แนวทางปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อส่งเสริมสุขภาพ

ในปัจจุบันปัญหามลภาวะทางอากาศเป็นปัญหาที่ต้องตระหนักมากขึ้น เนื่องจากสภาพอากาศที่มีการปนเปื้อนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานภายในอาคาร ในการปฏิบัติงานส่วนใหญ่จะใช้ระยะเวลาอยู่ภายในอาคาร 9 – 10 ชั่วโมงต่อวัน จึงมีโอกาสที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศทั่วไป เป็นประเด็นที่ได้รับความสำคัญ เนื่องจากมี หลักฐานทางวิชาการสนับสนุนชัดเจนว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทั้งโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และจำนวนผู้ปฏิบัติงานบางส่วนของอาคารกรมอนามัย มีความหนาแน่นจะส่งผลการระบายอากาศไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่มีเฉพาะระบบปรับอากาศมาใช้สร้างสภาวะความสบาย เพื่อให้ก่อเกิดคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจนำไปสู่การเกิดโรคที่เกิดจากการทำงานในอาคารที่เรียกกว่า อาการป่วยเหตุอาคาร กลุ่มอาการทางตา จมูก ลำคอ ระบบหายใจส่วนล่าง ระบบประสาท ผิวหนัง รวมถึงการสะสมของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น สารเคมีและฝุ่นละอองจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพส่งผลให้ระดับคุณภาพอากาศต่ำกว่ามาตรฐาน ย่อมทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานอยู่ภายในอาคาร คุณภาพของอากาศภายในอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการใช้ชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานอาจจะไม่ได้รับรู้และใช้สอยพื้นที่ได้ตามปกติ แต่ในระยะยาวนั้น พื้นที่ที่มีสภาวะอากาศที่ไม่มีคุณภาพมักจะส่งผลต่อสุขภาพจนถึงเกิดอาการเจ็บป่วยได้ง่าย

กล่าวได้ว่าคุณภาพของอากาศส่งผลต่อการ การประชุม การปฏิบัติงานของบุคลากรกรมอนามัย ห้องประชุมและห้องปฏิบัติการ เป็นห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศด้วยระบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งเป็นระบบที่ไม่มีการเติมอากาศจากภายนอกเข้ามา (Fresh Air Intake) ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานเข้ามาในห้องปฏิบัติการ ก็จะทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากลมหายใจเพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้เกิดอาการปวดหัว อ่อนเพลีย และไม่มีสมาธิ ซึ่งส่งผลไปถึงประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และออกแบบการกำหนดค่า อัตราการเติมอากาศและฟอกอากาศ มาตรฐานคุณภาพอากาศ และงบประมาณค่าใช้จ่าย ส่งผลให้บุคลากรกรมอนามัยมี ความผูกผันองค์กร ผลการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล รวมทั้งเป็นรูปแบบการบริหารจัดการ สถานที่ปฏิบัติงาน มีสุขภาพที่ดีในระยะยาวเหมาะสมในการดำรงชีวิตอย่างมีภาวะสุขภาพดีในปัจจุบันและอนาคตตามที่กรมอนามัยได้กำหนดจุดยืนยกระดับเป็นองค์กรหลักของประเทศ (National Lead) ด้านส่งเสริมสุภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม หรือเป็น National Health Authority (NHA) ภายใต้วิสัยทัศน์ กรมอนามัยเป็นองค์กรหลักของประเทศในการอภิบาลระบบส่งเสริมสุขภาพและระบบอนามัยสิ่งแวดล้อมเพื่อประชาชนสุขภาพดี

การคำนวนหาปริมาณอากาศภายนอกโดยวิธี VRP

ขั้นตอนในการคำนวน

1) คำนวนหาค่าปริมาณอากาศภายนอกที่ต้องจ่ายในพื้นที่ห้องที่กำหนดโดยใช้สมการ

$$V_{bz} = R_p \times P_z \times R_a \times A_z$$

2) กำหนดค่าประสิทธิผลการกระจายอากาศในพื้นที่ E_Z ตารางที่
3) คำนวนหาค่าอัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องจ่ายพื้นที่กำหนด

$$V_{oz} = V_{bz}/E_z$$

4) คำนวนหาขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ

ภายใต้เงื่อนไขอากาศภายนอกอากาศสะอาดที่ไม่ต้องทำความสะอาดก่อนมาใช้ในการระบายอากาศ โดยอาคารสำนักงานอาคารกรมอนามัย ส่วนใหญ่สามารถออกแบบในลักษณะระบบโซนเดี่ยว

1. ประเภทห้องสำนักงาน ขนาด 341 ตารางเมตร สูง 2.8 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

วิธีการคำนวน ตารางที่ 1. เลือกประเภทใช้สอย อาคารสำนักงาน : พื้นที่สำนักงาน จะได้ค่า Rp เท่ากับ 5 cfm/person และ Ra เท่ากับ 0.06 cfm/ft^2

ตารางที่ 1. อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ (ต่อ)

ประเภทการใช้สอย (Occupancy Category)	**การระบายอากาศต่อคน**		**การระบายอากาศต่อพื้นที่**		**หมายเหตุ :**	**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 4) ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ100 ตารางเมตร Person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน (ดูหมายเหตุข้อ 5) 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

ขั้นตอนที่ 1 จะได้ R_p = 5 cfm/person

R_a = 0.06 cfm/m/ft^2

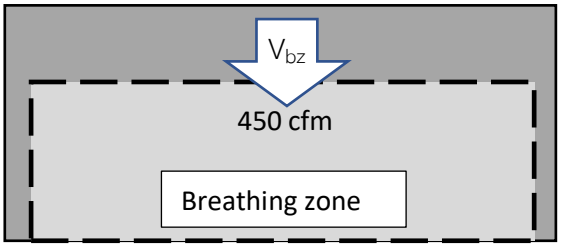
P_z = 45 คน

A_Z = 3,668.61 ft^2

แทนค่า $V_{bz} = R_p \times P_z \times R_a \times A_z$

$= (5 \times 45) + (0.06 \times 3,668.61)$

= 445.11 cfm ประมาณ 450 cfm



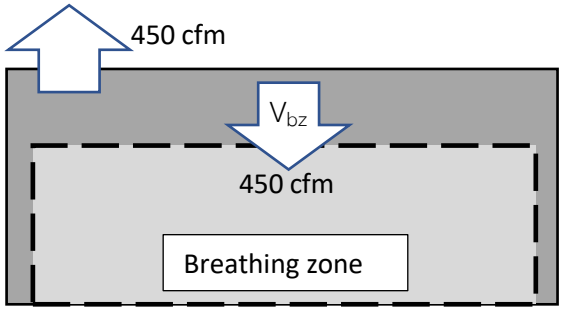
รูปภาพ การเติมอากาศแบบโซนเดียวสำหรับ พื้นที่ 341 ตารางเมตร สูง 2.6 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

ขั้นตอนที่ 2 และ 3

กรณีเลือกลมจ่ายจากฝ้าเพดานเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 1.0

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 450/1.0 = 450 cfm



กรณีเลือกลมจ่ายเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 0.8

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 450/0.8 = 562.50 cfm ประมาณ 600 cfm

ขั้นตอนที่ 4 คำนวนหาขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ

ตารางที่ 2 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

เลือกสถานที่ โรงพยาบาล/ห้องคนไข้ เท่ากับ 2 $m^3/h/m^2$

ปริมาตรของพื้นที่บำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 341 m^2 x 2.8 m = 954.80 m^3

ปริมาตรบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 2 ACH x 954.80 m^3 = 1,909.60 m^3/h

ประมาณ 1909.60 x 0.588 = 1123.94 cfm ประมาณ 1,500 cfm

2. ประเภทห้องสำนักงาน ขนาด 400 ตารางเมตร สูง 2.6 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 50 คน

วิธีการคำนวน ตารางที่ 1 เลือกประเภทใช้สอย อาคารสำนักงาน : พื้นที่สำนักงาน จะได้ค่า Rp เท่ากับ 5 cfm/person และ Ra เท่ากับ 0.06 cfm/ft^2

ขั้นตอนที่ 1 จะได้ R_p = 5 cfm/person

R_a = 0.06 $cfm/m/ft^2$

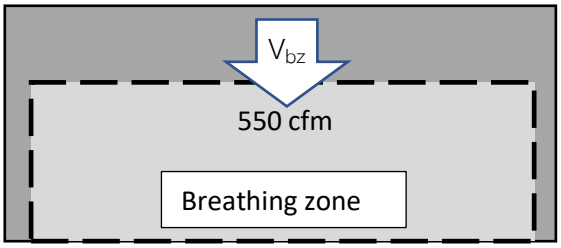
P_z = 45 คน

A_Z = 4,303.36 ft^2

แทนค่า V_{bz} = R_p x P_z x R_a x A_z

= (5 x 50) + (0.06 x 4,303.36)

= 508.20 cfm ประมาณ 550 cfm



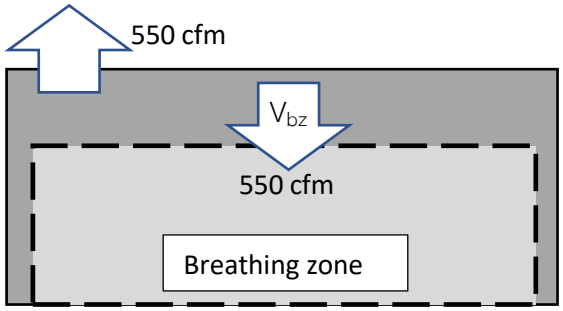
รูปภาพ การเติมอากาศแบบโซนเดียวสำหรับ พื้นที่ 400 ตารางเมตร สูง 2.6 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

ขั้นตอนที่ 2 และ 3

กรณีเลือกลมจ่ายจากฝ้าเพดานเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 1.0

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 550/1.0 = 550 cfm



กรณีเลือกลมจ่ายเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 0.8

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 550/0.8 = 687.50 cfm ประมาณ 700 cfm

ขั้นตอนที่ 4 คำนวนหาขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ

ตารางที่ 2 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

เลือกสถานที่ โรงพยาบาล/ห้องคนไข้ เท่ากับ 2 $m^3/h/m^2$

ปริมาตรของพื้นที่บำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 400 m^2 x 2.6 m = 1,040 m^3

ปริมาตรบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 2 ACH x 1,040 m^3 = 2,080 m^3/h

ประมาณ 2,080 x 0.588 = 1,223.04 cfm ประมาณ 1,500 cfm

3. ประเภทห้องประชุม ขนาด 124 ตารางเมตร สูง 3.15 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

วิธีการคำนวน ตารางที่ 1 เลือกประเภทใช้สอย ห้องประชุมเอนกประสงค์ จะได้ค่า Rp เท่ากับ 5 cfm/person และ Ra เท่ากับ 0.06 cfm/ft^2

ขั้นตอนที่ 1 จะได้ R_p = 5 cfm/person

R_a = 0.06 $cfm/m/ft^2$

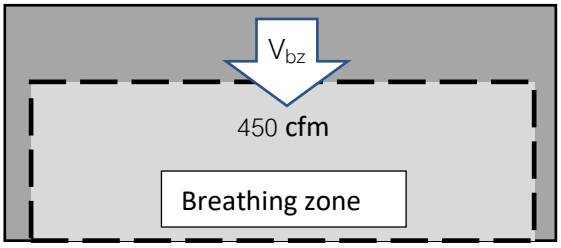
P_z = 45 คน

A_Z = 1,334.04 ft^2

แทนค่า V_{bz} = R_p x P_z x R_a x A_z

= (7.5 x 45) + (0.06 x 1,334.04)

= 417.54 cfm ประมาณ 450 cfm



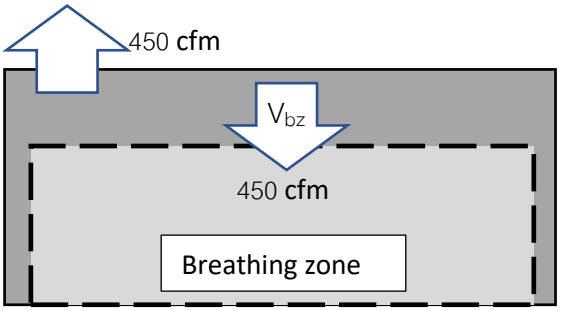
รูปภาพ การเติมอากาศแบบโซนเดียวสำหรับ พื้นที่ 124 ตารางเมตร สูง 3.15 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

ขั้นตอนที่ 2 และ 3

กรณีเลือกลมจ่ายจากฝ้าเพดานเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 1.0

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 450/1.0 = 450 cfm



กรณีเลือกลมจ่ายเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 0.8

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 450/0.8 = 562.50 cfm ประมาณ 600 cfm

ขั้นตอนที่ 4 คำนวนหาขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ

ตารางที่ อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

เลือกสถานที่ โรงพยาบาล/ห้องคนไข้ เท่ากับ 2 $m^3/h/m^2$

ปริมาตรของพื้นที่บำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 124 m^2 x 3.15 m = 390.60 m^3

ปริมาตรบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 2 ACH x 390.60 m^3 = 781.20 m^3/h

ประมาณ 781.20 x 0.588 = 459.35 cfm ประมาณ 500 cfm

4. ประเภทห้องประชุม ขนาด 72 ตารางเมตร สูง 2.6 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

วิธีการคำนวน ตารางที่ 1 เลือกประเภทใช้สอย ห้องประชุมเอนกประสงค์ จะได้ค่า Rp เท่ากับ 5 cfm/person และ Ra เท่ากับ 0.06 cfm/ft^2

ขั้นตอนที่ 1 จะได้ R_p = 5 cfm/person

R_a = 0.06 $cfm/m/ft^2$

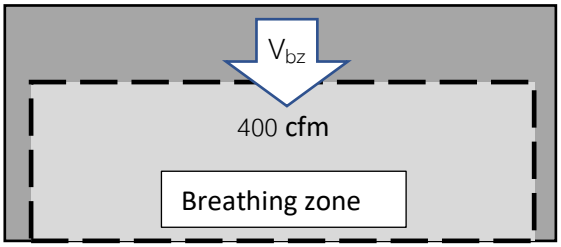
P_z = 45 คน

A_Z = 774.60 ft^2

แทนค่า V_{bz} = $R_p \times P_z \times R_a \times A_z$

= (7.5 x 45) + (0.06 x 774.60)

= 383.98 cfm ประมาณ 400 cfm



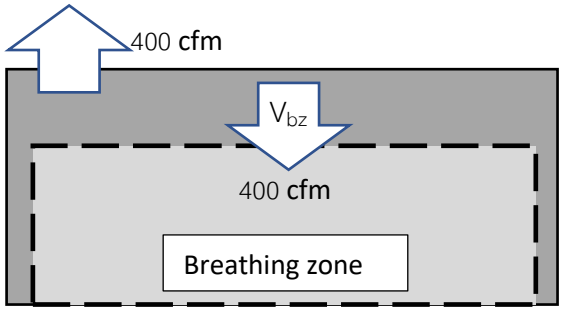
รูปภาพ การเติมอากาศแบบโซนเดียวสำหรับ พื้นที่ 341 ตารางเมตร สูง 2.6 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ 45 คน

ขั้นตอนที่ 2 และ 3

กรณีเลือกลมจ่ายจากฝ้าดานเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 1.0

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 400/1.0 = 400 cfm



กรณีเลือกลมจ่ายเพิ่มเติมเข้าในพื้นที่ตรงข้ามกับการนำลมออก เลือกค่า Ez = 0.8

V_{oz} = V_{bz}/E_z

= 400/0.8 = 500 cfm ประมาณ 500 cfm

ขั้นตอนที่ 4 คำนวนหาขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ

ตารางที่ อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39

เลือกสถานที่ โรงพยาบาล/ห้องคนไข้ เท่ากับ 2 $m^3/h/m^2$

ปริมาตรของพื้นที่บำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 72 m^2 x 2.60 m = 187.20 m^3

ปริมาตรบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 2 ACH x 187.20 m^3 = 374.40 m^3/h

ประมาณ 374.40 x 0.588 = 220.15 cfm ประมาณ 500 cfm

สรุปแนวทางการออกแบบปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อส่งเสริมสุขภาพ เป็นการคำนวนหาค่าอัตราการไหลของอากาศภายนอกที่นำเข้าในระบบระบายอากาศกำหนดเป็นการออกแบบและค่าขั้นต่ำที่ยอมรับได้ในการออกแบบไปยังพื้นที่ระบายอากาศ

ตัวอย่างการออกแบบประเภทห้องสำนักงาน 1 ขนาด 341 ตารางเมตร สูง 2.8 เมตร และมีผู้ปฏิบัติงาน ในพื้นที่ จำนวน 45 คน ต้องการระบบระบายอากาศ จำนวน 450 cfm ในกรณีที่มีค่า E_z = 1.00 เป็นนำอากาศบริสุทธิ์การเจือจางมลพิษทางอากาศจากภายนอก โดยให้อากาศบริสุทธิ์เข้าในในพื้นที่ และระบายอากาศออกเท่ากัน แต่ในการในอากาศบริสุทธิ์เข้าต้องผ่านฟิวเตอร์ MERV8 ขึ้นไป แต่ประเทศไทยควรใช้ MERV14 เนื่องจากอากาศภายนอกบางช่วงของปีมีค่า PM 2.5 มากกว่า 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในพื้นที่เจือจาง เชื้อโรค และอนุภาคฝุ่นละออง และจากตัวอย่างการคำนวนตามข้อ 4 ขนาดเครื่องการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ 2 ACH จำนวน 1500 cfm โดยมีข้อดีประหยัดพลังงานไฟฟ้าในใช้เครื่องปรับอากาศเนื่องจากการนำอากาศเข้าจากภายนอกส่งผลต่อการใช้ลดความเย็นภายในพื้นที่ปรับอากาศ แต่ไม่สามารถ กำจัดสารเคมี VOC Formaldehyde (ยกเว้นตัวเครื่องมี คาร์บอนฟิวเตอร์) CO_2

การระบายห้องสำนักงาน 1 ด้วยการเติมอากาศจากภายนอก จำนวน 450 cfm และการบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศ จำนวน 1,500 cfm รวม 1,950 cfm ส่งผลให้ฝุ่นละอองและเชื้อโรค เจือจางจากการจัดการจากทั้ง 2 ระบบ รวมเป็นการระบายอากาศและบำบัดอากาศ 3.47 ACH ซึ่งมีค่ามากกว่า ตารางที่ 3

อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 และ 39 พื้นที่สำนักงาน กำหนดไว้ 2 ACH

การติดตั้งระบบระบายอากาศและบำบัดอากาศจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งของการติดตั้งและต้องเป็นการเติมอากาศ จำนวน 450 cfm ที่หัวจ่ายไม่ใช่สเปคที่พัดลมเติมอากาศเนื่องจากการจ่ายในระบบท่อและที่หัวจ่ายมีค่าสัมปสิทธิ์ในลดปริมาณลมที่ผลิตได้ตามสเปค และการติดตั้งเครื่องบำบัดอากาศหรือฟอกอากาศไม่ควรใช้สเปคสูงสุดของเครื่องที่สามารถทำได้เพราะจะส่งผลเรื่องของเสียงระบบกวนในการปฏิบัติงานหรือการประชุม อีกทั้งไม่ควรให้ความดันภายในห้องเป็นความดันลบจะส่งผลให้ฝุ่นละอองหรือเชื้อโรคไหลย้อนกลับทางรอยรั่วของอาคาร การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

ตารางที่ 1 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ (ตารางนี้ต้องใช้ประกอบกับหมายเหตุ)

ประเภทการใช้สอย (Occupancy Category)	การระบายอากาศต่อคน		การระบายอากาศต่อพื้นที่		หมายเหตุ :	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 4) ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ 100 ตารางเมตร Person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน (ดูหมายเหตุข้อ 5) ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อคน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน L/s-person	
เรือนจำ									
ห้องขัง	5	2.5	0.12	0.6		25	10	5.0	2
ห้องโถง	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
ห้องผู้คุม	5	2.5	0.06	0.3		15	9	4.5	1
พื้นที่ติดต่อ และพักคอย	7.5	3.8	0.06	0.3		50	9	4.5	2
สถานศึกษา									
สถานเลี้ยงเด็กอ่อน (ถึง 4 ขวบ)	10	5	0.08	0.9		25	17	8.5	2
สถานเลี้ยงเด็กป่วย	10	5	0.18	0.9		25	17	8.5	3
ห้องเรียน (5-8 ขวบ)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.5	1
ห้องเรียน (9 ขวบขึ้นไป)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.5	1
ห้องเรียน	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.0	1
ห้องเรียน (แบบมีที่นั่ง)	7.5	3.8	0.06	0.9		150	8	4.0	1
ห้องเรียนศิลปะ	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	10	5	0.18	0.9		25	17	8.5	2
ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย	10	5	0.18	0.9		25	17	8.5	2
ห้องฝึกปฏิบัติการไม้/โลหะ	10	5	0.18	0.9		2.	19	9.5	2
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	10	5	0.12	0.6		25	15	7.5	1
ศูนย์สื่อสาร	10	5	0.12	0.6	ก	25	15	7.5	1
ห้องดนตรี/โรงภาพยนต์/ห้องเต้นรำ	10	5	0.06	0.3		35	12	6.0	1
ห้องประชุมเอนกประสงค์	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.0	1
สถานบริการเครื่องดื่มและอาหาร									
ภัตตาคาร	7.5	3.8	0.18	0.9		70	10	5.0	2
ร้านกาแฟ อาหารจานด่วน	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.5	2
บาร์ คือกเทล เลานจ์	7.5	3.8	0.18	0.9		100	9	4.5	2
ครัว (ทำอาหาร)	7.5	3.8	0.12	0.9		20	14	7.5	2
ทั่วไป									
ห้องพักผ่อน	5	2.5	0.06	0.6		25	7	3.5	1

ตารางที่ 1 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ (ต่อ)

ประเภทการใช้สอย (Occupancy Category)	การระบายอากาศต่อคน		การระบายอากาศต่อพื้นที่		หมายเหตุ :	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 4) ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ100 ตารางเมตร Person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน (ดูหมายเหตุข้อ 5) ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อคน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน L/s-person	
ร้านกาแฟ	5	2.5	0.06	0.3		20	8	4.0	1
ห้องประชุม ห้องสัมมนา	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.0	1
โถงทางเดิน	-	-	0.06	0.3		-			1
ห้องเก็บเครื่องดื่ม	5	2.5	0.12	0.6	ข	2	65	32.5	2
<u>โรงแรม รีสอร์ท หอพัก</u>									
ห้องนอน ห้องนั่งเล่น พื้นที่สำหรับนอน	5 5	2.5 2.5	0.06 0.06	0.3 0.3		10 20	11 8	5.5 4.0	1 1
ห้องซักรีดรวม	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	2
ห้องซักรีดภายในห้อง	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
โถงพักคอย	7.5	3.8	0.06	0.3		30	10	5.0	1
ห้องประชุมเอนกประสงค์	5	2.5	0.06	0.3		120	6	3.0	1
<u>อาคารสำนักงาน</u>									
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
<u>พื้นที่ใช้สอยอื่นๆ</u>									
ห้องนิรภัยของธนาคาร	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	2
โถงพักคอยของธนาคาร	7.5	3.8	0.06	0.3		15	17	8.5	1
ห้องคอมพิวเตอร์ (ไม่มีเครื่องพิมพ์ผล)	5	2.8	0.06	0.3		4	20	10.0	1

ตารางที่ 1 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ (ต่อ)

ประเภทการใช้สอย (Occupancy Category)	การระบายอากาศต่อคน		การระบายอากาศต่อพื้นที่		หมายเหตุ :	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 4) ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ 100 ตารางเมตร Person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน (ดูหมายเหตุข้อ 5) ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที/คน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน L/s-person	
ห้องแช่แข็งและพื้นที่แช่เย็น (<50°F , <10°C)	10	5	0	0.9	จ	0	0	0	2
การผลิตทั่วไป (ไม่รวมอุตสาหกรรมหนักและการบวนการใช้สารเคมี)	10	5.0	0.18	0.9		7	36	18	3
ห้องปรุงยา	5	2.5	0.18	0.6		10	23	11.5	2
ห้องถ่ายภาพ	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
ห้องรับส่งสินค้า	10	5	0.12	0.6	ข	2	70	35	2
การคัดแยก,บรรจุการประกอบ	7.5	3.8	0.12	0.6		7	25	12.5	2
ที่พักคอยสถานีรถโดยสาร	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.0	1
คลังสินค้า	10	5	0.06	0.3		-			2
<u>สวนสาธารณะ</u>									
หอประชุม	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.5	1
สถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนา	5	2.5	0.06	0.3		120	6	3.0	1
ห้องพิจารณาคดี	5	2.5	0.06	0.3		70	6	3.0	1
ห้องประชุมสภานิติบัญัตติ	5	2.5	0.06	0.3		50	6	3.0	1
ห้องสมุด	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
ห้องรับแขก	5	2.5	0.06	0.3		150	5	2.5	1
พิพิธภัณฑ์ (เด็ก)	7.5	3.8	0.12	0.6		40	11	5.5	1
พิพิธภัณฑ์/นิทรรศการ	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.5	1
<u>ที่พักอาศัย</u>									
ห้องชุด	5	2.5	0.06	0.3	ฉ,ช	ฉ			1
ทางเดินร่วม	-	-	0.06	0.3					1

ตารางที่ 1 อากาศภายนอกอาคารต่ำสุดที่ต้องการในพื้นที่เพื่อการหายใจ (ต่อ)

ประเภทการใช้สอย (Occupancy Category)	การระบายอากาศต่อคน		การระบายอากาศต่อพื้นที่		หมายเหตุ :	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 4) ต่อ 1,000 ตารางฟุต หรือต่อ 100 ตารางเมตร Person/100 m^2	ปริมาณอากาศภายนอกรวม/คน (ดูหมายเหตุข้อ 5) ลูกบาศก์ฟุต/นาทีต่อคน cfm/person	ลิตร/วินาทีต่อคน L/s-person	
ร้านขายปลีก									
พื้นที่ขาย	7.5	3.8	0.12	0.6		15	16	8.0	2
พื้นที่ส่วนกลางศูนย์การค้า	7.5	3.8	0.06	0.3		40	9	4.5	1
ร้านตัดผม	7.5	3.8	0.06	0.3		25	10	5.0	2
ร้านเสริมสวย	20	10	0.12	0.6		25	25	12.5	2
ร้านจำหน่ายสัตว์เลี้ยง	7.5	3.8	0.18	0.9		10	26	13.0	2
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	7.5	3.8	0.06	0.3		8	15	7.5	1
เครื่องซักผ้าแบบหยอดเหรียญ	7.5	3.8	0.12	0.6		20	14	7.0	2
กีฬาและบันเทิง									
ห้องฟิตเนสและสนามกีฬา	20	10	0.18	0.9	จ	7	45	22.5	2
พื้นที่สำหรับผู้ชม	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
สระว่ายน้ำ (สระว่ายน้ำ และทางเดินรอบสระว่ายน้ำ)	-	-	0.48	2.4	ค	-			2
ชั้นดิสโก้ เต้นรำ	20	10	0.06	0.3		100	21	10.5	2
ห้องแอโรบิก	20	10	0.06	0.3		40	22	11.0	2
ห้องยกน้ำหนัก	20	10	0.06	0.3		10	26	13.0	2
โบว์ลิ่ง (ที่นั่ง)	10	5	0.12	0.6		40	13	6.5	1
ห้องเล่นพนันคาสิโน	7.5	3.8	0.18	0.9		120	9	4.5	1
ร้านเกม	7.5	3.8	0.18	0.9		20	17	8.5	1
เวทีและสตูดิโอ	10	5	0.06	0.3		70	11	5.5	1

หมายเหตุทั่วไปสำหรับตารางที่ 1

1. ความต้องการที่เกี่ยวข้อง : อัตราการระบายอากาศในตารางนี้จะขึ้นอยู่กับการปฏิบัติตามมาตรฐานนี้ทุกข้อ
2. ความหนาแน่นของอากาศ : อัตราการไหลของอากาศเชิงปริมาตรจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของอากาศ 0.075 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต (1.2 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งสอดคล้องกับอากาศแห้งที่ความดันของบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (101.3 กิโลปาสกาล) และอุณหภูมิของอากาศ 70°F (21°C) ซึ่งอัตรานี้อาจมีการปรับตามความหนาแน่นที่เกิดขึ้นจริง แต่การปรับตัวดังกล่าวไม่จำเป็นต้องเป็นไปตามมาตรฐานนี้

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิผลของโซนการกระจายลม

รูปแบบการกระจายลม	E_z
ลมเย็นจ่ายจากฝ้าเพดาน	1.0
ลมอุ่นจ่ายจากฝ้าเพดานและมีช่องลมกลับที่พื้น	1.0
“ลมอุ่นที่มีอุณภูมิ 8℃ (15℉) หรือมากกว่า” จากอุณภูมิห้อง จ่ายจากฝ้าเพดานและมีช่องลมกลับที่ฝ้าเพดาน	0.8
“ลมอุ่นที่มีอุณภูมิ 8℃ (15℉) ” จากอุณภูมิห้อง จ่ายจากฝ้าเพดานและมีช่องลมกลับที่ฝ้าเพดาน ที่มีความเร็วลมจ่ายแบบพ่น (jet) 0.8 เมตรต่อวินาที (m/s) หรือ 150 ฟุตต่อนาที (fpm) วัด ณ ตำแหน่งสูง จากระดับพื้น 1.4 เมตร (4.5 ฟุต) หมายเหตุ : หากความเร็วของลมจ่ายมีค่าต่ำกว่าที่ระบุ ให้ใช้ E_z = 0.8	1.0
ลมเย็นที่จ่ายจากพื้นและมีช่องลมกลับที่ฝ้าเพดาน ที่มีระยะพ่นลมออก (Vertical throw) มีค่าความเร็วมากกว่า 0.25 เมตรต่อวินาที (m/s) หรือ 50 ฟุตต่อนาที (fpm) วัดที่ระดับความสูง 1.4 เมตร (0.45 ฟุต) จากระดับพื้น หรือมากกว่า	1.0
ลมเย็นที่จ่ายจากพื้นและมีช่องลมกลับที่ฝ้าเพดาน ที่ให้การระบายอากาศด้วยความเร็วต่ำโดยไม่ควบคุมทิศทางการไหลของลมออก และการแบ่งชั้นความร้อน (Thermal Stratification) หรือระบบกระจายลมที่ระยะพ่นลมออก (Vertical throw) มีค่าความเร็วน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.25 เมตรต่อวินาที (m/s) หรือ 50 ฟุตต่อนาที (fpm) วัดที่ระดับความสูง 0.45 ฟุต (1.4 เมตร) เหนือระดับพื้น	1.2
ลมอุ่นจ่ายจากพื้นและช่องลมกลับที่พื้น	1.0
ลมอุ่นจ่ายจากพื้นและมีช่องลมกลับที่ฝ้าเพดาน	0.7
ลมจ่ายเพิ่ม หรืออากาศเติม (Markup) ที่ถูกเติมเข้ามาที่ด้านตรงข้ามท่อลมระบายออก (Exhaust) หรือท่อลมกลับ	0.8
ลมจ่ายเพิ่ม หรืออากาศเติม (Markup) ที่ถูกเติมเข้าใกล้กับตำแหน่งท่อลมระบายออก (Exhaust) หรือท่อลมกลับ	0.5

เอกสารอ้างอิง

1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3. จำนวน 2,000 เล่ม. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2559.
2. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1. จำนวน 2,000 เล่ม. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2560.
3. นายตุลย์ มณีวัฒนา. “การคำนวนปริมาณการระบายอากาศตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1” สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย [อินเตอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 11 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก https://www.tmn.co.th/download/tmn_co_th/CL_Cooling_Load_Calc/IAQ_Management_R3.pdf

4. ANSI/ASHRAE Standards 62.1 and 62.2 are the recognized standards for ventilation system design and acceptable indoor air quality (IAQ). Expanded and revised for 2019, both standards specify minimum ventilation rates and other measures in order to minimize adverse health effects for occupants. [Available from]. https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2