

THÔNG KHÍ TỰ NHIÊN ĐỂ KIỂM SOÁT LÂY NHIỄM TRONG CÁC CƠ SỞ Y TẾ (Theo khuyến cáo của WHO)

<http://www.who.int/csr/bioriskreduction/natvent/en/>

Báo cáo viên: ThS. Trần Hữu Luyện
P.Chủ tịch thường trực Hội KSNK Thừa Thiên Huế
Thành viên Hội đồng chuyên môn KSNK Bộ Y tế
ĐT: 0914079407- Email: luyenhch@gmail.com



WHO Publication/Guidelines

Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings

Edited by:
James Atkinson, Yves Chartier,
Carmen Lúcia Pessoa-Silva,
Paul Jensen, Yuguo Li
and Wing-Hong Seto

3 Infection and ventilation	17	
3.1 The association between ventilation and infection	17	
3.2 Ventilation requirements relating to airborne infection control	19	
3.3 World Health Organization recommendations relating to natural ventilation requirements	21	ix
3.3.1 Explanation of the World Health Organization recommendations	22	xi
3.3.2 Review and assessment of recommendations	23	xiii
3.4 Summary	24	xvii
Part 2 — Designing for natural ventilation	25	xix
4 Understanding natural ventilation	27	
4.1 The driving forces of natural ventilation	27	
4.1.1 Wind pressure	27	
4.1.2 Stack (or buoyancy) pressure	29	
4.2 Ventilation flow rate	30	
5 Design and operation	33	
5.1 Designs for natural ventilation and hybrid ventilation systems	33	
5.1.1 Natural ventilation systems	33	
5.1.2 Hybrid (mixed-mode) ventilation systems	33	
5.2 Basic design concepts for natural ventilation	35	
5.3 Climatic and other considerations in ventilation design	35	
5.3.1 Maintaining thermal comfort	36	
5.3.2 Considerations for hot summers	36	
5.3.3 Considerations for winter	37	
5.3.4 Maintaining healthy indoor air quality	38	
5.3.5 Managing ambient air pollution	38	
5.3.6 External noise	38	
5.3.7 Selecting low-emission interior materials	38	
5.3.8 Humidity and mould growth	38	
5.3.9 Security and vector-borne disease spread	39	
5.3.10 High-rise considerations	39	
5.3.11 Fire safety considerations	39	
Definitions of terms		xxiii
Control and ventilation		1
Concept of infection control		3
Concept of isolation precaution and an historical review		3
Control practices for infection control		3
Control practices for airborne infections		4
Control for high-risk procedures		5
Summary		6
Concepts of ventilation		7
Isolation		7
! What is natural ventilation?		7
! What is mechanical ventilation?		7
! What is hybrid or mixed-mode ventilation?		8
Assessing ventilation performance		8
Comparison of mechanical and natural ventilation		9
! Mechanical ventilation		9
! Natural ventilation		10
Mechanical versus natural ventilation for infection control		13
Summary		15

NATURAL VENTILATION

Đặt vấn đề

- Thông khí trong các cơ sở y tế đã được biết và vận dụng từ rất lâu đời tại các quốc gia trên thế giới.
- Tại Việt Nam nhiều bệnh viện từ thời Pháp để lại cũng đã có kiến trúc lợi dụng việc thông gió tự nhiên làm sạch môi trường Bệnh viện.
- Hiện nay nhiều Bệnh viện tại nước ta không quan tâm đến vấn đề thông khí trong Bệnh viện để đảm bảo môi trường chăm sóc y tế an toàn.

MỤC ĐÍCH

Khái niệm về thông khí tự nhiên trong các cơ sở y tế

- ✓ Mô tả khái niệm thông khí
- ✓ Mức thay đổi không khí khuyến nghị mỗi giờ (ACH) để phòng và kiểm soát lây nhiễm
- ✓ Cách tính ACH thông dụng
- ✓ Sử dụng luồng không khí có định hướng để giảm nguy cơ lây truyền bệnh truyền nhiễm
- ✓ Mô tả cách tối đa hóa thông khí tự nhiên

Nội dung chính

CONCRETE SCAB COOLED AT NIGHT TIME VENTILATION

A. Khái niệm thông khí

- Không khí thay đổi mỗi giờ
- Luồng khí định hướng
- Các loại hệ thống thông khí

B. Thông khí tự nhiên

- Gió
- Tính thể tích khí

C. Cách tính lưu lượng khí thay đổi mỗi giờ (ACH)

COOL AIR
IN

CONVECTIVE
HEAT EXCHANGE

A. Thông khí là gì?

- Chuyển động của không khí
- “Thổi” và / hoặc “hút” các hạt và không khí
- Tốt nhất là cách thông khí có kiểm soát

Các loại thông khí

The background of the slide is a detailed architectural cross-section of a building. It shows a sloped roof with a complex internal truss system. Various ventilation components are highlighted, including a large yellow rectangular duct or air intake on the roof, several smaller rectangular vents, and a network of pipes and ducts throughout the structure. The drawing is a technical sketch, showing structural elements like beams and supports.

1. Thông khí tự nhiên

- Nếu khả thi, hãy sử dụng tối đa hệ thống thông khí tự nhiên trước khi xem xét các hệ thống thông khí khác.

2. Thông khí cơ học

3. Thông khí hỗn hợp

Thông khí tự nhiên

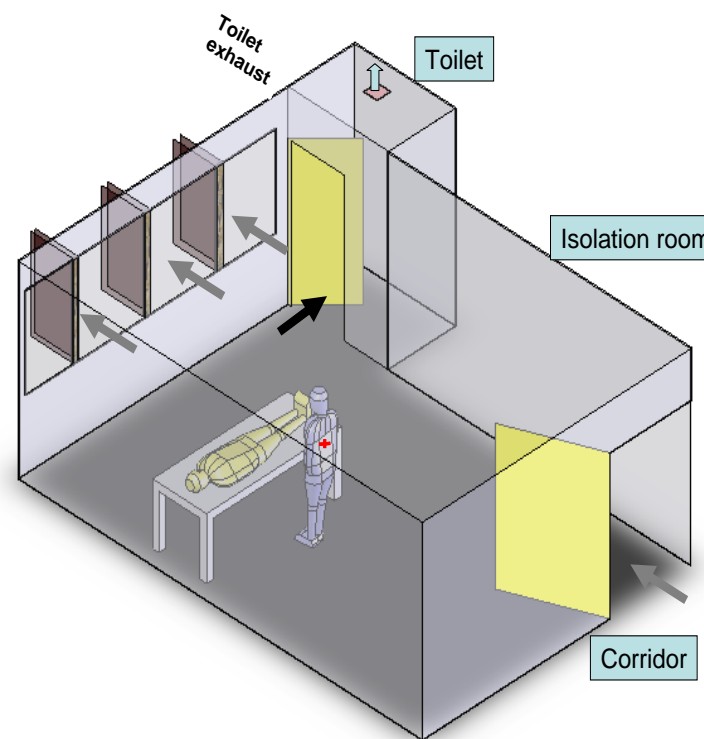
Được tạo ra bằng cách sử dụng các luồng không khí bên ngoài được tạo ra bởi các lực tự nhiên như:

- Gió
- Sự khác biệt về nhiệt độ (chênh lệch trong ngoài)

Các phòng được thông khí tự nhiên có thể đạt được tốc độ thông khí (ACH) rất cao trong điều kiện lý tưởng thiết kế hợp lý

Thông khí tự nhiên—Thiết kế phòng cách ly đường thông khí

- Đặt giường cạnh cửa sổ
- Cửa sổ và cửa chính mở
- Vùng xung quanh phải thông khí tốt \Rightarrow hòa loãng khí nhanh
- Nếu hành lang không thông khí tốt, đóng cửa chính
- Có thể gắn thêm quạt hút để tăng lưu thông khí ra vào qua cửa sổ



Thông khí tự nhiên



Thông khí tự nhiên



2003/11/ 7 8:04pm

Thông khí tự nhiên

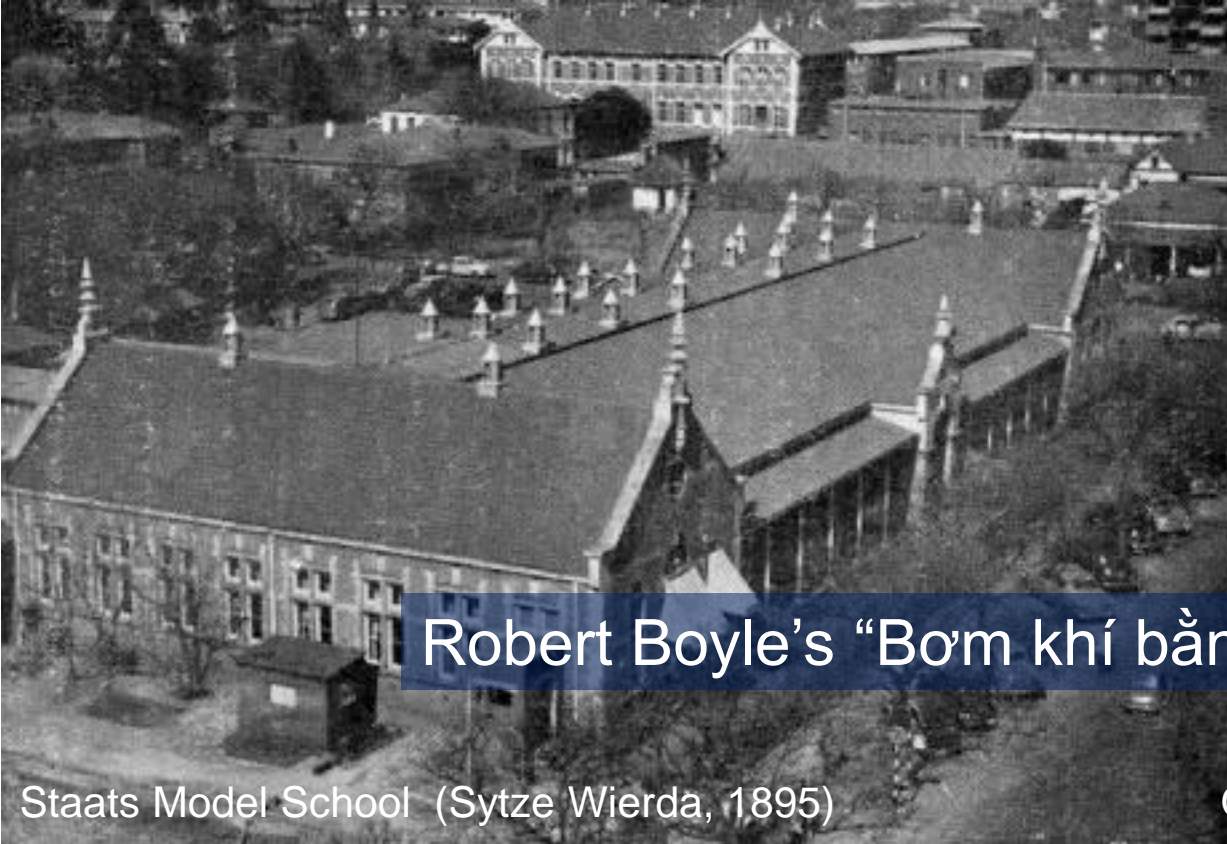


Ống thông gió của Bệnh viện Baltimore's John Hopkins



Khoa Y Bệnh viện John Hopkins





Robert Boyle's "Bơm khí bằng thông gió"

Staats Model School (Sytze Wierda, 1895)



Ou Raadsaal (Sytze Wierda, 1889)



Dutch Reformed church, Bosman street
(Van Rijse, Kraan and Weiers, 1903)



Ou Raadsaal (Sytze Wierda, 1889)

Photographs: Wikipedia

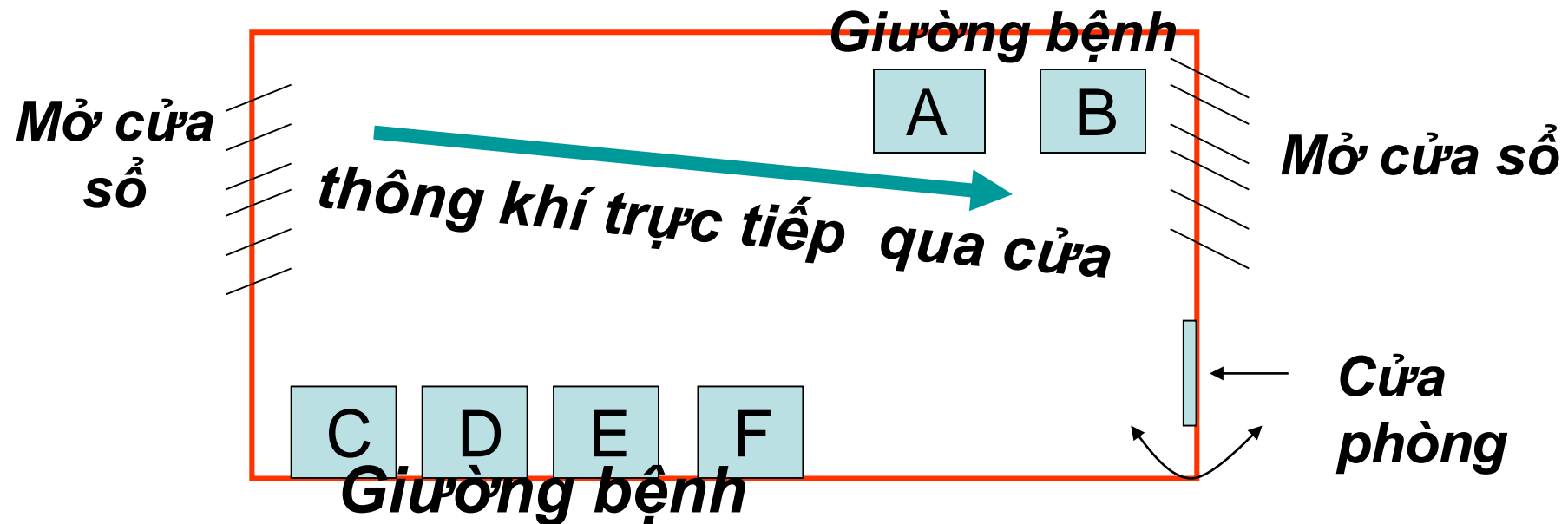


Valkenberg Psychiatric Hospital, Observatory, Cape Town

Bản chất của Phòng ngừa và Kiểm soát Nhiễm trùng (IPC)

- **Quản lý:**
 - Kế hoạch hành động kiểm soát nhiễm trùng lao.
 - Người được chỉ định để phòng ngừa và kiểm soát nhiễm trùng lao (IPC)
 - Nhân viên được đào tạo về TB, IPC.
- **Kiểm soát hành chính:**
 - Thời gian trước khi các tù nhân được sàng lọc (trong vòng 6 giờ).
 - Nguyên tắc cách ly.
 - Các mẫu đờm được thu thập ngay lập tức và gửi đi xét nghiệm GeneXpert®.
 - Cách ly các tù nhân được chẩn đoán lao.
- **Kiểm soát môi trường:**
 - Các không gian thông gió chéo.
 - Mở cửa sổ (có mở được không).
 - Quạt trộn / Thông gió cưỡng bức.
 - Số người trong không gian (Khoa, buồng)
 - Sử dụng đèn UVGI.
- **Thiết bị bảo vệ cá nhân:**
 - Chậu rửa tay đang vận hành (nước, xà phòng và khăn giấy)
 - Xịt tay có cồn để khử độc tay.
 - Sẵn có mặt nạ phòng độc N95 / đeo đúng cách.

Thông khí tự nhiên



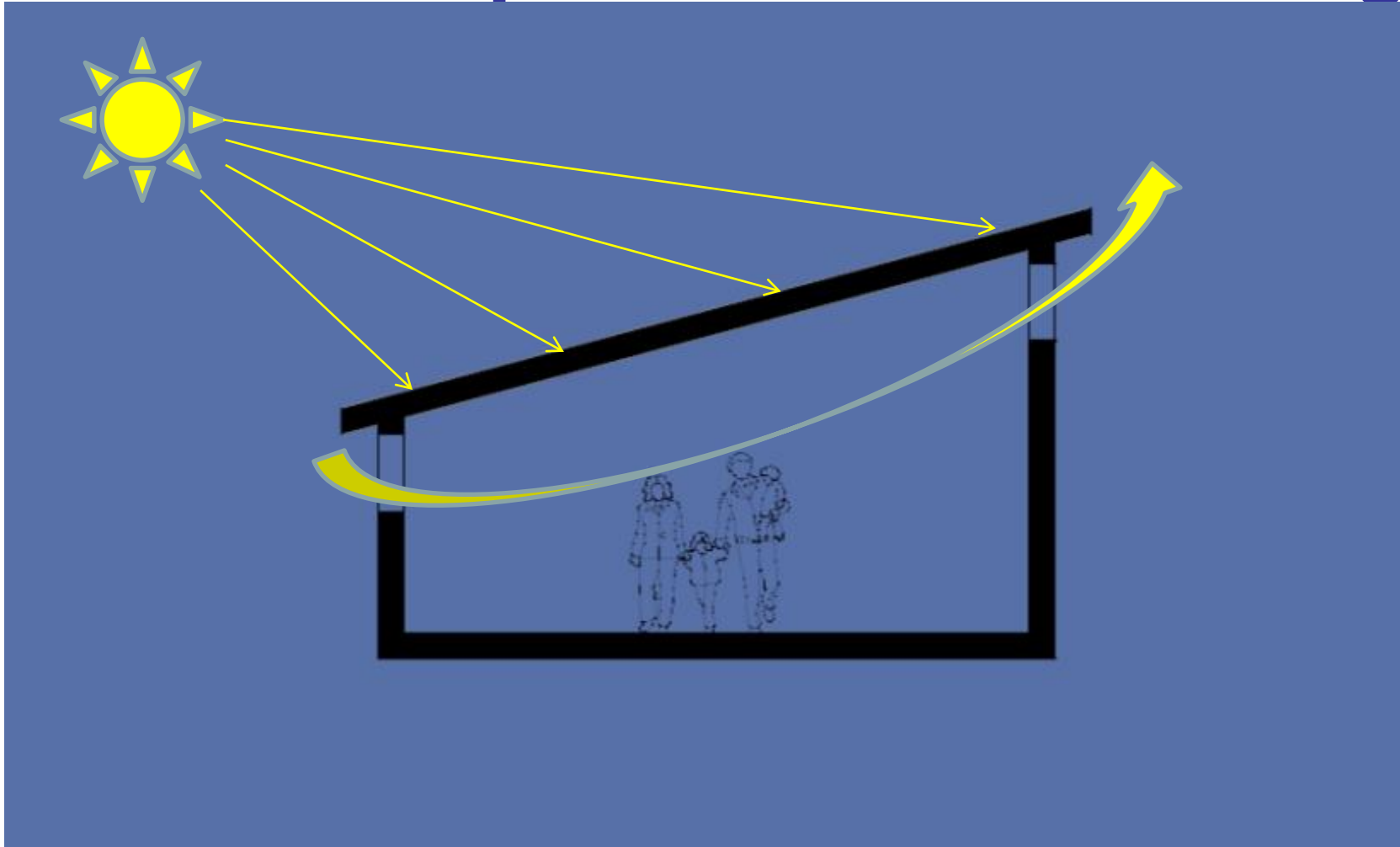
Thông khí tự nhiên trong các bệnh viện Lao



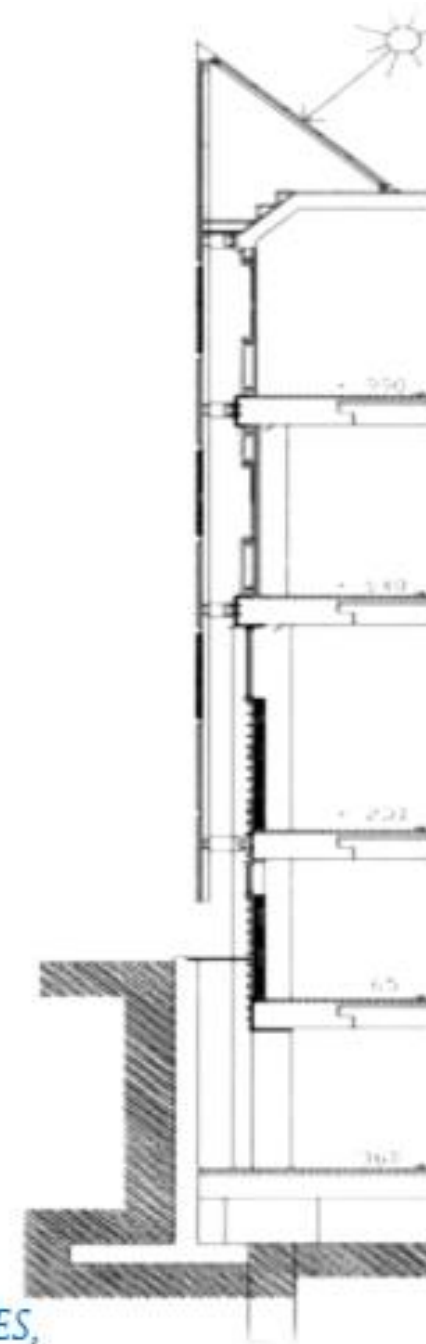
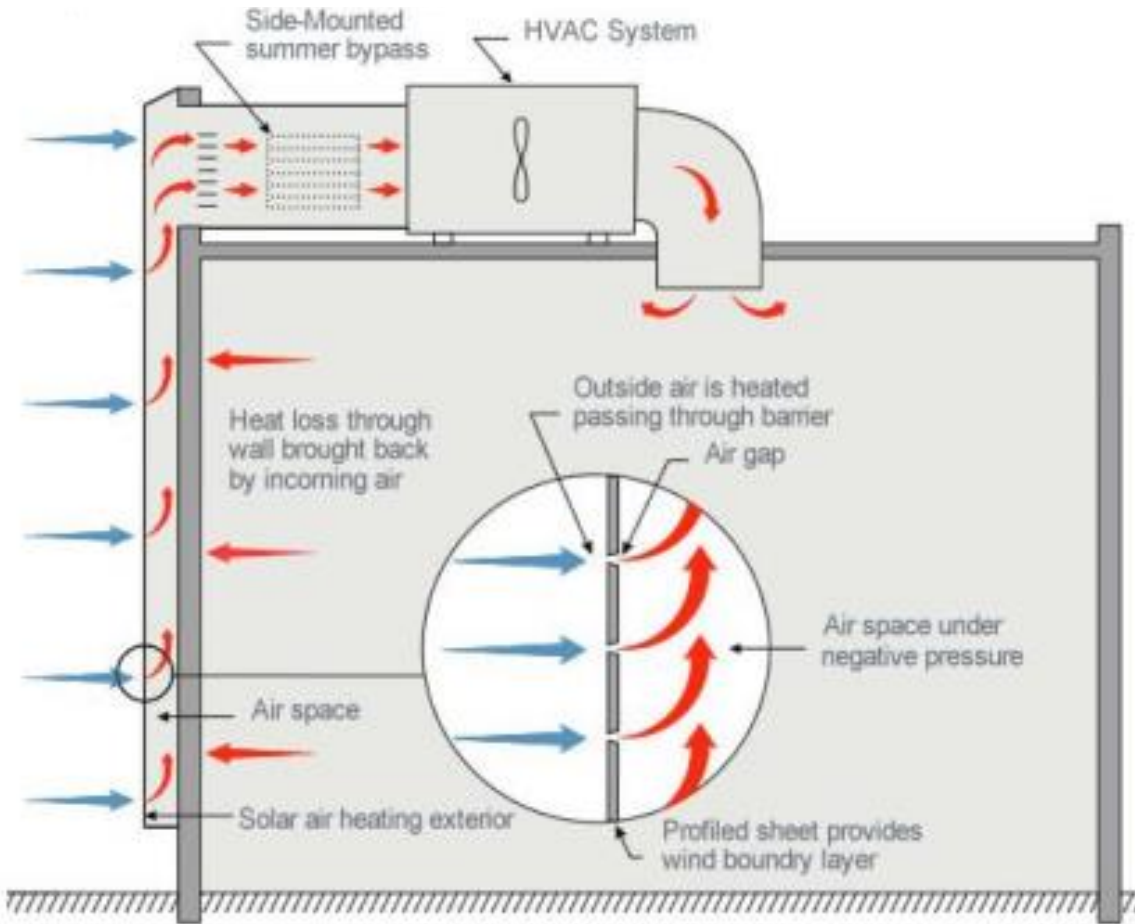
Tối ưu hóa thông khí tự nhiên

- Diện tích mở trên các bức tường đối diện liền kề (thông khí chéo)
- Mở không bị hạn chế (luôn mở)
- 10% không gian vách phải là khu vực cửa sổ có thể mở trên mỗi bức tường (nhiều phía)
- Các tầng trên của tòa nhà (cao hơn từ tầng trệt)
- Tòa nhà và các khe mở được định hướng sử dụng gió chủ đạo, không bị các tòa nhà lân cận cản trở

Thông khí do chênh nhiệt và chênh độ cao của vách tường



- Sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời để làm nóng trước không khí bên ngoài để cung cấp cho bộ phận xử lý không khí và thải không khí trong nhà



LIVIO DE SANTOLI AND GINO MONCADA LO GIUDICE. (June 1998).
 Hybrid ventilation in a hospital building. *ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CITIES*,
Proceedings of PLEA'98, Lisbon, Portugal, 487-49

Hệ thống thông khí điều khiển bằng quạt hút nhờ gió (tuabin)



Thông khí tự nhiên

Ưu điểm

Thường có thể được thực hiện ngay lập tức

Thường chi phí thấp

Có thể đạt được ACH cao



Nhược điểm

- Không được kiểm soát
- Không thể đoán trước
- An toàn, thoải mái
- Côn trùng, tiếng ồn, bụi
- Không thích hợp trong thời tiết lạnh

WHO khuyến nghị các cơ sở y tế triển khai hệ thống thông khí tự nhiên

- Khu vực được thông khí tốt hơn sẽ giúp nguy cơ lây truyền bệnh hô hấp và các bệnh nhiễm khuẩn qua đường không khí khác càng thấp
- Khu vực thông khí kém nguy cơ nhiễm khuẩn hô hấp và các bệnh truyền nhiễm qua đường không khí sẽ cao hơn

Không khí thay đổi mỗi giờ

Air changes per hour (ACH)

- Tính toán ACH là cách đơn giản nhất để đánh giá thông khí
- $ACH = \text{Khối lượng không khí chuyển động trong một giờ}$
- Một ACH có nghĩa là thể tích không khí trong phòng được thay thế trong một giờ

Không khí thay đổi trong 1 giờ

- WHO khuyến nghị ít nhất 12 ACH để ngăn ngừa nhiễm khuẩn qua không khí
- ACH càng cao thì độ pha loãng càng tốt và nguy cơ nhiễm khuẩn trong không khí càng thấp
- Nhưng luồng không khí quá nhiều có thể gây khó chịu (quá nhiều gió lùa)

Đánh giá hiệu quả lưu thông không khí

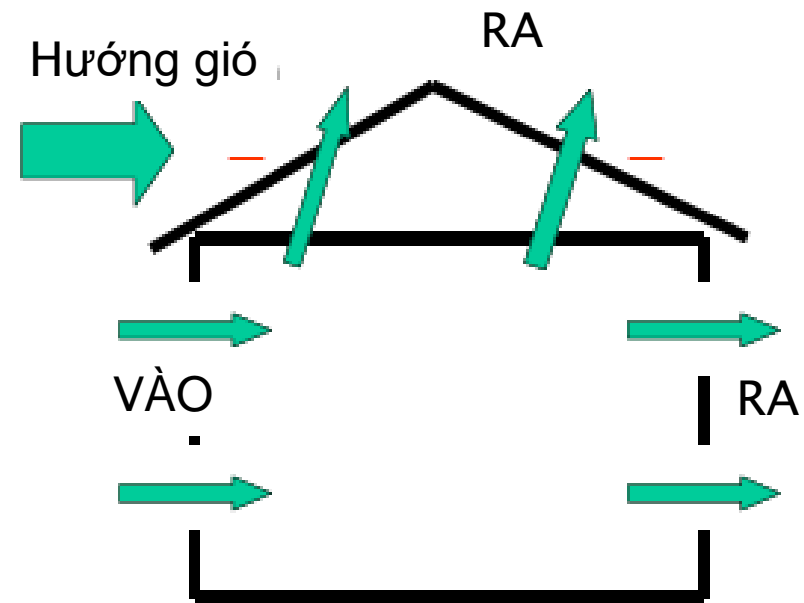
- Hoạt động lưu thông không khí trong các tòa nhà có thể được đánh giá qua bốn khía cạnh:
 - Hệ thống có cung cấp đủ tốc độ lưu thông như yêu cầu không?
 - Hướng di chuyển chung của dòng khí trong tòa nhà có đi từ khu vực sạch đến khu vực bẩn hay không (ví dụ: phòng cách ly hoặc khu vực phong tỏa bệnh, như phòng xét nghiệm)?
 - Hệ thống hiệu quả đến mức nào trong việc phân phối không khí ngoài trời vào mọi nơi trong phòng?
 - Hệ thống hiệu quả đến mức nào trong việc loại bỏ chất gây ô nhiễm trong không khí ở mọi nơi trong phòng?

Lưu thông không khí tự nhiên là gì?

- Các lực tự nhiên (ví dụ: gió và lực đẩy do sự chênh lệch về khối lượng riêng giữa không khí bên trong và bên ngoài tòa nhà) điều hướng không khí bên ngoài qua các ô mở được xây dựng một cách có chủ đích trên tường bao quanh. Các ô mở này có thể bao gồm cửa sổ, cửa ra vào, giếng trời, tháp gió, ô thoáng. Sự lưu thông không khí tự nhiên phụ thuộc vào khí hậu, thiết kế công trình và hành vi con người.

Phương pháp thông khí Tự nhiên

- Không khí tươi vào và ra khỏi phòng hoặc khu vực qua cửa chính hoặc cửa sổ
- Thông khí tự nhiên phụ thuộc vào
 - Tốc độ gió
 - “Áp lực cụm”
 - Nhiệt độ
 - Độ ẩm



Phương pháp thông khí tự nhiên

- **Thông khí tự nhiên, sử dụng cửa sổ và cửa chính, thường cung cấp ít nhất 12 luồng khí trao đổi/giờ**
- **Xây dựng trần nhà cao, cửa sổ cao/rộng và tất cả cửa sổ và cửa chính mở có thể cung cấp hơn 12 luồng khí trao đổi/giờ**

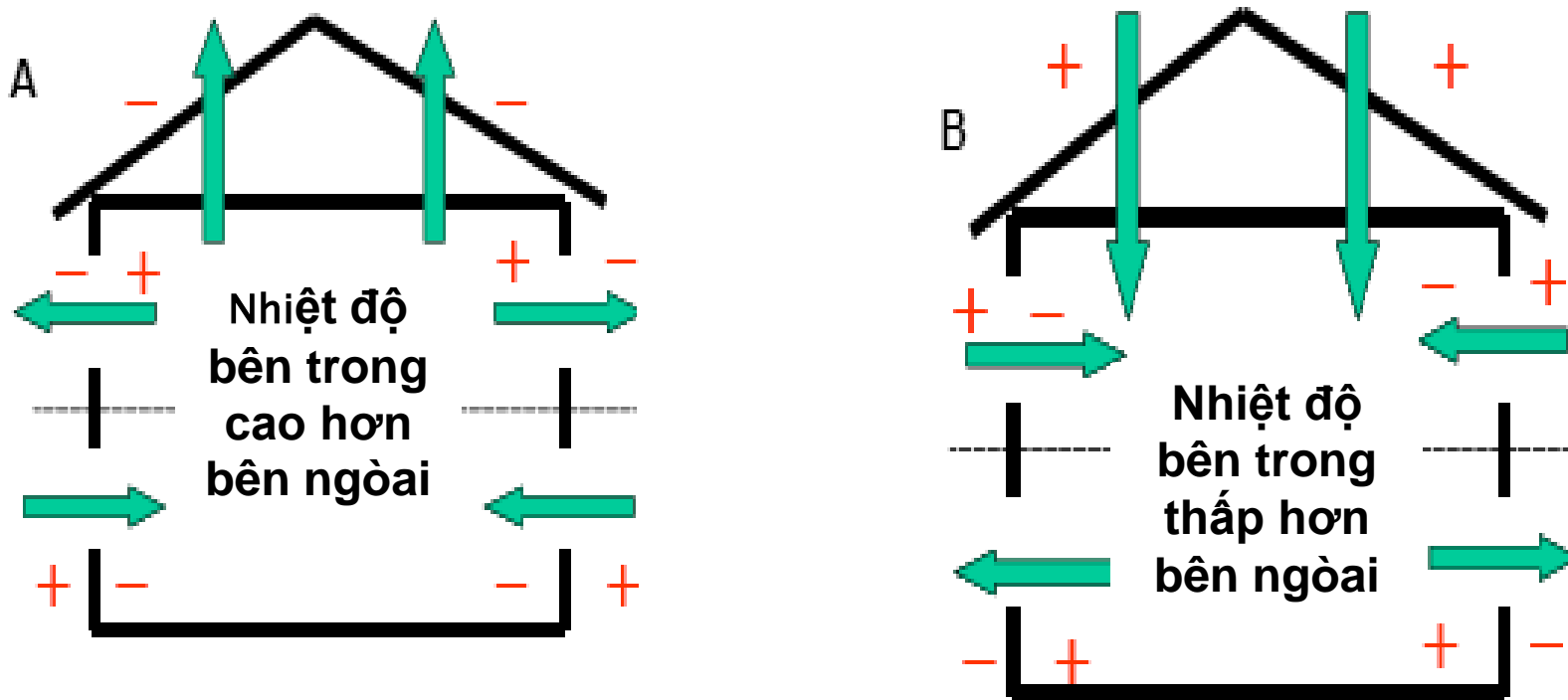
Escombe AR et al. POS med 2007; 4(2)

Thông khí tự nhiên— Áp lực cùm dẫn luồng khí

- “**Áp lực cùm (Stack pressure)**” là áp lực khí bị tác động bởi thay đổi nhiệt độ và độ ẩm
- Khí càng ấm, luồng khí di chuyển về nơi khí mát hơn
- Khi khí ấm tăng, luồng khí lạnh hơn đi vào trong (hoặc ngoài) từ bên dưới

Thông khí tự nhiên— Áp lực cụm dẫn luồng khí

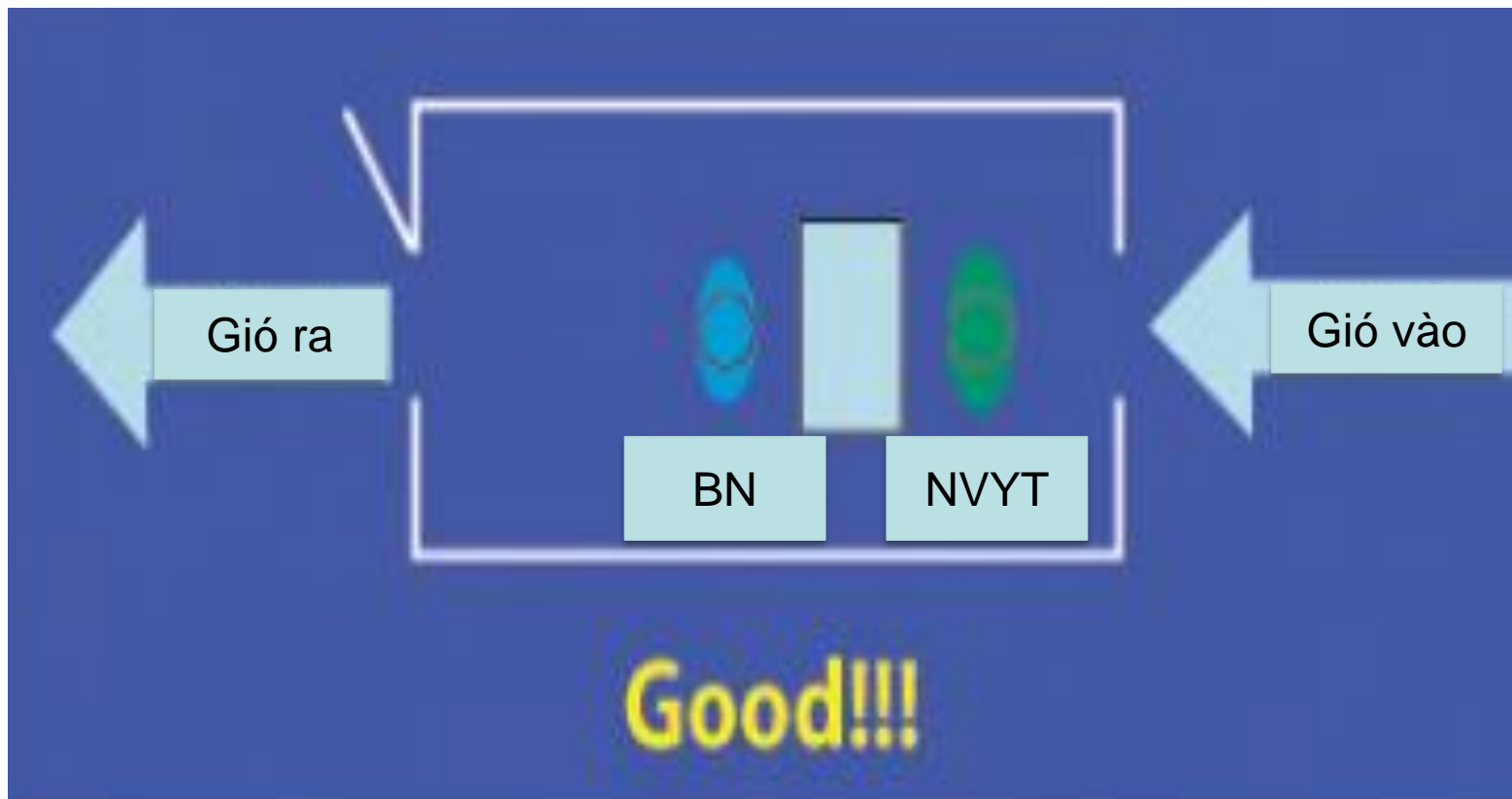
Hướng đi của luồng khí: luồng khí đi từ dương (+) sang âm (-)



Yêu cầu cần đạt được của thông khí tự nhiên

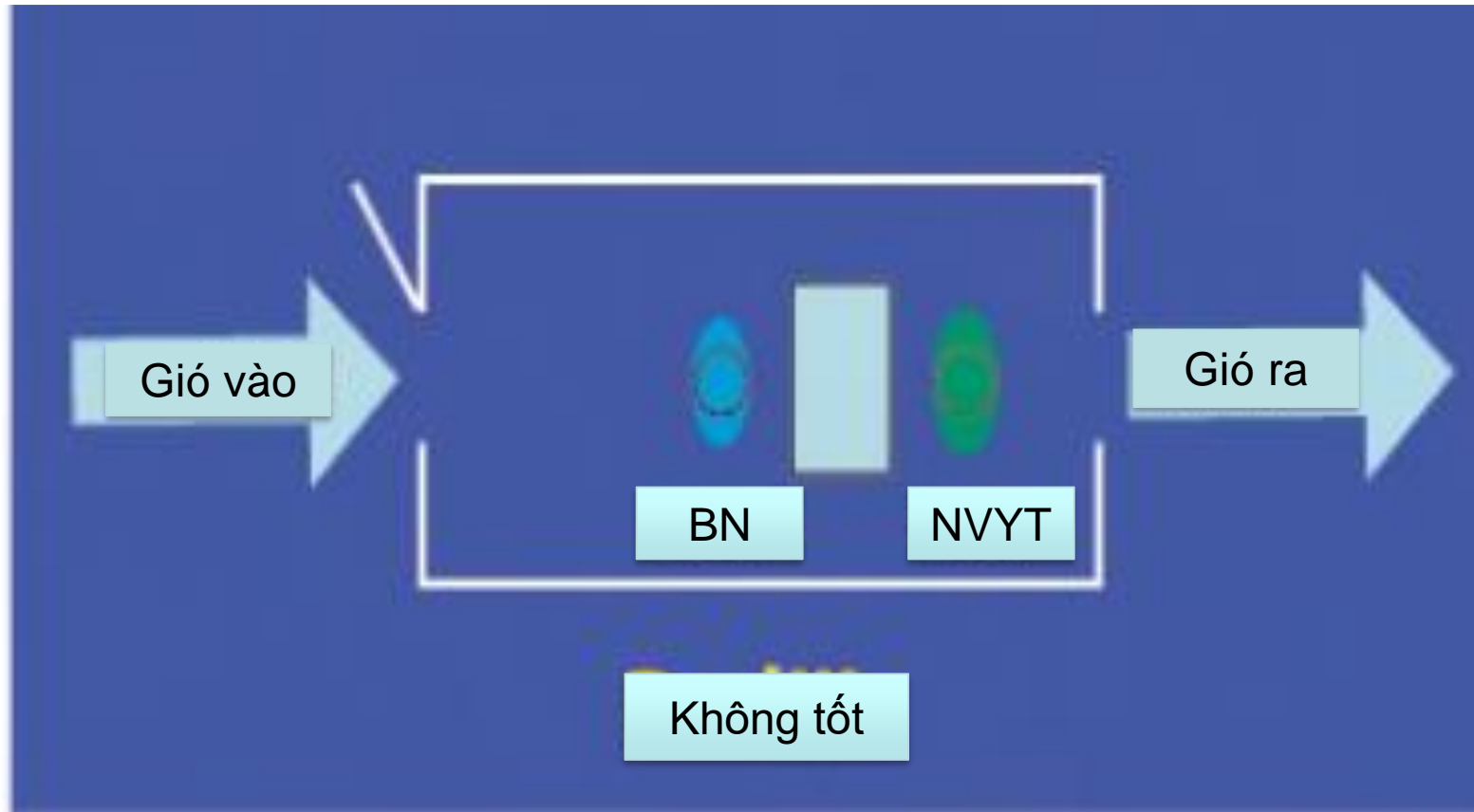
- Đạt 160 l/giây/bệnh nhân (tốc độ lưu thông trung bình mỗi giờ) trong phòng dự phòng lây nhiễm qua không khí (tối thiểu 80 l/giây/bệnh nhân) (chỉ áp dụng cho các Bệnh viện mới xây hoặc cải tạo lớn);
- Đạt 60 l/giây/bệnh nhân với phòng khám và phòng bệnh nhân;
- Đạt 2.5 l/giây/m³ với hành lang và các khoảng không gian không có lượng bệnh nhân cố định; nếu có chăm sóc BN trong hành lang trong các trường hợp khẩn cấp, cần áp dụng yêu cầu lưu thông không khí tối thiểu như trong phòng khám và phòng bệnh.

Vị trí chuẩn mực



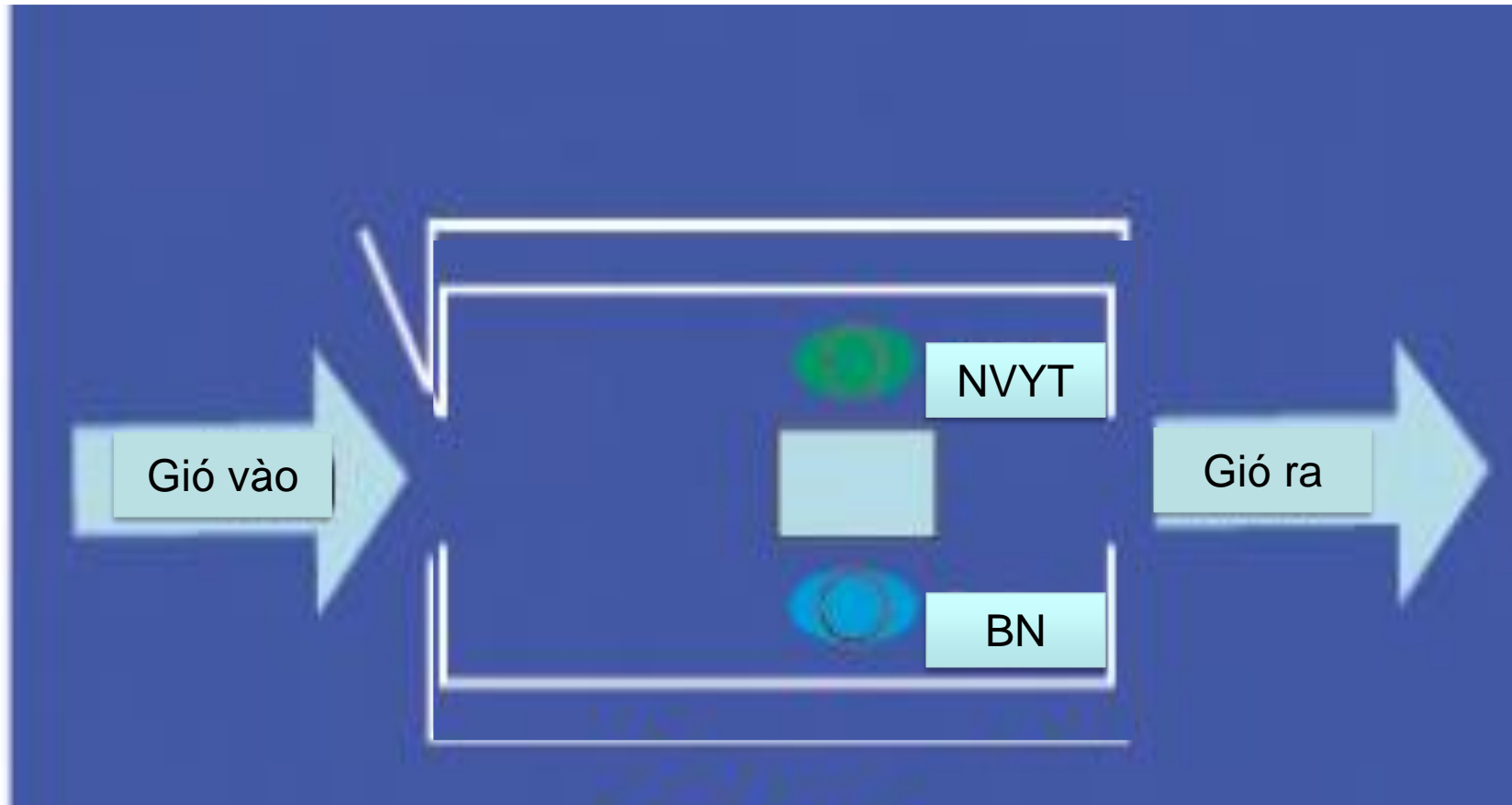
Nhân viên y tế (NVYT) ở gần nguồn
không khí sạch

Vị trí của NVYT không an toàn



Giải quyết bằng cách đổi chỗ để nhân viên y tế ở gần nguồn không khí sạch

Cách dung hoà tốt phù hợp



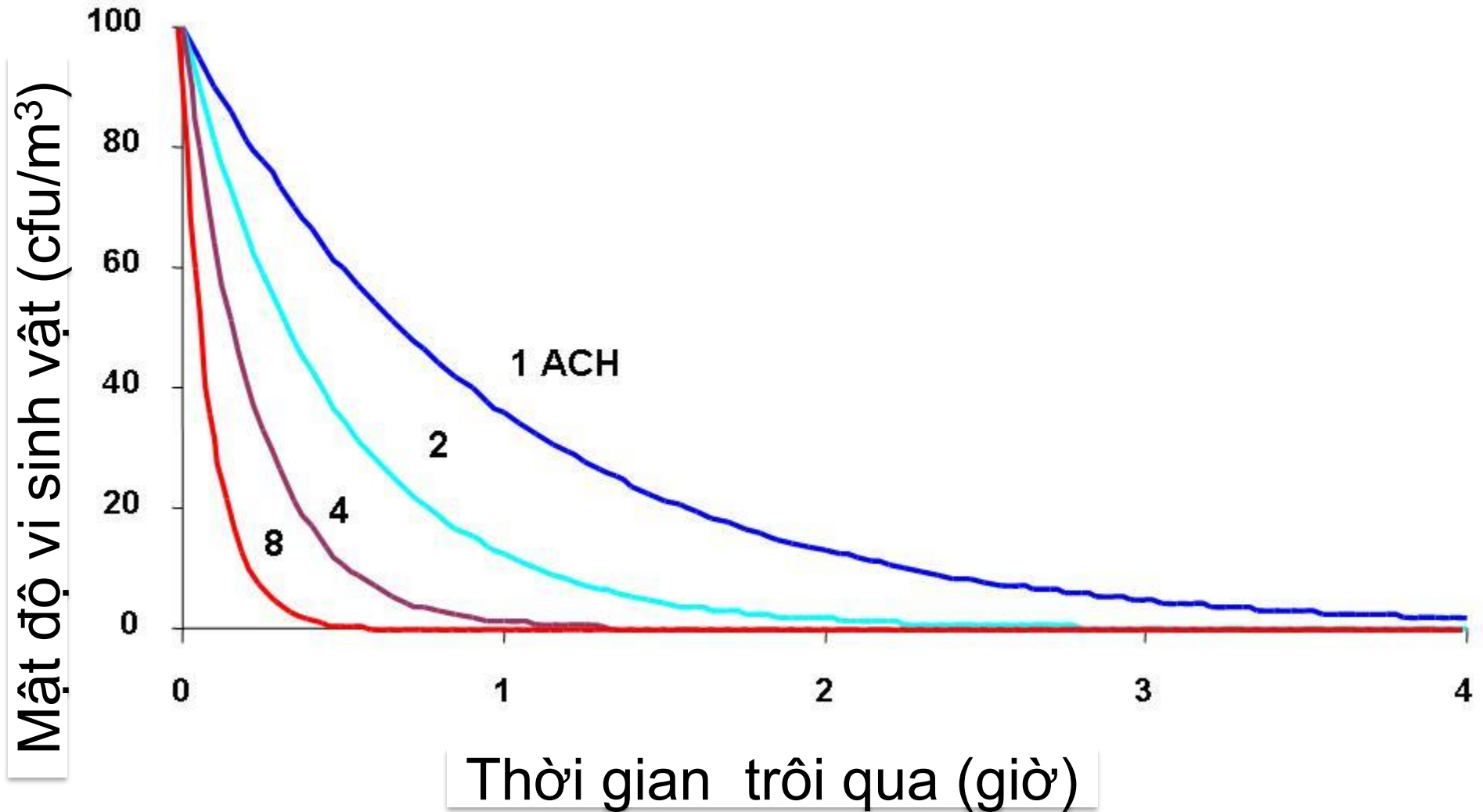
ACH và thời gian cần thiết để loại bỏ 99% hạt giọt bắn (Droplet)

ACH	99%
2	138 (phút)
4	69
6	46
12	23
15	18
20	14
50	6
400	<1

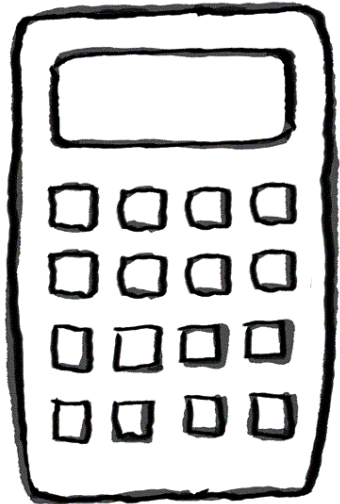
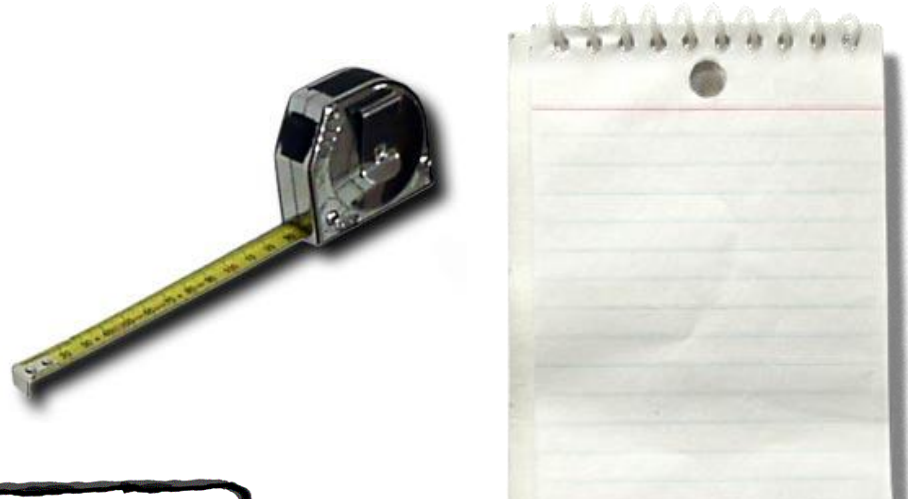
ACH và thời gian cần thiết để loại bỏ 99% và 99.9% hạt giọt bắn

ACH	99%	99.9%
2	138 (phút)	207 (phút)
4	69	104
6	46	69
12	23	35
15	18	28
20	14	21
50	6	8
400	<1	1

Thông khí và mức độ pha loãng



Làm gì để đo tính được ACH?



1. Một thước đo
2. Máy đo tốc độ gió
3. Tạo khói
4. Máy tính
5. Sổ tay

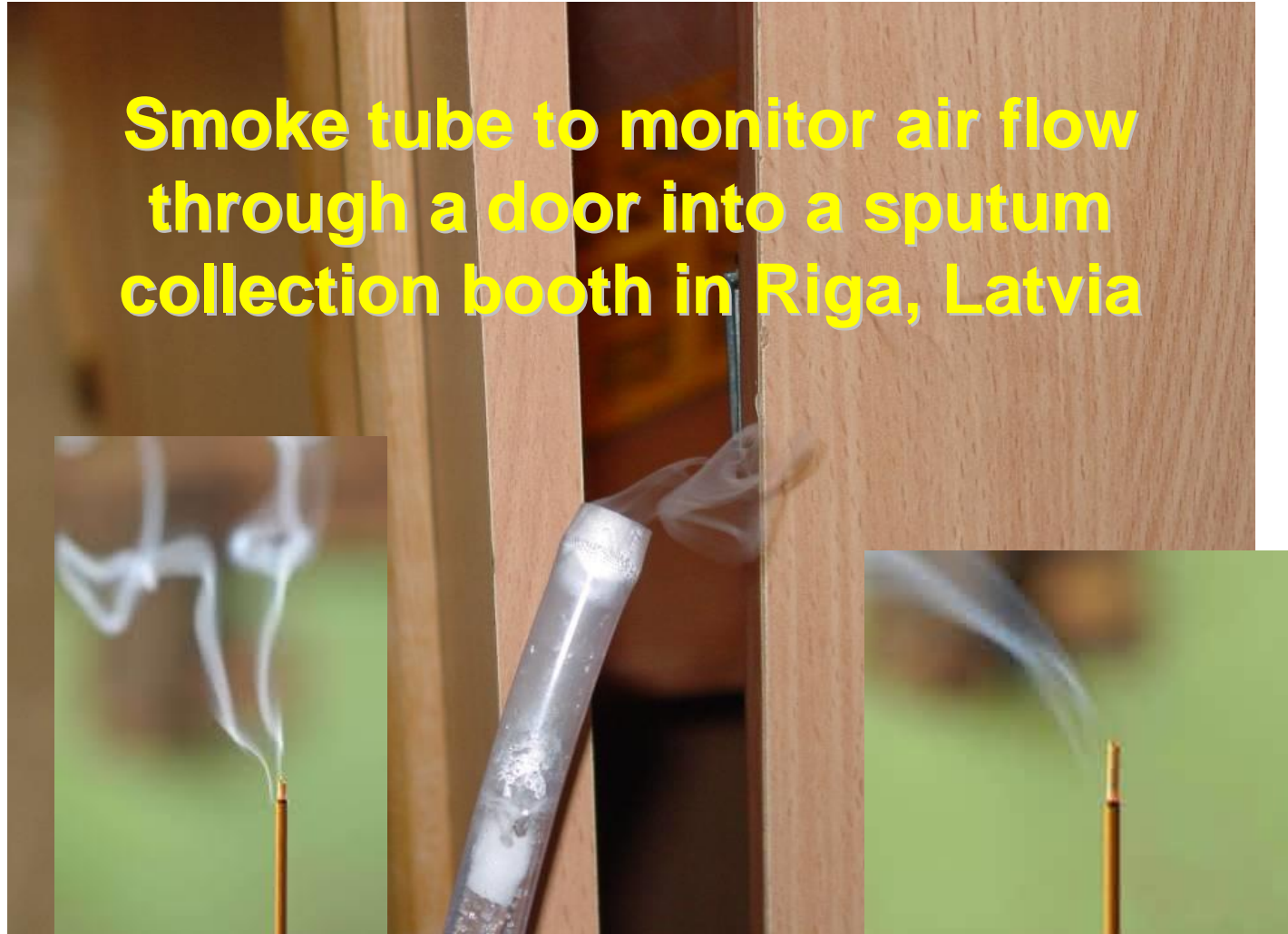


Sử dụng các vaneometer để đo vận tốc, hướng



Tốc độ = mét trên giây = m / s

**Smoke tube to monitor air flow
through a door into a sputum
collection booth in Riga, Latvia**



Xác định luồng không khí di chuyển?

Tính toán tốc độ dòng khí

Ví dụ 1:

Vận tốc không khí qua cửa sổ đo bằng
vaneometer = 1 m / s

Tốc độ luồng khí = Diện tích cửa sổ mở x tốc
độ không khí

$$= 0,25 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} / \text{giây}$$

$$= 0,25 \text{ m}^3 / \text{s} \times 3.600 \text{ giây mỗi giờ}$$

$$= 900 \text{ m}^3 / \text{giờ}$$

Cách tính toán ACH

1) Diện tích cửa sổ = dài x rộng = 0,25 m²

Vận tốc không khí qua cửa sổ = 1 m / s

2) Tốc độ dòng khí:

= diện tích cửa sổ x vận tốc không khí = 900 m³ / giờ

3) Thể tích phòng:

= rộng x sâu x cao (3m x 5m x 3m) = 45 m³

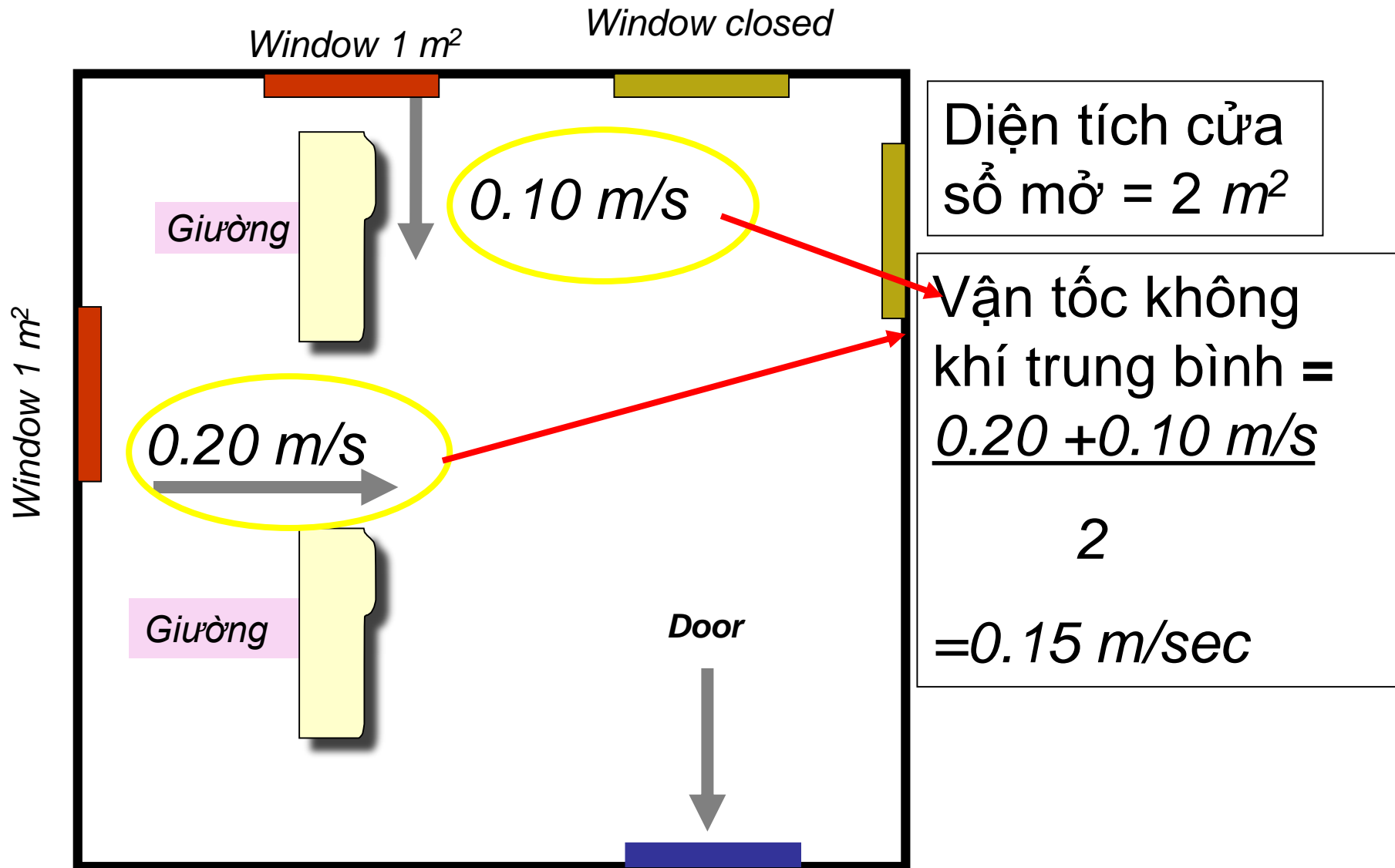
4) Tính ACH

= Tốc độ dòng khí chia cho thể tích phòng

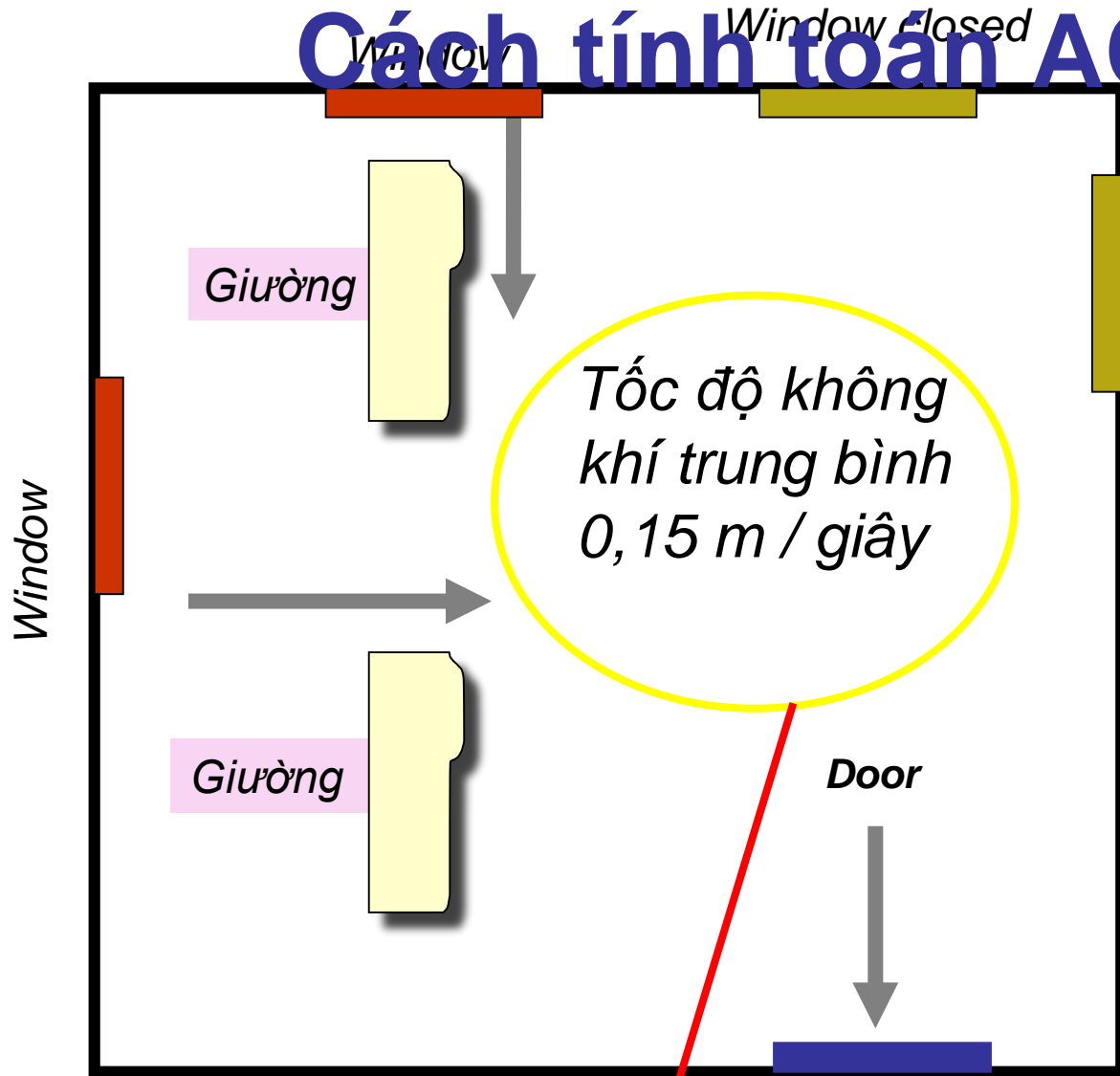
$$= \frac{900 \text{ m}^3 / \text{giờ}}{45 \text{ m}^3} = 20 \text{ ACH}$$



Cách tính toán ACH(2)

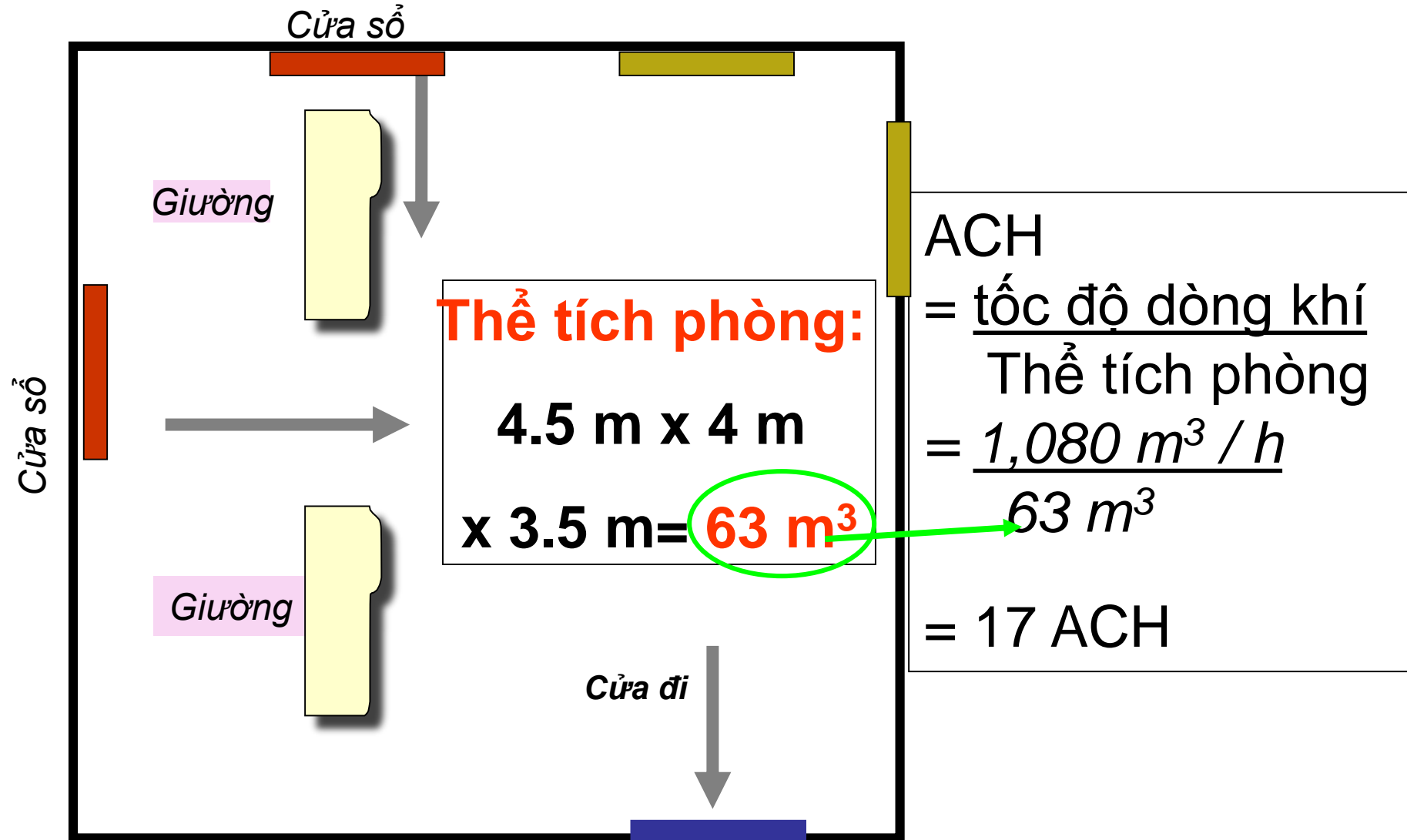


Cách tính toán ACH (3)



Tốc độ gió trung bình = Tốc độ không khí trung bình 0,15 m / s
X Diện tích cửa sổ 2 m² X 3.600 giây / h = 1,080 m³ / h

Cách tính toán ACH (4)



Các ví dụ cách tính ACH thông khí tự nhiên

Thể tích phòng	Lưu lượng gió trung bình	ACH
4m x 4m x 2.5 m	$m^3 \times h$	Lưu lượng/Thể tích
40 m ³	40	1
40 m ³	100	2.5
40 m ³	200	5
40 m ³	300	7.5
40 m ³	400	10
40 m ³	500	12.5
40 m ³	600	15

Thông khí hiệu quả hơn nếu:

1. Luồng không khí từ “sạch” sang “ô nhiễm” (luồng không khí định hướng)
2. Có khả năng hòa trộn không khí tốt (không bị bí/hoặc luẩn quẩn)

Tóm tắt

- WHO khuyến nghị ít nhất 12 lần thay đổi không khí trong phòng mỗi giờ để ngăn ngừa lây nhiễm qua không khí.
- Trong các cơ sở y tế hiện có hệ thống thông khí tự nhiên, việc sử dụng hệ thống thông khí tự nhiên nên được tối đa trước khi xem xét các hệ thống thông khí khác.
- Thông khí tự nhiên là yêu cầu bắt buộc đảm bảo an toàn cho NVYT và người bệnh tại mọi cơ sở y tế vừa kinh tế an toàn cho mọi bệnh viện có thể vận dụng được.



**Gió và thông gió tốt sẽ an toàn
cho chính chúng ta và bệnh nhân**

Trân trọng cảm ơn