

# การปรับอากาศในห้องครัว และอัตราอากาศหมุนเวียน และอัตราอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้า สำหรับโรงพยาบาล

## Air Conditioning in Kitchen and Minimum Outdoor and Total Air Circulation Required in Hospital.



### รองศาสตราจารย์ ฤชการ จิรกาลวสาน (Associate Professor Richakorn Chirakalwasan)

อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
โทร. 08-1821-2183 E-Mail: richakorn.c@chula.ac.th หรือ richakorn@yahoo.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวกับการปรับอากาศในห้องครัว และคำแนะนำเกี่ยวกับอัตราอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้าและอากาศที่ต้องหมุนเวียนสำหรับระบบปรับอากาศในโรงพยาบาล การปรับอากาศในห้องครัว ซึ่งวิศวกรปรับอากาศมักจะลืมนึกถึงกฎกระทรวงเกี่ยวกับอัตราระบายอากาศ เนื่องจากปกติมักใช้มาตรฐาน ASHRAE อย่างเดียว เพราะค่าจะมากกว่า ความต้องการของกฎกระทรวงอยู่แล้ว แต่โดยบังเอิญ ค่าการระบายอากาศในห้องครัวของกฎกระทรวง ต้องการมากกว่า การนำอากาศมาเติมหรือทดแทน การระบายอากาศทิ้ง ถ้าใช้อากาศภายนอก (Outdoor Air) ทั้งหมด จะทำให้ขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะมาก การลงทุนและกาใช้พลังงานจะ

มากตาม สามารถใช้มาตรฐาน ASHRAE ที่อนุญาตให้อากาศจากห้องที่มีระดับความสะอาดมากกว่า หรือเท่ากันเช่นจากห้องอาหารไหล(Transfer)เข้ามาเติมในห้องครัวได้ สำหรับเครื่องดูดควันในครัว (Kitchen Hood) นั้น มักจะต้องการอากาศระบายทิ้งจำนวนมาก จะต้องมีกรป้อนอากาศภายนอกเข้ามาแทนที่ที่เครื่องดูดควันเลย มิใช่ที่เครื่องปรับอากาศไม่เช่นนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นมากเกินไปที่จะลงทุนและการใช้พลังงานไฟฟ้าก็มาก การเป่าอากาศอุณหภูมิต่ำใส่พนักงานโดยตรง (Spot Cooling) เป็นอีกวิธีที่จะประหยัดขนาดทำความเย็นและพลังงานแทนการปรับอากาศทั้งห้องครัว เพียงแต่ว่าพนักงานครัวอาจจะไม่สบายเท่าการปรับอากาศหมดทั้งครัว

การปรับอากาศในโรงพยาบาลตาม ASHRAE Handbook 2011, HVAC Applications นั้น ได้อธิบายให้ทราบโดยละเอียดเกี่ยวกับ อัตราอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้า อัตราอากาศหมุนเวียน และการอนุญาตให้หมุนเวียนด้วยเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งภายในห้อง

## Abstract

This article deals with the air conditioning in a kitchen and the minimum requirement of outdoor air and the recirculation rate in the hospital. In designing for the kitchen, being familiarized with ASHRAE Ventilation Standard, the air conditioning engineers often overlook the Thai local code of ventilation rate for an air conditioned kitchen. The reason for the common omission is that ventilation rates in ASHRAE standard are generally much higher than in the Thai Code; except only in an air conditioned kitchen. The makeup air for kitchen ventilation, if using all outdoor air, would substantially increase cooling capacity; therefore higher equipment and energy cost. There are several strategies for the engineer to consider. The ASHRAE ventilation standard allows the transfer air from a room with a higher or the same Air Class e.g. the air from dining room as the makeup air for kitchen. The kitchen hood requires large amount of outdoor makeup air; it must be supplied at the hood and not at the air conditioner. Otherwise, the air conditioning cooling capacity and the energy required will not be cost effective. Spot cooling is also an option in kitchen air conditioning system to save on the initial equipment and energy cost. The only disadvantage is that it may not feel as comfort as whole kitchen air conditioning.

Air conditioning system in hospital, according to ASHRAE Handbook 2011, HVAC Applications, the minimum requirement in outdoor air, air recirculation rate and air re-circulated by means of room units are elaborated.

**Keywords:** Kitchen and Hospital Air Conditioning

## 1. บทนำ

ห้องครัวโดยทั่วไปจะไม่มีเครื่องปรับอากาศ เพราะในการปรับอากาศในครัวนั้น ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดทำความเย็นและอัตราการระบายอากาศต่อหน่วยพื้นที่มาก พลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ก็มากตาม ดังนั้น ASHRAE จึงไม่มีมาตรฐานกำหนดในเรื่องอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แต่สามารถเทียบเคียงใช้มาตรฐานห้องอื่นแทนได้ เช่นห้องอาหารเป็นต้น ห้องอาหารมักใช้ภาวะอากาศ 25°CDB (77°FDB)/60%RH ในการการประหยัดพลังงาน จากประสบการณ์อาจจะใช้อุณหภูมิสูงถึง 27°CDB (80°FDB) ความชื้นสัมพัทธ์อาจจะให้สูงถึง 65% เพียงแต่ควรออกแบบหัวจ่ายลมให้มีความเร็วกว่าธรรมดาเล็กน้อยเพราะในครัวไม่ต้องกังวลเรื่องเสียง สิ่งที่สำคัญคืออัตราระบายอากาศ (Exhaust air) ต้องได้ตามมาตรฐาน

## 2. อัตราการระบายอากาศ

ใน ASHRAE Standard 62.1 สำหรับครัว มีแต่อัตราดูดอากาศทิ้ง (Minimum Exhaust Rates) ดังแสดงในตารางที่ 2 (ASHRAE Table 6-4) ห้องครัวทั่วไปมักไม่ปรับอากาศ ดังนั้นอากาศป้อนเข้า (Ventilation/ventilated or make up air) โดยทั่วไปเรามักจะหมายถึงอากาศจากภายนอก (Outdoor air) แต่ใน ASHRAE Standard ระบุว่าอาจจะเป็นอากาศหมุนเวียน หรืออากาศจากห้องอื่นที่อยู่ในชั้นคุณภาพอากาศ (Air Class) เดียวกันหรือดีกว่าก็ได้

โดยชั้นคุณภาพอากาศแสดงอยู่ในตาราง ในแถวตั้ง (Column) แถวสุดท้ายที่เขียนว่า Air Class ตัวอย่างเช่นสำหรับห้องครัวอยู่ใน Air Class 2 สามารถนำมาจากห้องอาหาร ตามตารางที่ 1 (ASHRAE Table 6-1) ซึ่งเป็น Air Class 2 เช่นกัน หรืออาจจะนำมาจากห้องอื่นที่มีชั้นคุณภาพอากาศที่ดีกว่าเช่น Air class 1 แต่ไม่สามารถนำมาจากห้องที่มีชั้นคุณภาพอากาศที่ต่ำกว่าเช่นห้องที่มี Air Class 3

จากตารางที่ 2 (ASHRAE Standard Table 6.4) สำหรับครัวต้องระบายอากาศทิ้ง 0.70 cfm/ft<sup>2</sup> (3.5 L/s.m<sup>2</sup>) วิศวกรส่วนใหญ่มักใช้ค่านี้ โดยไม่ได้สังเกตว่าตามกฎกระทรวงซึ่งสำคัญกว่า ASHRAE Standard ดังแสดงในตารางที่ 3 อัตราระบายอากาศในห้องที่มีการปรับอากาศในกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 นั้นมีค่าถึง 30 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> (1.64 cfm/ft<sup>2</sup>) ซึ่งมีค่ามากเป็น 2.3 เท่าของ ASHRAE Standard อัตราอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้ามา ในอัตราระบายอากาศทิ้งดังกล่าว ถ้าต้องอาศัยอากาศภายนอก (Outdoor air) เข้ามาเติม สามารถหาเป็นภาระการทำความเย็นได้ เช่นในภาวะออกแบบทั่วไปมักกำหนดภาวะอากาศภายนอก 95°FDB/83°FWB (35°CDB/28°CWB) ในห้อง 77°FDB/60%RH (25°CDB/60%RH) ภาระการทำความเย็น = 1.64x69 = 113.2 Btu/h/ft<sup>2</sup> (1,218 Btu/h ต่อตารางเมตร) จะเห็นว่า เพียงแต่ค่าภาระการทำความเย็นจากภายนอกก็มากกว่าระบบปรับอากาศทั่วไปเป็นเท่าตัวแล้ว วิศวกรหลายคนเลิกคิดจะทำตามกฎกระทรวงเลย เพราะคิดว่าเปรียบเหมือนต้องเอาอากาศภายนอกเกือบ 100% ที่จริงไม่จำเป็น ตามที่กล่าวข้างต้น ASHRAE Standard ระบุว่าสามารถให้ไหล (Transfer) มาจากห้องที่ Air Class เท่ากันหรือดีกว่าได้ ยิ่งไปกว่านั้น กฎกระทรวงเองก็ไม่ได้บอกว่าต้องเอามาจากอากาศภายนอก

### 3. ตัวอย่างที่สำคัญในการลดภาระทำความเย็นที่เกิดจากอากาศภายนอก

การคำนวณภาระทำความเย็นห้องครัว ก็คำนวณตามหลักการคำนวณภาระทำความเย็นทั่วไป คือ ภาระความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อนผ่านพื้น ผนัง เพดาน ความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ และความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าที่ห้องโดยตรง (Infiltration)

ส่วนความร้อนจากอากาศภายนอกที่จำเป็นต้องนำเข้ามาตามมาตรฐานและกฎกระทรวงซึ่งมีค่ามากตามที่กล่าวข้างต้นนั้น สามารถลดได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สมมุติห้องอาหารในภัตตาคาร (Restaurant Dining Room) มีคน 70 คน มีพื้นที่ 1000 ft<sup>2</sup> (100m<sup>2</sup>) ให้ห้องครัวมีพื้นที่ 1/3 ของพื้นที่ห้องอาหารหรือประมาณ 333 ft<sup>2</sup> (33m<sup>2</sup>) จากตารางที่ 1 (ASHRAE Table 6-1) จะได้ว่า Outdoor air สำหรับห้องอาหาร = 10 cfm/person (Default Value หมายถึงเอาพื้นที่มาเฉลี่ยด้วย)

อากาศภายนอกต้องนำเข้า = 70 person x 10 cfm/person = 700 cfm อากาศที่ต้องระบายออกก็คือจำนวนนี้ หรือมากกว่าจำนวนนี้ถ้าต้องการให้ความดันห้องเป็นลบ (Negative) เพื่อไม่ให้กลิ่นอาหารไปที่อื่น เช่นที่มี Air class 1 แต่สามารถให้ Transfer ไปห้องครัวซึ่งจัดอยู่ใน Air Class 2 เช่นกัน

สำหรับห้องครัวต้องระบายออกตามกฎกระทรวง = 1.64 x 333 = 547 cfm ดังนั้นอากาศภายนอก (Outdoor air) ไม่จำเป็นต้องมีก็ได้เพราะเปรียบเหมือน Ventilation air ได้มาจากการ Transfer จากห้องอาหารมีถึง 700 cfm ซึ่งมากกว่าเสียอีก แต่ว่าต้องไม่ลืมครัวมักจะต้องมี Hood ดูดกลิ่นจากการทำอาหารซึ่งมักจะดูดด้วยอัตราระบายอากาศมากกว่าตัวเลขตามกฎกระทรวงที่กล่าวถึง ดังนั้นห้องครัวที่ปรับอากาศ Hood ต้องออกแบบให้มีอากาศจากภายนอกมาป้อน

ที่ Hood อากาศนี้ก็จะมีความหนึ่งเข้ามาในครัว อากาศจำนวนนี้จะต้องคิดเป็นภาระการทำความเย็น จากอากาศภายนอก (Outdoor air Cooling load) โดยเป็นความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าที่ห้อง โดยตรง ตัวอย่างเช่น Hood มีพื้นที่หน้าตัดที่ดูด ประมาณ 30 ft<sup>2</sup> (3 m<sup>2</sup>) หรืออัตราดูด 4000 cfm ให้อากาศภายนอกป้อนที่ Hood 80% ที่เหลือ 20% ดูดจากอากาศเย็นในห้องครัวที่ปรับอากาศ ซึ่งเท่ากับ 800 cfm ซึ่งหมายถึงเครื่องปรับอากาศในห้องครัว ต้องมีอากาศภายนอกเข้าในอัตรานี้ ซึ่งเท่ากับขนาดทำความเย็นต้องเพิ่มขึ้น = 800x69 = 55,200 Btu/h ที่ภาวะอากาศภายนอก 95°FDB/83°FWB (35°CDB/28.3°CWB) ในห้อง 77°FDB/ 60%RH (25°CDB/60%RH) ซึ่งเป็นอัตราที่มาก แต่สามารถลดได้โดย ออกแบบให้ขณะที่ Hood ทำงานจะต้องปิดพัดลมระบายอากาศของครัวโดยอัตโนมัติ โดยเปรียบเหมือน Hood ทำหน้าที่ระบายอากาศตามกฎกระทรวงแทน รวมกับอากาศในห้องอาหารที่สามารถ Transfer มาใช้ในครัวได้ทั้งสิ้น 700 cfm ทำให้สามารถลดขนาดทำความเย็นลงเหลือเพียง = (800-700)x69 = 6,900 Btu/h

มีสิ่งที่น่าสนใจ กรณีที่ใช้ Hood ดูดอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการป้อนอากาศภายนอกเข้า ในกรณีนี้ ขนาดเครื่องปรับอากาศจะเพิ่มขึ้น = 4000x69 = 276,000 Btu/h เราจึงมักจะพบว่าไม่มีใครปรับอากาศในครัว แต่ถ้าต้องการปรับอากาศมักใช้ Spot Cooling เป่าลมเย็นเฉพาะจุดที่มีคนอยู่ Spot Cooling ไม่ค่อยมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน หลักการกว้างๆ คือลมเย็น อุณหภูมิไม่ควรเกิน 80°F (27°C) ความชื้นสัมพัทธ์ ไม่ค่อยมีผลต่อความสบาย ความเร็วลมอย่างน้อย 200 ft/min (1 m/s) ระยะห่างหัวจ่ายลมถึงคน อยู่ระหว่าง 4-10 ft.(1-3 m) โดยควรปรับทิศทางได้ ควรเป็นแบบ Jet และมีการเนี่ยวนำอากาศรอบๆให้น้อยที่สุดที่จะ

ทำได้ อัตราจ่ายลมต่อ 1 คนมักอยู่ระหว่าง 50-1000 cfm ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเร็วของอากาศ

#### 4. การปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาล

พื้นฐานการปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาล ต่างจากการปรับอากาศทั่วคือ (ก) ป้องกันการไหลของอากาศในห้องที่คุณภาพต่ำกว่าหรือสกปรกกว่า เช่นมีเชื้อโรคไปยังอากาศในห้องที่สะอาด โดยการควบคุมความดันอากาศในห้องเป็นลบหรือบวก (ข) การทำให้อากาศที่สกปรกหรือมีเชื้อโรคเจือจาง โดยนำอากาศจากภายนอก (Outdoor air) หรืออากาศที่สะอาดกว่าเข้ามาผสมทำให้เจือจาง (ค) กรองอากาศในห้องนั้นๆ โดยใช้แผงกรองที่ประสิทธิภาพสูง เช่นอย่างต่ำตาม ASHRAE Standard MERV 7 ดังนั้นจึงต้องกำหนดอากาศหมุนเวียน (Total Air Change per hour=ACH) เพราะอากาศหมุนเวียน (ACH) ผ่านมากเท่าใด ความสะอาดก็เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น (ง) อุณหภูมิและความชื้นหลายกรณีต้องควบคุมให้ดีกว่าห้องปรับอากาศทั่วไป บทความวิชาการของสมาคมฯ เกี่ยวการปรับอากาศในโรงพยาบาลได้มีการลงแล้วในเล่มก่อนๆ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสิ่งที่คนจำนวนไม่น้อยมักสับสน นั่นคือตารางที่ 4 ซึ่งมาจาก ASHRAE Handbook 2011, HVAC Applications, Chapter 8, Table 3 ซึ่งตัดมาบางส่วนเท่านั้น เพื่ออธิบายเกี่ยวกับอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้า อากาศหมุนเวียน อากาศที่ระบายทิ้ง และการใช้เครื่องปรับอากาศติดตั้งภายในห้อง

จากตารางที่ 4

แถวตามแนวตั้ง(Column)แถวที่ 2 (Pressure Relationship to Adjacent Areas) ความดันอากาศในห้องที่ต้องควบคุมให้สูงหรือต่ำกว่าห้องข้างเคียง ถ้าระบุว่า N/R( No requirement/ Not required) ก็หมายถึงไม่ได้บังคับว่าต้องสูงหรือต่ำกว่า

แถวตามแนวตั้ง แถวที่ 3 (Minimum Outdoor ach) อัตราอากาศภายนอกที่ต้องนำเข้าอย่างน้อยเป็น

ปริมาณห้องต่อชั่วโมง กรณีที่ระบุว่าเป็น N/R หมายถึงไม่บังคับว่าเป็นอัตราเท่าใด และไม่บังคับว่าต้องเป็นอากาศจากภายนอก (Outdoor air) แต่จะต้องตรวจสอบ ASHRAE Standard 62.1 และกฎกระทรวง ซึ่งจะบอกว่าจะต้องระบายทิ้งเท่าไร (Exhaust) โดยใช้ค่าที่มากที่สุดแทน ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ว่าเมื่อระบายทิ้งก็ต้องมีการเติมอากาศก็มักจะเป็นอากาศภายนอก แต่อาจจะเป็นอากาศจากห้องหรือที่ที่มีคุณภาพอากาศเท่ากันหรือดีกว่าก็ได้

แถวตามแนวตั้ง แถวที่ 4 (Minimum Total ach) อากาศผ่านเข้าแล้วออกจากห้องทั้งหมดอย่างต่ำต้องได้ตามที่ระบุ ถ้าเป็นห้องที่ปรับอากาศก็อากาศหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศนั่นเอง โดยเครื่องปรับอากาศต้องอยู่นอกห้อง จะต้องมีแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดในมาตรฐานและจำนวนชั้นของแผงกรองตามมาตรฐานที่กำหนด โดยทั่วไปห้องมักปรับอากาศก็จะออกแบบให้อัตราจ่ายลมทำความเย็น (Supply air) ให้เท่ากับค่าที่ระบุ แต่ถ้าทำไม่ได้เพราะค่าที่ระบุมากเกินไปค่าดังกล่าว อาจจะทำให้ลมส่วนเกินไม่ผ่านคอยล์ทำความเย็น (Cooling coil)

แต่ต้องผ่านแผงกรองที่มีประสิทธิภาพและจำนวนชั้นเดียวกัน สำหรับห้องที่ไม่ต้องปรับอากาศมักใช้อากาศภายนอกทั้งหมดแต่แถวตามแนวตั้ง แถวที่ 5 (All Room Air Exhausted Directly to Outdoors) การระบายอากาศจึงจำเป็นต้องทิ้งสู่บรรยากาศภายนอกหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปอากาศที่ติดเชื้อหรือสารเคมีหรือกลิ่นเหม็น มักต้องระบายออกนอกอาคาร โดยในมาตรฐานมักจะมีข้อบังคับต้องกรองและฆ่าเชื้อก่อนเสมอ

แถวตามแนวตั้ง แถวที่ 6 (Air Recirculated by Means of Room Units) การใช้เครื่องปรับอากาศแบบติดตั้งภายในห้อง (ซึ่งอากาศก็จะหมุนเวียนอยู่แล้ว) จะใช้ได้หรือไม่ ข้อสังเกตทั่วไป ห้องสำคัญๆ มักไม่อนุญาต เหตุผลคือการรักษาความสะอาดยุ่งยาก

แถวตามแนวตั้ง สองแถวสุดท้าย (Relative Humidity%, Design Temperature, °F) เป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่กำหนดช่วงกว้างๆ ค่าที่ต้องการสามารถหาจากมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาลตามเอกสารอ้างอิง

## 5. เอกสารอ้างอิง

- 5.1 ASHRAE Standard 62.1-2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- 5.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ระบบระบายอากาศ
- 5.3 ASHRAE Handbook 2011, HVAC Applications.
- 5.4 HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics.

ตารางที่ 1 ASHRAE Standard 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air quality

**TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE**  
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

| Occupancy Category               | People Outdoor Air Rate $R_p$ |            | Area Outdoor Air Rate $R_a$ |                    | Notes | Default Values                                 |  |            | Air Class |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------|--------------------|-------|--|--|------------|-----------|
|                                  | cfm/person                    | L/s-person | cfm/ft <sup>2</sup>         | L/s-m <sup>2</sup> |       | Occupant Density (see Note 4)                  | Combined Outdoor Air Rate (see Note 5) |            |           |
|                                  |                               |            |                             |                    |       | #/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup> | cfm/person                             | L/s-person |           |
| <b>Correctional Facilities</b>   |                               |            |                             |                    |       |  |  |            |           |
| Cell                             | 5                             | 2.5        | 0.12                        | 0.6                |       | 25   | 10                                     | 4.9        | 2         |
| Dayroom                          | 5                             | 2.5        | 0.06                        | 0.3                |       | 30   | 7                                      | 3.5        | 1         |
| Guard stations                   | 5                             | 2.5        | 0.06                        | 0.3                |       | 15   | 9                                      | 4.5        | 1         |
| Booking/waiting                  | 7.5                           | 3.8        | 0.06                        | 0.3                |       | 50   | 9                                      | 4.4        | 2         |
| <b>Educational Facilities</b>    |                               |            |                             |                    |       |  |  |            |           |
| Daycare (through age 4)          | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 25   | 17                                     | 8.6        | 2         |
| Daycare sickroom                 | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 25   | 17                                     | 8.6        | 3         |
| Classrooms (ages 5–8)            | 10                            | 5          | 0.12                        | 0.6                |       | 25   | 15                                     | 7.4        | 1         |
| Classrooms (age 9 plus)          | 10                            | 5          | 0.12                        | 0.6                |       | 35   | 13                                     | 6.7        | 1         |
| Lecture classroom                | 7.5                           | 3.8        | 0.06                        | 0.3                |       | 65   | 8                                      | 4.3        | 1         |
| Lecture hall (fixed seats)       | 7.5                           | 3.8        | 0.06                        | 0.3                |       | 150  | 8                                      | 4.0        | 1         |
| Art classroom                    | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 20   | 19                                     | 9.5        | 2         |
| Science laboratories             | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 25   | 17                                     | 8.6        | 2         |
| University/college laboratories  | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 25   | 17                                     | 8.6        | 2         |
| Wood/metal shop                  | 10                            | 5          | 0.18                        | 0.9                |       | 20   | 19                                     | 9.5        | 2         |
| Computer lab                     | 10                            | 5          | 0.12                        | 0.6                |       | 25   | 15                                     | 7.4        | 1         |
| Media center                     | 10                            | 5          | 0.12                        | 0.6                | A     | 25   | 15                                     | 7.4        | 1         |
| Music/theater/dance              | 10                            | 5          | 0.06                        | 0.3                |       | 35   | 12                                     | 5.9        | 1         |
| Multi-use assembly               | 7.5                           | 3.8        | 0.06                        | 0.3                |       | 100  | 8                                      | 4.1        | 1         |
| <b>Food and Beverage Service</b> |                               |            |                             |                    |       |  |  |            |           |
| Restaurant dining rooms          | 7.5                           | 3.8        | 0.18                        | 0.9                |       | 70   | 10                                     | 5.1        | 2         |
| Cafeteria/fast-food dining       | 7.5                           | 3.8        | 0.18                        | 0.9                |       | 100  | 9                                      | 4.7        | 2         |
| Bars, cocktail lounges           | 7.5                           | 3.8        | 0.18                        | 0.9                |       | 100  | 9                                      | 4.7        | 2         |

ตารางที่ 2 การระบายอากาศที่ ASHRAE Standard 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

**TABLE 6-4 Minimum Exhaust Rates**

| Occupancy Category                      | Exhaust Rate, cfm/unit | Exhaust Rate, cfm/ft <sup>2</sup> | Notes | Exhaust Rate, L/s-unit | Exhaust Rate, L/s-m <sup>2</sup> | Air Class |
|---|------------------------|-----------------------------------|-------|------------------------|----------------------------------|-----------|
| Arenas                                  | –                      | 0.50                              | B     | –                      | –                                | 1         |
| Art classrooms                          | –                      | 0.70                              |       | –                      | 3.5                              | 2         |
| Auto repair rooms                       | –                      | 1.50                              | A     | –                      | 7.5                              | 2         |
| Barber shops                            | –                      | 0.50                              |       | –                      | 2.5                              | 2         |
| Beauty and nail salons                  | –                      | 0.60                              |       | –                      | 3.0                              | 2         |
| Cells with toilet                       | –                      | 1.00                              |       | –                      | 5.0                              | 2         |
| Copy, printing rooms                    | –                      | 0.50                              |       | –                      | 2.5                              | 2         |
| Darkrooms                               | –                      | 1.00                              |       | –                      | 5.0                              | 2         |
| Educational science laboratories        | –                      | 1.00                              |       | –                      | 5.0                              | 2         |
| Janitor closets, trash rooms, recycling | –                      | 1.00                              |       | –                      | 5.0                              | 3         |
| Kitchenettes                            | –                      | 0.30                              |       | –                      | 1.5                              | 2         |
| Kitchens—commercial                     | –                      | 0.70                              |       | –                      | 3.5                              | 2         |
| Locker/dressing rooms                   | –                      | 0.25                              |       | –                      | 1.25                             | 2         |
| Locker rooms                            | –                      | 0.50                              |       | –                      | 2.5                              | 2         |
| Paint spray booths                      | –                      | –                                 | F     | –                      | –                                | 4         |
| Parking garages                         | –                      | 0.75                              | C     | –                      | 3.7                              | 2         |
| Pet shops (animal areas)                | –                      | 0.90                              |       | –                      | 4.5                              | 2         |
| Refrigerating machinery rooms           | –                      | –                                 | F     | –                      | –                                | 3         |
| Residential kitchens                    | 50/100                 | –                                 | G     | 25/50                  | –                                | 2         |
| Soiled laundry storage rooms            | –                      | 1.00                              | F     | –                      | 5.0                              | 3         |
| Storage rooms, chemical                 | –                      | 1.50                              | F     | –                      | 7.5                              | 4         |
| Toilets—private                         | 25/50                  | –                                 | E     | 12.5/25                | –                                | 2         |
| Toilets—public                          | 50/70                  | –                                 | D     | 25/35                  | –                                | 2         |
| Woodwork shop/classrooms                | –                      | 0.50                              |       | –                      | 2.5                              | 2         |

ตารางที่ 3 กฎกระทรวงฉบับที่ 33 การระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศ

การระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศ

| ลำดับ | สถานที่  | ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร |
|-------|--|--------------------------------|
| 1     | ห้างสรรพสินค้า (ทางเดินชมสินค้า)                       | 2                              |
| 2     | โรงงาน   | 2                              |
| 3     | สำนักงาน   | 2                              |
| 4     | สถานอาบ อบ นวด   | 2                              |
| 5     | ชั้นติดต่อกับรถโดยสาร                                  | 2                              |
| 6     | ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด                            | 2                              |
| 7     | ห้องปฏิบัติการ   | 2                              |
| 8     | ร้านตัดผม  | 3                              |
| 9     | สถานโบว์ลิ่ง   | 4                              |
| 10    | โรงแรมที่พัก (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดู)                 | 4                              |
| 11    | ห้องเรียน  | 4                              |
| 12    | สถานบริหารร่างกาย                                      | 5                              |
| 13    | ร้านเสริมสวย   | 5                              |
| 14    | ห้องประชุม   | 6                              |
| 15    | ห้องน้ำ ห้องส้วม                                       | 10                             |
| 16    | สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม (ห้องรับประทานอาหาร) | 10                             |
| 17    | ไนท์คลับ บาร์ หรือสถานลีลาศ                            | 10                             |
| 18    | ห้องครัว   | 30                             |
| 19    | โรงพยาบาล  |                                |
|       | - ห้องคนไข้  | 2                              |
|       | - ห้องผ่าตัดและห้องคลอด                                | 8                              |
|       | - ห้อง ไอ.ซี.ยู  | 5                              |

ตารางที่ 4 อากาศภายนอกที่ต้องนำเข้า อากาศหมุนเวียน อย่างน้อยที่สุด และการระบายอากาศทิ้ง สำหรับโรงพยาบาล

Table 3 Design Parameters for Areas Affecting Patient Care in Hospitals and Outpatient Facilities

| Space Function   | Pressure Relationship to Adjacent Areas <sup>a</sup> | Minimum Outdoor ach | Minimum Total ach | All Room Air Exhausted Directly to Outdoors <sup>l</sup> | Air Recirculated by Means of Room Units <sup>a</sup> | Relative Humidity <sup>k</sup> % | Design Temperature, <sup>l</sup> °F |
|--|--|---------------------|-------------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Surgery and Critical Care</b>                       |  |                     |                   |  |  |                                  |                                     |
| Classes B and C operating rooms <sup>m,n,o</sup>       | Positive   | 4                   | 20                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 68 to 75                            |
| Operating/surgical cystoscopic rooms <sup>m,n,o</sup>  | Positive   | 4                   | 20                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 68 to 75                            |
| Delivery room (Caesarean) <sup>m,n,o</sup>             | Positive   | 4                   | 20                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 68 to 75                            |
| Substerile service area                                | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | No   | N/R                              | N/R                                 |
| Recovery room  | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| Critical and intensive care                            | Positive   | 2                   | 6                 | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| Wound intensive care (burn unit)                       | Positive   | 2                   | 6                 | N/R  | No   | 40 to 60                         | 70 to 75                            |
| Newborn intensive care                                 | Positive   | 2                   | 6                 | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| Treatment room <sup>p</sup>                            | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | N/R  | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| Trauma room (crisis or shock) <sup>c</sup>             | Positive   | 3                   | 15                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| Medical/anesthesia gas storage <sup>f</sup>            | Negative   | N/R                 | 8                 | Yes  | N/R  | N/R                              | N/R                                 |
| Laser eye room   | Positive   | 3                   | 15                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| ER waiting rooms <sup>q</sup>                          | Negative   | 2                   | 12                | Yes  | N/R  | max 65                           | 70 to 75                            |
| Triage   | Negative   | 2                   | 12                | Yes  | N/R  | max 60                           | 70 to 75                            |
| ER decontamination                                     | Negative   | 2                   | 12                | Yes  | No   | N/R                              | N/R                                 |
| Radiology waiting rooms <sup>q</sup>                   | Negative   | 2                   | 12                | Yes  | N/R  | max 60                           | 70 to 75                            |
| Class A Operating/Procedure room <sup>o,d</sup>        | Positive   | 3                   | 15                | N/R  | No   | 30 to 60                         | 70 to 75                            |
| <b>Inpatient Nursing</b>                               |  |                     |                   |  |  |                                  |                                     |
| Patient room (s)                                       | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | N/R  | max 60                           | 70 to 75                            |
| Toilet room  | Negative   | N/R                 | 10                | Yes  | No   | N/R                              | N/R                                 |
| Newborn nursery suite                                  | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | No   | 30 to 60                         | 72 to 78                            |
| Protective environment room <sup>f,m,t</sup>           | Positive   | 2                   | 12                | N/R  | No   | max 60                           | 70 to 75                            |
| All rooms <sup>e,n,u</sup>                             | Negative   | 2                   | 12                | Yes  | No   | max 60                           | 70 to 75                            |
| AIJ isolation anteroom <sup>t,u</sup>                  | N/R  | N/R                 | 10                | Yes  | No   | N/R                              | N/R                                 |
| Labor/delivery/recovery/postpartum (LDRP) <sup>s</sup> | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | N/R  | max 60                           | 70 to 75                            |
| Labor/delivery/recovery (LDR) <sup>s</sup>             | N/R  | 2                   | 6                 | N/R  | N/R  | max 60                           | 70 to 75                            |
| Corridor   | N/R  | N/R                 | 2                 | N/R  | N/R  | N/R                              | N/R                                 |