง 58

AE 4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 60

AE 4.1 ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

AE 4.2 คุณภาพของหลอดไฟ LED 61

AE 4.3 การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง 63

AE 4.4 ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์ 66

AE 4.5 การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor 67

AE 4.6 การควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ 69

AE 5 ระบบปรับอากาศ 70

AE 5.1 ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ 70

AE 5.2 ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายได้ 73

AE 5.3 การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ 75

AE 5.4 การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล 76

AE 5.5 ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower)/ เครื่องระบายความร้อน 77

AE 5.6 ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ 78

AE 5.7 การใช้ระบบ UVGI 81

AE 6 ระบบระบายอากาศ 83

AE 6.1 อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า 83

AE 6.2 อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30 86

AE 6.3 การใช้ CO_2 Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า 88

AE 6.4 ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน 89

AE 7 ระบบขนส่งทางดิ่ง 91

AE 7.1 ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง 91

AE 8 ระบบการจัดการพลังงาน 94

AE 8.1 มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร 94

AE 8.2 มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย 95

AE 8.3 มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน 96

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม 98

AE 9 ระบบสุขาภิบาล 99

AE 9.1 การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร 99

AE 9.2 ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC 100

AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย 102

AE 9.4 การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำเพื่อการอุปโภค 105

AE 10 การใช้พลังงานทดแทน 107

AE 10.1 การผลิตพลังงานทดแทน 107

AE 10.2 การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 108

หมวด 5 การก่อสร้างอาคาร 109

BC 1 การลดมลพิษจากการก่อสร้าง 110

BC 2 การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง 111

BC 3 การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ 112

หมวด 6 การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร 113

OM 1 การรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ 114

OM 2 การใช้พลังงาน 115

OM 2.1 การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน 115

OM 2.2 การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน 116

OM 3 การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอากาศ 117

OM 4 การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 118

OM 5 การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน 119

OM 6 การจัดการงานภูมิทัศน์ 120

OM 7 การจัดการขยะ 121

OM 8 การทำความสะอาด 122

OM 9 การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน 123

เอกสารอ้างอิง 124

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ 2
ตารางที่ 2 ค่าการสะท้อนรังสีอาทิตย์ของผิวพื้นที่ดาดแข็ง 30
ตารางที่ 3 ข้อมูลเพิ่มเติมในการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน 33
ตารางที่ 4 ค่า OTTV และ RTTV ของอาคารส่วนที่มีการปรับอากาศตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 40
ตารางที่ 5 ตัวอย่างค่า NRC ของวัสดุต่างๆ 48
ตารางที่ 6 ค่า STC ของผนังแบบต่างๆ 50
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดแบ่งตามประเภทอาคาร 60
ตารางที่ 8 เกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ของ กฟผ. ฉบับล่าสุด (ประกาศใช้ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2560) 70
ตารางที่ 9 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นแบ่งตามประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 71
ตารางที่ 10 MERV parameters 80
ตารางที่ 11 ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake) 84
ตารางที่ 12 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ 87
ตารางที่ 13 ค่าสิ่งปนเปื้อนในอากาศที่ทำการตรวจวัด 117

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพประกอบ 4
รูปที่ 2 การวัดระยะห่างจากทางเข้าโครงการไปยังป้ายจอดรถประจำทาง 8
รูปที่ 3 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังสถานีรถไฟฟ้า 9
รูปที่ 4 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังเส้นทางรถจักรยาน 10
รูปที่ 5 ความสามารถในการเข้าถึงสาธารณูปโภคต่างๆ 11
รูปที่ 6 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังร้านค้าและกิจกรรมต่างๆ 12
รูปที่ 7 การวัดระยะร่นจากแหล่งน้ำสาธารณะ 13
รูปที่ 8 ตัวอย่างเอกสาร OPR 18
รูปที่ 9 ตัวอย่างเอกสาร BOD 20
รูปที่ 10 ตัวอย่างประเภทผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว 21
รูปที่ 11 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม BIM 22
รูปที่ 12 ตัวอย่างการจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร 26
รูปที่ 13 พื้นที่โล่งควรปลูกพืชพรรณหลากหลายชนิดรวมกัน 27
รูปที่ 14 สารานุกรมพืชในประเทศไทย 28
รูปที่ 15 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ 30
รูปที่ 16 การปลูกต้นไม้เพื่อลดความร้อนให้พื้นที่ดาดแข็ง 31
รูปที่ 17 การใช้บล็อกหญ้าเพื่อลดความร้อนของพื้นที่ดาดแข็ง 31
รูปที่ 18 สวนรับน้ำฝน (rain garden) และทางเดินผิวดาดแข็งที่น้ำซึมได้ 32
รูปที่ 19 พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ 34
รูปที่ 20 โปรแกรม building energy code (BEC) 40
รูปที่ 21 ค่าการสะท้อนแสงของกระจกสู่ภายนอก 41
รูปที่ 22 ถังคัดแยกขยะและห้องเก็บขยะรีไซเคิล 43
รูปที่ 23 สุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียว 44
รูปที่ 24 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน 45
รูปที่ 25 การติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น 46
รูปที่ 26 ห้องที่มีการใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังและฝ้าเพดาน 47
รูปที่ 27 ผนังที่มีค่า STC ระหว่าง 40 - 60 49
รูปที่ 28 ขนาดของห้องที่ระบายอากาศธรรมชาติมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 51
รูปที่ 29 ตัวอย่างการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง 52
รูปที่ 30 พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก 53

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 31 ห้องเก็บรถจักรยาน 54
รูปที่ 32 ฉลากเขียว ฉลากลดคาร์บอน และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 55
รูปที่ 33 วัสดุพื้นถิ่นที่ผลิตในประเทศไทยอยู่ในรัศมีไม่ไกลเกินกว่า 500 กิโลเมตร 57
รูปที่ 34 ตัวอย่างฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง 58
รูปที่ 35 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ 59
รูปที่ 36 การใช้ ceramic coating ทาบนหลังคา 59
รูปที่ 37 หลอดไฟ LED T8 60
รูปที่ 38 หลอดไฟที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ. 61
รูปที่ 39 การพิจารณาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ 61
รูปที่ 40 ระยะหลอดไฟในแนวริมหน้าต่างซึ่งควรแยกวงจรควบคุม 63
รูปที่ 41 การควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ 63
รูปที่ 42 การใช้ daylight sensor ควบคุมแบบ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟหลายชุด 64
รูปที่ 43 การใช้ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ 1 ชุด 64
รูปที่ 44 การใช้ daylight sensor ควบคุมการหรี่แสง 65
รูปที่ 45 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง 66
รูปที่ 46 ตัวอย่างการใช้ occupancy sensor 67
รูปที่ 47 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 3 ระดับ 69
รูปที่ 48 สำนักงานที่มีการควบคุมระดับความสว่างของหลอดไฟ 69
รูปที่ 49 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศของ กฟผ. 72
รูปที่ 50 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของ กฟผ. ที่ประกาศใช้ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2562 72
รูปที่ 51 ระบบ variable air volume (VAV) 73
รูปที่ 52 ตัวอย่าง VAV box 73
รูปที่ 53 การแยกโซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอกออกจากกัน 74
รูปที่ 54 การกำหนดโซนพื้นที่ใช้งานแต่ละโซนไม่เกิน 80 ตารางเมตร 74
รูปที่ 55 การใช้อุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิและปริมาณลม (thermostat) สำหรับ VAV box แต่ละชุด 74
รูปที่ 56 ตัวอย่างห้องความดันเป็นลบ 75
รูปที่ 57 การวิเคราะห์สภาวะสบายโดยใช้โปรแกรม CBE Thermal Comfort Tool 76
รูปที่ 58 ตำแหน่งการวางชุดระบายความร้อนและหอระบายความร้อน 77
รูปที่ 59 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็น (AHU) 78
รูปที่ 60 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) 79

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 61 ตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ MERV 7 79
รูปที่ 62 ระบบ UVGI 81
รูปที่ 63 การติดตั้งระบบ UVGI ใน AHU 81
รูปที่ 64 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่ผนัง 82
รูปที่ 65 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่เพดาน 82
รูปที่ 66 ตัวอย่างตำแหน่งช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake) 85
รูปที่ 67 ตัวอย่างระบบเติมอากาศภายนอกที่มีการติดตั้ง ERV/HRV 86
รูปที่ 68 ตัวอย่าง CO_2 sensor 88
รูปที่ 69 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ AHU 89
รูปที่ 70 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบไม่ต่อท่อลม 90
รูปที่ 71 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบต่อท่อลม 90
รูปที่ 72 ตัวอย่างลิฟต์และบันไดเลื่อนที่ใช้ระบบควบคุมแบบ VVVF และ sleep mode 91
รูปที่ 73 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบควบคุมแบบ VVVF 92
รูปที่ 74 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบ sleep mode 92
รูปที่ 75 แผนภูมิการทำงานของ regenerative converter เพื่อการประหยัดพลังงาน 93
รูปที่ 76 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าหลักของอาคาร 94
รูปที่ 77 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย 95
รูปที่ 78 ตัวอย่างมาตรวัดไฟฟ้าแบบ digital 96
รูปที่ 79 ตัวอย่างไดอะแกรมการแยกมาตรวัดไฟฟ้าตามระบบย่อย 97
รูปที่ 80 ตัวอย่างไดอะแกรมระบบ building management system (BMS) 98
รูปที่ 81 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำแบบ digital 99
รูปที่ 82 ชนิดถังดับเพลิงมือถือที่ห้ามใช้และสามารถใช้ได้ 100
รูปที่ 83 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital 102
รูปที่ 84 ตัวอย่างแผนภูมิการติดมาตรวัดน้ำย่อยแยกการใช้น้ำรายประเภท 103
รูปที่ 85 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital แยกการใช้น้ำรายประเภท 103
รูปที่ 86 ตัวอย่างข้อมูลการวัดน้ำจากมาตรวัดน้ำแบบ digital 104
รูปที่ 87 ตัวอย่างการนำน้ำฝนมาใช้ใหม่ 105
รูปที่ 88 ตัวอย่างการนำน้ำจากการกลั่นตัวของ AHU กลับมาใช้ในหอระบายความร้อน 106
รูปที่ 89 ตัวอย่างการนำน้ำใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ 106
รูปที่ 90 การใช้ PV glass เป็น skylight และผลิตไฟฟ้าในขณะเดียวกัน 107

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 91 การวิเคราะห์ศักยภาพในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit 108
รูปที่ 92 การป้องกันตะกอนดินไหลออกนอกพื้นที่ 110
รูปที่ 93 การคัดแยกขยะในสถานที่ก่อสร้าง 111
รูปที่ 94 การหุ้มพลาสติกปิดบริเวณปากท่อลมของระบบปรับอากาศ 112
รูปที่ 95 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำ 114
รูปที่ 96 โครงสร้างการจัดการพลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด 115
รูปที่ 97 การใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร 117
รูปที่ 98 ฉลากสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 118
รูปที่ 99 การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน 119
รูปที่ 100 ลดเสียงดังที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้น้ำมัน 120
รูปที่ 101 การจัดวางถังคัดแยกขยะในตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายและเข้าถึงสะดวก 121
รูปที่ 102 การตรวจสอบการทำงานของหน่วยงานที่รับจ้างบริการทำความสะอาด 122
รูปที่ 103 สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานอาคารอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง 123

ส่วนที่ 1
ทั่วไป

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อใช้เป็นคู่มือในการเลือกที่ตั้งโครงการ ที่ลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ

2) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับสถาปนิกและวิศวกรในการออกแบบอาคารภาครัฐที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นอาคารเขียว

3) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน ให้ดำเนินงานก่อสร้าง ที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4) เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับการใช้และบำรุงรักษาอาคารภาครัฐที่ได้ออกแบบให้เป็นอาคารเขียวแล้วให้คงมีประสิทธิภาพดีอย่างต่อเนื่อง

1.2 ขอบเขตการใช้งาน

1) คู่มือนี้เป็นมาตรฐานหรือแนวทางการออกแบบ ก่อสร้าง การใช้และบำรุงรักษาสำหรับอาคารที่ต้องการเป็นอาคารเขียว มิใช่คู่มือสำหรับการประเมินเพื่อขอการรับรองเป็นอาคารเขียวจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

2) คู่มือนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับออกแบบอาคารภาครัฐ ประเภทสำนักงานเป็นหลัก แต่อาจนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่น เช่น อาคารที่พักอาศัยได้

3) สามารถใช้ได้กับอาคารทุกขนาด

4) เกณฑ์ที่ระบุในคู่มือนี้ คือ มาตรฐานการออกแบบที่สูงกว่าที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นเกณฑ์ใดที่เป็นข้อกฎหมายจะไม่ระบุในที่นี้ เพราะถือว่าเป็นสิ่งที่ทุกอาคารต้องปฏิบัติให้ถูกต้องอยู่แล้ว การทำอาคารเขียวเป็นเรื่องสมัครใจของผู้ที่ต้องการดำเนินงานให้ดีกว่าที่กฎหมายบังคับ

1.3 นิยามอาคาร

อาคารเขียว หมายถึง อาคารซึ่งออกแบบ 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 ซึ่งอาจจะแตกต่างจากคู่มือการประเมินอาคารเขียวอื่นที่แบ่งหมวดตามเนื้อหา เช่น หมวดประสิทธิภาพน้ำ หมวดพลังงาน หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เป็นต้น โดยมีเนื้อหาในการออกแบบของแต่ละงาน เช่น งานระบบปรับอากาศ แทรกอยู่ในหลายหมวด

แต่คู่มือนี้ได้รวบรวมงานแต่ละประเภทมารวมไว้ในหมวดเดียวกัน เช่น งานระบบปรับอากาศ งานระบบไฟฟ้า เพื่อทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานในช่วงต่างๆ ปฏิบัติตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้เกณฑ์ควรอ่านและทำความเข้าใจในภาพรวมของทุกหมวดตามเนื้อหาของคู่มือนี้

นอกจากนี้เกณฑ์ตามคู่มือจะประกอบด้วย เกณฑ์บังคับที่มากกว่าระบบประเมินอาคารเขียวอื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นการบังคับให้งานออกแบบ ก่อสร้าง การใช้และบำรุงรักษาอาคาร สามารถครอบคลุมเนื้อหาที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงาน การใช้น้ำ วัสดุ และทรัพยากรอื่นๆ รวมทั้งการให้ความสำคัญต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร ครบถ้วนทุกด้านเช่นเดียวกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวอื่น

เกณฑ์ทั้งหมดได้แบ่งเป็น 6 หมวด ประกอบด้วยเกณฑ์บังคับและเกณฑ์เลือกทำ ดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

ลำดับ	หมวด	เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐ		
		เกณฑ์บังคับ	เกณฑ์เลือกทำ	รวม
1	การเลือกที่ตั้งโครงการ	-	6	6
2	กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ	3	3	6
3	การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	4	1	5
4	การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	19	23	42
5	การก่อสร้างอาคาร	3	-	3
6	การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร	3	7	10
	รวมจำนวนเกณฑ์	**32**	**40**	**72**

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

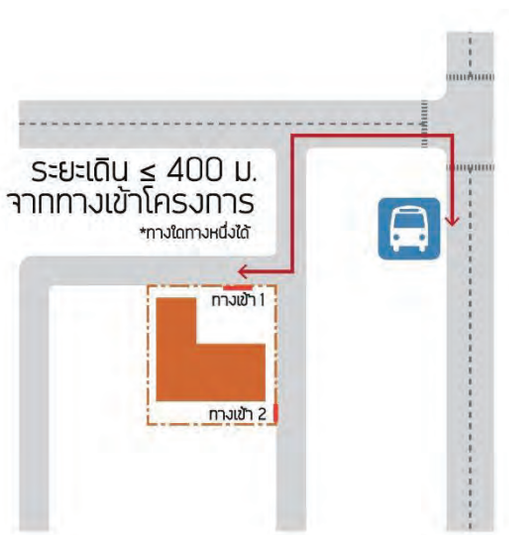
ชี้แจงวัตถุประสงค์หรือเหตุผลของการกำหนดเกณฑ์

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 หรือกรณีข้อมูลเพิ่มเติมมีจำนวนมาก เช่น ชื่อพรรณไม้ท้องถิ่น คู่มือจะให้รายชื่อเว็บไซต์ที่สามารถดาวน์โหลด หรือเข้าถึงเพื่อการศึกษาเพิ่มเติมไว้ด้วย

7) นิยามศัพท์

การให้นิยามศัพท์เฉพาะเป็นการให้ความหมายของคำที่มีความสำคัญในเรื่องนั้น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจความหมายคำตรงกัน

ส่วนที่ 2
เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

G-GOODs :
NC

หมวด 1 การเลือกที่ตั้งโครงการ
(Site Selection : SS)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
SS 1	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนทางบกหรือทางน้ำในระยะ 400 เมตร	-
SS 2	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบรางในระยะ 800 เมตร	-
SS 3	สามารถเข้าถึงได้จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยานในระยะ 200 เมตร	-
SS 4	ตั้งอยู่ในย่านที่มีสาธารณูปโภคพร้อมรองรับการพัฒนา	-
SS 5	มีร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลาย 4 ประเภทขึ้นไป ในระยะ 500 เมตร โดยรอบที่ตั้ง	-
SS 6	หลีกเลี่ยงที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง	-

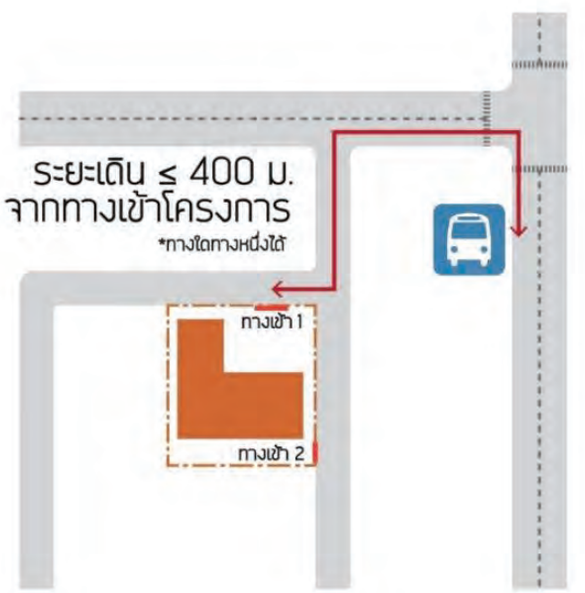
SS 1	**สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนทางบกหรือทางน้ำในระยะ 400 เมตร**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการเลือกที่ตั้งซึ่งสามารถเดินทางได้สะดวกโดยระบบขนส่งมวลชน ทำให้ลดความจำเป็นในการใช้รถยนต์ อันเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงาน และการเกิดมลพิษทางอากาศ

ข้อกำหนด

เลือกที่ตั้งซึ่งสามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนทางบกหรือทางน้ำ ได้ภายในระยะ 400 เมตร โดยวัดระยะทางตามเส้นทางเดิน จากทางเข้าทางใดทางหนึ่งของโครงการไปยังป้ายรถประจำทางหรือท่าเรือ



รูปที่ 2 การวัดระยะห่างจากทางเข้าโครงการไปยังป้ายจอดรถประจำทาง

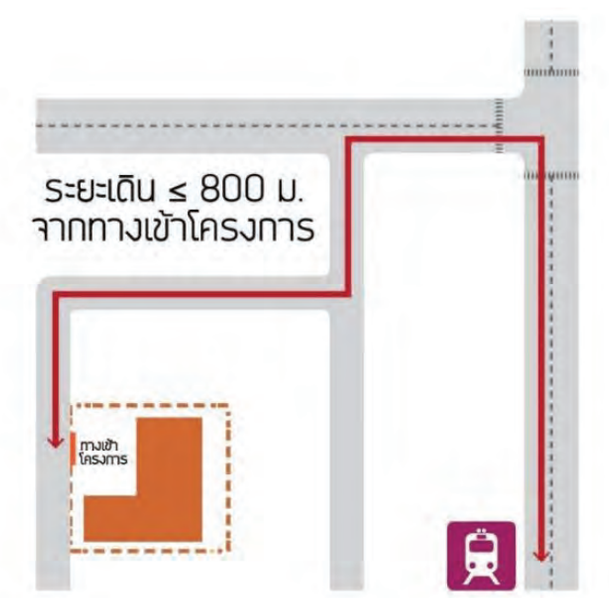
SS 2	**สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบรางในระยะ 800 เมตร**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการเลือกที่ตั้งซึ่งสามารถเดินทางได้สะดวกโดยระบบขนส่งมวลชนแบบราง เช่น รถไฟฟ้า รถไฟ ซึ่งเป็นการเดินทางที่สามารถกำหนดระยะเวลาได้แน่นอน ทำให้ผู้ใช้อาคารลดความจำเป็นในการใช้รถยนต์ ลดปัญหาจราจรติดขัด อันเป็นสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงาน ลดมลพิษทางอากาศ และลดผลกระทบการเกิดภาวะโลกร้อน

ข้อกำหนด

เลือกที่ตั้งซึ่งสามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบราง เช่น รถไฟฟ้า หรือรถไฟ ได้ภายในระยะ 800 เมตร โดยให้วัดระยะทางตามเส้นทางเดิน จากประตูทางเข้าที่ขอบเขตพื้นที่โครงการ (ไม่ใช่ระยะรัศมีที่วัดจากประตูทางเข้าอาคาร) ไปยังสถานีรถไฟฟ้า หรือสถานีรถไฟ โดยอาจจะเป็นตำแหน่งสถานีซึ่งยังไม่ได้สร้าง แต่รัฐบาลได้ประกาศแผนการก่อสร้างที่แน่นอนแล้วก็ได้



รูปที่ 3 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังสถานีรถไฟฟ้า

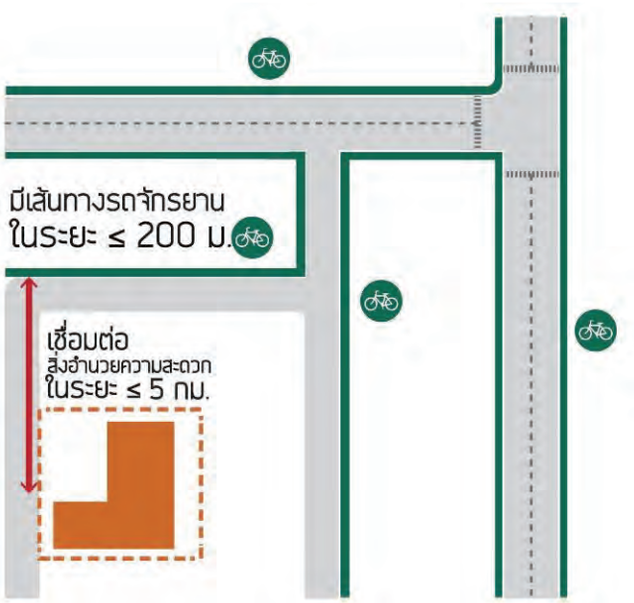
SS 3	**สามารถเข้าถึงได้จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยานในระยะ 200 เมตร**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเดินทางที่ไม่จำเป็นต้องใช้รถยนต์ สามารถลดผลกระทบจากการใช้รถยนต์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมลพิษทางอากาศ การเกิดก๊าซเรือนกระจก ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ การใช้รถจักรยานยังเป็นการออกกำลัง ส่งเสริมให้มีสุขภาพแข็งแรง

ข้อกำหนด

ให้เลือกที่ตั้งโครงการซึ่งสามารถเข้าถึงได้ภายในระยะ 200 เมตร จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยาน ซึ่งเป็นโครงข่ายที่สามารถเชื่อมต่อไปยังย่านร้านค้า หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่หลากหลาย หรือเชื่อมต่อไปยังเส้นทางรถจักรยาน ป้ายรถประจำทาง สถานีรถไฟฟ้า ท่าเรือ ซึ่งอยู่ภายในระยะ 5 กิโลเมตร



รูปที่ 4 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังเส้นทางรถจักรยาน

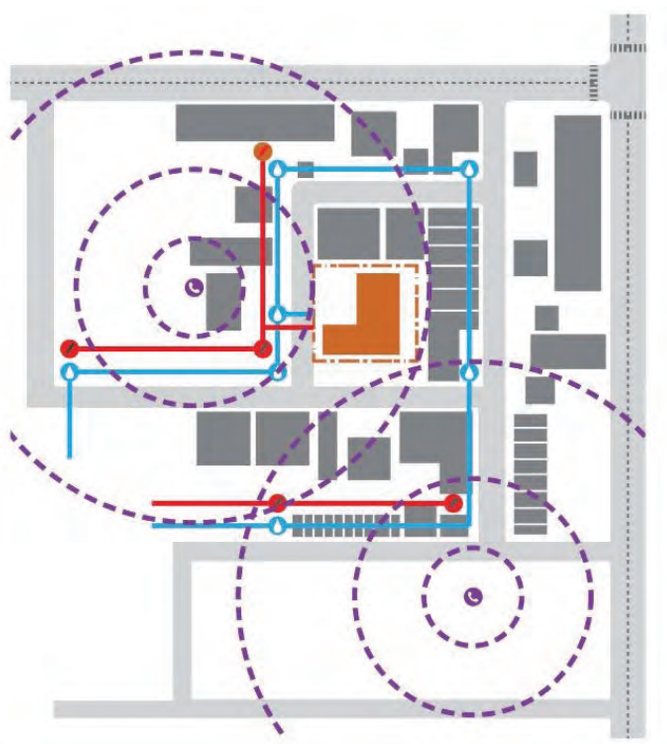
SS 4	**ตั้งอยู่ในย่านที่มีสาธารณูปโภคพร้อมรองรับการพัฒนา**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดความจำเป็นในการขยายสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการพัฒนา ซึ่งทำให้ต้องรุกล้ำธรรมชาติเพิ่มเติม ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ

ข้อกำหนด

เลือกที่ตั้งซึ่งมีระบบสาธารณูปโภครองรับการพัฒนาของโครงการ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำประปา ระบบระบายน้ำเสีย ระบบโทรศัพท์



รูปที่ 5 ความสามารถในการเข้าถึงสาธารณูปโภคต่างๆ

SS 5	**มีร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลาย 4 ประเภทขึ้นไป ในระยะ 500 เมตร โดยรอบที่ตั้ง**	-

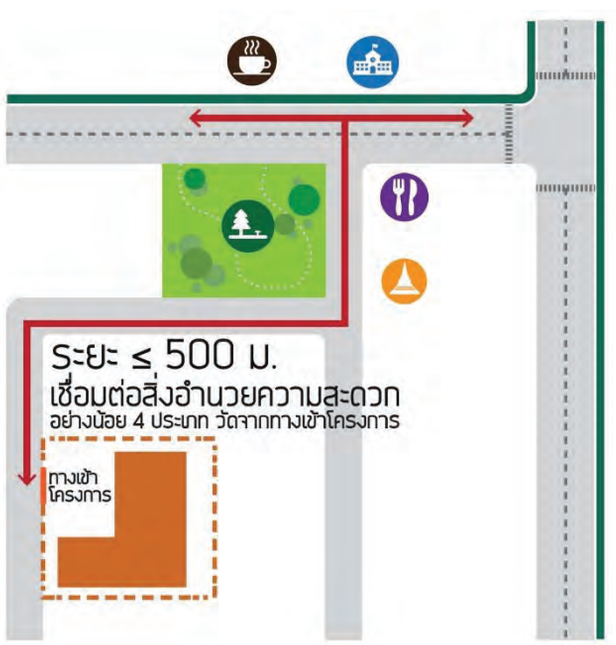
วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถเดินไปยังร้านค้าหรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้รถยนต์

ข้อกำหนด

เลือกที่ตั้งซึ่งภายในระยะ 500 เมตร *ตามแนวทางเดิน จากทางเข้าโครงการ* สามารถเข้าถึงร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลายตั้งแต่ 4 ประเภทขึ้นไป

ตัวอย่างของกิจกรรม เช่น ร้านอาหาร ร้านสะดวกซื้อ ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านเสริมสวย ร้านกาแฟ ร้านซักรีด สถานศึกษา คลินิก วัด สถานีตำรวจ สวนสาธารณะ และอื่นๆ



รูปที่ 6 การวัดระยะทางจากทางเข้าโครงการไปยังร้านค้าและกิจกรรมต่างๆ

SS 6	**หลีกเลี่ยงที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง**	-

วัตถุประสงค์

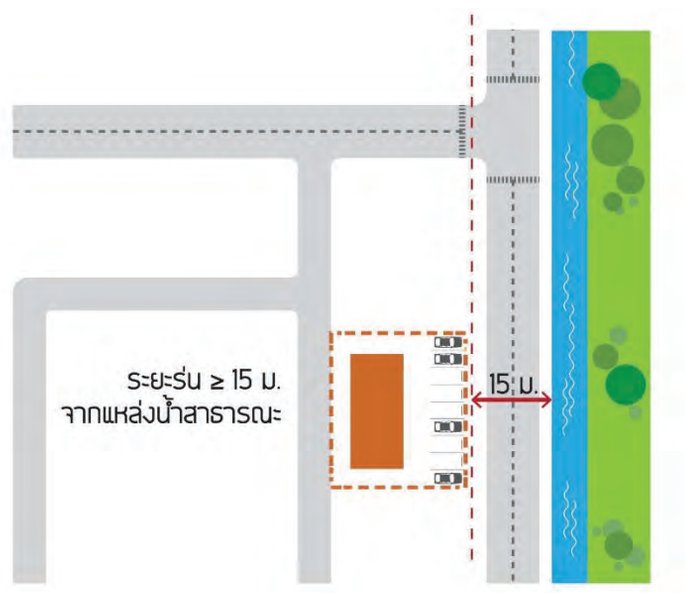
เพื่อหลีกเลี่ยงการสร้างผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากการพัฒนาโครงการในที่ดินซึ่งมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง เช่น ที่อยู่อาศัยของสัตว์สงวน

ข้อกำหนด

ให้หลีกเลี่ยงการเลือกที่ตั้งซึ่งมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่รับน้ำจากบริเวณรอบๆ พื้นที่ซึ่งเป็นทางผ่านของน้ำ ที่ดินในเขตป่าสงวน หรือเขตอนุรักษ์ ที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

1) กรณีเป็นแหล่งน้ำสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น บึง ทะเลสาบ ต้องร่นระยะการก่อสร้างอาคาร พื้นที่ดาดแข็ง ถนน ที่จอดรถ ให้มีระยะห่างอย่างน้อย 15 เมตร

2) กรณีเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ ต้องเว้นระยะห่างอย่างน้อย 50 เมตร



รูปที่ 7 การวัดระยะร่นจากแหล่งน้ำสาธารณะ

แนวทางการดำเนินงาน

นอกจากเลือกที่ตั้งซึ่งมีระยะห่างจากแหล่งน้ำ หรือพื้นที่ชุ่มน้ำตามข้อกำหนดแล้ว ควรตรวจสอบความสอดคล้องกับประเภทการใช้ที่ดินตามกฎหมายผังเมืองด้วย และหากเป็นที่ดินซึ่งเคยได้รับการพัฒนามาก่อน เช่น การปรับพื้นที่ลานจอดรถ จะยิ่งเป็นการดี เพราะช่วยลดการทำลายธรรมชาติเพิ่มเติม

หมวด 2 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 และสร้างเสร็จเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	-

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) ให้หัวหน้าโครงการมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบในการจัดทำเอกสารความต้องการของเจ้าของโครงการ

2) ให้จัดการประชุมร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ เพื่อสรุปความต้องการในการออกแบบ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวภาครัฐที่จะเลือกดำเนินการ

3) ผู้รับผิดชอบต้องจัดทำบันทึกสรุปความต้องการของเจ้าของโครงการ (OPR) และขอให้เจ้าของโครงการหรือตัวแทนรับรอง เพื่อให้แน่ใจว่าผู้รับผิดชอบเข้าใจถูกต้อง

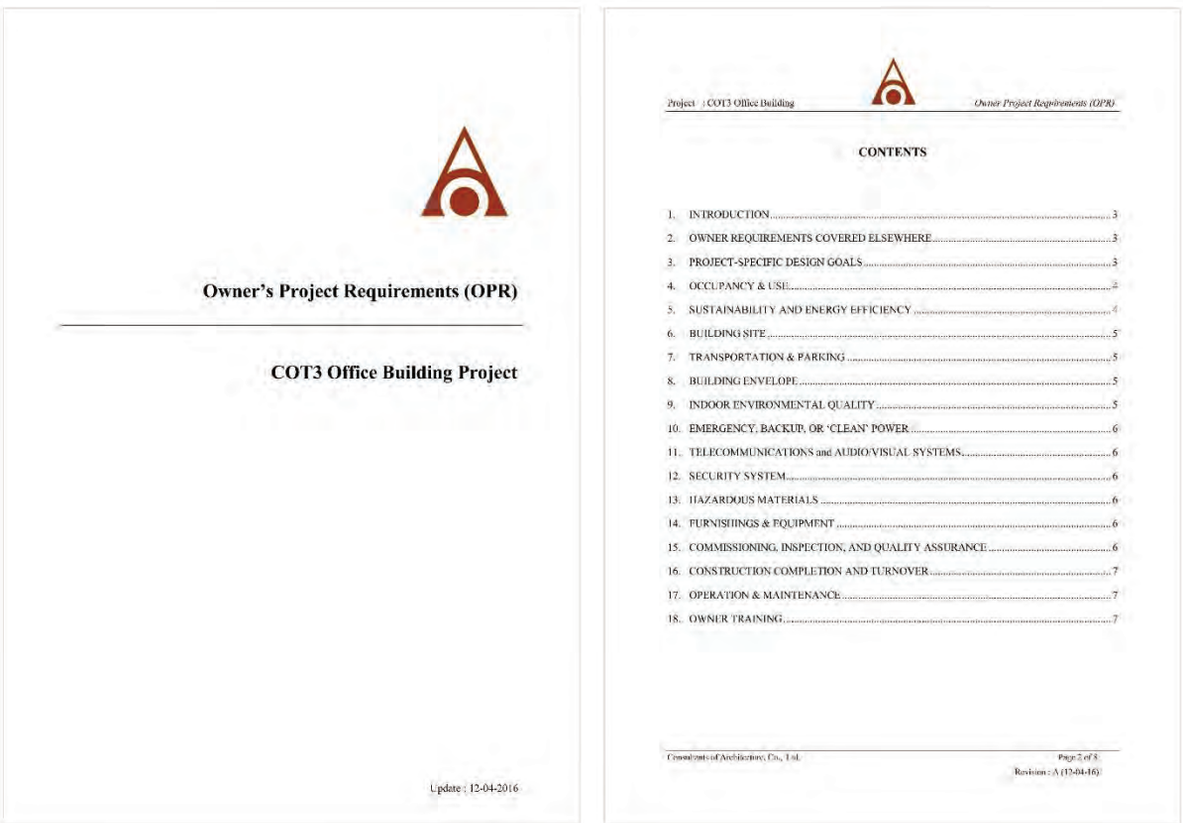
4) ผู้รับผิดชอบแจ้ง OPR ที่รับรองความถูกต้องแล้ว ให้ทุกคนในทีมงานออกแบบรับทราบ หากเจ้าของโครงการปรับเปลี่ยนความต้องการ ผู้รับผิดชอบจะต้องปรับปรุงข้อมูล ใน OPR ให้เป็นปัจจุบัน และต้องแจ้งให้ทีมงานออกแบบและผู้เกี่ยวข้องรับทราบทุกครั้ง

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 3
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 8 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

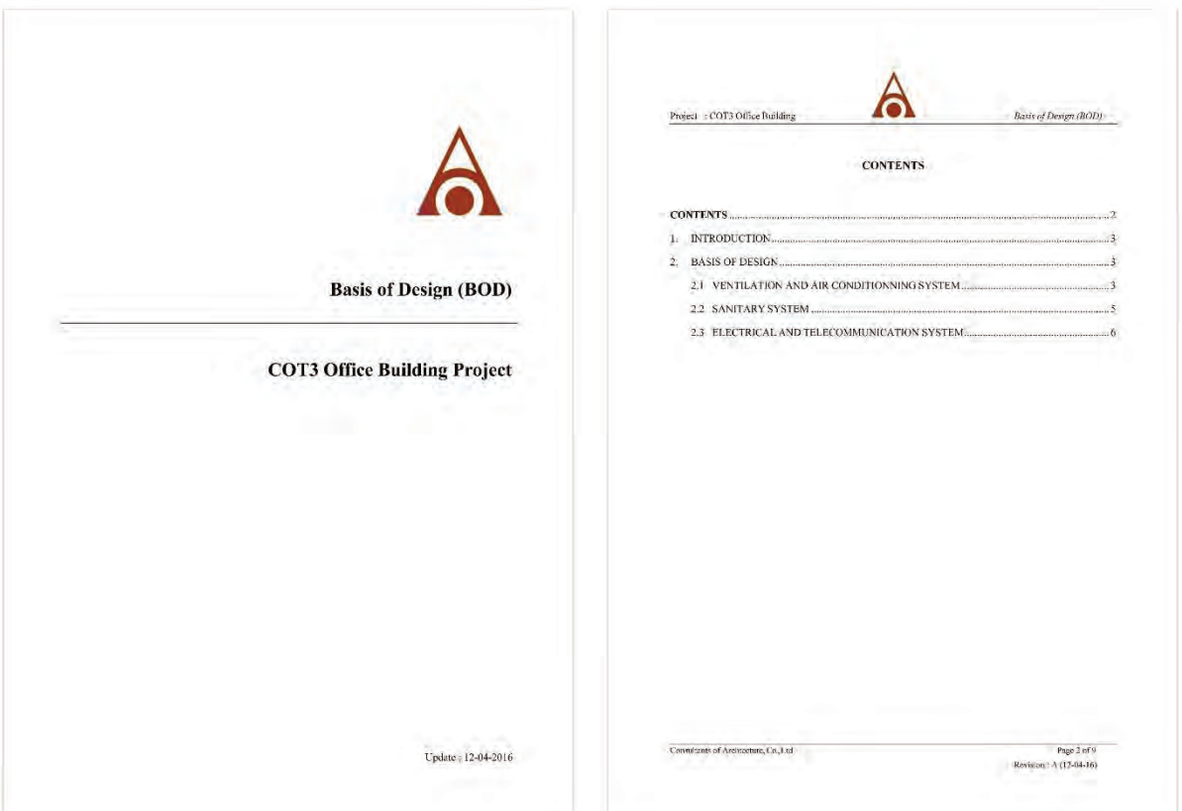
แนวทางการดำเนินงาน

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

Commissariat of Architecture, Co., Ltd. — Page 2 of 9
Revision : A (17-04-16)

รูปที่ 9 ตัวอย่างเอกสาร BOD

นิยามศัพท์

แนวคิดและเจตนารมณ์ในการออกแบบ (basis of design, BOD)	หมายถึง เอกสารแสดงหลักการและแนวคิดในการออกแบบที่ใช้เพื่อทำให้ความต้องการของเจ้าของโครงการเป็นไปได้จริง โดยระบุเกณฑ์ มาตรฐาน ข้อสมมติฐานหรือเงื่อนไขที่ใช้ในการออกแบบ

DP 4	**บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม**	-

วัตถุประสงค์

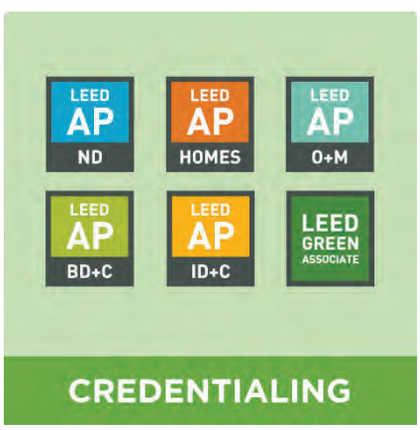
เพื่อให้ผู้ที่มีความรู้ในการออกแบบด้านอาคารเขียว ช่วยแนะนำหลักการและแนวทางการดำเนินงานให้กับคนอื่นๆ ในทีมออกแบบ ทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการออกแบบที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

ข้อกำหนด

มีผู้ที่ผ่านการอบรมด้านอาคารเขียวระบบใดระบบหนึ่งร่วมในทีมงานออกแบบอย่างน้อย 1 คน

แนวทางการดำเนินงาน

ควรส่งเสริมให้ทีมงานทุกคนมีโอกาสเข้ารับการอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวกับอาคารเขียว ซึ่งอาจเป็นการจัดอบรมภายในหน่วยงาน หรือ มีเอกสารให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เนื่องจากระบบอาคารเขียวต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีเนื้อหาและหลักการที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้น ผู้ที่ผ่านการอบรมในระบบใดระบบหนึ่งจะสามารถเข้าใจในหลักการและสามารถปฏิบัติตามคู่มือนี้ได้ ทำให้สามารถทำงานออกแบบอาคารเขียวภาครัฐได้ดียิ่งขึ้น



ผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว LEED AP

ผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว TREES-A

รูปที่ 10 ตัวอย่างประเภทผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว

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

วัตถุประสงค์

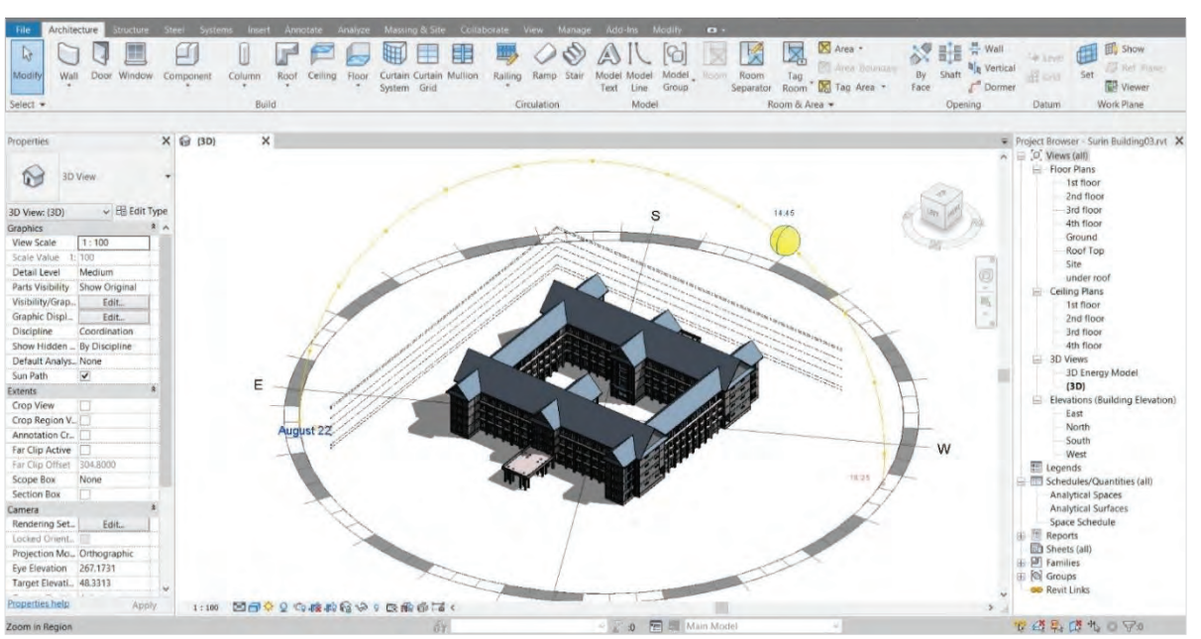
เพื่อลดความขัดแย้งในแบบก่อสร้างแต่ละระบบ ซึ่งมักสร้างปัญหาในขั้นตอนการก่อสร้าง ทำให้บางครั้งมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการแก้ไขปัญหานั้นๆ หรืออาจแก้ไขปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ทำให้อาคารด้อยประสิทธิภาพ

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 11 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 3 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์
(Master Plan Design and Landscape : ML)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
ML 1	การจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร	บังคับ
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นถิ่นที่เหมาะสม	บังคับ
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง	บังคับ
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	บังคับ
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 12 ตัวอย่างการจัดพื้นที่สูบบุหรี่นอกอาคาร

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

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

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้ใช้พืชพรรณท้องถิ่นในงานภูมิทัศน์ เพราะพืชท้องถิ่น หรือพืชพรรณที่ปรับตัวแล้ว สามารถทนโรค ทำให้ลดความจำเป็นในการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลงหรือศัตรูพืช

2) เพื่อให้เลือกพืชพรรณที่ทนแล้ง ทำให้ลดการใช้น้ำสำหรับการรดน้ำ

ข้อกำหนด

พืชพรรณที่ปลูกส่วนใหญ่ ให้เลือกพืชพรรณที่ทนโรค ทนแล้ง ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น และไม่เป็นสายพันธุ์รุกราน

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกพืชพรรณหลายชนิดผสมกัน ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถเป็นที่อยู่อาศัยของนก และผีเสื้อ ทำให้คนได้ใกล้ชิดธรรมชาติ ไม่ควรปลูกหญ้าเพียงอย่างเดียวเพราะนอกจากไม่มีความหลากหลายแล้วยังใช้น้ำมาก และควรเลือกต้นไม้ที่สามารถทนแล้งได้ดี

รูปที่ 13 พื้นที่โล่งควรปลูกพืชพรรณหลากหลายชนิดรวมกัน

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

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

รูปที่ 14 สารานุกรมพืชในประเทศไทย

ดูรายชื่อต้นไม้สายพันธุ์รุกรานและต้นไม้ในเขตร้อนชื้นสลับแล้ง และร้อนชื้นฝนชุก หน้า 78-82 ใน คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ของสถาบันอาคารเขียวไทย

ML 3	**การลดความร้อนของผิวพื้นที่ดาดแข็ง**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดผลกระทบในการทำให้เกิดเกาะความร้อนในเมือง 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

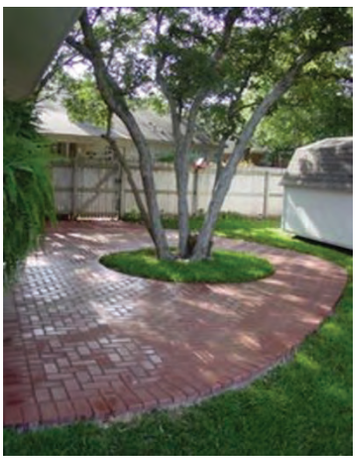
ที่มา : สถาบันอาคารเขียวไทย, คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน หน้า 119

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 15 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ

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



รูปที่ 16 การปลูกต้นไม้เพื่อลดความร้อนให้พื้นที่ดาดแข็ง

รูปที่ 17 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**	**บังคับ**

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 18 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)	สัมประสิทธิ์การไหลบนผิว
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

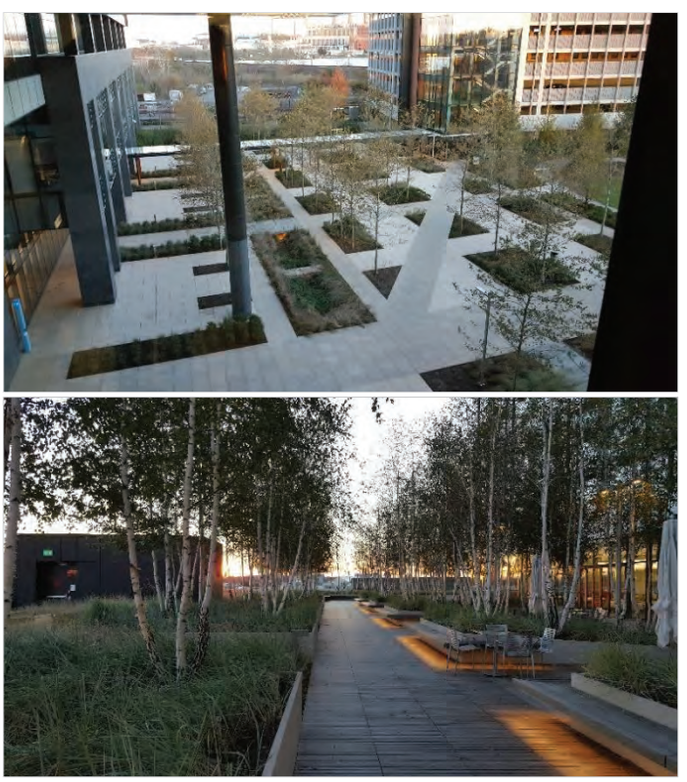
เพื่อให้โครงการมีสภาพแวดล้อมธรรมชาติมากขึ้น สร้างที่อยู่อาศัยของสัตว์ และเพิ่มสมดุลในระบบนิเวศ ทำให้คนมีโอกาสใกล้ชิดธรรมชาติ ซึ่งเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้แก่ผู้ใช้อาคาร รวมทั้งชุมชนโดยรอบ

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 19 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 4 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 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
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	บังคับ

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 4.4	ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์	บังคับ
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	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-
AE 5.5	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-
AE 5.6	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-
AE 5.7	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	ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง	บังคับ
AE 8	**ระบบการจัดการพลังงาน**	
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	บังคับ
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 9	**ระบบสุขาภิบาล**	
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย	บังคับ
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

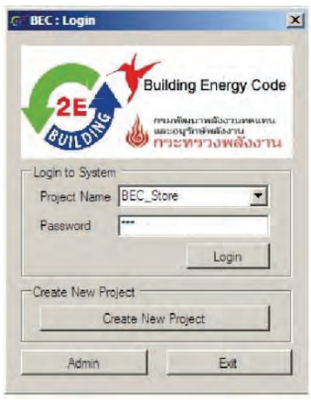
โดยให้ใช้โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (building energy code, BEC) ของกระทรวงพลังงานในการคำนวณ

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 20 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			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 21 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 22 ถังคัดแยกขยะและห้องเก็บขยะรีไซเคิล

AE 2.2	**การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้น้ำของอาคาร โดยการเลือกสุขภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำ

ข้อกำหนด

สุขภัณฑ์ทั้งหมดในโครงการเป็นสุขภัณฑ์ที่ได้ฉลากเขียวหรือได้มาตรฐานการประหยัดน้ำ ดังนี้

1) โถส้วม มีอัตราการใช้น้ำไม่เกิน 4.8 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 23 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 24 ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้รถจักรยาน

AE 2.4	**ระบบดักฝุ่นทางเข้า**	**-**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดมลพิษและฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ผ่านบริเวณทางเข้าอาคารซึ่งมักติดมากับรองเท้า

ข้อกำหนด

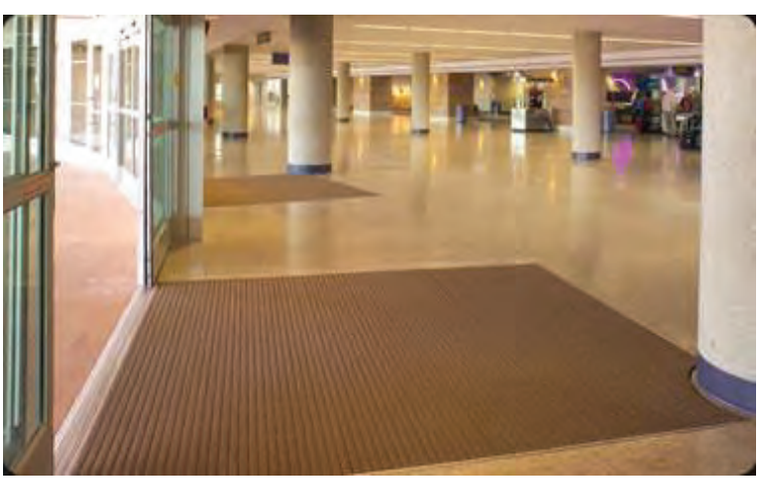
ติดตั้งระบบเก็บกักฝุ่นละอองบริเวณทางเข้าอาคาร ดังนี้

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 25 การติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น

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

AE 2.5	**การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการสะท้อนของเสียงภายในอาคาร ที่ทำให้เกิดเสียงดังรบกวนต่อประสิทธิภาพในการทำงาน

ข้อกำหนด

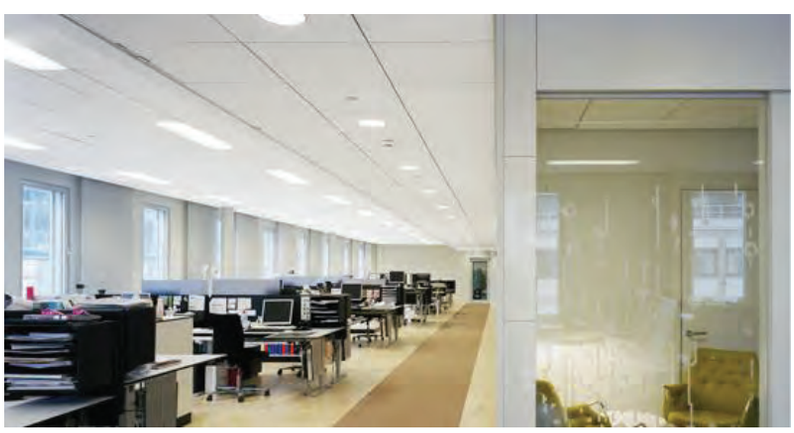
1) พื้นที่ฝ้าเพดานของสำนักงานแบบเปิดโล่งอย่างน้อยร้อยละ 75 (ยกเว้นพื้นที่ติดตั้งดวงโคม หัวจ่ายแอร์ และช่องแสงหลังคา) เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

2) พื้นที่ฝ้าเพดานของห้องประชุมอย่างน้อยร้อยละ 50 เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

3) พื้นที่ผนังภายในห้องทำงานแบบปิดและสำนักงานแบบเปิดอย่างน้อยร้อยละ 25 ใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ≥ 0.7

แนวทางการออกแบบ

วัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า NRC ยิ่งสูงยิ่งดี โดยอาจใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานตกแต่งภายใน ทำให้เกิดความสวยงาม การใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังจะช่วยลดเสียงได้ดีกว่าที่ฝ้าเพดาน แต่การใช้ฝ้าเพดานดูดกลืนเสียงจะราคาถูกกว่า



รูปที่ 26 ห้องที่มีการใช้วัสดุดูดกลืนเสียงที่ผนังและฝ้าเพดาน

ตารางที่ 5 ตัวอย่างค่า 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

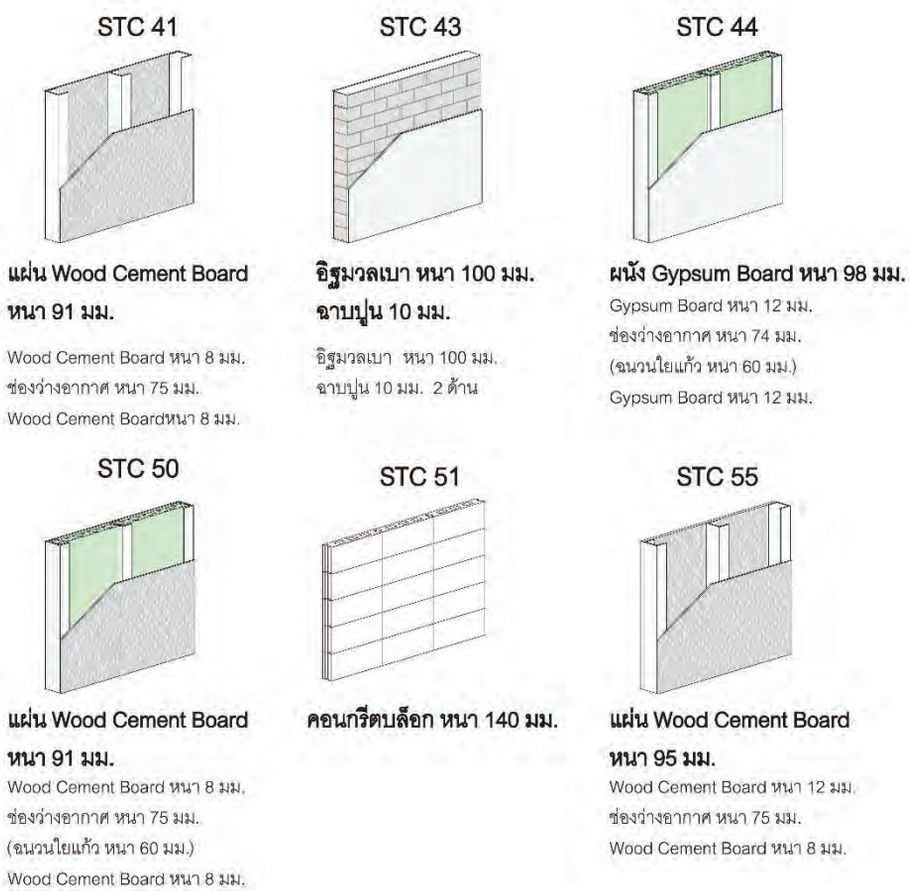
เพื่อลดปัญหาเสียงรบกวนระหว่างห้องภายในอาคาร ทำให้พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

ข้อกำหนด

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

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกผนังที่มีส่วนประกอบของชั้นวัสดุต่างๆ และมีค่า STC อยู่ในช่วงที่กำหนด STC ยิ่งสูงจะยิ่งกันเสียงได้มาก โดยจะต้องติดตั้งให้ผนังสูงจากพื้นจรดพื้นชั้นบนด้วย มิฉะนั้นแล้วความสามารถในการกันเสียงที่ได้จะลดต่ำลง



รูปที่ 27 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

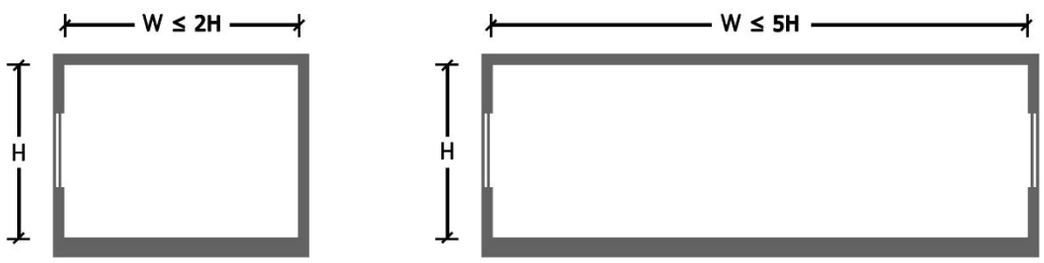
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศตามธรรมชาติโดยการออกแบบให้ขนาดของห้องไม่ลึกจากหน้าต่างมากเกินไป

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 $W \leq 5H$



รูปตัด ห้องที่ระบายอากาศด้านเดียว **รูปตัด ห้องที่ระบายอากาศ 2 ด้านที่ตรงกันข้าม**

รูปที่ 28 ขนาดของห้องที่ระบายอากาศธรรมชาติมีคุณสมบัติตามเกณฑ์

แนวทางการออกแบบ

นอกจากอาคารจะมีสัดส่วนข้างต้นแล้ว หน้าต่างควรอยู่ในด้านที่ได้รับลมประจำถิ่น ซึ่งขึ้นกับสภาพที่ดินของแต่ละโครงการ และควรออกแบบให้มีกันสาดเหนือหน้าต่าง เพื่อช่วยกันฝนและสามารถระบายอากาศได้ในขณะฝนตก

AE 2.8	**พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติและเห็นทิวทัศน์ภายนอก**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในการประหยัดพลังงาน และส่งเสริมการทำงานของระบบร่างกาย และเกิดความผ่อนคลายทางจิตใจ

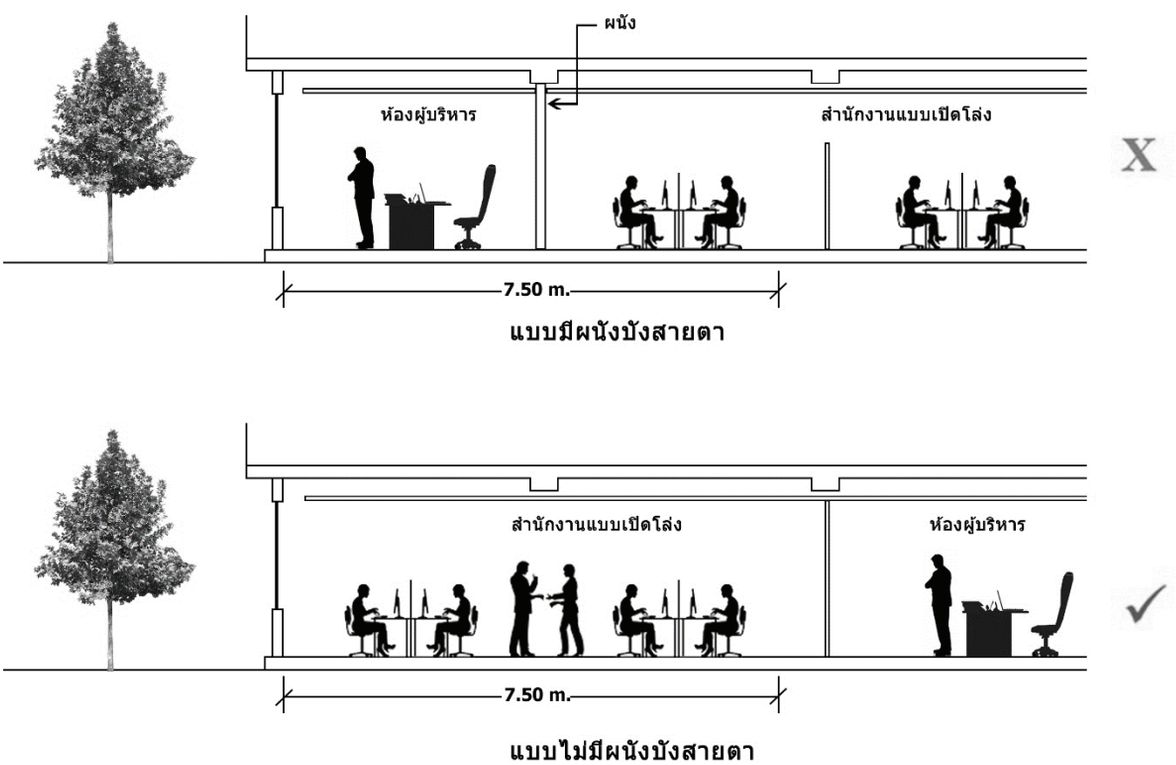
ข้อกำหนด

ร้อยละ 75 ของพื้นที่ทั้งหมดที่มีคนนั่งทำงาน (workstations) อยู่ในระยะ 7.5 เมตร จากริมหน้าต่างที่เห็นทิวทัศน์ภายนอก และ

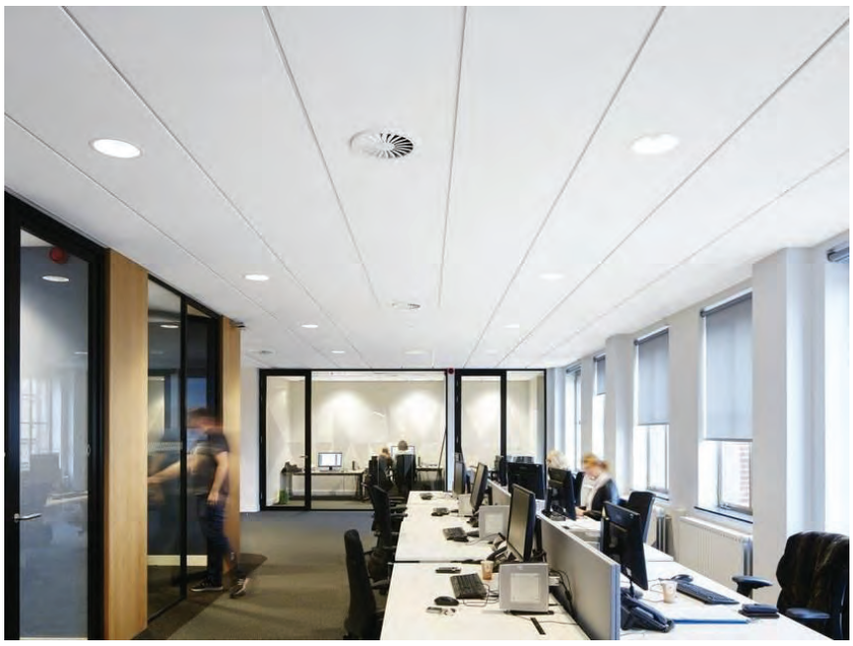
ร้อยละ 95 ของพื้นที่ทั้งหมดที่มีคนนั่งทำงาน (workstations) อยู่ในระยะ 12 เมตร จากริมหน้าต่าง โดยสามารถมองผ่านหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงออกสู่ภายนอกได้ โดยไม่มีผนังทึบภายในบังสายตา

แนวทางการออกแบบ

จัดห้องที่มีผนังทึบเพื่อความเป็นส่วนตัว เช่น ห้องประชุมไว้ด้านในอาคาร และจัดพื้นที่ทำงานที่เป็นสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง



รูปที่ 29 ตัวอย่างการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งไว้ริมหน้าต่าง



รูปที่ 30 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

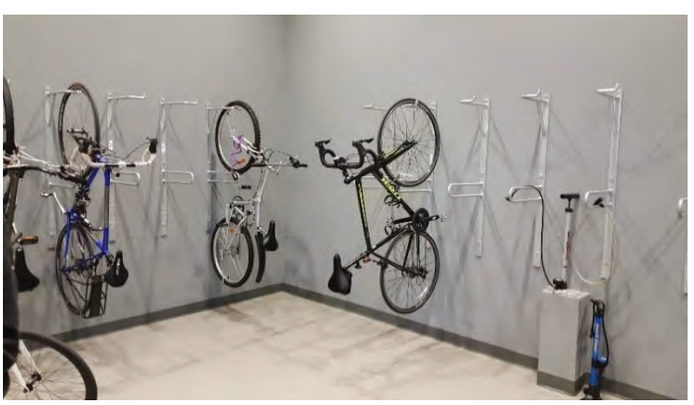
1) พื้นที่อาคาร ขนาด 15,000 ตารางเมตรแรก กำหนดให้มีที่จอดรถจักรยาน จำนวน 1 คัน ต่อพื้นที่อาคาร 300 ตารางเมตร

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 31 ห้องเก็บรถจักรยาน

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 32 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

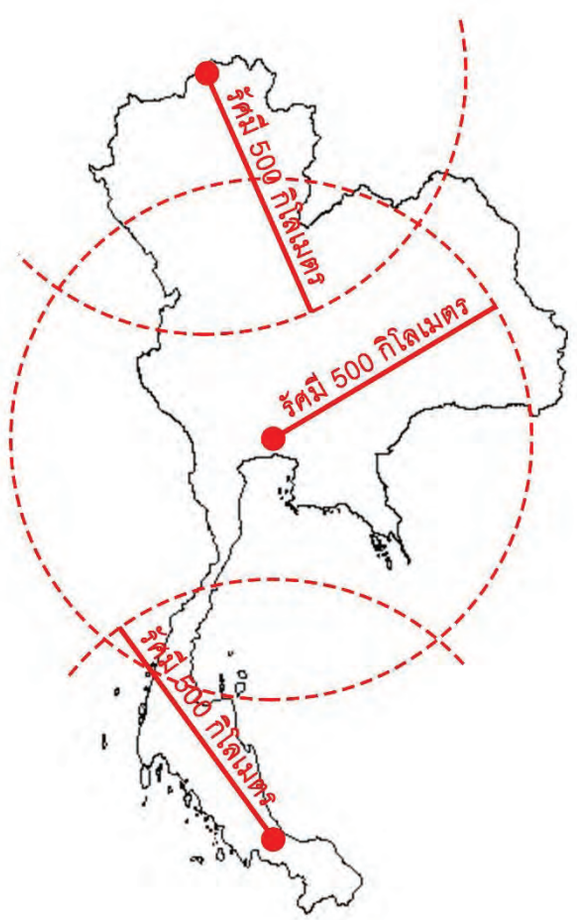
เพื่อส่งเสริมการใช้วัสดุในท้องถิ่น ลดการสิ้นเปลืองพลังงานในการขนส่ง และส่งเสริมเศรษฐกิจในประเทศ

ข้อกำหนด

สำหรับการออกแบบและจัดซื้อวัสดุใหม่ วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ให้ใช้วัสดุพื้นถิ่นที่ผลิตในประเทศไทย โดยมีแหล่งผลิต ขุด หรือประกอบ อยู่ในรัศมีไม่ไกลเกินกว่า 500 กิโลเมตร จากที่ตั้งของโครงการ

แนวทางการออกแบบ

ควรเลือกวัสดุที่ผู้ผลิตมีเอกสารเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งขุดวัตถุดิบ ผลิต และประกอบ



รูปที่ 33 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 34 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 35 ค่า SRI ของหลังคาโลหะสีต่างๆ

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

รูปที่ 36 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 37 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 38 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 พร้อมผลทดลอบ 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 ไม่นำไฟเกรด UL94 เกรด V_0
- ระดับการกันน้ำกันฝุ่น IP33 เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคาร
- สามารถใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กเดิมได้
- ผ่านมาตรฐานการจำกัดการใช้สารอันตราย RoHS
- ผ่านมาตรฐานทดสอบความปลอดภัยของหลอดไฟ EN/IEC61347-2-13
- รับประกัน 5 ปี

LED T8 AL/PC Specifications

	F000325	F000326	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 Protaction		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 39 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

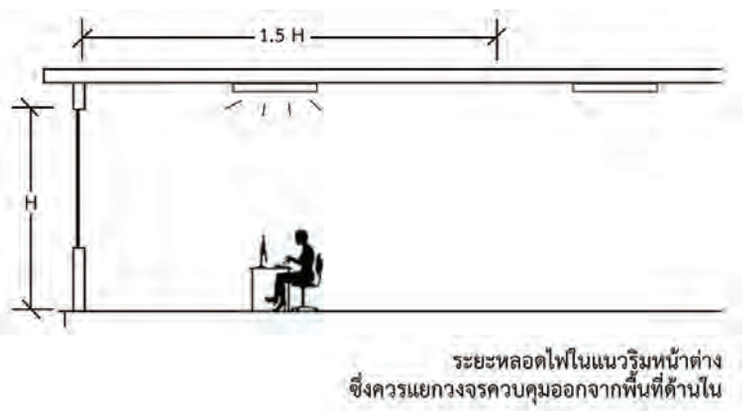
AE 4.3	การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถปิดไฟในบริเวณพื้นที่ริมหน้าต่างได้ ทำให้ประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้น เพราะโดยทั่วไปพื้นที่ตามแนวริมหน้าต่างจะมีความสว่างพอเพียงต่อการใช้งาน ไม่จำเป็นต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน

ข้อกำหนด

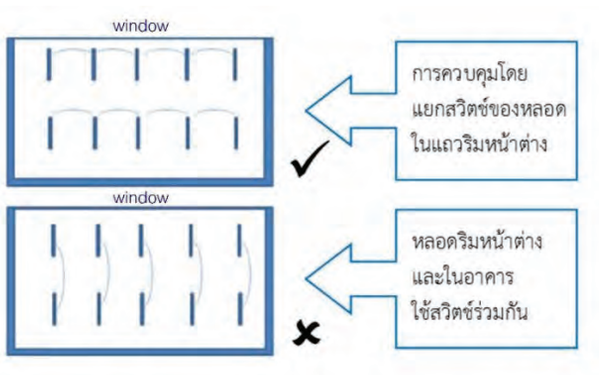
ให้แยกสวิตช์เปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ในพื้นที่ริมหน้าต่าง ในระยะ 1.5 เท่าของความสูงจากพื้นถึงขอบบนวงกบหน้าต่าง ออกจากการเปิด-ปิดของหลอดไฟอื่นๆ ที่อยู่ลึกเข้าไปด้านในอาคาร และติด daylight sensor เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟในแนวริมหน้าต่าง



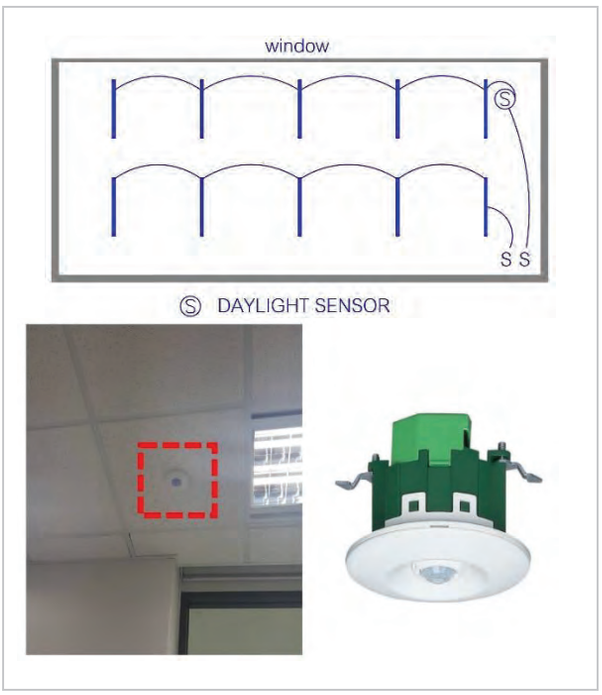
รูปที่ 40 ระยะหลอดไฟในแนวริมหน้าต่างซึ่งควรแยกวงจรควบคุม

แนวทางการออกแบบ

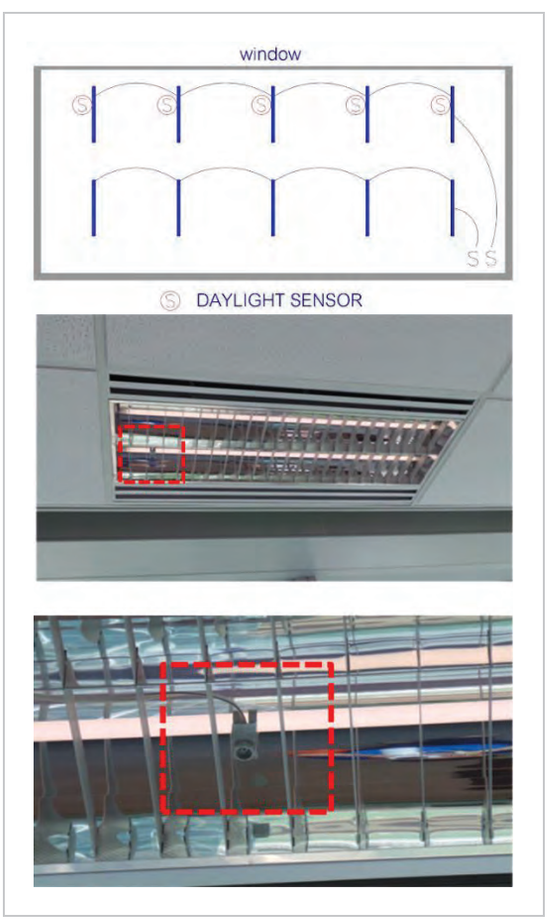
การใช้ daylight sensor ควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟแนวริมหน้าต่าง อาจจะใช้แบบที่ควบคุมให้เปิดหรือปิด หรือควบคุมให้หรี่แสงของหลอดไฟลง โดยต้องเลือกชนิดของหลอดไฟที่สามารถหรี่แสงได้เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน เมื่อมีแสงธรรมชาติสว่างมากพอ



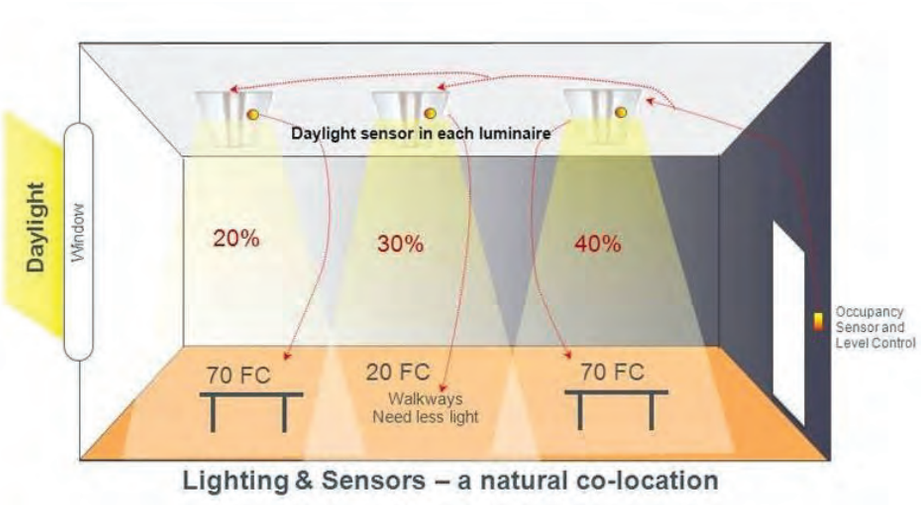
รูปที่ 41 การควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ



รูปที่ 42 การใช้ daylight sensor ควบคุมแบบ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟหลายชุด



รูปที่ 43 การใช้ sensor 1 ตัวควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ 1 ชุด



รูปที่ 44 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	บังคับ

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมระดับความส่องสว่างได้เหมาะสมกับการใช้งาน และประหยัดพลังงานได้ในส่วนที่ไม่มีความต้องการใช้

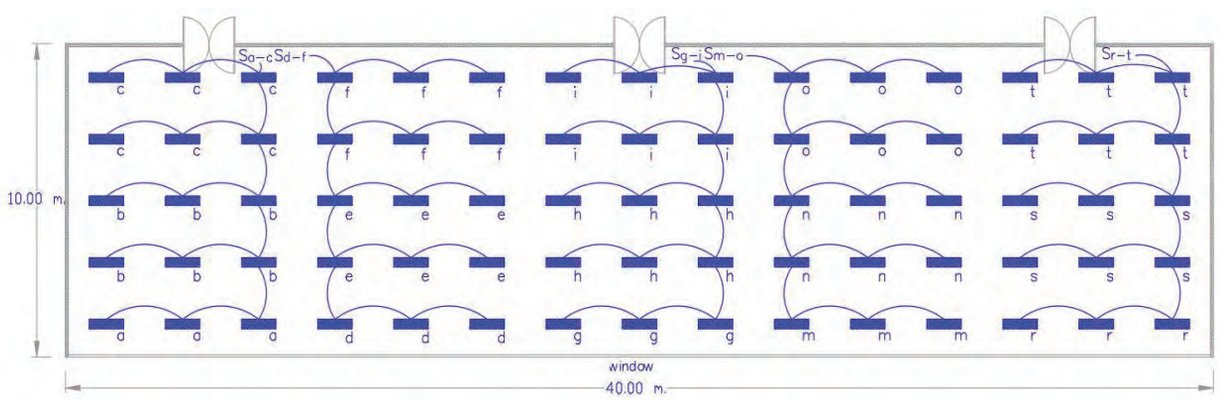
ข้อกำหนด

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 45 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง

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

AE 4.5	**การควบคุมความสว่างโดยใช้ Sensor**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานและป้องกันการเปิดไฟฟ้าแสงสว่างไว้ในบริเวณที่ไม่มีผู้ใช้งานประจำ

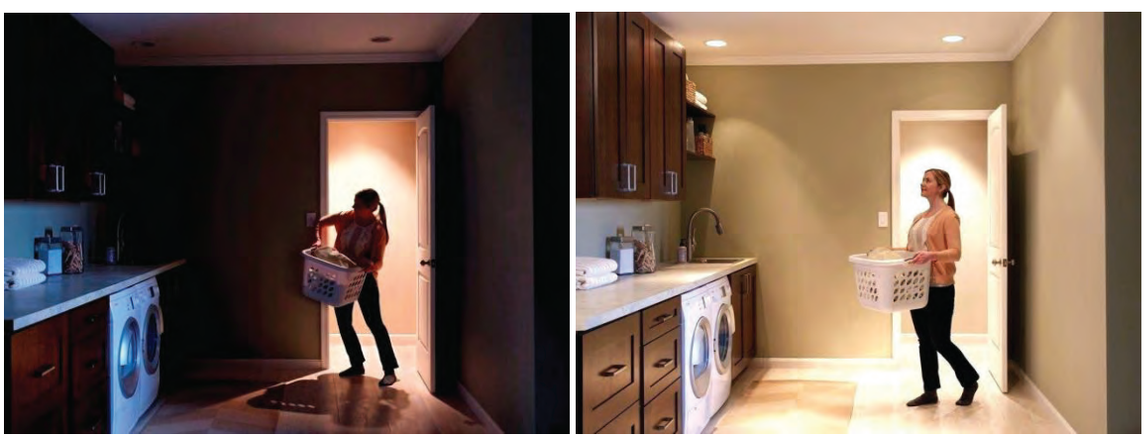
ข้อกำหนด

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 46 ตัวอย่างการใช้ occupancy sensor

ที่มา : https://www.menards.com/main/electrical/light-switches-dimmers-outlets/light-switches/

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

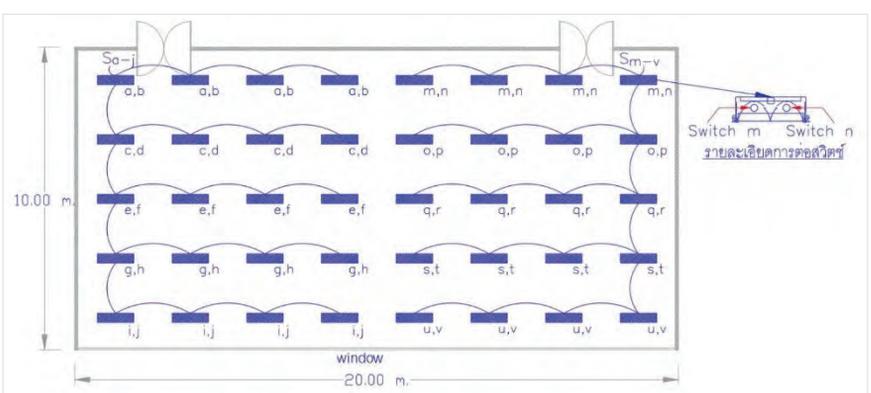
อย่างน้อยร้อยละ 90 ของพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ ผู้ใช้งานต้องสามารถเปิดและปิดไฟแสงสว่างได้ตามความต้องการ อย่างน้อย 3 ระดับ คือ เปิด ปิด และกึ่งกลาง โดยที่กึ่งกลางกำหนดระดับความส่องสว่างต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 30-70 หรือใช้ dimmer ในการหรี่แสง

แนวทางการออกแบบ

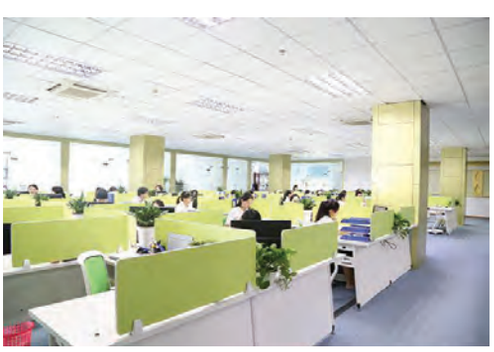
ออกแบบระบบควบคุมความสว่างตามข้อใดข้อหนึ่งหรือทั้งสองข้อ ให้ครอบคลุมพื้นที่ตามที่กำหนด

1) กรณีที่โคมประกอบด้วยหลอดไฟ 2 หลอดขึ้นไป ควรมีการแยกสวิตช์เปิด-ปิดหลอดไฟแต่ละหลอด หรือแยก เปิด-ปิด หลอดไฟแบบดวงเว้นดวง

2) ออกแบบใช้ dimmer ในการเปิด-ปิด และหรี่แสง



รูปที่ 47 ตัวอย่างการออกแบบสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 3 ระดับ



รูปที่ 48 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

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ		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 49 ฉลากประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศของ กฟผ.

รูปที่ 50 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

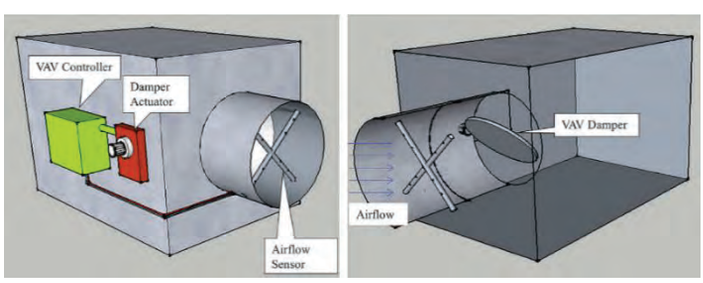
1) แยกชุดควบคุมสภาวะอากาศของแต่ละโซนในอาคารออกจากกัน คือ โซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอก

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

3) ติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและควบคุมได้ไว้ภายในโซนนั้นๆ

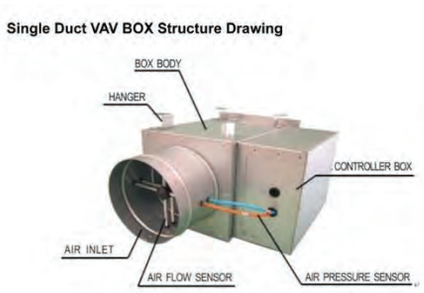
แนวทางการออกแบบ

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



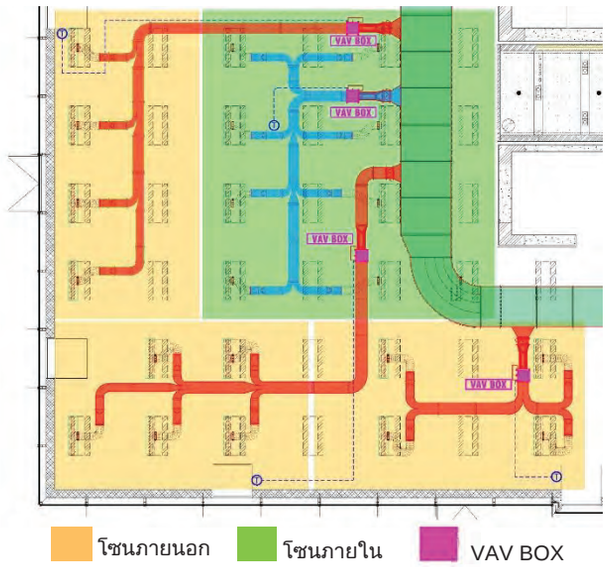
รูปที่ 51 ระบบ variable air volume (VAV)

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

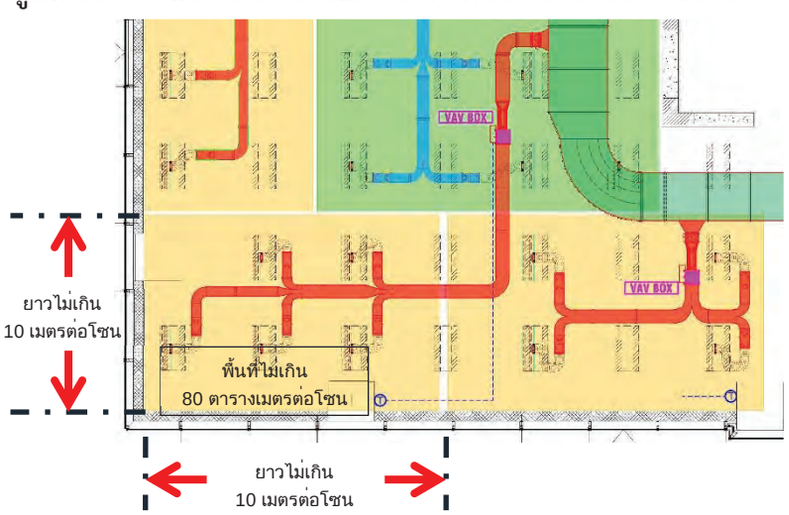


รูปที่ 52 ตัวอย่าง VAV box

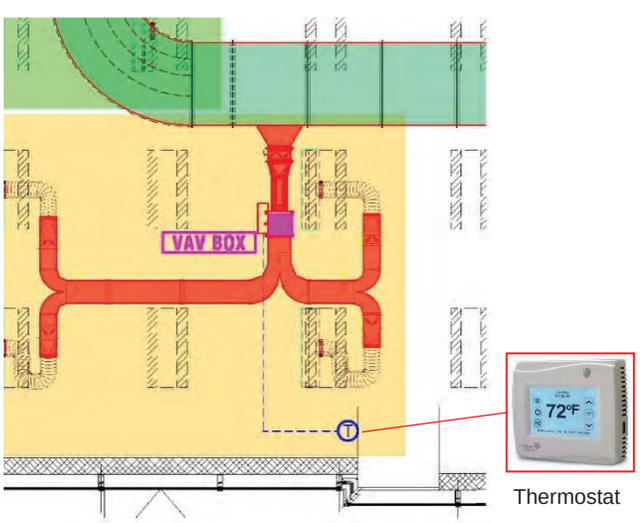
ที่มา : https://bigreddog.com/which-terminal-unit-vav-box-is-right-for-me/



รูปที่ 53 การแยกโซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอกออกจากกัน



รูปที่ 54 การกำหนดโซนพื้นที่ใช้งานแต่ละโซนไม่เกิน 80 ตารางเมตร



รูปที่ 55 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

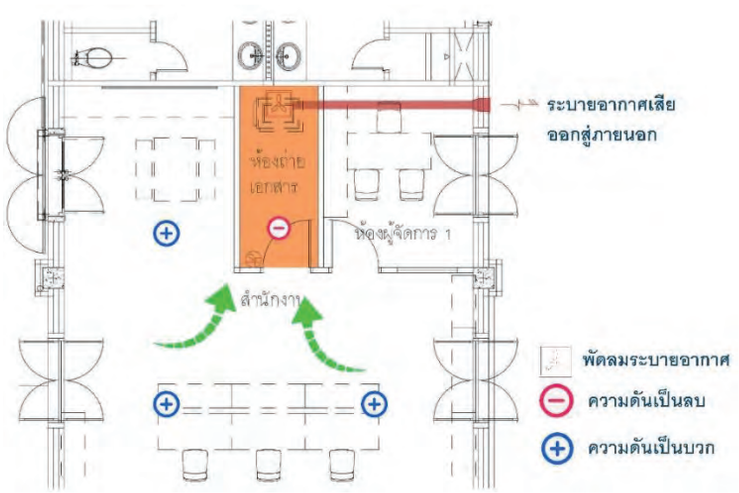
4) ต้องมีประตูที่ปิดกลับได้เอง (self closing door)

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 56 ตัวอย่างห้องความดันเป็นลบ

AE 5.4	**การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีและประสิทธิภาพการทำงานของผู้ใช้อาคารทางด้านสภาวะน่าสบาย

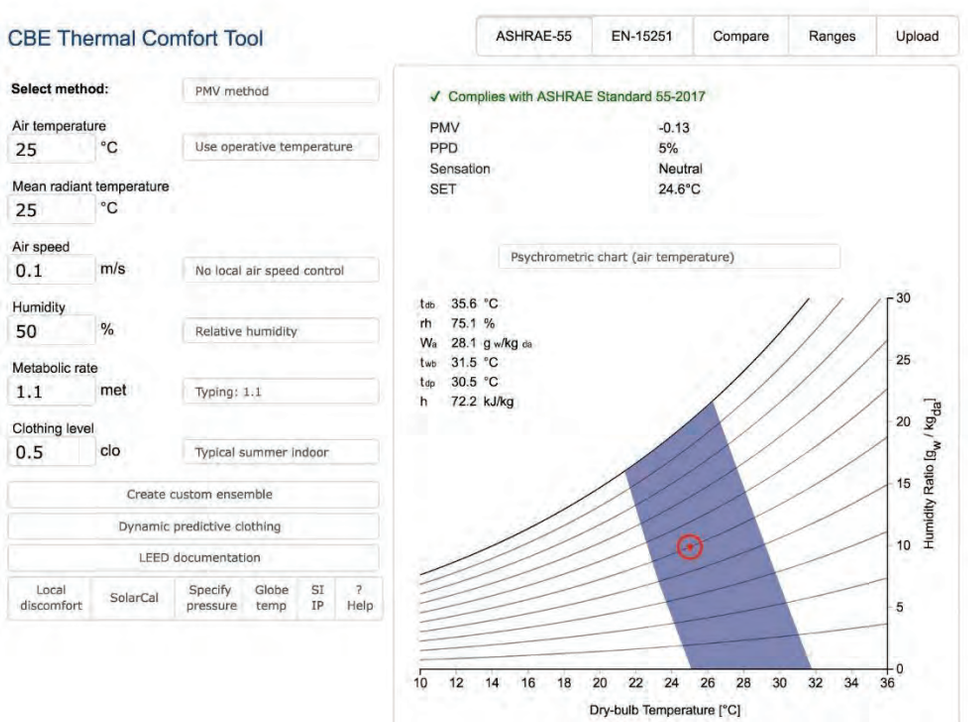
ข้อกำหนด

สภาวะน่าสบายสำหรับพื้นที่ปรับอากาศให้ใช้ค่าดังนี้

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

แนวทางการออกแบบ

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



รูปที่ 57 การวิเคราะห์สภาวะสบายโดยใช้โปรแกรม CBE Thermal Comfort Tool

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

AE 5.5	**ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower)/ เครื่องระบายความร้อน**	-

วัตถุประสงค์

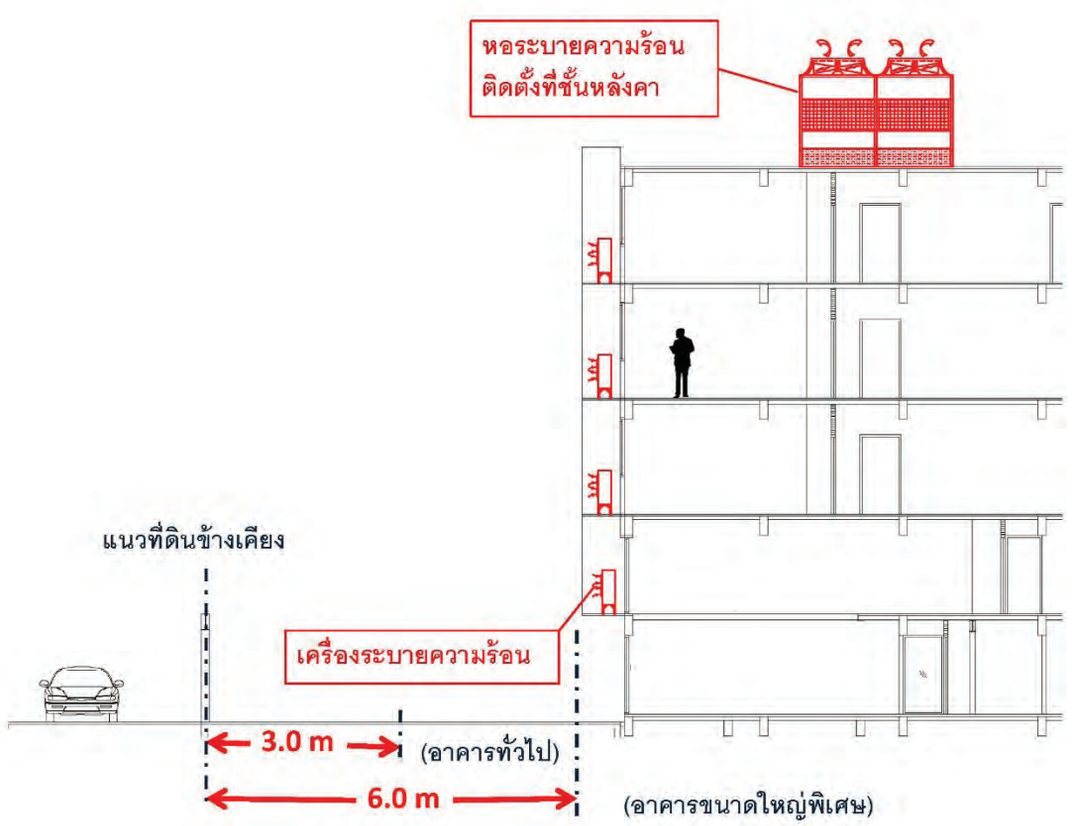
เพื่อจัดวางชุดระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ ในตำแหน่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมและไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่อาคารใกล้เคียง

ข้อกำหนด

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

แนวทางการออกแบบ

พยายามวางชุดระบายความร้อนไว้บนดาดฟ้าของอาคาร และเป่าลมร้อนออกด้านบน หากจำเป็นต้องติดตั้งที่ชั้นล่างหรือด้านข้างของอาคาร ต้องวางชุดระบายความร้อนต่างๆ ห่างจากที่ดินข้างเคียงไม่น้อยกว่าข้อกำหนด



รูปที่ 58 ตำแหน่งการวางชุดระบายความร้อนและหอระบายความร้อน

AE 5.6	**ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ**	**-**

วัตถุประสงค์

เพื่อลดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองตลอดจนมลภาวะต่างๆ และเป็นการปรับปรุงระบบปรับอากาศเพื่อส่งเสริมสุขอนามัยที่ดีของผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจ

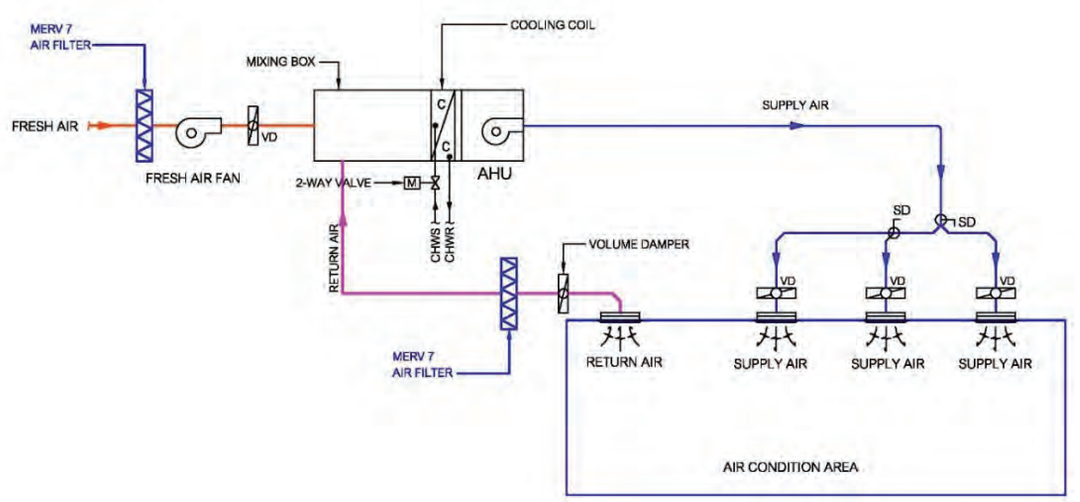
ข้อกำหนด

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 หรือแผ่นกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานอื่นที่มีความน่าเชื่อถือเทียบเท่า ติดตั้งในตำแหน่งของอากาศที่ดูดกลับ (return air) และที่ด้านดูดของเครื่องเติมอากาศภายนอก (fresh air)

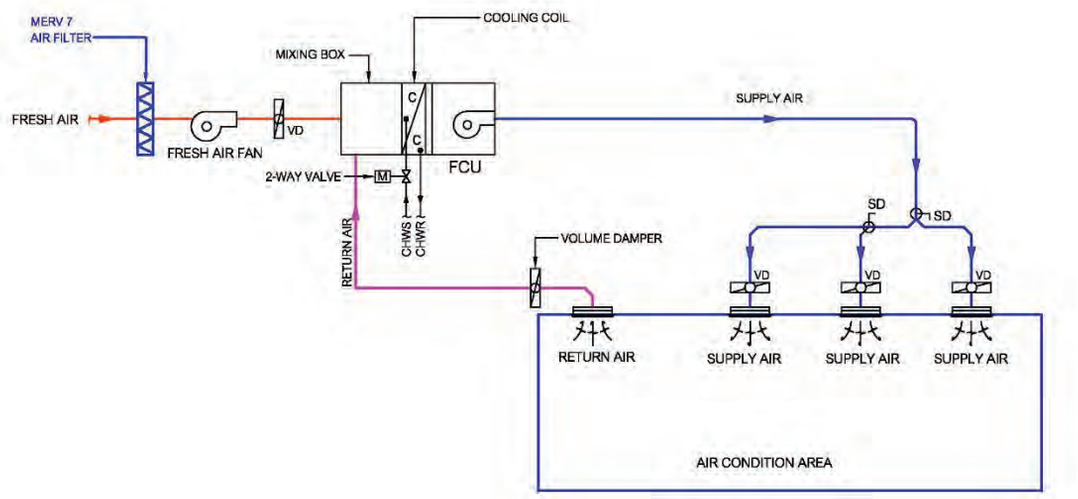
2) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ที่มีอัตราการส่งลมเย็นน้อยกว่า 1,000 ลิตรต่อวินาที ให้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ไว้ที่ด้านดูดของเครื่องเติมอากาศภายนอก เช่น pre-cooled air handling unit (PAHU), outdoor air unit (OAU), heat recovery ventilator (HRV), fresh air fan (FAF)

แนวทางการออกแบบ

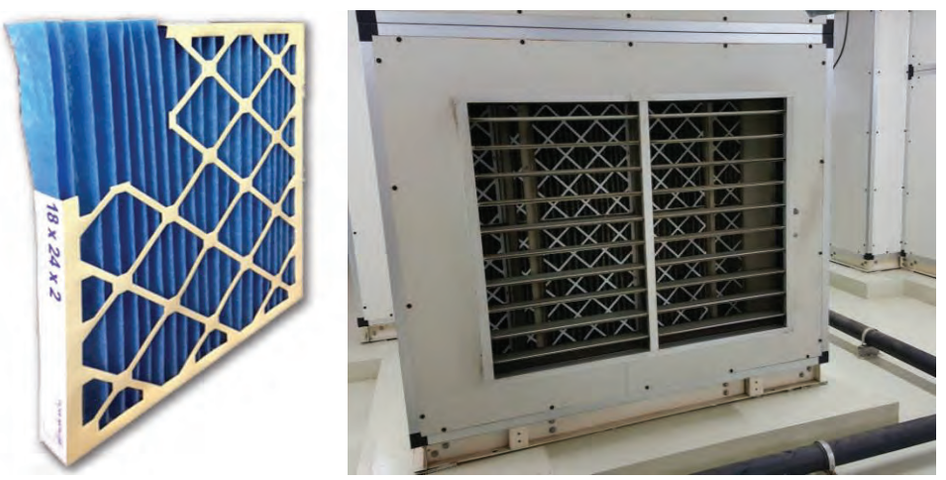
ในการออกแบบเครื่องส่งลมเย็นให้เลือกใช้เครื่องส่งลมเย็นชนิดต่อท่อลมที่มีแรงดันสถิตย์ส่งลม (static pressure) สูงพอที่จะใช้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศระดับ MERV 7 ได้



รูปที่ 59 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็น (AHU)



รูปที่ 60 แผนภูมิการติดตั้งแผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU)



รูปที่ 61 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)

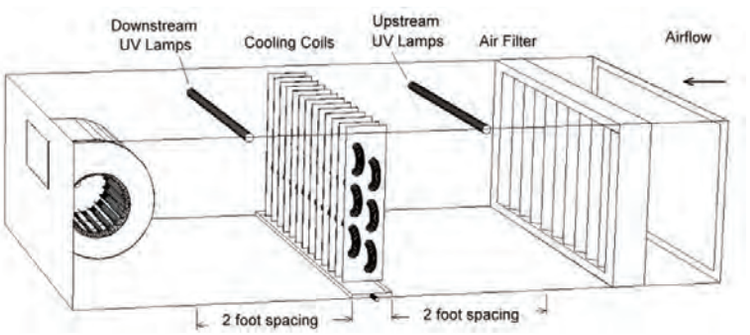
AE 5.7	การใช้ระบบ UVGI	-

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 62***



รูปที่ 62 ระบบ UVGI

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

แนวทางการออกแบบ

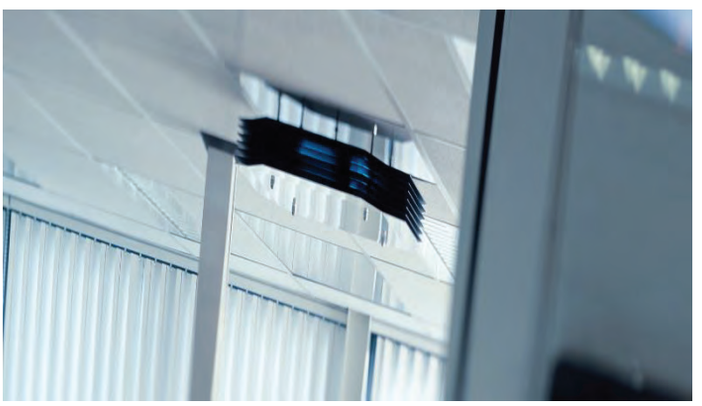
กรณีที่ใช้เครื่องส่งลมเย็นแบบต่อท่อลม ควรวางตัวเครื่องไว้บริเวณที่เข้าถึงได้สะดวก บำรุงรักษาง่าย และเมื่อติดตั้งระบบ UVGI แล้ว ไม่เป็นอันตรายต่อสายตาและผิวหนังของผู้ใช้งาน ส่วนกรณีที่ออกแบบเป็นเครื่องส่งลมเย็นโดยตรงไม่ได้ต่อท่อลม สามารถใช้ระบบ UVGI ที่ติดตั้งมาพร้อมกับเครื่องฟอกอากาศก็ได้

รูปที่ 63 การติดตั้งระบบ UVGI ใน AHU

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

รูปที่ 64 การติดตั้งระบบ UVGI ชนิดติดตั้งที่ผนัง

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



รูปที่ 65 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 และหลีกเลี่ยงการนำมลภาวะเข้าสู่อาคาร อันเนื่องจากการวางช่องนำอากาศเข้า (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 66 ตัวอย่างตำแหน่งช่องนำอากาศภายนอกเข้า (air intake)

AE 6.2	**อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 30**	-

วัตถุประสงค์

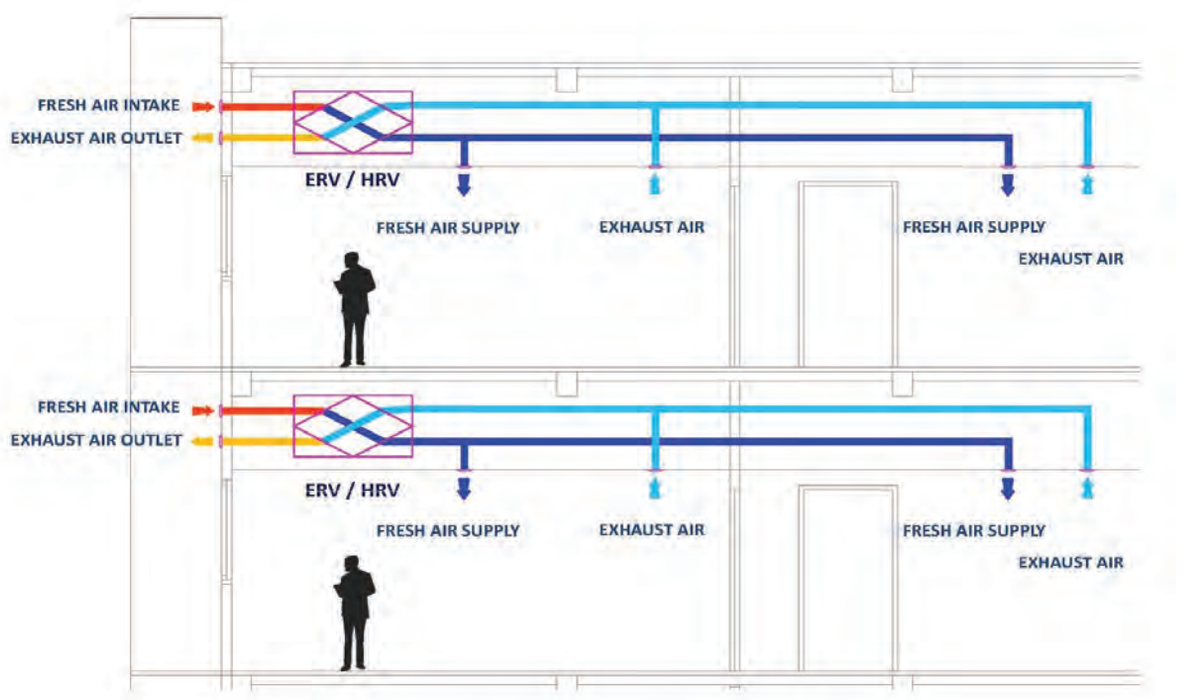
เพื่อเป็นการระบายมลพิษที่อยู่ในอาคารออกไป

ข้อกำหนด

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

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบระบบเติมอากาศภายนอกให้มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งควรใช้ร่วมกับการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ระหว่างอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเติมและอากาศภายในอาคารซึ่งมีความเย็นที่ต้องนำไปทิ้ง เพื่อเป็นการลดภาระความเย็นจากอากาศภายนอก อันจะช่วยให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ



รูปที่ 67 ตัวอย่างระบบเติมอากาศภายนอกที่มีการติดตั้ง ERV/HRV

อัตราการไหลของอากาศภายนอกอาคารที่ต้องการในเขตพื้นที่เพื่อการหายใจ (breathing zone outdoor airflow) อากาศภายนอกอาคารที่ใช้สำหรับเขตพื้นที่เพื่อการหายใจ ของพื้นที่ใช้สอย หรือพื้นที่ระบายอากาศเป็นอัตราการไหลของอากาศภายนอกอาคารที่ต้องใช้ในพื้นที่เพื่อการหายใจ (breathing zone outdoor airflow, VbZ) มีค่าเท่ากับ ผลรวมของการระบายอากาศที่ต้องใช้กับคน และพื้นที่ใช้สอย 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 เพื่อแสดงความผิดปกติให้ทราบ

รูปที่ 68 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

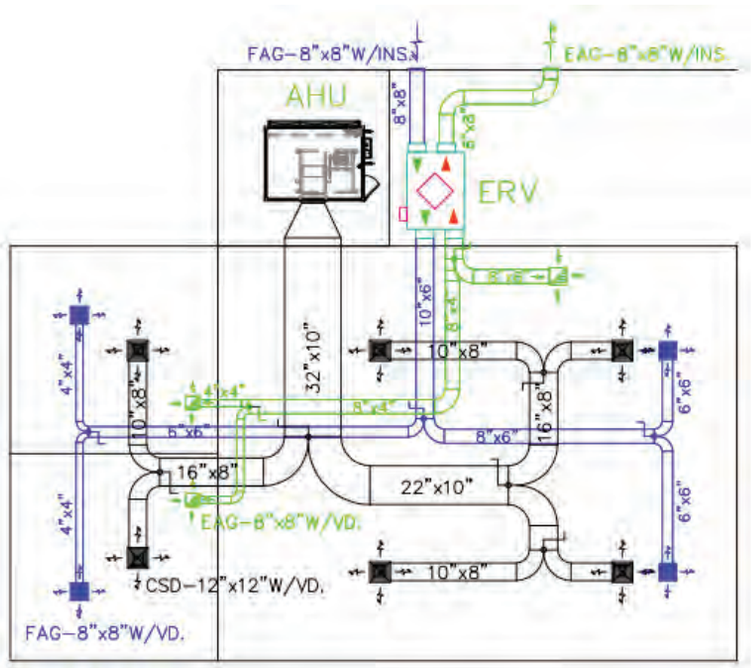
ข้อกำหนด

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

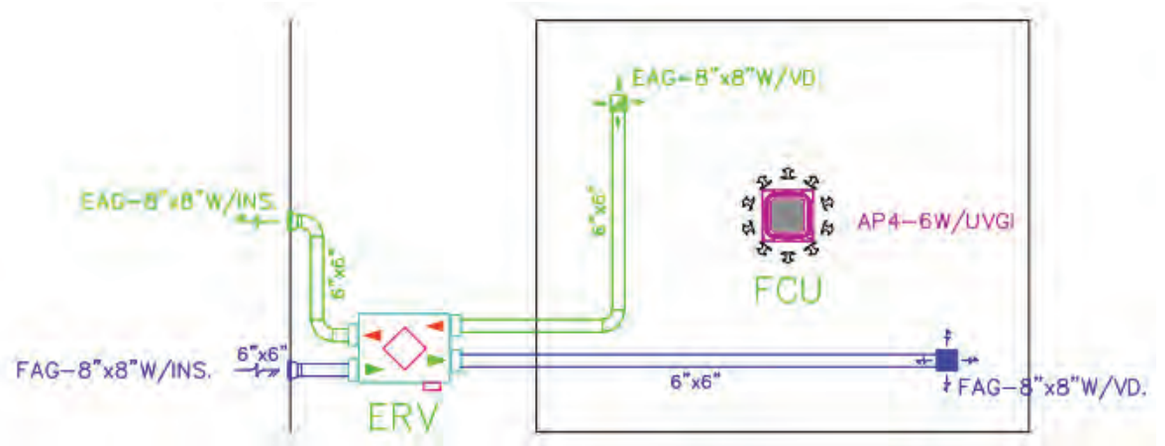
แนวทางการออกแบบ

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

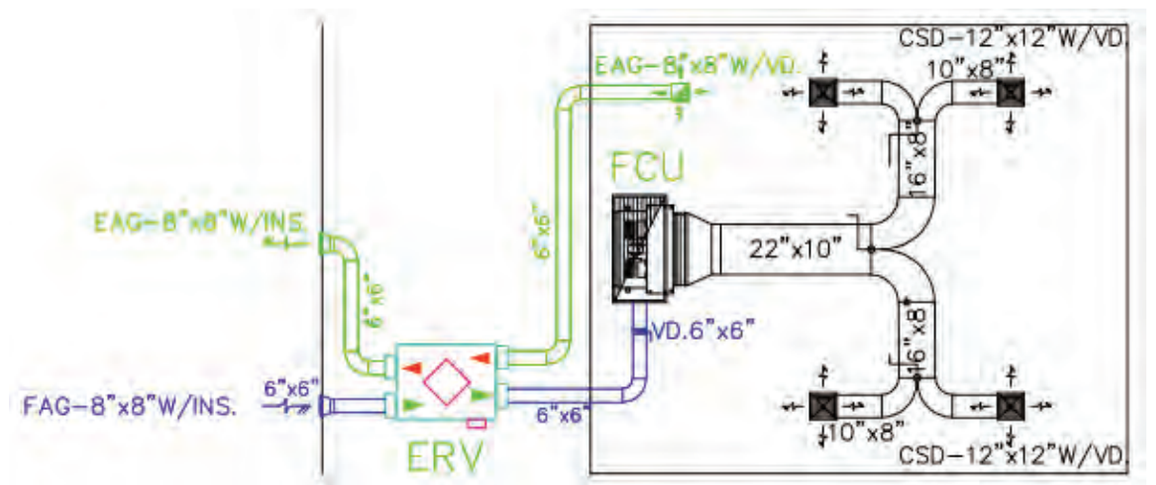
2) กรณีใช้เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ชนิดไม่ต่อท่อลมสามารถนำอากาศที่ผ่าน HRV หรือ ERV จ่ายให้แต่ละพื้นที่โดยตรง แต่ถ้าเป็น FCU ชนิดต่อท่อลม สามารถนำอากาศที่ผ่าน HRV หรือ ERV มาจ่ายที่ return air chamber ก่อนที่อากาศจะไหลผ่าน FCU



รูปที่ 69 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ AHU



รูปที่ 70 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบไม่ต่อท่อลม



รูปที่ 71 ระบบการเติมอากาศกรณีที่ใช้ FCU แบบต่อท่อลม

AE 7	**ระบบขนส่งทางดิ่ง**

AE 7.1	**ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟต์และบันไดเลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

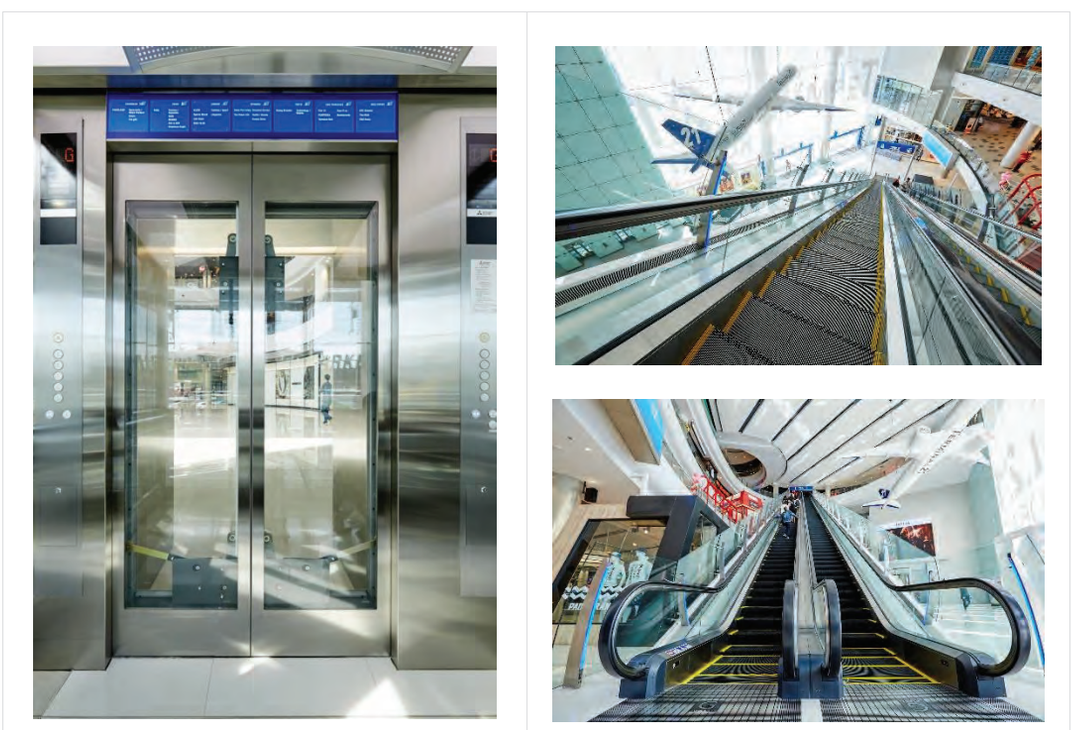
ข้อกำหนด

1) เลือกใช้ลิฟต์และบันไดเลื่อน ที่ใช้ระบบควบคุมแบบแปรเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้า variable voltage variable frequency (VVVF)

2) เลือกใช้ลิฟต์และบันไดเลื่อน ที่มีระบบ sleep mode กรณีที่ไม่มีการใช้งานลิฟต์และบันไดเลื่อนเป็นเวลานาน

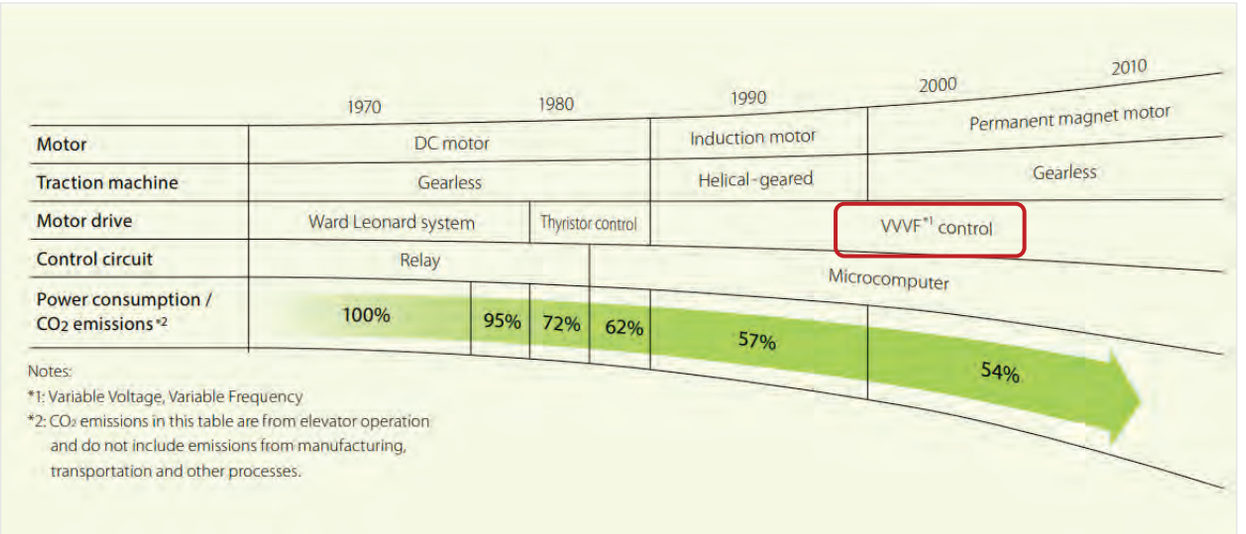
แนวทางการออกแบบ

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



รูปที่ 72 ตัวอย่างลิฟต์และบันไดเลื่อนที่ใช้ระบบควบคุมแบบ VVVF และ sleep mode

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



รูปที่ 73 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบควบคุมแบบ VVVF

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

Feature	Abbreviation	Description	1C to 2C 28C	3C to 4C ΣAI-22	3C to 6C 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 74 ตัวอย่างการระบุคุณสมบัติการประหยัดพลังงานด้วยระบบ sleep mode

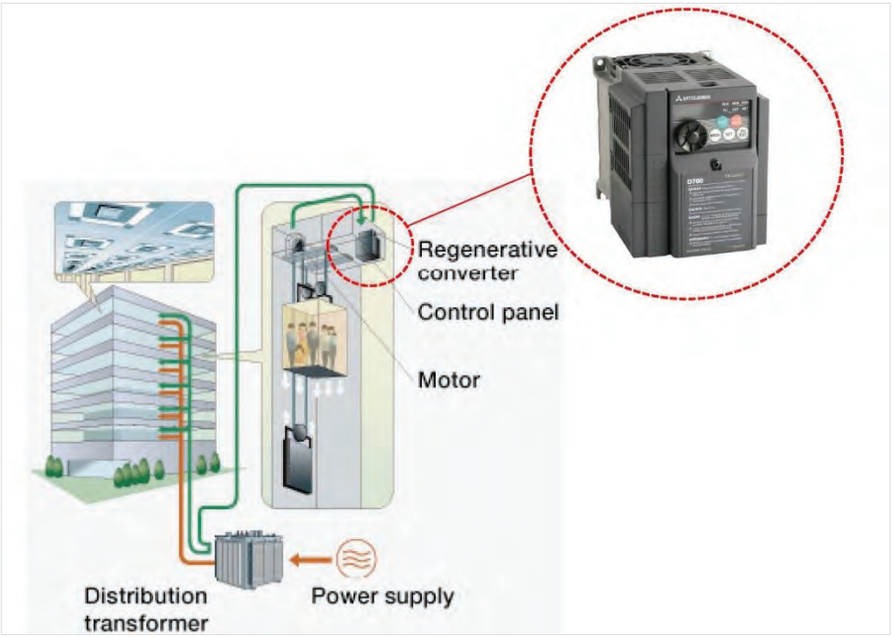
ที่มา : http://www.mitsubishielectric.com/elevator/products/basic/elevators/nexway_europe/pdf/product_guide.pdf

กรณีเป็นอาคารสูงควรพิจารณาใช้ระบบรีเจนเนอร์เรทีฟ (regenerative) ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้จากการทำงานในบางช่วงของลิฟต์ ดังนี้

1) ช่วงลิฟต์ขึ้นและน้ำหนักของตุ้มถ่วงน้ำหนัก (counterweight) มากกว่า น้ำหนักบรรทุก (load)

2) ช่วงลิฟต์ลงและน้ำหนักบรรทุก (load) มากกว่า น้ำหนักของตุ้มถ่วงน้ำหนัก (counterweight)

จะเห็นได้ว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเกิดในช่วงที่เป็นการทำงานโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้นี้สามารถนำมาใช้งานในอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าภายในอาคารได้



รูปที่ 75 แผนภูมิการทำงานของ regenerative converter เพื่อการประหยัดพลังงาน

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

AE 8	**ระบบการจัดการพลังงาน**

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

วัตถุประสงค์

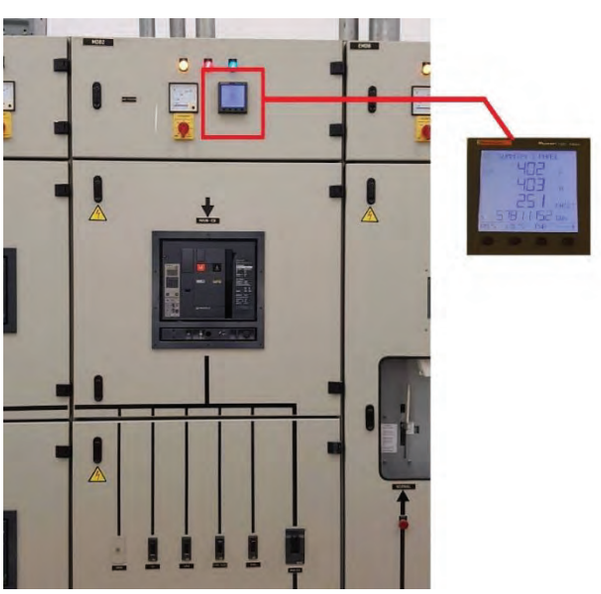
เพื่อสนับสนุนการจัดการพลังงานและเพิ่มโอกาสการประหยัดพลังงานเพิ่มเติม โดยการติดตามการใช้พลังงานในระดับอาคาร

ข้อกำหนด

กำหนดให้มีการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบดิจิทัลที่ตู้ไฟฟ้าหลักประจำอาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากมาตรวัดไปใช้ในการวางแผนพลังงานของอาคารได้ โดยมาตรวัดไฟฟ้าต้องสามารถแสดงการใช้พลังงานรวมของอาคาร และสามารถส่งออกข้อมูลการใช้พลังงานได้ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของอาคาร

แนวทางการออกแบบ

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



รูปที่ 76 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าหลักของอาคาร

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

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่ามีการเปิดใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียหรือไม่ เมื่อใช้อาคาร

ข้อกำหนด

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้วัดพลังงานของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศโดยเฉพาะ เพื่อใช้ตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องเติมอากาศ ทำให้ระบบการบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการออกแบบ

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าในจุดที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่ออำนวยความสะดวกในการจดบันทึกปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 77 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย

AE 8.3	**มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานแต่ละประเภทและสามารถวางแผน หรือกำหนดมาตรการเพื่อประหยัดพลังงานได้อย่างเหมาะสม

ข้อกำหนด

กำหนดให้มีมาตรวัดไฟฟ้าย่อย แยกตามประเภทการใช้งาน คือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอุปกรณ์อื่นๆ หรือ

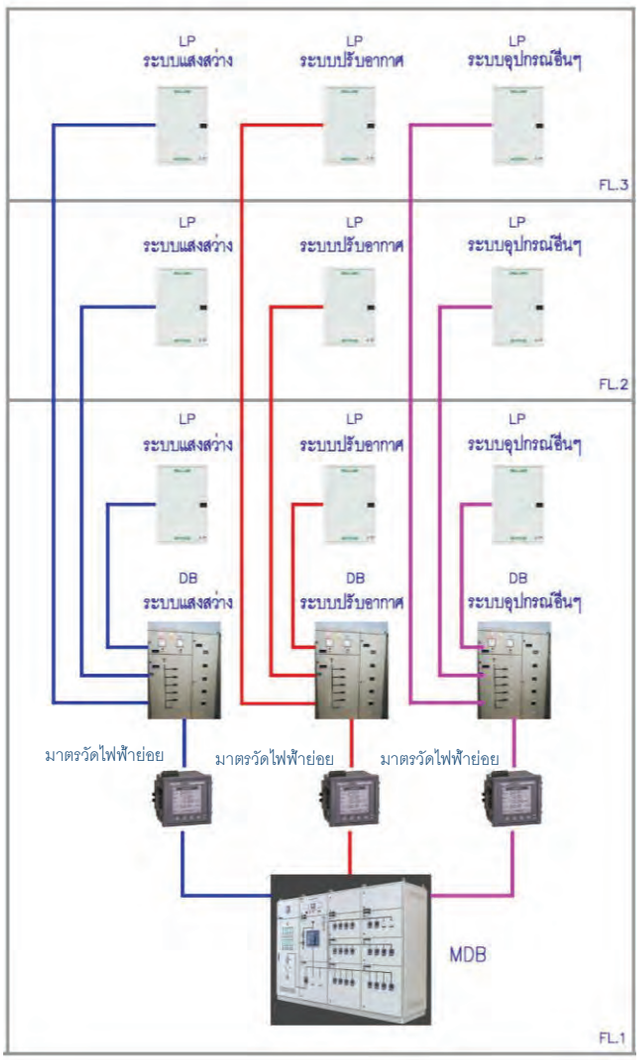
ในกรณีที่อาคารนั้นประกอบด้วยหลายหน่วยงาน อาจพิจารณาแบ่งมาตรวัดย่อยตามหน่วยงานก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารนั้น

แนวทางการออกแบบ

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

รูปที่ 78 ตัวอย่างมาตรวัดไฟฟ้าแบบ digital

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



รูปที่ 79 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 80 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

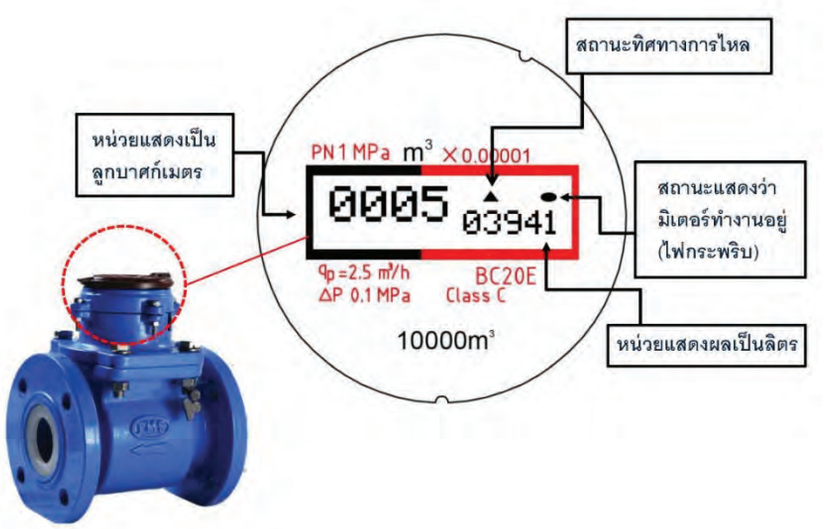
ข้อกำหนด

1) ติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร

2) ใช้มาตรวัดน้ำแบบ digital โดยเก็บข้อมูลขั้นต่ำรายชั่วโมงได้เป็นอย่างน้อย และเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 1 เดือน

แนวทางการออกแบบ

กรณีมาตรวัดน้ำประจำอาคารเป็นมาตรวัดน้ำที่ติดตั้งโดยการประปา ให้ออกแบบโดยเพิ่มมาตรวัดน้ำแบบ digital เพิ่มอีก 1 ชุดพร้อมประตูน้ำสำหรับการบำรุงรักษา เพื่อใช้วิเคราะห์และติดตามการใช้น้ำภายในอาคารได้



รูปที่ 81 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 82 ชนิดถังดับเพลิงมือถือที่ห้ามใช้และสามารถใช้ได้

ชนิดของถังดับเพลิงมือถือที่ใช้งานโดยทั่วไป แบ่งออกเป็นดังนี้

1) ชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สารเคมีภายในบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะฉีดจะทำให้ก๊าซออกซิเจนลดลงถึงจุดที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ก๊าซที่ฉีดออกมาจะเป็นไอเย็นจัด ลดความร้อนของไฟได้ไม่ทิ้งคราบสกปรก 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**	**บังคับ**

วัตถุประสงค์

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอาคารและมีการบริหารจัดการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อกำหนด

1) ติดมาตรวัดน้ำย่อยที่สามารถวัดการใช้น้ำรายประเภท โดยต้องวัดได้อย่างน้อยร้อยละ 80 ของการใช้น้ำประเภทนั้นๆ ประเภทการใช้น้ำ ได้แก่

- การใช้น้ำภายในอาคาร
- การใช้น้ำในงานภูมิทัศน์
- การใช้น้ำในระบบปรับอากาศ
- อื่นๆ

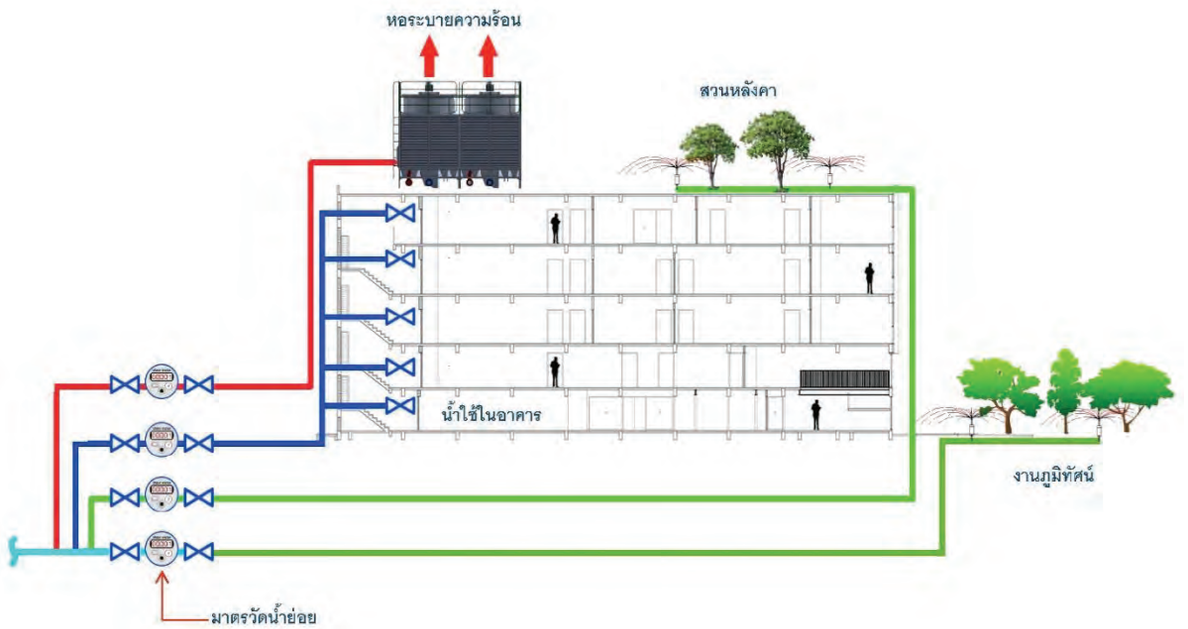
2) มาตรวัดที่ใช้วัดน้ำย่อยต้องเป็นแบบ digital เก็บข้อมูลขั้นต่ำรายชั่วโมงได้เป็นอย่างน้อย และเก็บข้อมูลได้อย่างน้อย 1 เดือน

แนวทางการออกแบบ

ออกแบบให้มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital เพื่อแยกประเภทการใช้น้ำภายในโครงการ โดยพิจารณาประเภทการใช้งานตามที่ระบุในข้อกำหนด

รูปที่ 83 ตัวอย่างมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital

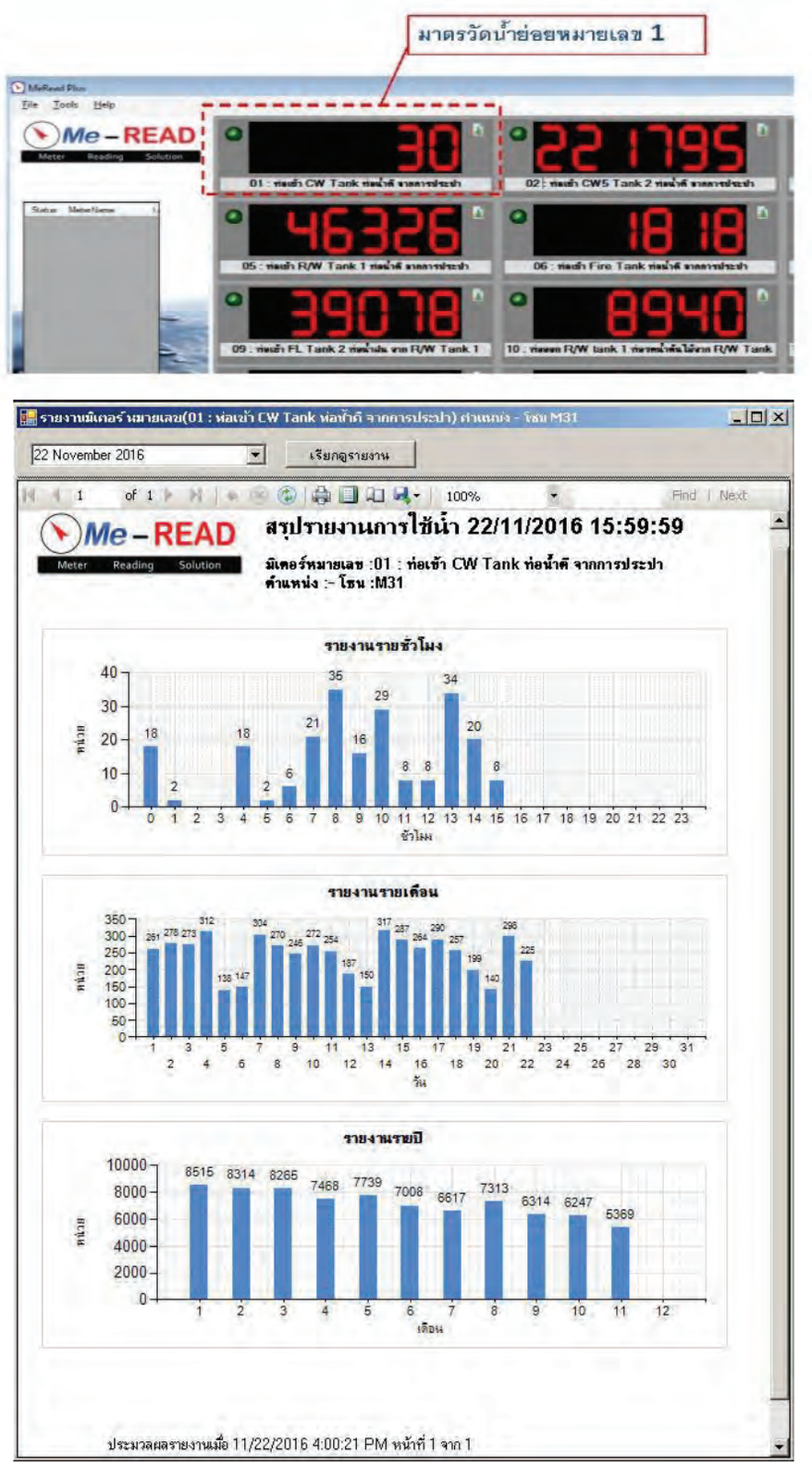
ที่มา : https://www.eurooriental.co.th/



รูปที่ 84 ตัวอย่างแผนภูมิการติดมาตรวัดน้ำย่อยแยกการใช้น้ำรายประเภท

รูปที่ 85 ตัวอย่างการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ digital แยกการใช้น้ำรายประเภท

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



รูปที่ 86 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

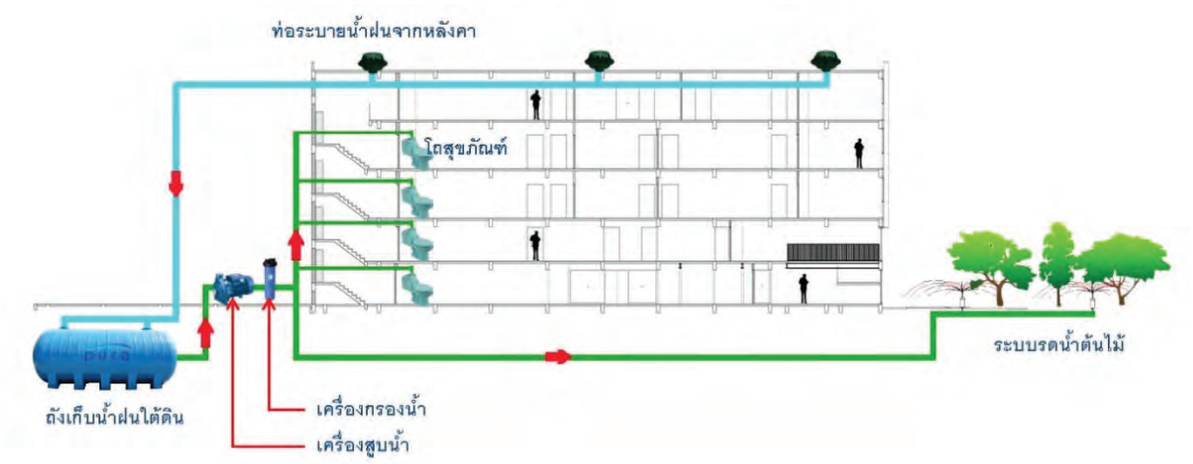
ทางเลือก 2 เลือกใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังต่อไปนี้

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

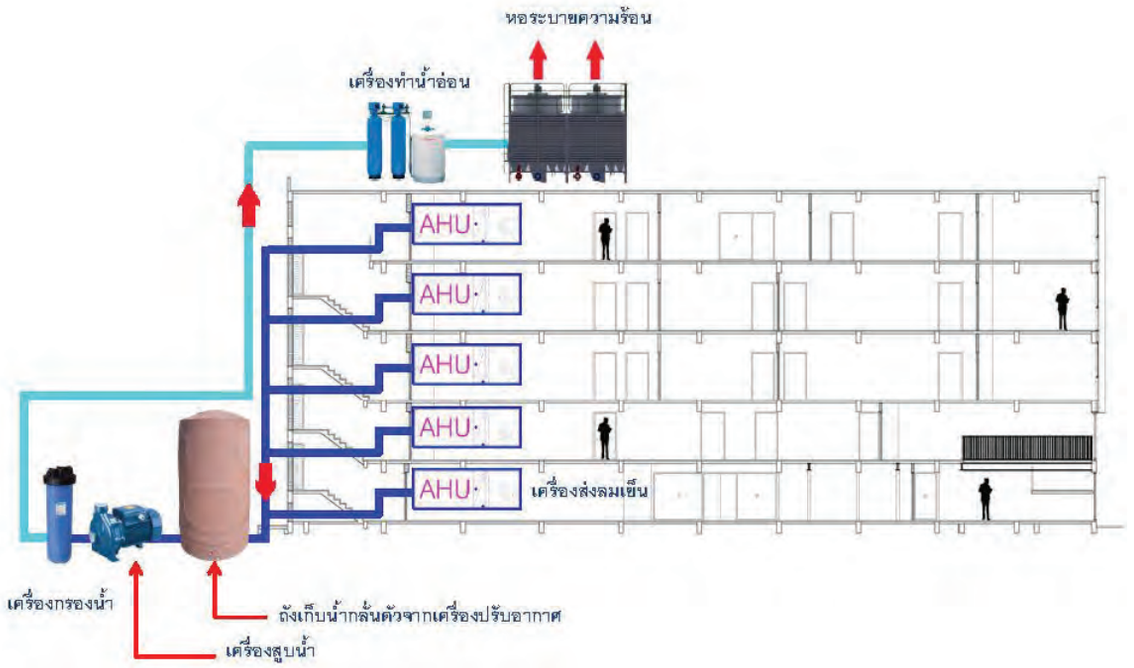
2) การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่จากน้ำใช้แล้วที่สกปรกน้อย (gray water) ภายในโครงการ เช่น ใช้กับโถปัสสาวะชาย

แนวทางการออกแบบ

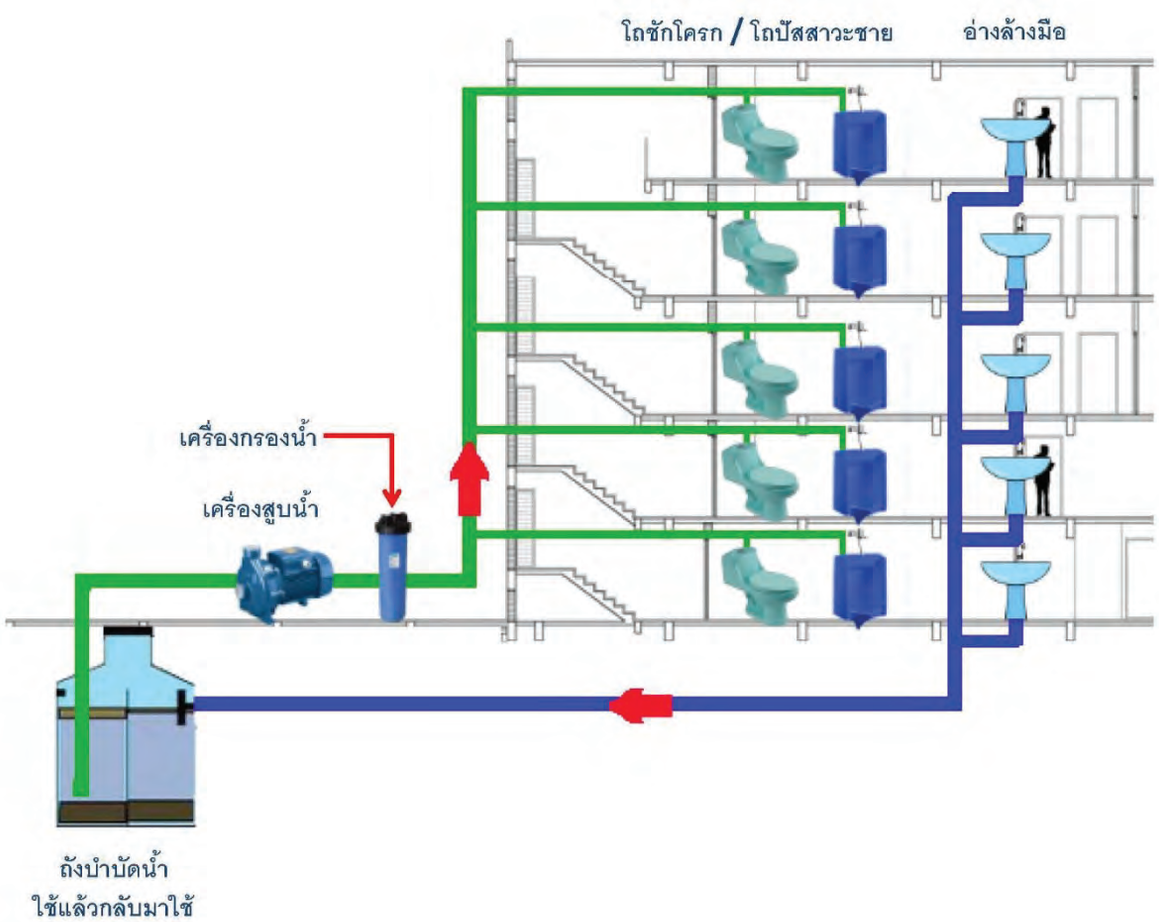
ลดปริมาณการใช้น้ำโดยการพิจารณาการกักเก็บน้ำฝน หรือเลือกใช้น้ำจากแหล่งอื่นๆ ตามข้อกำหนดเพื่อนำมาใช้งานและลดปริมาณการใช้น้ำประปาของโครงการ



รูปที่ 87 ตัวอย่างการนำน้ำฝนมาใช้ใหม่



รูปที่ 88 ตัวอย่างการนำน้ำจากการกลั่นตัวของ AHU กลับมาใช้ในหอระบายความร้อน



รูปที่ 89 ตัวอย่างการนำน้ำใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

AE 10	**การใช้พลังงานทดแทน**

AE 10.1	**การผลิตพลังงานทดแทน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมให้ใช้พลังงานทดแทน ลดการผลิตพลังงานไฟฟ้าของภาครัฐ

ข้อกำหนด

ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มากกว่าร้อยละ 0.5 ของไฟฟ้าที่ต้องการในอาคาร โดยพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการให้ใช้ค่าพลังงานรวมที่คำนวณได้จากโปรแกรม BEC

แนวทางการออกแบบ

ควรวางตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในส่วนที่ได้รับแสงแดดตลอดวัน ไม่มีเงาจากอาคารข้างเคียง หรือส่วนของอาคารที่ออกแบบมาบัง ซึ่งจะทำให้ผลิตไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ถ้าสามารถออกแบบติดตั้งบนหลังคาและลาดเอียงไปทางทิศใต้ได้จะดีกว่าทิศอื่นๆ และมุมลาดเอียงที่ดีที่สุด คือมีค่าประมาณเท่ากับละติจูดของสถานที่ติดตั้ง

นอกจากนี้แล้วหน่วยงานอาจขอการรับรองการใช้และผลิตพลังงานหมุนเวียนจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย เพื่อให้ได้ “ฉลากสีทอง” เพื่อแสดงเจตนารมณ์และความตระหนักใส่ใจในสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 90 การใช้ PV glass เป็น skylight และผลิตไฟฟ้าในขณะเดียวกัน

AE 10.2	**การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์**	-

วัตถุประสงค์

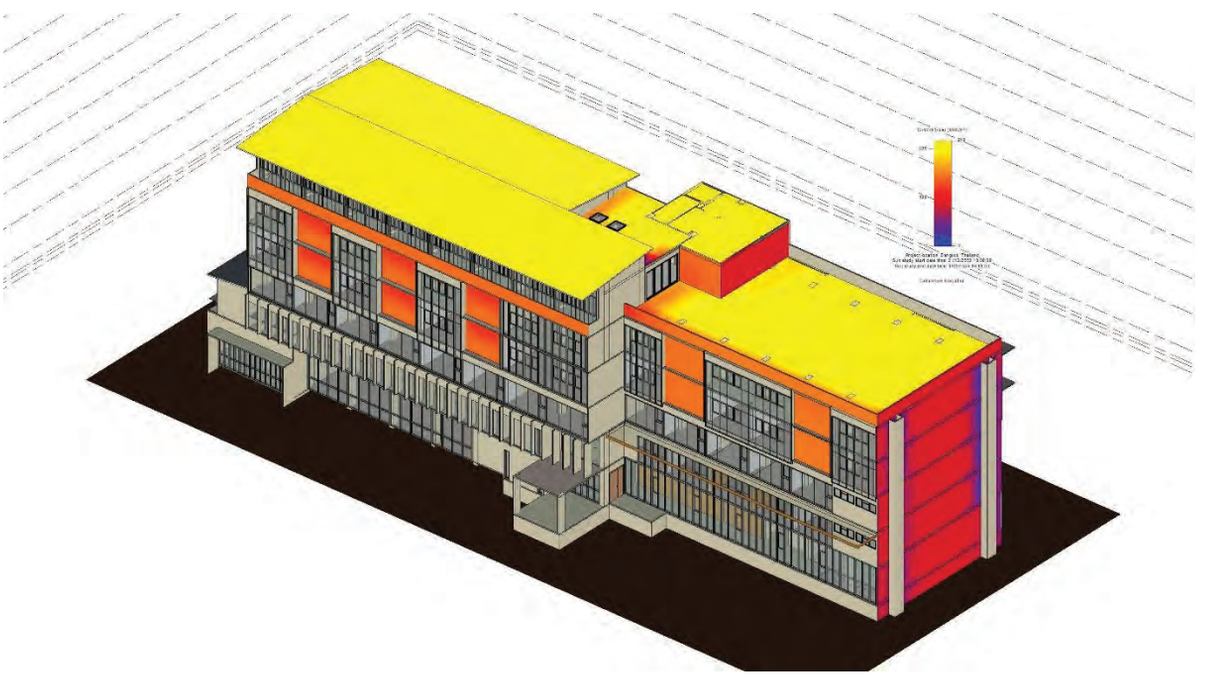
เพื่อเตรียมความพร้อมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต เมื่อราคาของแผงถูกลง

ข้อกำหนด

ให้ออกแบบหรือเตรียมพื้นที่รองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยต้องออกแบบให้รองรับในเรื่อง งานโครงสร้าง งานไฟฟ้า และการเข้าถึงพื้นที่ รวมทั้งวิเคราะห์หาขนาดพื้นที่ซึ่งไม่มีเงาบัง เพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการออกแบบ

ผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงตำแหน่งในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเหมาะสม ร่วมกับการวิเคราะห์ทิศทางแดดและเงาที่จะพาดผ่านแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มที่



รูปที่ 91 การวิเคราะห์ศักยภาพในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit

หมวด 5 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) การกัดกร่อนของพื้นดินจากการชะล้าง 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 92 การป้องกันตะกอนดินไหลออกนอกพื้นที่

BC 2	**การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำและพลังงานระหว่างการก่อสร้าง**	**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 93 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 94 การหุ้มพลาสติกปิดบริเวณปากท่อลมของระบบปรับอากาศ

หมวด 6 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

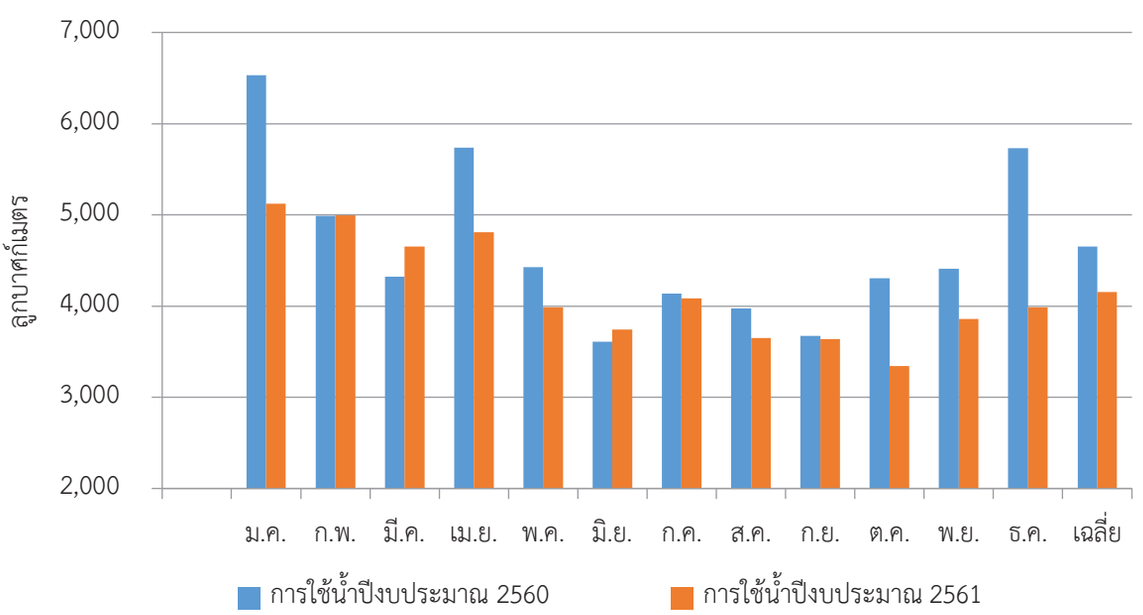
เพื่อเข้าใจพฤติกรรมการใช้น้ำของอาคาร ซึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือช่วงเวลาการใช้งานในรอบปี และสามารถตรวจสอบความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น น้ำรั่ว หรือใช้วางแผนมาตรการประหยัดน้ำ

ข้อกำหนด

ให้รวบรวมข้อมูลการใช้น้ำทั้งอาคารแบบรายเดือนตลอดทั้งปี ตลอดการใช้งานอาคาร และนำมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำรายเดือนของทั้งอาคาร และปริมาณการใช้น้ำแยกตามประเภทการใช้งาน (ถ้ามี) เปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันในปีที่ผ่านมา เพื่อดูว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตลอดจนวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อกำหนดมาตรการการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวทางการดำเนินงาน

ผู้ดูแลอาคารควรนำข้อมูลการใช้น้ำมาวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องทุกเดือน เพื่อเห็นถึงปัญหาหรือความผิดปกติได้ทันท่วงที และหากมีการนำเสนอข้อมูลให้ผู้ใช้อาคารทราบ อาจทำให้ผู้ใช้อาคารประหยัดน้ำเพิ่มขึ้น



รูปที่ 95 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

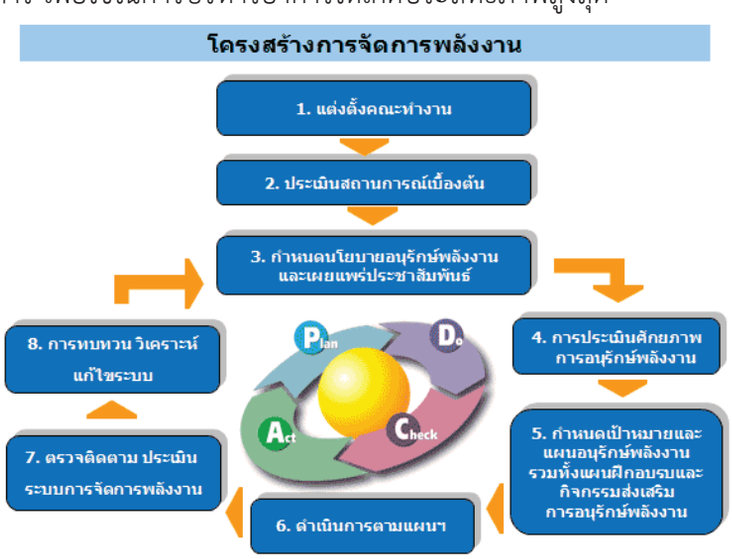
2) **รายละเอียดประกอบงานระบบ** อธิบายงานระบบที่เกี่ยวข้อง ตามแผนการบริหารจัดการของอาคาร

3) **ขั้นตอนการทำงานระบบ** ระบุขั้นตอนการทำงานในการบริหารจัดการ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างปกติ

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

แนวทางการดำเนินงาน

จัดให้มีผู้รับผิดชอบและทีมงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้านงานระบบภายในอาคาร รวบรวมข้อมูลแบบอาคาร และเอกสาร เพื่อใช้ในการบริหารอาคารให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 96 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 ฟอร์มัลดีไฮด์ ฝุ่นละอองอนุภาคขนาดเล็ก โดยตรวจวัดในพื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ และการวัดต้องทำทุกๆ 250 ตารางเมตร หรือตรวจวัดเป็นรายห้อง หากพื้นที่ใหญ่กว่า 1,000 ตารางเมตร ให้วัดเพียง 4 ตำแหน่งในพื้นที่นั้น ที่ความสูง 1.1 เมตร ผลการตรวจวัดต้องต่ำกว่าค่าที่จำกัดดังนี้

ตารางที่ 13 ค่าสิ่งปนเปื้อนในอากาศที่ทำการตรวจวัด

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 97 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 98 ฉลากสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

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

OM 5	**การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน**	-

วัตถุประสงค์

เพื่อดูแลบริเวณภายนอกอาคารโดยการควบคุมแมลงและสัตว์รบกวน ไม่ให้แพร่กระจายขยายจำนวนประชากร สร้างความรำคาญให้กับผู้ใช้งานอาคาร

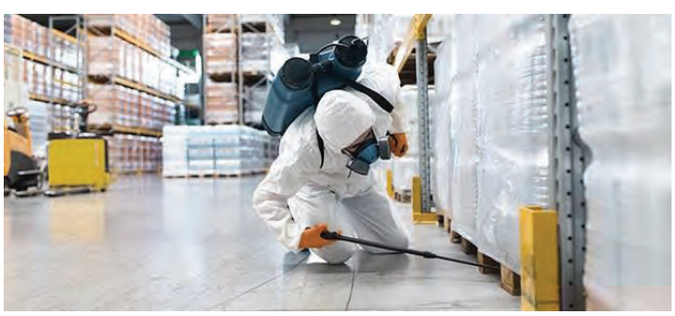
ข้อกำหนด

จัดทำแผนการจัดการแมลงและสัตว์รบกวน โดยครอบคลุมการดำเนินงาน ดังนี้

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

แนวทางการดำเนินงาน

ควรวางแผนการบริหารจัดการภายนอกอาคารเกี่ยวกับแมลงและสัตว์รบกวน และแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องให้รับทราบ โดยดูแลจัดการพื้นที่ให้มีความสะอาดอยู่เสมอ หมั่นตรวจสอบจุดอับที่อาจจะเป็นแหล่งที่อยู่และเพาะพันธุ์ของสัตว์รบกวน หากพบให้จัดการแก้ไขด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 99 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 100 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 101 การจัดวางถังคัดแยกขยะในตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายและเข้าถึงสะดวก

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

ควรแต่งตั้งผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบการทำงานของหน่วยงานที่รับจ้างบริการทำความสะอาด เช่น ความสะอาดของพื้น ผนัง น้ำยา และอุปกรณ์ที่ใช้ ความสะอาดของถังขยะ การจัดการขยะ เป็นต้น

รูปที่ 102 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 103 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

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ผลิตสินค้าและบริการอย่างรู้คิดเพื่อเศรษฐกิจและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างอย่างยืน. แผ่นพับ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารสุข. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอเนลลาในหอผึ่งเย็นของอาคารในประเทศไทย. กันยายน 2549.

(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

ที่ปรึกษา

นายมณฑล สุดประเสริฐ

อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

ผู้บริหารสูงสุดของส่วนราชการ (CEO)

นายอนวัช สุวรรณเดช

รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

ผู้บริหารสูงสุดด้านการจัดการความรู้ (CKO)

บรรณาธิการ

นางอัญชลี ริ้วธงชัย

ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง

หัวหน้าคณะทำงานการจัดการความรู้ (CKM Team)

นายสุธี ปิ่นไพสิฐ

ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

คณะทำงานการจัดการความรู้ (KM Team)

กองบรรณาธิการ

สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ

๑. นายสุนทร น้ำเพชร	รก.วิศวกรเครื่องกลเชี่ยวชาญ
๒. นายประสิทธิ์ ผิวแดง	รก.วิศวกรไฟฟ้าเชี่ยวชาญ
๓. นายเอกชัย ประสงค์	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ
๔. นางขนิษฐา ส่งสกุลชัย	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
๕. นางสาวนครินทรา สิงหรัตน์	วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
๖. นายอานนท์ วงศ์เสงี่ยม	วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
๗. นายภูษณ แสงเพ็ชร	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ
๘. นายชัยธัช กัณฐวิจิตร	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
๙. นางสาวฐิติชยา ข้ามสี่	เจ้าหน้าที่ธุรการปฏิบัติการ

สถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง

๑. นางสาวไพรินทร์ ดุราศวิน

หัวหน้ากลุ่มงานวางแผนและประสานงาน คณะทำงานและเลขานุการ

๒. คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

๒.๑ นางสาวจิตกุศล เปาประดิษฐ	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ
๒.๒ นางสาวอรอุมา อาจปักษา	พนักงานพัฒนาทรัพยากรบุคคล
๒.๓ นางสาวอรณี มีสา	พนักงานพัฒนาทรัพยากรบุคคล

G-GOODs : NC

กรมโยธาธิการและผังเมือง
สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ
สถาบันพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาเมือง