

# Table of Contents

<b>Chapter 1: What is Ventilation?</b> .....	<b>1</b>
Overview .....	1
Natural and Mechanical Ventilation .....	1
Determining the Amount of Ventilation Needed .....	2
<b>Chapter 2: Components of Airflow</b> .....	<b>5</b>
Overview .....	5
Airtightness .....	5
Ventilation for Acceptable Air Quality .....	6
Worksheet for Determining Minimum Recommended Ventilation Rates .....	7
Discussion: Determining Minimum Recommended Ventilation Rates .....	8
<b>Chapter 3: Ventilation Retrofit Requirements</b> .....	<b>9</b>
Overview .....	9
Why Code Is Not Enough .....	9
Planning Ventilation Strategies .....	10
<b>Chapter 4: Causes and Diagnostics of Ventilation</b> .....	<b>18</b>
Overview .....	18
Contributors to Airflow .....	18
Methods for Estimating Airflows and Energy Impacts .....	22
<b>Chapter 5: Designing a Ventilation Retrofit</b> .....	<b>25</b>
Overview .....	25
Ventilation-Related Issues to Remember .....	25
General Design Suggestions .....	25
The Cost of Mechanical Ventilation .....	27
Life-Cycle Planning .....	28
<b>Chapter 6: Choosing a Ventilation Strategy</b> .....	<b>30</b>
Overview .....	30
Different Ventilation Strategies for Different Building Types .....	30
Low-Rise Apartment Buildings .....	31
High-Rise Apartment Buildings .....	31
System Components Natural and Mechanical Ventilation .....	32
Natural Ventilation .....	43

<b>Chapter 7: Operating and Maintaining Ventilation Systems .....</b>	<b>46</b>
Overview .....	46
Operations and Maintenance Practices .....	46
Design for Ease of Maintenance .....	47
Maintenance Guidelines .....	47
Maintenance of Specific Components .....	48
Maintenance Principles .....	50
ASHRAE Standards .....	50
Implementing Maintenance Regulations and Standards .....	51

## List of Acronyms

ASHARE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
DOE	U.S. Department of Energy
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPR	Envelope Permeability Ratio
ESCos	Energy Service Companies
HDD	Heating Degree Day
HVAC	Heating, Ventilation and Air-Conditioning
NKB	Nordic Committee on Building Regulations
NPL	Neutral Pressure Level
VHC	Volumetric Heat Capacity of Air
VPR	Vertical Permeability Ratio

## List of Units

PPM	Parts per Million
ACH	Air Changes per Hour
CFM	Cubic Feet per Minute
Pa	Pascals
m/s	Meters per second

## Chapter 1: What is Ventilation?

### Overview

모든 건물에서 재실자의 건강과 쾌적을 위하여 환기는 필요하다. 환기는 재실자가 숨 쉴 수 있도록 공기를 공급하고, 습기, 악취, 이산화탄소 같은 실내 오염물질을 제거한다. 아파트를 위한 환기 디자인은 단독 주택에서 요구하는 것보다 더욱 복잡하다. 대부분의 아파트는 외부로 나 있는 벽과 창의 노출이 제한되어 있다. 더군다나 높은 건물에서 자연적 물리적인 힘에 의한 기류는 더욱 뚜렷해진다. 환기는 “infiltration”과 “exfiltration”-건물 외피의 균열과 틈새를 통한 부지불식간의 제어할 수 없는 기류-를 포함한다. 계획된(intentional) 환기에는 두 가지 기본적인 형태가 있다. 자연환기와 기계환기가 그것이다. 3층 이하의 저층 건물에서는 일반적으로 “자연”환기를 이용한다. 공기를 공급하고 열린 창을 통하여 환기한다. 3층 이상의 중·고층 건물에서는 보통 팬, 급기-air-inlets, 덕트, registers를 이용한 “기계환기” 시스템을 이용한다. 그러나 알맞은 환기를 제공하기 위하여 기계 시스템이 작동하지 않을 경우에는 열린 창을 이용한다.

충분한 환기는 거주자의 쾌적과 건물 본래의 모습 유지를 위하여 필요하다. 환기된 공기는 통과에 이용되는 즉, 현관, 복도와 계단실과 같은 공공 면적을 포함한 모든 거주할 수 있는 공간에 필요하다. 환기는 또한 로비, 창고, 주차장, 관리실, 기계실이나 기기실에도 필요하다.

### Natural and Mechanical Ventilation

대부분의 주거는 오로지 침기(infiltration)<sup>1)</sup>와 환기 전략에 의지한다. 이 환기 전략의 결점은 제어 부족이다. 신뢰할 수 없는 운전 능력은 과도한 에너지 소비를 야기할 수 있는 초과 환기를 발생시키며 이에 부적절한 환기를 초래할 수 있다. 좋은 디자인은 환기 제어의 몇 가지 대책을 제공할 수 있다. 그러나 보통은 재실자의 수요에 적합한 환기 오프닝의 조절이 필요하다. 침기와 자연 환기 시스템이 부적절할 때 (규범이나 경험에 따라서) 기계환기의 설치가 필요하다.

기계환기 시스템은 제어된 비율의 환기가 가능하고, 재실자의 변화하는 요구량과 기후 변화에 관계없는 오염 부하에 반응해야 한다. 몇몇 시스템이 공급 공기를 여과하는 동안, 다른 시스템은 배기 스템으로부터 에너지 회수를 위한 설비를 갖추고 있어야 한다. 몇몇 나라, 특히 캐나다와 스칸디나비아에서, 실질적으로 새로 건설되는 모든 아파트 건물의 경우 기계 환기를 통합하고 모든 건물의 리모델링 프로그램의 경우 또한 기계환기를 포함시킨다.

전형적인 아파트 건물의 기계환기 시스템은 중앙 공급 시스템을 갖는다. 중앙 공급 시스템은 조정된 공기(난방, 냉방과 여과)를 개별적으로 배기 팬을 통하여 각각의 아파트에 공급한다(그림 1 참조).

1) infiltration 침입 공기(侵入空氣) 외벽, 창 등의 건물 외주부나 출입구의 개폐에 의해 실내에 침입하는 외기.

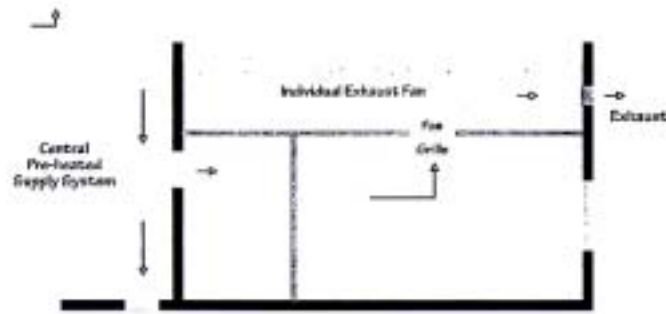


그림 1 A Typical Apartment  
Building's Mechanical Ventilation System

자연환기와 기계환기 시스템은 알맞은 환기를 제공하기 위하여 설치되고 정확하게 작동시켜야 한다. 자연환기와 기계환기 중 오직 급기만 제공할 경우, 배기만 제공할 경우 또는 급기와 배기 둘 다 제공할 경우 그에 따른 결정은 다음에 표시한 몇 가지 환기와 관련된 요소에 달려있다.

- 기후
- 건물 외형
- 환기 통로
- 재실자의 행동
- 비용

### Determining the Amount of Ventilation Needed

너무 적은양의 환기는 나쁜 실내공기질(IAQ)을 초래한다. 또한 너무 과다할 경우 불필요하게 높은 난방부하나 냉방부하를 야기한다. 궁극적으로 환기량은 IAQ를 유지하고, 요구를 만족하기 위하여 충분해야 한다. 요구된 환기량은 건물의 재실자의 패턴과 오염, 주변 기후의 변화에 따라 변화한다. 그러므로 환기량을 제어하고 일반적인 요구를 충족해 주는 설비의 설치가 바람직하다. 일반적인 환기 디자인은 각각의 아파트의 최소 계산 요구(체적이나 재실자에 따른)를 기초로 한다. 이는 공기로 운반되는 오염물질이 증가할 때 효과적이다 (chapter 2 참조). 추가 환기, 연소 기기와 같은 개별적인 오염 요소의 제거를 위한 환기 필요를 최소화하기 위하여 거주 공간으로부터 분별하여 제거하거나 근원을 환기시켜야 한다.

건물 재실자, 건물 유지 관리인, 에너지 서비스 회사(ESCOs)들은 대단히 다른 관점으로부터 적합한 환기 문제로 접근해야 한다. 이러한 투자 그룹들은 자신의 관점에 맞추어 특별한 환기 전략을 선택하는 경향이 있다.

① **Occupant Perspective** - 재실자의 관점에서 적당한 환기란 공기가 어떠한지 악취를 제거하고 건강하고 쾌적한 환기를 제공하는 것으로 정의한다. 거주자들은 그들의 건강과 쾌적에 영향을 끼치는 습기나 일산화탄소와 같은 무취의 오염물을 감소시키는 환기의 중요성

을 알지 못한다. 난방비와 냉방비를 책임지는 거주자들은 아마도 환기와 관련된 에너지 비용에 더욱 민감할 것이다. 만약 거주자들이 현존하는 기계환기 시스템에 다음과 같은 이유로 불행하다면(팬, 레지스터의 위치나 높은 기류 속도에 의한 통풍구로부터의 소음이나 환기 온도로부터의 불쾌적 같은 요소), 그들은 시스템을 끄거나, 그렇지 않다면 시스템 작동을 훼손할 것이다.

**② Building Code Official Perspective** - 건물 관리 관점에서 적당한 환기는 재실자의 건강과 안전을 보호하는 측면에서의 환기 수준을 요구한다. 미국의 대부분 지역에서 새로운 건물을 건설시 환기 기준을 규범에 명시하였다. 몇몇 지역의 경우 현존하는 건물에도 비슷한 요구사항을 갖고 있기도 하다. 요구사항이나 권장사항은 환기량(ASHRAE Standard 62-1989)과 열쾌적(ASHRAE Standard 55)을 포함한다. 일반적으로 건물 규범에서는 생활 공간과 같은 실에서 이용 가능한 외부로 열리는 창문을 요구한다. 만약 이러한 실에 이용할 수 있는 창문이 부족하다면, 기계환기가 필요하다. 욕실과 주방에서 실내 악취와 습한 오염원과 같은 근본적인 요소는 보통 창문이 없는 인테리어 공간에서 발생한다. 그러므로 이러한 경우 기계적 배기 환기가 필요하다.

환기의 양이나 이용할 수 있는 창문의 크기는 건설되는 시기와 장소의 건물 규정에 따라 일일이 명시한다. 따라서 지난 100년 이상 시대에 따라 지어진 아파트 건물의 경우 그 공사 시기나 장소에 따른 일반적 규범에 차이에 의거하여 다른 환기량을 가질 것이다. 오래된 기준에 의한 디자인 환기량은 보통 현재의 규범이나 기준보다 훨씬 낮다. 비록 건설된 시대와 장소에 따른 규범을 적용하여 디자인된 경우 주어진 건물의 환기 시스템이 디자인시의 환기량을 전달하지는 않는다. 그러므로 추천된 환기량으로 현재 최소화되어 제공되는 디자인(또는 재디자인) 되고 효력이 있으며 이용 가능한 환기 시스템은 일반적으로 더 높은 환기 레벨과 실내 쾌적을 제공해야 할 것이다.

**③ Energy Service Company (ESCO) Perspective** - ESCo는 건물 소유주에게 에너지 효율 서비스를 제공한다. 고객의 건물에서 리트로핏이나 증가된 에너지 효율을 성취하는 ESCo의 투자는 에너지 비용 감소를 이끈다. 이러한 에너지 절감효과는 ESCo 비용을 책임진다. 아파트 건물의 경우 에너지 효율 증가가 투자에서 셀 수 없이 많은 기회라고 해도, ESCo는 이러한 투자에 대하여 달갑지 않다. 특히 건물 외피를 강화하거나 기계환기 시스템을 설치하는 것처럼 복잡한 환기 전략의 경우는 더욱 그러하다. ESCo는 무력하거나 기능하지 않는 환기 시스템을 갖는 더욱 오래된 건물에서 이미 발생한 환기 문제와 상당히 길에 요구되는 시간에 대하여 투자 회수를 위한 법적 책임 관계 때문에 환기 리트로핏에 자금을 공급하고 싶지 않아한다.

ESCO는 에너지 절약 측정 시 환기의 증가에 따른 비용을 가장 유리하게 차감하는 것을 정확하게 결정하도록 요구한다. 빠르게 자본을 회수하는 리트로핏 활동은 때때로 더욱 긴 회수 기간의 리트로핏을 차감하고 에너지 절약을 위한 더욱 높고 긴 종합적이며 통합된 리트로핏 프로젝트를 제공할 수 있다. 종종 ESCo는 긴 기간에 따른 통합된 리트로핏 프로젝트-업그레이드 된 환기 시스템과 같은-를 무시한다. 그리고 짧고 복잡하지 않은 프로젝트로부터 빠른 회수가 가능하도록 제한한다. 때때로 여기서 알려진 "cream-skimming"은 비록 건

물 소유주의 리트로핏 비용을 감소시킬 수 있더라도 ESCo에 유리하다. 통합 리트로핏 프로젝트를 시행하기 위하여 ESCo와 건물 소유주는 전체에 걸친 총에너지 절약을 최대화 할 수 있다.

**④ Building Owner and Project Manager Perspective** - 건물 소유주의 관점에서 볼 때, 적당한 환기는 가능한 최소의 에너지 비용이 들도록 하며 건물의 소음을 없애고 거주자의 건강을 생각하기에 필요한 최소한 기류라고 정의한다. 비록 각각의 건물 관리인이 거주자의 불평에 다른 응답을 할지라도 관리인의 가장 큰 관심사는 습기나 다른 오염 물질로부터 건물의 손상을 최소화 하고, 불리한 건강과 안전문제 등을 최소화하는데 있다. 일반적인 유지와 관리는 건물을 그대로 유지하고, 건물의 수익과 오랜 기간동안 경제적인 실행 가능성을 보존해야 한다.

환기 시스템 디자이너, 리트로핏 프로젝트 관리자나 건물 소유주는 아파트 건물 환기 프로젝트를 실시할 때, 토론을 통하여 모든 문제에 대하여 고려해야 하며, 얼마만큼의 노력, 시간, 돈이 드는지 계산해야 한다.

## Chapter 2: Components of Airflow

### Overview

건물이나 프로젝트 매니저는 급기구와 배기구를 거친 만족한 환기를 제공하도록 노력해야 한다. 바람에 의한 자연환기와 온도 변화는 일반적으로 창문을 통하여 제공된다. 기계환기는 덕트와 레지스터에 의해 제공되고, 팬으로 운전한다. 만족스런 환기 시스템은 다음의 특성의 급기를 실시한다.

- 불순물이나 오염물질의 최소화
- 쾌적한 온도
- 낮은 기류와 소음의 감소

이러한 특징은 잘 디자인되어지고, 충분히 기밀한 건물의 환기 시스템에서 찾을 수 있다.

### Airtightness

"airtightness(기밀)"는 기류에 대한 건물 외피의 저항을 뜻한다. 건물의 기밀은 공기 누출량으로 압력 또는 blower-door 측정(Chapter 4)에 의한 누출 면적으로 정의하며(예, 50Pa) 단위는 cfm(cubic feet per minute)을 사용한다. 환기율은 ACH(air changes per hour) 즉, 시간에 따른 환기를 측정한다. 시간당 목표 환기는 0.35이다. 이 비율로 공간에서 모든 공기는 3시간에 한 번씩 교환한다.

건물에서 기밀성은 기류의 흐름에 영향을 미친다. 기류의 경로를 의미하는 누출은 일반적으로 두 가지 유형이 있다. 첫째는 바닥과 벽 사이의 틈으로 인한 누출이며, 둘째는 건물 외피에 따른 누출이다. 다음에 의해 결과를 나타낸다.

- 건축적 디자인 선택(창문, 발코니, 엘리베이터, 로비, 건물에 사용하는 재료)
- 다른 재료들의 결합으로 인한 균열과 오픈(예, 건물 기밀)
- 외부에서 연결되는 통로(엘리베이터 샤프트, 배수관 균열, 쓰레기 슈트를 포함한다.)
- 바닥과 아파트간의 연결

누출 부위는 배기된 공기가 무심코 환기된 공간으로 들어가거나 떠나는 통로를 제공한다. 계획되지 않은 기류의 체적을 운반하는 힘은 건물마다 차이가 있지만 온도와 압력차 때문이다. 지나치거나 부족한 infiltration이나 exfiltration에서 두 구성요소간의 joint effect를 발생한다.

무심코 한 환기의 결과

- 기계 난방과 냉방에 에너지(와 돈)의 낭비.
- 재실자의 쾌적이나 안전의 감소.

Chapter 5에서 기밀 현상에 따른 효과에 대해 더 토론해보자.

### **Ventilation for Acceptable Air Quality**

Chapter 1에서 건물 기준 관점에서부터 재실자의 건강과 안정을 보호하는 환기 정도를 기준으로 알맞은 환기를 정의하였다. U.S. 아파트 건물에서 환기의 1차적인 기준은 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), Standard 62-89, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality에서 제공한다. 이 산업 기준은 1989년에 마지막으로 개정되었고 아파트 건물 이용에 따른 지역 건물 규정을 종종 승인한다.

기준은 최소 외기 환기량은 환기되는 공간의 체적이나 재실자의 수에 기초해야 한다고 규정한다. 각각의 아파트는 최소 0.35ACH(air changes per hour)/cubic foot와 15cubic feet per minute(CFM) per person 중 더 높은 값을 만족해야 한다. 다음에 나온 worksheet는 아파트 최소 추천 환기량 계산하는데 도움을 주기 위해 기획하였다.



## Worksheet for Determining Minimum Recommended Ventilation Rates

The recommended amount of ventilation air that should be available can be calculated either by measuring the number of occupants living in an apartment or by the total volume. Use the following steps to calculate the minimum recommended ventilation rate.

### A. Minimum recommended airflow rate vased on VOLUME:

1. Calculate the volume of the apartment:

$$\frac{\text{Floor Area(ft}^2\text{)}}{\quad} \times \frac{\text{Ceiling Height (ft)}}{\quad} = \frac{\text{Volume(ft}^3\text{)}^a}{\quad}$$

<sup>a</sup>(if an apartment has more than one ceiling height, calculate the volume for each individual apartment and add them together to get the total apartment volume)

2. Calculate the amount of air that passes through the apartment. Assume the air change rate is 0.35 air changes per hour (ACH).

$$\frac{\text{Volume (cfm)}}{\quad} \times \frac{0.35/60}{\text{Air changes per hour divided by number of minutes in one hour}} = \frac{\text{Airflow rate(cfm)}}{\quad}$$

### B. Minimum recommended airflow rate based on OCCUPANCY:

1. Write in the number of bedrooms, add one and multiply by 15 cfm:

$$\left( \frac{\quad}{\text{number of Bedrooms}} + 1 \right) \times 15 \text{cfm} = \frac{\quad}{\text{Airflow rate(cfm)}}$$

2. Write in the expected number of occupants and multiply by 15 cfm:

$$\left( \frac{\quad}{\text{number of Occupants}} + 1 \right) \times 15 \text{cfm} = \frac{\quad}{\text{Airflow rate(cfm)}}$$

3. Write the larger of B.1. and B.2. in the blank below. This is the minimum recommended airflow rate, based on occupancy.

$$\frac{\quad}{\quad} \text{cfm(occupancy)}$$

Write the larger of A.2. or B.3. in the box provided.

The minimum recommended airflow rate to be provided for this apartment is  cfm.

## Discussion

### Determining Minimum Recommended Ventilation Rates

바닥면적  $800\text{ft}^2$ , 천장 높이 8 foot에 침실 하나가 있는 아파트에 두 사람이 거주한다고 가정할 때, 앞의 worksheet를 참조하여 다음과 같은 결과를 도출할 수 있다.

· 체적에 의한 기류 - 체적에 기초를 두어 기류를 계산할 때, 필요한 기류는 37cfm 또는  $(800\text{ft}^2 \times 8\text{ft} \times 0.35\text{ACH}/60\text{min})$ 이다.

· 거주 면적에 따른 기류 - 거주 면적에 기초를 두어 기류를 계산한다면, 필요한 기류는 각각의 사람과 침실 모두에 30cfm 또는 (2침실이나 2명 $\times$ 15cfm)이다.

환기 전략에 따른 계획 시 두 값(체적에 따르거나 거주 면적에 따른 값) 중 더 큰 값을 이요하기 때문에, 추천하는 최소 환기량은 “체적에 따른 기류” 방법에 의해 37cfm이다.

거주 면적에 따른 환기량을 결정할 때 주의점은 몇몇 사례인 “침실수+1”에서 재실자의 수를 낮게 어림한 것이다. 그러므로 전체 환기가 필요하다. 만약 거주자의 수가 “침실수+1”보다 더 클 경우 거주자의 수를 계산에 이용해야 한다.

흡연 환경인 경우, ASHRAE 변수는 일반적인 건강 기준을 보호하기 위한 충분한 환기를 제공하지 못한다. 뉴욕 주에서 이용하는 State Weatherization 프로그램은 흡연자가 있는 아파트의 경우 두 배의 ACH를 요구하며, 기계환기 시스템을 설치하여 이용하는 것을 권장한다.

## Chapter 3: Ventilation Retrofit Requirements

### Overview

대부분의 아파트 건물에서 상당한 환기 문제를 가지고 있다. 이에 문제들을 바로 잡거나 에너지 절약을 위한 성능 개선을 계획해야 한다. 그러나 격리시키려고 시도하는 것보다 일반적인 성능 개선 프로젝트에서 환기 시스템 성능개선(retrofit<sup>2)</sup>)은 더욱 경제적이다.

환기 문제를 다룰 때 건물 소유주의 요구는 에너지 낭비 없이 최적의 환기를 제공하는 방법을 아는 것이다. 마찬가지로, ESCo나 다른 계약자들의 요구 또한 그러하다. 다른 관점에서 볼 때 에너지 성능개선에 대한 충분한 절감은 필요한 환기 장소에 비용을 지불한다는 게 일반적이다.

### Why Code Is Not Enough

성능개선을 계획할 때, 기온, 압력, 기류에 의한 환기 시스템의 밀접한 관계에 대한 결론 연구가 필요하다. 비록 건물 규준이 필요한 환기를 다루고 있더라도, 아주 간단하지 않은 않다. 경험에 따른 환기 조사는 다음과 같다.

- 기준에 따라 계획된 아파트는 반드시 기준대로 건설되는 것은 아니다.
- 기준에 맞게 디자인되거나 지어진 아파트가 반드시 기준대로 작동하는 것은 아니다.
- 기준에 맞게 디자인되고, 지어지고 작동되는 아파트라 할지라도 여전히 알맞은 환기가 시행되지는 않는다.

적절하고 충분한 환기를 제공하기 위하여 “whole building” 접근을 요구한다. 이는 건물 시스템 디자인, 설치와 작동에 통합적인 접근을 요구하는 많은 다양성을 가진 과정이다. 원인을 밝혀낸 환기 문제에서 그림 2에 나타난 주요소 사이의 상관관계는 다음을 서술한다. 바람, 기온과 기계환기 시스템이 건물의 기류분포에 미치는 영향을 묘사한다.

---

2) 성능개선(retrofit) - 물리적, 사회적, 기능적, 경제적으로 노후화된 시설물을 수선, 보수, 개수 및 교체등을 통하여 효율 및 기능의 향상, 에너지 절감, 유지관리의 편리성 확보, 쾌적한 실내환경 유지 등의 목적을 달성하는 행위로 영어의 return+profit의 합성어이다. 이러한 작업은 건물의 생애주기 동안에 건물의 개보수 (remodeling, renovation, reform, renewal)와 동시에, 또는 별개로 진행되고 있으며 가장 보편적인 설비의 개선 용어로 사용되고 있다. 이 단계는 유지, 보수가 준공시의 기능유지를 주 대상으로 하는 반면 개수는 기능, 성능을 한 단계 올리는 일체의 행위를 말한다. 이는 인간의 쾌적한 환경에 대한 욕구, 자연환경의 보존에 대한 필요성, 정보통신 및 사무의 자동화, 건물의 자동화 등 사무적, 기능적 욕구의 충족에 보다 비중을 두고 있다. 또한 노후화된 기존 설비를 철거하고 새로운 장비 및 설비시스템을 적용하여 에너지 절약적이며 실내 및 주위환경을 개선시키고 유지관리를 편리하게 하였다면 이는 바람직한 설비의 개선이라고 할 수 있다.

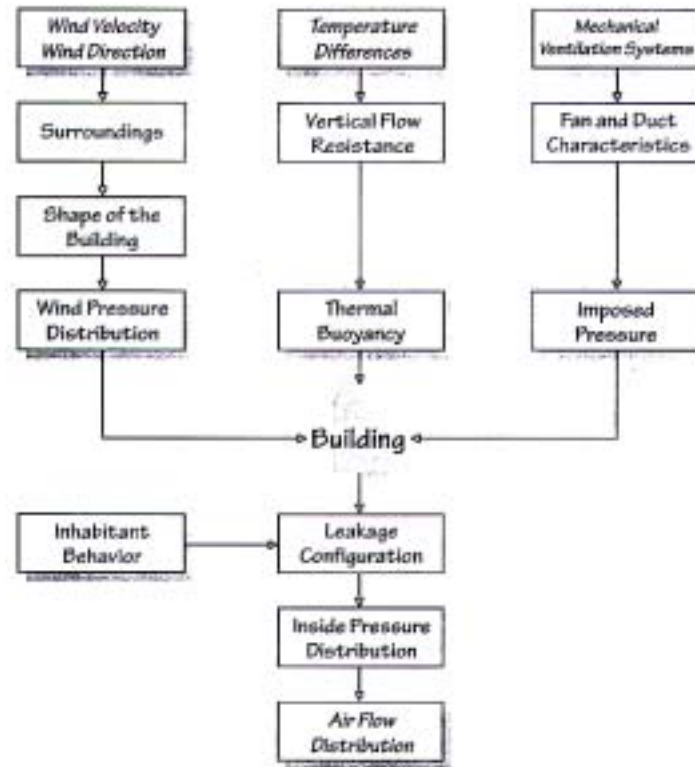


그림 2 Factors Influencing Airflow Distribution  
in Apartment Buildings

### Planning Ventilation Strategies

건물 환기 계획 과정에서 일반적으로 나타나는 문제를 극복하기 위하여 성능개선 환기 전략을 다음의 8가지 조항을 제공한다.

1. 환기에서 에너지 효율 법칙을 이해하라.
2. 환기 시스템 분배와 적용범위를 계획하라.
3. 재실자의 쾌적, 복지와 활동시 맘에 들도록 유지하라.
4. 기후와 환기의 상관관계에 대하여 이해하라.
5. 실내 오염의 잠재적인 요인을 확인하라.
6. 지역 환경으로부터의 공기 오염을 이해하라.
7. 건물 기밀 공사와 건물 완전성의 법칙을 이해하라.
8. 각각의 건물 형태에 맞게 환기 전략을 디자인하라.

#### 1. 환기에서 에너지 효율 법칙을 이해하라.

모든 환기 활동은 에너지 소비와 이 에너지 이용과 관련시켜 생각할 수 있는 모든 비용의 일정한 값을 요구한다. 거주시 요구 이상으로 건물에 공급되어 충분한 환기를 제공할 경우 추가 비용에 따른 손실을 초래한다. 침기와 이용할 수 있는 창문이 있는 아파트의 경우 이

미 환기를 어느 정도 제공한다. 필요한 기계환기의 양과 비용은 전체 건물 공간의 상태 부하와 비용에 따라 결정된다. 환기와 관련된 에너지 부담은 전체 건물에서 에너지 보존 방법을 적용하여 상쇄한다. 이 때 건물은 외피의 튼튼함, 침기 감소와 에너지 효율적인 환기 전략(예를 들어 에너지 효율적인 모터, 에너지 감소 환기)을 포함한다. 튼튼해지려는 건물 노력은 침기를 감소하고, 이와 관련해서 에너지 절약 기회를 제공한다.

침기가 건물 기밀에 의해 감소되는 것처럼, 건물을 통하는 기류는 변화할 것이고, 다른 유닛에서 환기량 사이에 더 큰 불균형이 발생할 것이다. 이러한 경우, 환기 전략에 대한 대안은 각각의 아파트에 충분한 환기를 제공하는 것으로 해결할 수 있다. 정확하게 디자인되고 설치되는 기계환기 시스템은 침기보다 더욱 일관되고 잘 분배되는 환기를 제공할 것이다. 종종 전체 건물의 기밀을 통하여 파악된 에너지 절약과 다른 에너지 보존 방법은 환기 성능 개선하는 동안 다른 환기 비용을 벌충할 수 있다.

## 2. 환기 시스템 분배와 적용범위를 계획하라.

기본적인 건물 기준은 환기-이용할 수 있는 창문이나 창문이 없는 공간의 기계환기 형태로 -가 건물의 모든 아파트에 공급되는 것을 요구한다. 기계를 통한 배기는 일반적으로 오직 주방이나 화장실에만 위치한다. 침실과 아파트의 다른 실 간의 닫혀있는 문은 아파트를 통한 알맞은 환기를 방해하기 때문에, 이러한 실에 자연적으로나 혹은 기계적으로 급기를 제공해야 한다. 그림 3은 변화하는 환기 전략 계획을 보여준다. 이는 욕실과 주방 팬으로 배기를 하고 침기와 복도와 아파트로 제공되는 덕트에서 만들어진 공기를 제공한다. [참고: 그림 3의 아래그림을 보면, 복도에서 압력을 받은 공기는 아파트에 환기 공기를 제공한다.]

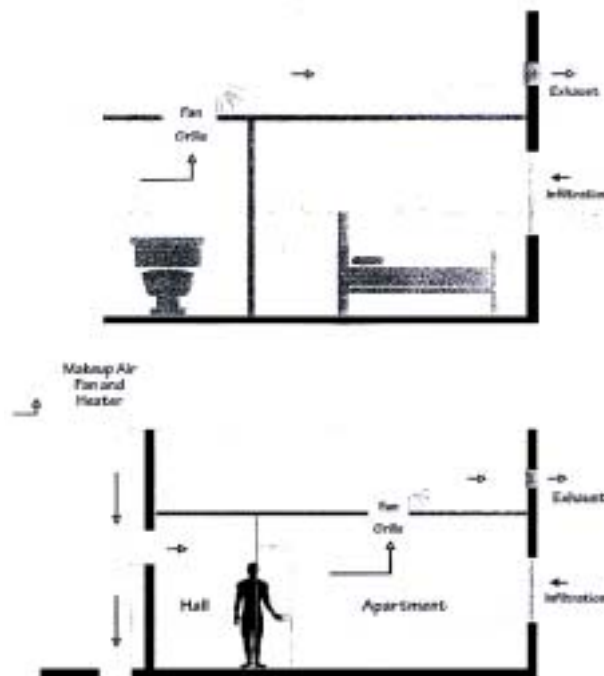


그림 3 Mechanical Ventilation System Locations

### 3. 재실자의 쾌적, 복지와 활동시 맘에 들도록 유지하라.

다양한 환기 규범과 기준들은 생활공간에 환기에 관한 추천과 요구사항을 규정한다. 선택적으로 디자인하고, 실행하는 환기 전략에서, 디자이너는 재실자의 요구에 따라 쾌적하게 작동하도록 환기 시스템 설치를 확정해야 한다.

다양한 환기 전략의 성공을 결정하기에 재실자는 매우 중요하게 행동한다. 재실자는 계획적으로나 비계획적으로 환기의 필요성의 증가나 감소에 따른 기계환기 작용을 필요로 한다. 이는 다음을 포함한다.

- 난방이나 냉방 때문에 열거나 닫는 창문
- 범죄나 폭력의 위협을 막기 위해 창문을 닫은 채 유지하는 경우.
- 위치나 공사 때문에 물리적으로 열어놓을 수 없는 창문
- 요리, 샤워, 옷 건조나 흡연에 의한 습기와 오염물질의 접근에 따른 문제

재실자가 창문을 열 때, 그들의 아파트에 환기뿐만 아니라 이웃 아파트 또한 영향을 미친다. 같은 층의 아파트 사이에서는 보통 적은 영향을 미친다. 그러나 윗 층의 재실자가 창문을 열 경우, 아래층에서 침기가 증가할 수 있다. 아파트에서 기류의 흐름을 구획하고 밀폐하기 위하여 또한 알맞은 환기를 제공하기 위한 노력으로 이러한 효과를 감소하는 것이 도움을 줄 수 있다.

몇몇 경우, 재실자는 레지스터와 환기구의 가볍게 두드리는 소리나 문의 아래부분에 담요나 타월로 막는 등 다음에 나타난 요소중 하나나 그 이상을 막기 위하여 신중하게 환기를 차단해야 한다.

- 지나친 난방이나 냉방
- 소음
- 빛
- 벌레
- 요리 중 발생하는 습기와 다른 아파트로부터의 외기
- 다른 아파트로부터의 담배 연기
- 공급 공기의 지나친 속력

사람들은 드래프트를 경험하는 그들의 신체의 부분에 따라, 공기의 온도와 속도에 따라 공기의 움직임에 대하여 불만을 겪을 수도 있다. 심지어 21℃ 이하의 공기가 매우 느린 속도로 이동할 때 불만을 겪을 수 있다. 급기를 난방하고 재실 공간의 외부에 이를 내보내는 것은 실에서 공기를 혼합하는 것을 허락하고, 불쾌적을 최소화해야 한다.

환기 전략을 성공적으로 이끌기 위하여, 환기 시스템은 간단해야 하며, 건물 관리인이나 재실자가 작동하기에 쉬워야 한다. 게다가, 적당한 기계환기는 재실자가 외부를 향하는 장소에서나 일산화탄소 같은 무색, 무취의 오염물질이 들어올 경우에 실시해야 한다.

#### 4. 기후와 환기의 상관관계에 대하여 이해하라.

지역 기후와 건물의 위치에 따라 공급 공기는 난방을 하거나, 냉방, 여과, 재습(방습), 건물을 통한 분배를 해야 한다. 기후는 환기 전략의 선택 사항 중 중요한 영향 인자이다.

일반적으로 더욱 복잡한 환기 시스템은 극심한 기후에 위치한 건물의 경우 필요하다. 온화한 기후에서는 일반적으로 자연환기만을 이용하기도 하며, 이 경우 기계적 시스템이나 그림 4에 나온 것과 같은 에너지 회수 방법(energy recovery measures<sup>3)</sup>)인 기계 시스템을 이용하기도 한다. 이는 극기후대에서 에너지 효율을 위하여 긍정적으로 필요하기도 하다.

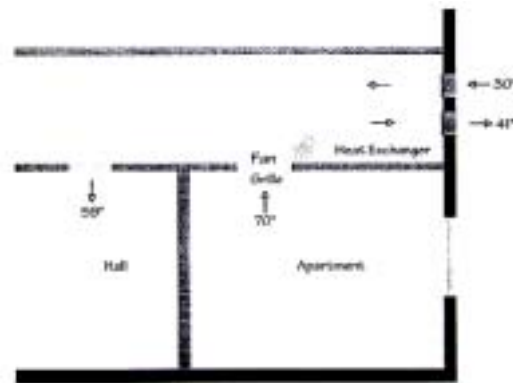


그림 4 Mechanical Ventilation System with "Energy Recovery" Measures

특별한 경우 고온 건조 기후대의 경우 습기와 온도 상태에 따라 해결책을 결정한다. 이는 4장에 더욱 자세하게 설명하였다.

① **Mild climate.** 온난 기후는 3600 이하의 HDD(heating degree day<sup>4)</sup>)로, 기계 난방과 냉방을 최소로 요구하는 대표적인 기후이다. 크게 환기 열 손실은 무의미하다. 그러므로 환기의 흐름을 제한하는 요구는 별로 중요하지 않다. 이러한 기후의 경우, 복잡한 환기 시스템을 이용하는 것이 정당하다고 주장하는 것은 어렵다. 온난 기후에서, 기밀은 가장 중요한 요소가 아니다. 대부분의 건물에서 침기 또한 중요한 것이 아니다. 외부 환경에서 소음과 오염물을 제거한다면, 열려진 창문은 만족할만한 환기를 제공한다.

② **Moderate climate. (온화한 기후)** HDD가 3600~5400의 범위일 때 일반적으로 온화한 기후라고 한다. 난방이나 냉방을 하는 공간(특히 중소규모의 건물)은 일 년중 대부분에 필요하지 않다. 높은 환기량은 온난한 기간동안 창문을 열어놓는 것으로 가능하다. 좋은 건물 디자인과 내부 난방 부하의 제어는 대규모 건물의 경우 또는 오염 물질을 방출하거나 외부 환경에 스트레스 받는 경우 기계적 냉방의 필요를 최소화해야 한다. 에너지 절약 방법은 난방과 냉방이 요구되는 짧은 기간 때문에 비용 회수 기간을 연장하기 쉽다.

③ **Severe climate.** (극기후) HDD가 5400이상이거나 연간 CDD(cooling degree- days)

3) "Energy recovery measures" include the use of heat exchangers

4) Heating Degree Day (HDD)는 일일 평균 온도의 차이를 연간 더한 값이다. 외기가 65°F(약 18°C) 이하이며 65°F를 기준으로 한다.

가 2000일 경우 일반적으로 극기후라고 한다. 이 기후는 겨울철 극한과 여름철의 극심한 더위를 포함한다. 상대부하는 중요하고, 계절별 피크 값에 따라 에너지 수요의 결과를 가져온다. 종종 기계 냉방은 가혹한 기후에서 피할 수 없다. 왜냐하면 외기 온도와 습도가 너무 높기 때문이다. 건물 구조는 기밀해야하고, 외부 공기의 직접적인 접근을 최소화해야 한다. 내부 오염 요소를 제거하는 것은 지나친 환기의 이용 감소를 도울 수 있다. 기능적이며 가장 최근의 열 회수 전략은 온화한 기후대에서보다 더욱 에너지와 비용 효율적일 수 있다.

#### 5. 실내 오염의 잠재적인 요인을 확인하라.

환기는 실내 오염물질을 다루기 위한 전략을 구체화할 때 가장 성공적이다. 실내 오염물질은 이산화탄소, 악취, 습기(요리 시, 샤워 시, 세탁 시 발생하는)등을 말한다. 단독으로 처리해야하는 다른 실내 오염물질의 경우 (일산화탄소 같은) 자연연소 산출물, 담배 연기와 가구나 천으로부터의 유기적 발산을 포함한다. 각각의 오염물질은 근원이나 일반적인 환기 전략의 일부분으로 배출해야 한다.

가스 화로와 가스히터와 같은 연소기기는 물리적으로 역류를 방지하기 위해 실내 공간으로부터 분리시키는 것이 필요하다. 역류는 파이프 위로 통풍하지 않는 연소기에서 발생한다. 그러나 아파트의 부압 때문에 연소 기구를 이용하는 아파트의 경우 파이프 아래로 흐를 수 있다. 독립적인 급기는 연소기기에 필요하며, 기계적으로 또는 자연적인 방법을 통하여 공급해야 한다. 배관은 기기와 잘 연결되어 있어야 하며, 아파트에서 연기와 다른 가스의 유출과 누출을 방지해야 한다.

#### 6. 지역 환경으로부터의 공기 오염을 이해하라.

지역 외부 환경은 자연환기와 기계환기를 디자인하고 설치하는데 많은 영향을 미친다. 극심한 산업화 된 도시 내부에 위치, 전원 지역, 인접한 건물 등은 모두 환기 전략의 선택과 실행에 중요한 영향을 미친다.

① **Heavily industrialized and inner city locations.** 과도한 자동차 매연과 산업화에 따른 오염물질은 이 지역의 공기 질을 악화시킨다. 그러므로 환기 시스템은 미립자균, 가스와 냄새를 제거하기 위하여 여과하여 통합하는 것이 필요하다. 지나가는 교통에 의하여 외부 소음이 지나칠 때, 재실자는 환기를 위하여 창문을 열어 놓을 수가 없다.

② **Rural areas.** 비록 아파트 건물을 전원 지역에서 좀처럼 찾기 힘들다 하더라도 현재, 그들에게 환경적인 공기 질 변화를 제공한다. 전원 지역은 높은 꽃가루의 집중, 균류의 포자, 살충제와 농업에서의 태움에 의한 여러 가지 발생인자들을 포함한다. 이러한 오염물질에 지나치게 민감한 사람에게는 아파트에 공기 여과 시스템이 필요하다. 접하는 지역에 높은 바람의 속도 때문에 콜드 드래프트와 공기 누출을 감소할 수 있다.

③ **Adjacent buildings.** 인접한 건물은 급기에서의 기류와 자연적인 바람의 흐름에 따른 배기간의 마찰을 만들 수 있다. 주변 건물들은 또한 지역 바람의 패턴에 영향을 주며, 자연 환기와 침기에 영향을 미친다. 외벽 배기와 공급 그릴의 위치는 외부 오염원과 배출구를 피하여 결정해야 한다. 급기 위치에 따른 가이드는 ASHRAE Fundamentals(1997)에 정기적



으로 업데이트 된다. 예를 들어, 급기하고 일반적으로 배출하는 위치의 경우 : 부하에 따른 급기장소는 인접 건물 배출구에 두지 않는다. 공기 공급과 배출 위치에 따른 더 자세한 내용은 6장을 참조하여라.

**7. 건물 기밀 공사와 건물 완전성의 법칙을 이해하라.**

건물의 기밀성은 공사의 방법과 질에 따라 상당히 변화한다. 때때로 다른 공사 질의 분명하게 동일한 건물의 경우 환기 효율과 에너지 소비에 상당히 다른 능력을 수행할 수 있다. 건설시 다른 형태의 일반적이고 물리적인 결과와 잘못 설치된 환기 시스템을 다음에 묘사하였다.

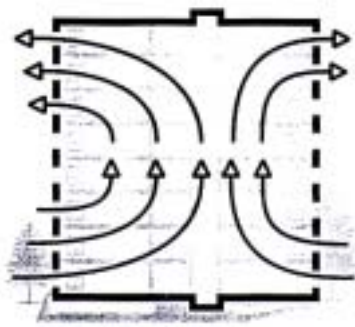


그림 5 The "Stack Effect"

① The "Stack Effect." 추운 겨울 동안 건물에서 엘리베이터 샤프트와 같은 층간 수직으로 흐르는 통로에서 건물의 낮은 부분을 통하여 밖의 찬 외기가 들어오면 내부의 따뜻한 공기는 건물의 위로 올라가 밖으로 나가게 된다.(그림 5) 이러한 현상을 “stack effect(굴뚝 효과)”라고 한다. 낮은 층에서 추운 날씨에 냄새, 오염물질과 쿼퀴한 공기는 높은 층으로 상승하고, 연기와 불은 퍼지며, IAQ, 쾌적과 에너지 효율에 역으로 영향을 미친다. 따뜻한 날씨의 경우 기류는 역류한다.

▶ **Solution.** 층간 수직적 연결을 감소하고(예, 층과 바닥을 통과하는 수직적 배관의 균열을 봉인하라), 개별적으로 층을 구분하고, 굴뚝 효과를 최소화하면 가능하다. 각각의 층을 구분하였을 때 그림 6을 보면 전체 건물의 높이보다 층별 높이로 구분한 경우에 굴뚝 효과가 감소한 것을 알 수 있다.

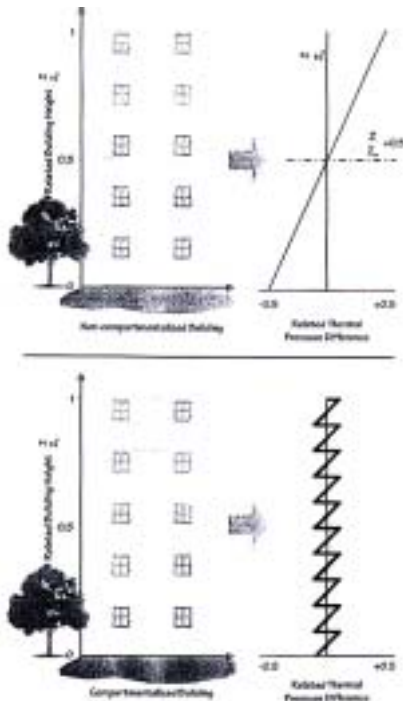


그림 6 Reduction in Stack Pressure Differentials Due to Compartmentalization

건물의 기류 패턴을 결정하기 위한 추가 정보는 4장을 참조하라. 열적 압력 차이와 관련된 토론 내용은 4장의 “Ratios to Describe Airflow Distribution”에서 찾을 수 있다.

② Elevator Shaft Impacts. 엘리베이터 샤프트는 상당한 환기와 에너지 효과를 만들 수 있다. 예를 들어, 엘리베이터 샤프트의 위의 너무 큰 경감 통풍구는 굴뚝 효과와 침기 때문에 기류를 증가시킨다. 이 문제는 엘리베이터 탑옥이 냉각팬에 의해 환기 될 때 발생하며 동시에 같은 레벨로 작동할 때 발생한다.

▶ **Solution.** 엘리베이터 샤프트간의 압력이 균등할 경우 외부에서 감소된 통풍을 허락한다. 같은 높이에서 엘리베이터가 동시에 위와 아래로 움직일 때, 이 순간을 제외하고 압력 경감 댐퍼의 출입을 금하면, 샤프트

에서 공기 이동 효과는 상당히 경감한다.(그림 7을 보아라.) 향상된 계획에서 엘리베이터 탑 옥은 환기팬 대신에 난방이나 냉방 시스템을 적용한다. 그럼에도 불구하고 이 방법과 관련된 에너지 절약은 탑옥의 난방과 냉방 추가 비용을 능가한다. 이 방법을 이용하기 전에 환기 디자이너는 지역에서 요구하는 기준을 고려하여 설계해야 하며, 대안은 골뚝 간에 미리 통풍을 제공하는 것을 의미한다.

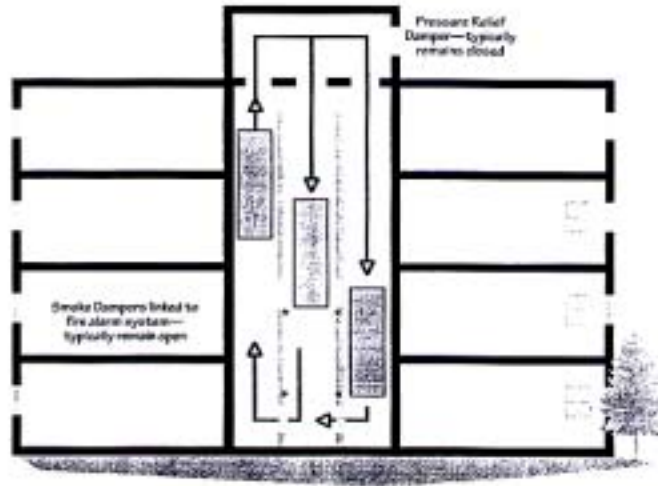


그림 7 Improved Airtightness in Elevator Shafts

③ **Unsealed Ductwork.** (밀폐되지 않은 배관) 덕트는 건물에서 기계 운전이 이용되는 공급과 배기에 이용한다. 밀폐되지 않은 공간이 있을 경우, 또는 잘못 밀폐된 배관은 다양한 문제를 야기할 수 있다. 다양한 문제로는 에너지 과태료, 기류 패턴의 잘못된 방향, 만족할 수 없는 공기 분배(때때로 부족한)가 있다.

▶ **Solution.** 완벽한 설치와 성능개선을 통한 덕트 누출 감소는 기류의 흐름을 원활하게 하고 환기 패턴을 증가시키며 에너지와 유지비를 절약하게 할 것이다. 덕트 누출 측정과 향상된 설치법, 밀봉하는 방법이 단독주택에서 발전하였더라도 아파트 건물의 부분에서 비슷한 효과를 볼 수 있을 것이다.

#### 8. 각각의 건물 형태에 맞게 환기 전략을 디자인하라.

환기는 아파트의 형태, 배치와 건설 방법의 다양성에 따라 변화한다. 안전하고 적절한 환기는 각각의 형태에 중요하다. 성능개선을 계획할 때, 환기 전략은 건물 형태의 차이에 따라 다르게 적용해야 한다. 일반적인 아파트 건물의 환기 전략은 아래와 같다.

① **Low-rise apartment buildings.** 저층 아파트 건물의 기계환기 시스템은 캐나다나 스칸디나비아와 같은 극기후의 나라에서 일반적이다. 더 온화한 미국 기후에서, 기계환기 시스템의 필요는 원칙적으로 적다. 왜냐하면 겨울 동안 창문을 이용할 수 있고 이러한 시스템의 비용은 종종 엄청나게 비싸기 때문이다.

② **High-rise apartment buildings.** 고층 아파트의 경우 각 세대마다 개별적으로 기계환기 시스템을 갖고 있다. 이러한 경우 주의할 점은 아파트에서 급기구(창문, 공기 통풍구, 기계

적 공기 인입구)가 인접한 아파트나 건물로부터 발생한 연소 배출 가스나 환기 배출구로부터 오염되면 안 된다는 것이다. 게다가, 급기구는 연소시스템(온수난방)으로부터 배출되는 배출구 옆에 위치시키면 안 된다. 급기 오염을 최소화하고, 중앙 덕트 환기와 난방 시스템이 필요하며, 특히 가스나 기름난방의 건물에서 더욱 중요하다.

③ **Masonry (brick) construction.** (조적 공법) 이 형태의 공사 시, 모르타르가 충분히 채워지지 않은 곳이나 벽돌 공사시의 다른 균열이나 틈을 통하여 침기가 발생하는 경향이 있다. 게다가 이러한 누출의 원인은 바닥/천장과 벽의 공유영역, 창문과 문틀의 조인트 부분을 포함한다. 때때로 바닥 장선은 실내 벽을 가로지르며, 건물의 틈새에 큰 영향을 남긴다. 이러한 디자인 경향을 개의치 않고, 벽돌 건물은 높은 기밀성으로 건설해야 한다.

④ **Wood-frame construction.** 이러한 건물은 전형적으로 기밀할 수가 없다. 왜냐하면 건물 조인트 부분에 잠재적으로 상당한 공기 누출 부분을 갖고 있기 때문이다.

⑤ **Curtain wall construction.** 이 형태의 공사는 매우 새기 쉽다. 개스킷과 모든 조인트를 밀봉하는 것은 높은 기밀성을 방해한다.

⑥ **Cellular-type concrete construction.** 이 공사방법은 현대의 아파트 건설 형태 중에서 가장 기밀하다. 이 건물의 경우, 창문과 문을 함유한 사전에 제작된 패널은 콘크리트 구조의 열려진 면을 밀봉하며, 결과적으로 매우 기밀한 구조를 이룬다. 이 건물의 경우는 알맞은 환기를 제거하기 위하여 알맞게 설치된 환기 시스템을 설치해야 한다.

## Chapter 4 - Causes and Diagnostics of Ventilation

### Overview

물리학의 원칙을 어기는 디자인 전략은 환기가 잘 된 건물을 만들 수 없다. 일반적으로 기류는 주어진 면적에서 압력의 물리적인 차이에 의하여 발생한다. 몇 가지 기술적인 도안은 도식 방향의 화살표를 믿고 따라야 한다. 건물의 건설(형태, 배치와 재료), 자연환기와 기계환기 시스템, 계획하지 않은 기류 패턴, 바람의 속도와 방향, 그리고 기후와 관련된 실내/실외 온도의 차이 등 모든 요소는 환기 전략에 고려해야 한다.

아파트에서 환기를 이해하고 환기와 관련된 진단을 평가하기 위하여 기류의 원리를 이해해야 한다. 기류는 높은 압력으로부터 낮은 압력의 장소로 흐른다. 건물에서 압력차는 기계환기 시스템의 작용뿐만 아니라 바람과 온도 차이에 따라서 발생한다. 환기되는 아파트의 물리적 특성은 본래 복잡하고, 일반적으로 복잡한 진단 방법을 요구한다.

- 1) 어떠한 환기 전략이 요구되는가?
- 2) 현존하는 시스템이 디자인 목적에 맞게 작동하고 있는가?

환기 디자이너의 통제를 위해 기후와 관련된 외부의 바람과 온도 변화를 유지하는 동안 그/그녀는 건물을 통해 선택적으로 누출을 감소하고 충분한 환기를 제공하기 위한 특별한 조절이나 기계환기 전략을 선택할 수 있다.

### Contributors to Airflow

건물에서 공기의 이동은 바람 압력의 조화, 열적 부력, 기계환기 때문에 발생하는 압력차에 의해 발생한다. 기류는 또한 건물 외피의 창문의 배치, 내부 건설과 파티션, 재실자의 사용 패턴에 영향을 미친다. 이 장은 다음 요소들의 물리적인 특성을 이야기한다.

- 바람의 압력 (속도와 방향)
- 온도차
- 기류 패턴과 분포(빌딩 건설과 재실자의 행동에 따른)

#### ▷ Wind Pressure

기류는 바람의 속도와 방향(바람의 압력)에 의해 발생하며, 다가구 아파트에서 이용하는 환기 전략의 형태에 깊은 영향을 미친다. 그림 8은 바람이 건물 정면으로 불 때, 발생하는 전형적인 패턴을 묘사한다.

#### ▷ Temperature Differences

외부 공기와 내부공기 사이의 온도 차이는 기압의 증감을 발생하는 공기 밀도차를 만든다. 기압의 변화에 따른 차이를 “stack effect(굴뚝 효과)” 또는 “thermal buoyancy(열적 부력)”이라고 한다. 아파트에서 굴뚝효과에 의한 기류는 쉽게 바람의 압력차에 의한 기류를 초과한다. 실내 공간과 실외 공간 사이의 온도 차, 구조의 수직 방향성, 수직 기류의 저항에 따라 굴뚝 효과 압력이 변화한다. 더 높은 건물과 공기의 두 기둥 사이의 온도차가 더 큰 건물에서 굴뚝 효과가 더욱 많이 발생한다. 이 효과를 하나의 공기기둥(대류)에서의 압력차



이 때문이라고 잘못 이해하는 경우도 있다. 사실 이 효과는 내부와 외부 공기 기둥 간의 질량 차이를 다룬다. 부력은 이러한 차이를 시도할 수 있고, 위쪽에서 정압을 발생시키며, 공기의 따뜻한 기둥의 아래쪽에서는 부압을 발생시킨다.

그림 8 Air Flow Around a Building

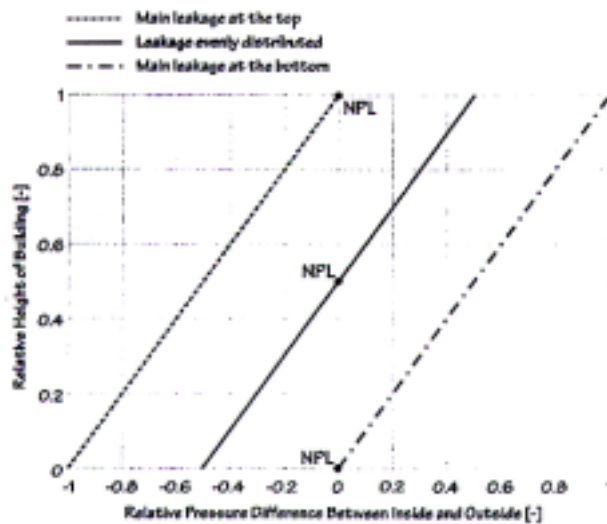
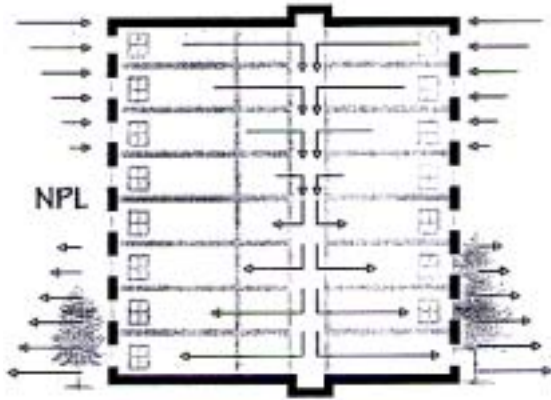


그림 9 Stack Pressure Differences as a Function of the Vertical Leakage Distribution

굴뚝 효과 이외에 압력차를 야기하는 다른 요소로는 NPL(Neutral Pressure Level)의 위치가 있다. NPL의 위치는 건물의 수직외피의 누출지점의 분포와 크기에 따라 결정된다. NPL은 내부와 외부 사이에 건물 외피의 높이, 잔잔한 상태, 압력차가 없는 곳으로 한정한다. 굴뚝 압력(수직 누출의 기능으로)의 결과는 그림 9에 보여준다.

#### ▷ Stack Effect in Hot and Hot/Humid Climates

환기를 향상시키는 작업은 대부분 추운 기후에서 발생하지만, 대부분의 아파트는 고온, 고온 다습 기후의 나라에 위치한다. 북 캐롤라이나와 텍사스는 이러한 개척된 지역이다. 그림 10은 고온 기후에 적용된 굴뚝 효과의 기본 원리를 보여준다. 기류의 역전에 더하여, 효과의 크기는 내부와 외부의 작은 온도차 때문에 추운 기후보다 보통 더 적다.



예를 들어, 외부 기온이 32°C를 갖는 더 온화한 기후에서, HVAC 시스템은 22°C로 건물을 냉각할 수 있다. 이는 실내의 공기와 외기 사이에 10°C차를 나타냄을 알 수 있다. 이와 비교하여 추운 날씨에서는 일반적으로 3.8°C 차이를 보인다. 더 작은 온도/압력 차이 때문에, 온화한 지역의 아파트의 층을 구분하는 것은 추운 지역에서 구분하는 것보다 에너지 절약 효과가 더 적다는 결론이 난다.

그림 10 Stack Effect in Hot and Hot/Humid Climates(Reverse Stack Effect)

▷ Superimposition of Flows

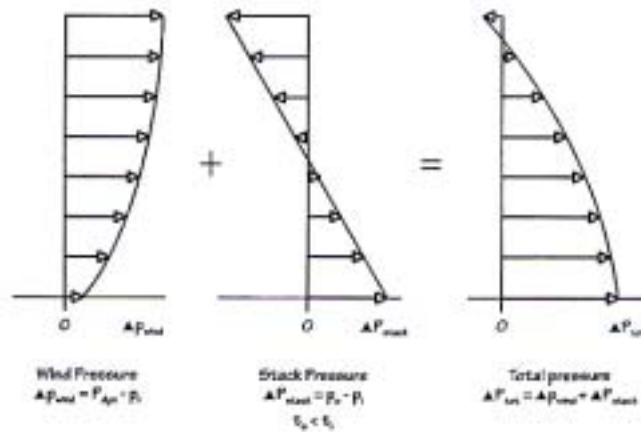


그림 11 Superimposition of Wind and Stack Pressures on the Windward Side of a Building

바람의 효과와 굴뚝 효과로부터 기류의 양을 정확하게 측정하기 위하여 기계장치로부터 압력을 보충해야 한다. 기계 장치에 의해 발생한 기류는 압력차에 의한 선형 비례가 아니기 때문에 부가적이지 않다. 기류를 보충하기 위하여, 바람과 굴뚝 압력은 그림 11과 같이 더해진다. 화살표의 길이는 다른 높이에서 건물 내부와 외부의 압력차의 양을 나타낸다.



그림 12 Superimposition of Flows Due to Wind and Stack Actions

그림 12에서, NPL은 건물에서 바람이 불어오는 쪽보다 더 높고, 바람이 불어가는 쪽보다 더 낮다. 이러한 경우, 굴뚝의 역할은 환기가 아래쪽으로 발생하는 동안 엘리베이터 샤프트에서는 위로 향한 기류가 발생한다. 이 기류를 보충할 때, 결과는 엘리베이터 샤프트에서는 더 작은 상승 기류를, 바람이 불어오는 쪽에서 건물 기초에 더 좋은 침기를, 바람이 불어가는 쪽의 건물의 상부에서는 exfiltration을 가져온다. 실례로, 바람의 힘이 굴뚝의 힘을 초과할 때, NPL은 바람이 불어오는 쪽에서 건물높이가 높아지고, 바람이 불어가는 쪽에서 지면 레벨은 낮아진다.

#### ▷ Ratios to Describe Airflow Distribution

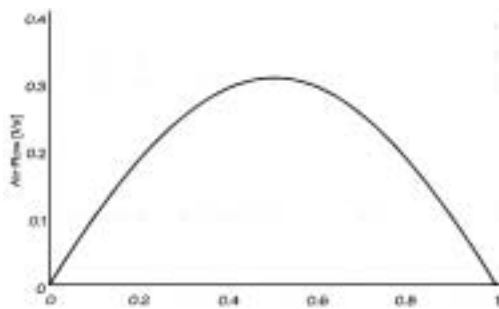


그림 13 The Envelope Permeability Ratio

개별적인 아파트에서 공기가 어떻게 이동하는지 건물 디자인은 지시할 수 있다. 복층 건물을 통한 공기 이동은 두 가지 비율을 이용하여 묘사할 수 있다. 첫 번째는, 외피 투과율(EPR, the envelope permeability ratio)로 건물을 통과하는 수평 기류를 묘사하는데 이용한다. 두 번째는, 수평 투과율(VPR, the vertical permeability ratio)로 건물을 통한 수평 기류를 묘사하는데 이용한다.

EPR(외피 투과율)은 건물 외피의 투과성의 분포를 나타낸다. EPR은 전체 건물 외피의 투과성에 대한 바람이 불어오는 쪽의 투과성의 비율로 정의한다. 투과성은 누출 면적(square feet)나 투과 효율로 표현할 수 있다.

건물 외피를 통한 가장 큰 기류는 EPR이 0.5일때 발생한다. 이 0.5 EPR은 투과성이 건물에서 바람이 불어오는 쪽과 불어가는 면 사이에 고르게 나누어지는 것을 의미한다.

수직 투과율(VPR)은 건물 외피의 총 투과성에 대한 바닥과 바닥간의 투과성의 비율이다. VPR은 Neutral Pressure Level(NPL)의 위치에서 측정한다. 열의 압력 분포에 따라 두 가지 극한 값이 존재한다. 바닥간의 투과성이 없는(VPR=0) "story-type buildings"와 다른 층간의 기류 저항이 없는(VPR=1) "shaft-type buildings"가 그것이다. 실제 건물에서 수직 투과율은 이러한 이론적 제한에 위치한다.

## Methods for Estimating Airflows and Energy Impacts

(기류와 에너지의 영향력을 추정하는 방법)

기류를 측정하는데 이용하는 방법으로는 필요한 값의 정확성에 따라 간단한 것과 복잡한 방법이 있다. 예를 들어, 만약 환기가 오직 냄새와 습기를 제거하는데 필요하다면, 거주자들에게 정밀검사와 인터뷰를 통해 환기가 충분한지만을 측정한다. 그러나 에너지 효율을 위해 건물 외피의 기밀 효과를 진행 중일 경우, 공기 누출 측정은 규범과 기준에 맞추어 얼마만큼의 기계환기가 필요한지 결정하는 것이 필요하다.

아파트 기류 측정은 다르며, 경험을 요구한다. 아파트에서 한 가구의 기류만을 측정할 경우 기준 초안 작성은 필요 없다. 여러 가지 업종에 종사하는 사람과 조사자는 독특한 방법을 이용하고, 아파트 건물의 기류를 측정하기 위해 초안을 작성해야 한다. 이 장의 나머지 부분은 기류를 측정하는 다섯 가지 방법과 환기 시스템 성능을 이야기한다.

- 조사와 인터뷰
- 건물 형태에 따른 평가
- 진단 툴
- 컴퓨터 시뮬레이션과 모델링
- 대리인으로서 추정(평가)

### ▷ Surveys and Interviews

**Surveys.** 조사를 위해 걸어 다니며 점검하는 동안 건물에 알맞은(또는 지나친) 환기가 이루어지고 있는지 혹은 아닌지를 많은 신호로 나타낸다. 이야기한 신호들은 현저한 냄새, 곰팡이, 환기 그릴을 테이프로 감거나 봉쇄한 것, 환기되지 않는 건조기나 연소기기(히터와 같은), 추운 날씨에 열어놓은 창문 등이다.

이러한 경우, 환기는 연중 다른 시간 동안 나빠진다. 다른 계절에 같은 건물의 조사를 수행하기 위하여 필요하다. 겨울철 실내 빨랫줄에 옷을 건조하기 위한 활동처럼 추가적으로 환기를 요구하는 상황이 있다.

**Interviews.** 건물 소유주와 거주자와 관리인의 인터뷰는 환기가 적절하게 이루어지는지를 나타낸다. 이웃이나 복도에서 발생하는 요리에 의한 냄새나 담배 연기에 대하여 숨겨진 사실이나 불만들은 너무 적거나 많은 환기에 따른 문제로 발생할 수 있다.



### ▷ Evaluation by Building Type

아파트의 비슷한 형태는 비슷한 환기 특성을 갖는다. 물론 개별적인 건물 형태에 따라 변화할 수 있다. 측정 결과에 대하여 토론하는 동안 아파트 건물에서 환기량이 매우 적게 측정된 것을 알 수 있다. 그러나 데이터는 다음과 같이 제안한다. 저층형 아파트(프레임과 조적식 건물)에서 환기량은 0.5~1.5ACH, 고층 콘크리트 구조의 경우는 0.2~1.0ACH의 환기량을 갖는 것을 제안한다. 다른 형태의 여러 가구가 거주하는 아파트의 경우 환기량은 여러 가지 변수에 영향을 받는데, 아래에 나열해 두었다.

**Low-Rise Row Houses.** 이 건물의 경우 주방과 욕실의 배기를 제외하고는 기계환기를 이용하지 않는다. 인접한 건물 사이가 주요 기류 통로로 작용하며, 심지어 화재 규범에 따른 기술적인 분리만이 그 거리가 될 수 있다.

**Low-Rise (three-to-five story) Walkups.** 이 건물에서는 기계환기를 이용하지 않는다. 큰 중앙 계단실과 층간의 수직 연결 통로는 커다란 굴뚝 효과가 발생한다. 아파트 사이에 주 수평 기류 통로가 발생한다. 난방을 실시하는 기간동안, 상부 층은 따뜻한 exfiltrating 때문에 습기 문제를 가져오고, 아래층의 경우 추운 침기로 인하여 높은 에너지 비용이 문제 시된다. 오래된 건물의 경우 욕실과 주방에서 환기는 이용하는 창문들을 열어 자연형 수직 환기로 이용한다.

**High-Rise Towers.** 이 건물에서는 알맞게 작동하던지 안하던지 일반적으로 기계환기를 실시한다. 전체 높이 때문에 굴뚝 효과에 따른 상당한 침기가 발생한다. 고층 벽돌 구조에서 아파트 간의 수평 연결이 조금 있다.

### ▷ Diagnostic Tools

아파트의 환기를 측정하기 위한 접근방법은 쉽지 않다. 이용할 수 있는 결과를 얻기 위하여, 기계적 시스템으로부터 기류를 측정하는 것이 필요하고, infiltration과 exfiltration에 의한 기류도 측정해야 한다. blower doors, digital manometers, tracer gases(아래에 서술)와 같은 진단 테스트 기기들은 예비 측정을 기록할 수 있다. 이 예비 측정은 환기 전문가들이 건물의 압력 경계의 이해를 발전하는데 도움이 된다. 반복되는 측정값은 초기 값을 입증하거나, 잘못된 점은 밝혀야 한다.

기계환기 기류는 Flow hoods(balometers)를 이용하여 측정할 수 있다. Flow hoods는 flow hood fan을 통하거나 duct blasters와 같은 다른 기류 측정기기를 사용하여 압력차를 측정하는 기기이다. 측정에서 건물을 통하여 나가는 개별적인 공급과 배기 레지스터에서 이 기기의 위치를 얻을 수 있다. 대부분의 flow hoods는 2.5cfm 이하의 기류는 정확하게 측정할 수 없다. 에너지 관련 일을 하는 사람들은 아파트 기록기로부터 기류를 측정하기 위하여 “눈금이 달린” buckets와 garbage bags를 이용하여 기발한 해결책을 제시하였다. 미니어 처 샘플부터 더욱 큰 실시간 모니터까지 다양한 기술이 가능하다. 추적가스 측정법(tracer-gas measurements)은 침기에서 “snap-shot”을 준다. 또한 이는 건물 외피와 팬 기류비율을 통한 누출을 측정하는데 이용할 수 있다. 그리고 변화하는 날씨와 건물 상태에 따라 실험하는 동안 발생하는 침기와 기류의 변화를 보여준다.

Blower doors는 infiltration이나 exfiltration을 측정하는데 이용한다. blower door를 이용할 때, 공기가 들어오는 모든 경로를 알아서 막아야 한다. 높은 압력의 팬을 문의 안쪽에 설치하고, (건물에서 팬 방향에 따라 공기가 안으로 들어오고 나감에 따라) 건물 구조에 압력을 가하거나 감한다. 평균적으로 압력은 50 Pascals(+/-) 증가할 것이다. Multiple blower doors는 건물 외부의 기류뿐만 아니라 아파트간의 기류를 측정할 때 이용할 수 있다. 건물 외피에서의 누출 위치는 가스 추적법이나 연기의 배출 또는 압력의 가감에 따라 정확하게 지적하여 찾을 수 있다. 누출 위치를 정확하게 지적하기 위한 다른 방법으로는 건물 외피를 통한 infiltration과 exfiltration에 따라 야기하는 열적 패턴을 관찰하기 위한 적외선 카메라를 이용할 수 있다.

### ▷ Computer Simulations and Modeling

시뮬레이션과 모델링 효과는 원형 건물의 일반적인 기류 원리를 이해하는데 이용할 수 있다. 컴퓨터 시뮬레이션은 다른 외기 온도와 바람의 상태에 따른 건물의 다양한 기류 패턴을 "Model"할 수 있다. 이러한 모델은 누출 면적과 통합된 일반적으로 측정하기 어려운 다른 물리적인 특성을 통하여 기류를 시뮬레이션 한다.

### ▷ Estimation by Proxy

(대리인으로서 추정, 평가)

각각의 아파트에서 개별적인 기기의 단위 데이터를 측정할 경우, 개별 아파트의 실의 난방과 냉방에 이용된 전기설비를 참고하여 침기와 환기의 패턴을 확인하는 것이 가능하다.

### ▷ Field Measurements of Infiltration and Ventilation in Apartment Buildings

아파트의 환기량을 측정하여 출간한 데이터로 이용 가능한 것은 한정되어 있다. 아파트 건물의 기류 측정 작업은 건물의 복잡성 때문에 매우 어렵다. 만약 아파트의 환기량을 측정하는 방법이 쉽다면 불확실한 주변의 환기 규범과 기준의 대부분을 없앨 수 있을 것이다. 이 연구의 인용은 Guidebook의 References section에서 찾을 수 있다.

다양한 기술(가스 추적법, 단일 또는 복합 블로어 도어, 디지털 압력계가 부착된 블로어 도어 등)을 이용할 때 같은 건물일지라도 아파트의 환기량은 0에서부터 많은 변화를 보여준다. 조사자에 따르면 많은 경우 30~60%의 공기가 나가고, 인접 건물로 그 공기가 다시 스며드는 등 기류가 "recycled"한다고 추정한다. 그들은 컴퓨터 시뮬레이션으로 inter-zonal 기류 데이터를 비교하였고, 5m/s(~11mph)보다 작은 바람의 세기가 10%보다 크지 않은 바람의 변동 때문에 불확실하게 측정된다고 결론지었다. 프로젝트에서 실제 벽돌 벽으로 구성된(그리고 효과적으로 구분 지어진) 건물 내부에 "sheet-rocked boxes"를 설치하여 기류를 측정하였을 때 아파트 각 세대와 복도는 매우 기밀한 것을 찾았다. 이 연구의 경우, 측정된 환기 시스템 환기량이 디자인된 환기량보다 적음을 알 수 있었다. 이론과 실제에서 환기 시스템을 설치하거나 향상되도록 집중하는 것뿐만 아니라 아파트 사이를 통과하는 공기를 봉할 때 기밀 효과에 중점을 두면(특히 추운 날씨에서) 건물의 환기 효율을 더욱 증가시키는데 도움을 줄 수 있다.

## 제 5장. 리모델링시의 환기설계

### 개 요

1. 고층 및 저층아파트의 두 가지 유형의 환기의 개선하는 방법
2. 자연환기 및 기계환기시스템의 최적화

환기시스템의 코드와 표준은 최소외기량을 추천 및 요구  
환기시스템의 설계와 운영의 지침을 제공

### 환기방식을 설계시 고려해야할 문제점들

- 국소기후
- 국소에너지비용
- 건물의 기밀화, 틈새, 수직 및 수평 연결부
- 존들사이의 압력밸런스
- 환기시스템의 분배와 범위
- 다른 건물 유형에 따른 환기전략
- 재실자의 필요조건
- 건강과 안전 문제
- 유지관리 및 운영의 문제
- 연소기구의 안전문제

### 일반적인 설계제안

환기설계시 기본적인 요구조건은 다음과 같다.

- 무해함
- 외기를 모든 재실공간에 제공
- 관련 건물 법규와 기준과 코드를 따른다.
- 최적의 건강과 쾌적을 위해 최소의 필요환기량을 만족
- 오염물질이 거주공간에 퍼지기 전에 오염원에서 오염물질을 제거할 수 있어야 함.
- 환기시스템을 설치한 건물에 적합해야함.
- 환기량을 요구조건에 따라 변화를 주기 위해 재실자 혹은 자동제어를 통합
- 신뢰성 있음.
- 사용자들에 우호적임

- 유지관리가 용이
- 제연 및 방재 제어조건에 따른다.
- 경제성 및 에너지 효율적임
- 건물의 기밀화를 증진

## 건물 기밀성과 구획화

- 에너지 효율적인 환기성능 :외피의 기밀성과 내부 구획들이 환기시스템과 기후조건이 조화
- 기계 환기시스템: 유닛들과 바닥들 사이에 내부구획을 하고, 건물외피가 기밀할 때 가장 효율적임. 건물의 덕트 설비는 기밀화가 되어야한다.
- 덕트에서의 누기: 에너지 소비원, 여러 가지 문제점들인 덕트 누기로부터 발생한다.  
예를 들어, 배기덕트로부터 덥고 습한 공기가 누기 되는 것은 비난방공간내에 외피에 결로가 발생한다.

## 압력의 불균형

- 압력의 불균형의 원인 : 환기 팬, 공기식 냉난방시스템, 기후, 건물 구조체, 실내의 기류 패턴과 기계식 환기시스템, 연소기기의 역류 및 누설
- 역류와 누설의 원인 : 점화시 역류되는 연소가스들의 원인이 되는 연소기기에서 부압이 발생시

## 압력 불균형 방지책

- 아파트와 건물 내의 연소기기의 유형이 무엇인지 결정
- 독립된 공간내의 가스난로, 수열원 난방기기와 보일러들처럼 자연적으로 환기되는 연소기기와 거실공간의 외부 부분을 분리
- 만약에 연소기기들이 가능하면 거실의 외부공간과 분리되지 않는다면, 기밀한 연소기기들(가스난로, 수열원 난방기기와 보일러)를 설치한다.
- 아파트내의 서비스공간과 거실공간으로부터 자연환기가 발생하는 문들을 틈마개와 가스켓을 사용하여 기밀하게 한다.
- 보일러실에 건물의 외부로부터 연소용 보급공기를 공급
- 자연 환기가 잘되는 보일러실내에 건조대 및 다른 팬들을 설치하지 않는다.
- 난로와 목재 난로에서 연소용 보급공기를 공급
- 난방기들이 보일러실내에 연소가스들을 환기하고, 환기되지 않는 공간에 난방기를 설치하는 것을 피한다.

## 기계 환기시스템의 비용

환기에 관련된 에너지 비용을 최소화하는 동안, 환기는 효과적으로 안전한 환기전략을 균형적으로 설계되어야 한다. 환기시스템을 결정할 때 비용 면에서 고려될 사항은 다음과 같다.

- 초기시스템 비용
- 팬과 모터 작동과 유지관리비용
- 공조시 비용(외기의 예열 및 예냉)
- 에너지와 비용의 특성

### 초기시스템 비용

환기시스템의 비용은 장비의 선택과 설치방법의 용이성에 달려있다. 기술에 의존하는 주거형 환기시스템(전형적으로 단독주택과 저층아파트에 설치하는 것)은 \$500-\$1800의 기기 및 설치비용이 든다. 배기만 되는 시스템은 \$500-\$600의 비용이 든다. 급,배기 시스템은 약 \$700-\$1000 비용이 들고, 에너지 절약적이고 제습기능이 있는 환기시스템의 비용은 \$1,500-\$1800정도이다. 장비의 가격에 관련된 기초 자료는 전체 건물 혹은 다중환기시스템처럼 대규모 환기시스템에 대한 비용을 평가하는데 사용한다. 설치비용의 중요한 변수는 다른 개보수 작업 따라 달라지겠지만, 설치비용의 중요한 변수는 건물 내의 기존 환기시스템을 포함한다. 종종 새로운 시스템을 구입하고 설치하는 대신에 기존의 환기시스템을 이용하는 것이 비용과 시간면에서 절약된다. 기계환기가 없는 건물에서 설비의 리모델링 비용이 가장 높다. 환기시스템이 없을 경우에는 배기팬을 설치하고, 환기가 필요한 곳에 공기를 인입시킨다.

### 운영시스템과 유지관리 비용

환기시스템의 운영비용은 팬 모터를 가동하는 전기비용과 시스템 유지관리비용, 장비의 이설비용을 포함한다. 팬 모터의 운영비용은 팬과 모터의 특성에 따라 달라진다. 운영비용은 국부적인 에너지 효율과 팬 동력 소비율을 이용하여 계산한다. 배기팬(50-500cfm)이 보다 작아지는 동안에 전형적으로 중앙 급기팬(500-5000cfm)은 1마력 모터에 1/4정도의 동력이 소비된다. 에너지 효율적인 모터와 최적의 치수의 덕트시스템은 과도한 에너지 비용을 절약한다. 중앙 급기팬을 유지 관리하는 것은 매 6개월마다 2-4시간정도 시간이 소요된다.

### 환기시스템의 예열 및 예냉시 비용

기본적으로 환기를 공조하는 비용은 재실자들의 기후와 온도선택에 의존한다. 가습과 제습은 비용에 있어 중요한 변수이다. 많은 위치에서 환기는 겨울철에는 예열하고 여름철에는

예냉하는데 필요하다. 대부분의 공통적인 열원은 가스와 전기를 사용한다. 가스 난방기의 효율은 80%정도이다. 캐나다의 연구에서 대략 고층아파트의 연간 에너지소비량의 13%-17% 정도 환기와 누기에 비용이 발생한다고 평가하였다. 효율적인 비용 면에서 에너지 회수시스템 사용으로 공조 비용이 절감된다.

침기와 환기시 공조 비용은 건물과 아파트의 조건에 달려있다. 고층 아파트내에 사용하는 난방 에너지양을 검침할 때, 에너지양은 아파트의 고층 부분에서 가장 낮게 검침하였다. 에너지사용을 절감되는 현상은 굴뚝효과에 때문에 겨울철에 상부층의 틈새바람이 절감되는 것과 관련이 있다. 이러한 현상에 예외상황으로는 최상층의 열이 지붕을 통하여 손실되기 때문에 보다 다 에너지를 소비한다.

## 에너지와 비용 특성

환기시스템은 건물주에게 쉽게 수용하기 위해서는 가격 경쟁력이 있어야 한다. 환기시스템의 선택은 회수기간법과 생애비용 분석을 사용하여 평가하지만, 주의할 사항은 건물 특성, 기후, 국부 에너지율을 특정 비용에 포함하는 것이다. 생애비용을 사용할 때 낮은 운영비과 짧은 회수기간이 있는 시스템을 선호한다. 일반적으로 낮은 운영비용이 드는 비싼 장비는 운영비가 많이 값싼 장비보다는 비용면에서 효과적이다.

## 성능분석

시스템의 성능분석 : 건물의 환기전략을 고려, 에너지 절약을 정량화, 시스템의 조화 기계 환기시스템에서 공기반송과 공조비용을 명확하게 한다. 기계 환기시스템의 최적의 설계는 다음과 같다.

- 주의깊게 팬을 선정
- 덕트의 적합한 설계와 설치방법
- 주의 깊게 공조된 공기를 사용

자연환기에서 열악한 제어와 과도한 급기량으로 인해 냉,난방 손실은 발생한다. 자연환기 시스템의 전략은 다음과 같은 장점이 있다고 판단된다. 1) 공조의 손실을 최소화한다. 2) 가능한 에너지의 양을 작게 사용할 수 있는 기계 환기시스템과 조합

## 전 생애 계획

전생애 계획은 환기전략을 결정할 때 중요한 도구이다. 전 생애 비용은 저렴한 초기투자비가 드는 환기전략을 선택하는 설계자를 도와준다. 설계자가 초기시스템의 필요조건을 만족하는데만 집중할 때, 설계자의 분석은 다음과 같은 문제점을 고려하지 않을 것이다.

- 건물 요소들 사이에 장기간의 상호작용
- 장시간운영비용
- 시스템 호환성
- 유지 관리비용

환기의 비용을 절감하기 위한 전략은 다음과 같다.

- 전기에서 천연가스와 태양에너지처럼 값싼 에너지를 사용
- 모터의 효율을 증진
- 환기량을 절감
- 동계에 타이머와 제어들 통하여 환기 가동시간을 조절
- 기밀성과 구획을 통하여 바람과 굴뚝효과에 기인한 틈새바람을 감소
- 배기와 급기에 에너지 회수시스템을 설치

## 에너지 비용을 계산하는 방법

비록 공조비용이 건물조건과 아파트의 위치 등에 따라 달라지지만, 환기를 예열하는데 사용하는 연간 에너지를 평가하는 방법은 다음과 같은 식이 주어진다.

$$Q = VHC * AIRFLOW * HDD * 1440$$

( Btu/yr= Btu/ft<sup>3</sup>·F\*°F day/yr\*min/day)

여기에서

Q = 환기를 예열하는데에 사용되는 연간 에너지량 (Btu/yr)

VHC = 공기의 난방 능력 체적 (0.018 Btu/ft<sup>3</sup>·F)

AIRFLOW = 환기량 (ft<sup>3</sup>/분)

HDD = 위치에 연간 난방도일

1440 = 변위 변수 (min/day)

이 식은 실내온도와 난방체적이 건물을 통하여 균일하다는 전제하고 있다.

예를 들면, 13층 아파트 건물(대략 100,000ft<sup>2</sup>)은 난방도일 5600의 보스톤 기후 내에 풍량 5000cfm 중앙식 급기팬을 설치, 건물은 환기회수가 0.3회이다.

공기를 가열하는데 필요한 에너지는

$$Q = 0.018 \text{ Btu/ft}^3 \cdot \text{F} * 5000 \text{ cfm} * 5600 \text{ HDD} * 1440 \text{ min/day}$$

$$Q = 725,760,000 \text{ Btu/yr}$$

만약에 환기가 kWh당 \$0.1인 전기로 가열한다면 연간 에너지비용은

$$\text{연간에너지비용} = 725,760,000 \text{ Btu/yr} / 3414 \text{ kWh/Btu} * 0.1 \text{ \$/kWh}$$

$$\text{연간 에너지 비용} = \text{연간 } \$21,258$$

## 제 6장 환기전략 선택

### 개 요

이 장은 고층 및 저층 건물을 위한 환기전략을 추천하는 것을 제공하고, 기계 및 자연환기를 사용하는데 배기전용, 급기전용, 급·배기 환기요소들을 서술한다. 특별한 전략을 선택할 때, 그 전략은 어떠한 비용변수를 맞추어야만 한다. 시스템 디자인내의 어떠한 합의는 주위 깊게 실제적으로 전략을 이행하기 전에 변수의 전략에 대응하여 가중되어야 한다.

### 건물 유형 별로 다른 환기 전략

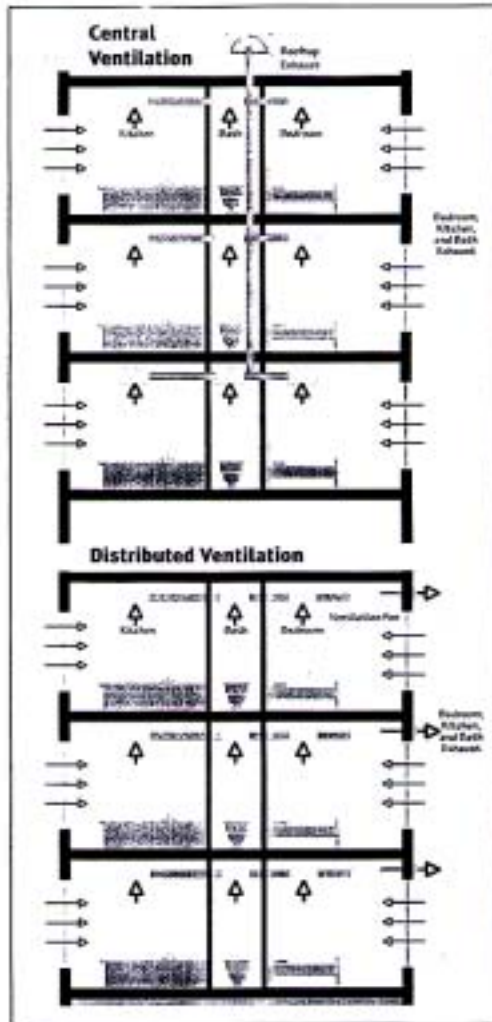


그림 14 Central Ventilation vs. Distributed Ventilation

일반적으로 기계환기의 두 가지 유형이 공동주택에서 발견된다. 이러한 것은 중앙시스템과 반송시스템을 포함한다. 반송시스템이 각각 아파트를 위해 개별 환기시스템으로 구성하는 동안에 중앙 시스템은 다중 유닛 혹은 전체 건물에서 환기를 제공할 수 있다.

전형적으로 고층 공동주택에서 설치하는 중앙 시스템들은 설치 및 운영비용을 최소화하고, 그리고 급기와 배기를 한다. 반송시스템들은 일반적으로 저층 공동주택에서 설치하고, 급,배기를 공급한다.

반송시스템은 개별적으로 덕트 시스템으로 작동하는 독립 팬과 모터(レンジ후드 혹은 욕실 배기 팬)들을 포함한다. 중앙시스템은 건물 내의 각각의 아파트로부터 공기를 배출하는 커다란 팬과 상호 관련된 덕트시스템을 포함한다. 이러한 두 가지 시스템은 그림 14에서 묘사하였다. 그릴과 레지스터는 덕트 시스템에서 공기를 인입하거나 배출할 수 있는 위치에 설치한다. 자연 환기는 전략적으로 창문들과 인입구들을 설치하는 것을 포함한다. 중앙 자연환기시스템들은 오



래된 건물에서 종종 발견되는 중앙식 환기샤프트를 포함한다.

## 저층 공동주택

저층 공동주택은 낮은 저택과 3-4층 공동주택을 포함한다. 전형적으로 이러한 건물들은 고층아파트 건물처럼 중앙 기계환기시스템을 가지지 않는다. 굴뚝효과와 누기들에 기인하여 저층아파트는 저층부에 많은 침기량과 상부층의 벽에서의 습기문제가 있다. 저층아파트에서는 인접한 주택사이에 공기의 유동은 벽체와 애틱(attic) 혹은 지하실내에 건물사이에 의도하지 않은 개구부에 때문에 발생한다. 이러한 개구부들은 소방법을 위반하거나, 침기와 환기문제가 발생하기 전에 기밀하게 폐쇄한다.

몬트리올 내에서 3층 블록건물의 애틱(attic)공간은 고밀도의 셀룰로오스 단열재로 리모델링을 한다. 이러한 설치의 전체 건물 누기에서 50%이내의 결과로 나타난다. 건물을 구획하는데 어렵기 때문에 리모델링은 건물 내의 습기를 제거하기 위해 최상부층에 풍량 70cfm인 배기팬을 설치한다. 이러한 리모델링은 성공적으로 기계 환기설비로부터 비용면에서 상당히 절감하는 두 가지 면을 사용한다.

## 저층 아파트의 리모델링시의 추천

- 아파트사이에 내부 연결부를 기밀하게 한다.
- 주방과 욕실내의 배기그릴, 중앙식, 개별식 배기시스템을 조사
- 샤프트와 애틱 공간 사이에 틈새를 밀봉한다.
- 만약에 외피가 너무 기밀하고 배기시스템만 설치한다면, 불쾌적을 최소화하기 위해 창문과 방열기 뒤쪽에 외기를 도입을 위한 개구부를 설치하여 공기를 인입한다.
- 설계된 배기팬과 환기시스템 성능을 증명 보여지는 설계되는 것처럼 수행하는 것을 증명한다.
- 덕트 내 누기를 제거한다.

## 고층 아파트

이전에 언급되는 것처럼, 고층아파트는 중앙식 기계 환기시스템들과 욕실과 주방 배기팬을 가진다. 종종 이러한 시스템은 설계한 것처럼 작동하지 않는다. 비록 구획화가 다를 지라도, 굴뚝효과를 줄일 수 있는 수직샤프트를 독립하는 것이 중요하다. 고려할 사항은 다음 권고 사항을 이행 한다.

## 고층아파트를 리모델링시 권고

- 복도에서 급기를 최소화한다.
- 아파트의 출입구를 기밀화한다.(만약에 급기가 도어그릴로 인입되지 않는다면)
- 욕실과 주방에 정풍량 기구를 장착한 배기시스템을 설치한다.
- 기밀한 공동주택에 외기 인입구를 도입한다.
- 방열기 뒤쪽에 외기 인입구를 설치하거나 상부에 기류를 유동시킨다.
- 법규를 고려하는 엘리베이터 샤프트의 상부를 밀봉한다.
- 각 실들 사이에 기류를 고려하여 침실과 욕실문 하부에 언더커트한다.
- 아파트들 사이에 누기가 되는 경로를 파악하기위해 블로우도어를 사용한다.
- 누기된 덕트와 건물 외피를 기밀하게 한다.
- 창고 셔트, 계단, 엘리베이터와 차고로부터 아파트를 독립한다.
- 고층아파트에서 각 층보다 매 3개 층마다 구획하는 것이 리모델링 비용을 최소화한다.

## 자연환기와 기계환기 시스템의 요소

다음 장은 기계와 자연환기시스템의 구성요소에 대해 토론한다.

### 자연환기 구성요소

설계시, 자연환기는 안정적인 환경을 조성한다. 환기 필요조건은 요구되고, 신뢰성을 증진하고, 제어는 필요조건을 증진시킨다. 다음 토론하는 자연환기 구성요소들은 개폐 창문과 루버, 환기기와 작은 환기기와 자동 인입구를 포함한다.

자연환기는 건물 외피 내에 급,배기를 공급하는 개구부를 통해 환기한다. 잘 디자인되는 자연환기 전략은 배후 환기시스템을 제공하는 환기구들과 일시적인 요구조건을 만나는데에 제어할 수 있는 개구부를 조합한다.

개구부의 수와 크기는 과도한 환기의 필요조건들과 국부적인 통풍력(바람과 굴뚝효과처럼)에 의존한다. 때때로 자동제어와 댐퍼들은 환기용 개구부를 적용한다. 이것은 잠재적으로 야간냉방을 할 수 있는 열센서와 연결한다.

### 개폐 창문과 루버들

많은 건물에서 개폐 창문은 자연환기의 주요한 요소이다. 개폐 창문은 건물의 여름 냉방과 일반적인 플러싱을 위해 큰 공기의 덕트를 승인한다. 불행하게도, 만약에 개폐 창문이 외기 조건에 따라 잘 조화되지 않는다면, 지나친 불쾌적과 에너지 소비는 겨울철 동안에 일어난

다. 때때로 개폐 개구부가 실내공기를 순환시키기 때문에 만약에 난방시스템들이 과다한 용량과 불충분한 제어를 한다면 에너지 손실은 많아진다.

### **작은 환기구 (혹은 외기인입구)**

불필요한 환기는 겨울철 환기를 위해 개폐 창문대신에 “작은”환기구를 사용하면서 방지한다. 그것들은 전형적으로 6과 12in<sup>2</sup>사이의 효과적인 개구부를 가진다. 조정할 수 없는 작은 환기구를 사용한다. 만약에 작은 환기구가 조정할 수 있다면, 영구히 최소 환기량을 공급할 수 있다. 만약에 추가 환기가 필요하다면 재실자들은 그것들을 개구한다. 환기구 자체를 사용할 때, 작은 환기구들을 제한적으로 사용하지만, 수동식 환기장치를 이용한다. 적어도 실마다 설치하는 환기구는 자연 환기되는 실내공간에 적용한다.

작은 환기구들은 외기의 인입구와 빠르게 희석환기를 할 수 있는 위치에 설치한다. 이러한 환기구들은 공기분포를 양호하게 유지하고, 냉방의 일정하지 않는 국소화되는 영역을 방지하는데 필요하다. 불쾌적을 방지하는데에, 환기구들은 높은 위치에 설치하는 것을 추천한다.(즉 창문상부와 가능하여 창문 프레임 내에 통합) 때때로 환기구들은 벽부형 난방기 혹은 방열기들 뒤쪽에 직접적으로 설치한다. 이러한 배치는 원치 않는 외기인입을 방지하고, 재실공간에 도달하기 전에 인입 공기를 예열할 수 있다.

### **자동 인입구**

몇몇 공기인입구는 자동적으로 외기온도, 습도비율, 혹은 공기압과 같은 여러 요소에 의해 반응한다. 이러한 요소는 항상 자연 굴뚝(혹은 자연배기) 환기시스템을 기본적으로 설계한다.

### **온도 센서용 환기구**

온도센서용 환기구의 크기는 외기온도에 의해 제어한다. 이러한 형상은 굴뚝효과에 기인하여 원치 않는 환기량을 제한한다.

### **습도 센서용 환기구**

습도센서용 환기구는 습도제거를 도와주기 위해 증가하는 습도를 제어하면서 환기구를 개폐한다. 이러한 환기구는 추운기후에 적용 가능하다.

### **압력 센서용 환기구**

다양한 압력센서 환기구들이 발달되었지만, 이러한 환기구들은 자연환기시 일정한 통풍력

(적어도 10Pa)에서도 신뢰할 수 있게 작동하지 않는다. 이러한 환기구들은 넓은 압력범위위에 실행되게 환기량을 고려하면서 자연환기를 양호하게 제어할 수 있다.

## 기계환기의 요소

통합 환기 설계의 철학은 에너지 효율을 최대화하는 동안에 최적의 성능을 발휘한다. 기계식 환기시스템들은 팬과 덕트, 디퓨저, 급기구와 배기그릴의 사용하면서 실내공간에 연속제어를 할 수 있는 환기를 제공할 수 있다. 몇몇 시스템들은 환기에 관련된 실내공간의 공조비용을 감소하기 위해 에너지 회수 기술들을 조합한다. 기계식 환기시스템의 이점은 투자비와 운영비, 유지관리비와 교체비용을 가중시키고, 환기시스템을 운영하는 건물의 특정한 장치들을 접목할 수 있게 설계되어야만 한다. 양호하게 디자인되는 환기시스템들이 양호하게 건설된 건물에 설치할 때, 기후 요소들은 건물의 성능을 떨어뜨리지는 않는다. 양호하게 설계된 건물은 기밀한 건물 외피와 아파트들 사이에 불필요한 공기유동을 방지하고, 기밀하게 구획화 시킨다. 기계식 환기시스템의 요소는 아래와 같이 묘사한다.

## 제어

환기시스템들은 습도, 온도와 재실자를 기초로 하여 환기를 제어하는데 설비형, 자연형 풍량 조절기들 혹은 댐퍼들을 포함한다. 센서들은 일산화탄소와 습도, 연기와 다른 오염물질을 위해 감지하는데 사용한다.

## 팬

팬 동력은 마력으로 표현하고, 기류 속도의 third power에 비례한다. 이러한 것은 덕트의 1/2을 통하여 기류속도를 감소하는 것은 팬 동력과 팬의 운영비를 8배를 감소하는 결과가 나타난다. 커다란 cross-sectional 덕트들은 기류속도를 줄이는데 도움을 줄 수 있지만, 커다란 덕트를 설치하는 것은 추가적인 비용과 설치 공간 등의 맥락에서 평가되어야 한다. 팬은 급, 배기팬으로 사용한다. 팬 소요동력은 건물의 전체 에너지 예산의 상당 부분을 차지한다. 팬 동력 소비는 환기량과 팬의 정압손실과 팬과 모터의 효율에 달려있다. 프로펠러 팬들은 낮은 환기량에서 사용한다. 원심팬을 고풍량과 장덕트에서 사용한다. 원심팬의 액셀 팬과 에어포일 범위는 고효율 에너지를 가지고 있다. 원심형 팬의 다른 범위 (즉 욕실 배기구내에 사용되는 포워드 커브 혹은 라디얼 팬)는 낮은 에너지 효율을 가지고 있고, 설치를 피해야 한다.

· 소음기준은 팬을 선정할 때 고려되어야 한다. 만약에 큰 모터와 팬을 선택한다면, 최상의 효율 혹은 “EPAAct비율”을 선택한다. 팬 효율을 최대화하기 위한 제어 전략을 포함한다.

- 단상 모터에서 하부측에 마찰식 모터(육실 배기팬의 1/2Hp 보다 덜)는 영구적인 스플릿 축전기(PSC) 모터를 사용한다.
- 단상에서의 마찰식 모터(1/2에서 1hp)는 시동시 축전기를 사용하고, 축전기로 모터를 작동한다. 에너지 효율적인 팬 모터는 Energy 'Motor Challenge Information Clearing house'의 모터 선정 도구인 모터 마스터를 사용한다.
- 기존과 새로운 팬 모터를 검사하는데, 모터가 적절한 크기로 설치한 후에 신설 모터가 과부하되지 않고 재앰프를 체크한다.

## 덕트

덕트는 건물을 통하여 환기가 인입되고 나가는 것을 운송하는데 사용된다. 운영비를 최소화하기 위해, 덕트내 기류저항은 최소화한다. 덕트내의 기류 저항은 다음에 의해 영향을 미친다.

- 덕트를 통한 환기량
- 덕트의 단면적
- 덕트 길이
- 덕트 엘보의 수와 각도
- 덕트 표면의 거칠기

덕트 저항이 증가하므로써, 팬 모터를 통해 시스템내의 공기를 운송하는데 보다 더 많은 전기에너지가 필요하다. 보다 큰 저항은 환기시스템의 소음을 증가시킨다. 기류 유동에서 저항을 최소화하는 것이 팬 동력을 절감한다. 양호하게 설계된 덕트 시스템은 전기동력이 0.5W/cfm가 소비된다. 부적절하게 설계된 시스템은 같은 환기량을 운송하는데 2W/cfm의 전기동력이 소비된다. 기류저항이 적은 부속류와 양호한 필터와 냉각코일들은 기류저항을 최소화한다. 공조하지 않는 공간을 통한 덕트는 열손실과 결로와 누기를 방지하기 위해 기밀하고, 단열 시공을 한다.

## 레지스터와 그릴

레지스터와 그릴은 기계적으로 실내 공간 내에 급기를 공급하고, 실내 공간 밖으로 배기를 시킨다. 레지스터와 그릴의 디자인 특기사항은 환기량, 토출속도, 난류 강도를 고려해야한다.

## 외기 흡입구

외기 흡입구는 기계식 환기시스템의 덕트로 외기를 반송하는 개구부이다. 만약에 외기 인입이 오염원에 가까이 설치한다면 실내공기질 문제가 발생한다.

(즉 매연과 공장 혹은 건물 배기)

## 외기 인입구

외기 인입구는 공조 공간에서 외부공기를 인입하는데 사용되는 자연형 개구부이다. 이것은 자연환기에 사용되는 작은 환기구와 다른 개구부로 구성한다. 자연형 개구부는 외부 창문 프레임내에 통합하거나 외벽에 설치되고, 공간에 인입하는 작은 양의 외부공기가 들어온다.

## 소음기

기계 환기시스템내의 소음은 재실자에 불쾌적인 원인이 된다. 직접적인 소음은 팬과 덕트의 날카로운 밴드, 작은 덕트, 부적절한 지지, 조절밸브, 공기역학적인 소음(그릴을 통하여) 등이 포함한다. 외부 소음은 환기 덕트를 통하여 건물 내로 전파된다. 문제없는 덕트시스템을 설계하고, 설치시에 추가적인 전략은 필요하다. 대부분 공통적인 전략은 흡음재와 사일런스 혹은 소음기를 덕트 내에 포함한다. 이러한 것은 외부 덕트 내에 둘러싸는 광섬유패킹을 둘러싸인 다공형 덕트로 구성한다. 두가지 기술은 기류 저항은 증가하고, 에너지 소비를 초래한다. .

## 기계와 자연 환기 전략

넓은 범위에서 시스템과 기술은 특별히 응용하면서 서로 잠재력을 가지고, 환기의 필요한 것을 적용하는데 이용할 수 있다. 환기전략의 선택은 종종 국소 기후조건, 건물유형에 의해 선택된다. 건물 법규, 규칙에서 최소의 특성화로부터 벗어나는데에 가격 경쟁력과 마지못한 선택을 제한할 수 있고, 리모델링에 대한 기회마저 제한한다. 복잡한 전략을 정당화하는 데에, 개선되는 실내공간의 기후, 제한적인 에너지공급과 허용 가능한 회수기간을 위해 장점을 증명하는 것이 필요하다. 선택은 실내공기질의 필요조건, 냉,난방 법규, 외기, 비용과 설계 성향으로써 여러 가지 변수들에 의해 의존한다. 결국에, 선정된 시스템은 설계기준을 만족해야만 한다. 이 부분은 기계 및 자연형 배기전용, 급기전용과 균형적인 환기시스템을 서술한다.

## 기계 환기전략

이전에 토론한 것처럼, 기계 시스템들은 급기와 배기를 할 수 있다. 일반적으로 기계식 배

기전용 환기시스템은 의도적으로 설치된 외기인입구과 틈새바람이 있는 개구부를 통하여 실내로 동일한 외기량이 발생하는 원인이 되는 흡입과“부압”을 형성하면서 실내로부터 공기를 제거하는 데에 팬을 사용한다. 만약에 팬에 의해 발생하는 부압이 바람과 온도 조건이 압력보다 크다면, 팬은 적절하게 연속적으로 배기할 수 있다. 최적의 운영 효율은 기계압력이 weather-induced 압력보다 크다.

최적의 배기시스템의 제어는 내부의 구획이 기밀하고, 의도적으로 설치하는 인입구와 디퓨저에서 공기를 급기할 때 일어난다.

기계식 급기시스템의 환기전략은 기존 공기를 혼합하여 건물 내로 공기를 도입한다. 급기는 재실자가 쾌적하게 예열 및 예냉 되어야 한다. 도시에 살거나, 오염물 혹은 알레르기에 민감한 재실자들은 여과된 외기 사용하므로써 오염물들을 방지한다. 만약에 급기시스템이 양호하게 설계되고, 건물이 기밀하다면, 환기되는 공간 내에 형성되는 정압(+)은 건물 내로 공급한다. 이러한 견지에서 급기식 환기시스템은 틈새바람을 방지하고, 대부분 실내에 들어오는 모든 공기를 여과하고, 예열 및 예냉을 하여 공급한다.

공기는 열쾌적감을 위해 재순환되고, 인입하는 외기와 혼합한다. 최적의 성능을 발휘할 수 있는 급기시스템은 바람과 온도에 의해 형성하는 압력보다 많이 작동할 수 있는 시스템의 용량을 정하는데에 유지한다.

### **기계배기 시스템의 전략 (배기 전용 시스템)**

급기가 직접적으로(자연적으로) 외기로부터 인입할 때, 배기전용 시스템은 아파트내의 오염된 공기를 제거한다. 그러나 기 위치에 설치 되어있을 때, 급기는 복도 및 주변 아파트로부터 인입한다. 일반적으로 배기전용 시스템은 두 지 유형(개별 혹은 중앙식)이 있다. 개별식 배기전용 시스템의 공통적인 예는 욕실과 주방 배기팬이 있다. 반면에 중앙식 배기시스템은 지붕 혹은 지하에 위치한 배기팬으로 구성하고, 각각 아파트에서 덕트에 의해 연결된다. 배기전용 시스템은 각각 아파트와 인접한 공간사이에 환기량을 최소화할 때 최적의 운영을 한다. 그러나 습한 기후에서는 배기전용시스템은 건물 외피를 통하여 원치 않는 습기가 발생한다.

개별식 배기시스템은 오염원과 습기를 배기하는데에 사용하는 작은 건물에 공통적으로 사용한다. 개별식 배기시스템은 전형적으로 저용량 벽체, 창문, 외부의 문을 직접적으로 오염된 공기를 배기하는 렌지후드 팬 등이 있다. 일반적으로 렌지후드의 배기량은 50-100cfm이다. 개별식 배기팬들은 종종 자연환기를 공급한다. 운영은 수동, 자동제어의 타이머 스위치와 습도센서가 포함된다. 거주자는 종종 욕실 내에 재실하지 않음으로써, 팬과 욕실조명에 의해 제어하는데 스위치를 사용하여 개별식 배기전용 시스템들을 제어할 수 있다. 재실자 제

어 스위치의 장점은 재실자가 선택할 때 시스템이 작동하고, 최소의 에너지만을 사용한다. 분명한 단점은 재실자가 환기가 필요한지를 알수가 없다는 것이다.

제거할 수 있는 peg의 시계 타이머는 배기식 환기시스템의 일일 운영 프로그램을 사용한다. 습도센서, 재실자 센서, 일산화탄소 센서 혹은 다른 오염센서들은 배기시스템을 제어한다.

중앙식 덕트 배기시스템은 건물내의 다중 위치로부터 배기를 끌어올린다. 시스템은 배기그릴 대 덕트시스템을 연결하는 중앙팬에 의해 작동한다. 배기그릴들은 전형적으로 외기인입구가 거실과 침실에 설치하는 동안에 주방과 욕실에 설치한다. 렌지후드는 오염원에서 요리시 발생하는 취기와 습기를 제거하는데에 필요하다. 이러한 과도한 시스템의 특성은 특히 건물 외벽을 투과하고 결로가 발생하는 내부 수증기를 방지하는데에 잇점이 있다.

### **배기 전용 시스템의 잠재력을 검사**

- 필요 환기량 얼마인가?
- 배기그릴을 위한 최적의 설치위치는?
- 오염원을 밀접하게 배기할 수 있는가?
- 다중 배기그릴은 단순 배기팬을 사용할 수 있는가?
- 배기에 의해 유인 압력이 연소기기로부터 역류하는 것처럼 오염원이 퍼지는 원인이 되는가?
- 거주자가 의도적, 비의도적으로 배기그릴을 제어할 수 있는가 ?
- 배기팬의 소음을 거주자를 괴롭히는가?
- 환기량을 상시, 일시적인, 스위치, 타이머로 어떻게 제어할 수 있는가?
- 복도와 홀은 배기가 필요한가?
- 에너지 회수 시스템은?
- 세탁실과 더불어 배기전용 환기시스템의 상호작용을 제어할 수 있는가?
- 기존 덕트가 충분히 기밀한가?
- 덕트가 압력손실을 극복하는데에 정확하게 팬을 선정하였는가?
- 덕트가 정확하게 크기를 선정하고, 덕트면이 부드럽고, 직선적인가?
- 비공조공간(지붕과 지하실)을 통하여 덕트를 피할 수 있는가? 어떠한 덕트가 작동하는데에 필요한 장소와 덕트를 단열하고, 기밀한 장소는?
- 연속적이거나 혹은 사용자 제어가 필요한 욕실과 주방의 팬을 설치할 수 있는가?



## 한계와 디자인 예견

배기 시스템의 잠재적인 이익은 비용과 운전에너지와 장기간 유지관리에 대응하여 가중되어야 함. 만약에 건물이 너무 기밀하고, 충분한 급기용 개구부가 불충분하다면, 흡입 압력(전기에너지 비용)이 높고, 팬이 설계 환기량을 운송할 수 없을 것이다.

부합(-)의 높은 기준은 원치않은 소음과 드래프트 뿐 만이 아니라, 연소가스의 역류 원인이 되고, 건물에 라돈과 다른 토양가스를 인입한다. 더구나, 지나치 부합(-)은 피해야 한다. 정확한 제어는 환기되지 않는 공간에서 난방기기와 난로와 나무난로처럼 건물내의 배기덕트를 설치하여 적용한다. 캐나다 기준 CAN/CGSB51.71-95(1995)은 자연적으로 환기시 부합(-)이 5Pa 이하를 추천한다

## 기계식 배기 환기시스템

### 장점

- 환기량을 제어할 수 있다.
- 채실공간내로 확산하는 위험한 오염물질을 절감할 수 있는 오염원을 제거할 수 있다.
- 벽으로 인입하는 습기의 위험은 건조한 기후에서는 감소되어진다.
- 배기로부터 열회수가 가능하다.

### 단점

- 초기투자비가 자연환기에 비해 비싸다.
- 전기에너지가 필요하다.
- 시스템의 소음이 해방을 준다.
- 규칙적인 유지관리가 필요하다.
- 내부 문은 급기인입구와 배기그릴 사이에 기류를 허용할 수 있는 언더커트가 필요하다.
- 자연적으로 환기되는 연소기기는 거실공간과 배기그릴과 팬의 설치위치로부터 분리된다면, 연도로부터의 역류가 가능하다.
- 적당한 인입구는 환기량이 계절의 조건에 따라 영향을 미치는 결과가 발생한다.
- 일정한 배기량 조절기는 개별 인입구를 조정하기 위해 배기량을 보상하는데에 필요하다.

## 기계 급기 환기시스템 전략 (급기 전용 시스템)

기계식 급기전용 환기시스템은 건물 내로 외기가 인입한다. 이 과정은 적절히 설치한 개구부와 외피의 틈새 위치를 통하여 실내공기를 치환하여 정압(+)을 형성한다.

주의 할 점은 벽이 잘 기밀하고, 배기그릴, 팬과 개폐 창문이 주방과 욕실로써 습기발생의

가까운 영역이 설치하여야 한다. 급기시스템은 틈새바람과 냉,난방조건의 범규를 포함할 수 있다. 기계식 중앙 급기시스템은 전형적으로 지붕에 설치하고, 각 층의 중앙위치 혹은 개별식 각 유닛으로 공기를 운반한다. 샤프트 혹은 덕트들은 각 층에 복도로 공기를 공급한다. 급기가 도어그릴을 통하여 복도로 인입할 때, 급기는 벽 혹은 문의 그릴을 통하여 아파트로 공급한다. 복도의 급기는 공통적으로 공급하면 소방법에 위반된다.

기계식 반송 급기시스템은 각각 아파트에 직접적으로 환기를 공급하고, 대부분의 경우에서 공기를 공조하는 것이 필요하다. 급기덕트는 외벽과 창문 유닛의 일부분으로써 설치하고, 개별적으로 각 방에 덕트를 설치한다. 각층이 도어그릴과 그릴을 통하여 각 아파트의 공기를 공급하는 개별 급기시스템을 설치하는 장소에서 시스템은 중앙 공급식과 환기를 반송하는 시스템을 조합한다.

### 급기 전용 시스템의 잠재력을 검사

- 환기량은 얼마나 필요한가?
- 급기 레지스터의 최적 설치위치는 어디인가?
- 아파트 혹은 건물을 통하여 습기와 쿨기처럼 공기오염물을 확산하는데 급기량이 원인이 되는가?
- 재실자에 의해 의도적이든지 비의도적으로 급기용 레지스터를 제어할 수 있는가?
- 급기팬의 소음을 거주자들을 괴롭히는가? (멀리 떨어진 매달리는 팬은 소음 덜 난다.)
- 풍량 조절은 어떻게 하는가? (정풍량, 간헐풍량, 스위치 혹은 타이머)
- 배기가 되는 위치는?
- 복도와 홀은 급기가 필요한가?
- 어떻게 급기를 예열되거나 예냉 혹은 여과하는가?
- 재실자들을 허용할 수 있는 저속의 급기 인입구가 설치 가능한가?
- 언제, 어디서, 어떻게 외기가 예열 없이 아파트내로 직접적으로 들어오는가?
- 비공조공간( 지붕과 지하층)을 통하여 덕트가 피해야 하는가? 어디서 덕트가 필요하고, 덕트를 단열하고, 기밀해야하는가?

### 제한과 설계 예견

급기시스템은 실내 공간 내에 오염물과 토양에서 발생하는 가스의 인입을 제한하고, 역류의 위험을 최소화한다. 그러나 급기 전용 시스템은 실내로 투과하는 수증기압이 건물 내에 투습하고, 결로가 발생하기 때문에 재실자를 위해 추천하지 않는다. 급기 환기 전략은 더운 기후(고온/다습한 기후에서는 채습된 급기)에서 양호하게 작동하고, 간헐적인 욕실과 주방팬

은 실내에서 발생하는 수증기를 제거한다. 가장 주의할 점은 국부적인 오염원으로부터 외부 오염물질이 실내 거주영역으로 인입하는 것을 방지할 수 있게 외기 인입구에 설치하는 데에 주의한다. 외기인입구와 급기댐퍼는 방해하거나 장애가 되지 않아야 한다.

## 기계 급기 전용 환기시스템

### 장점

- 외기는 인입하기 전에 청정하고, 예냉 및 예열하여 한다.
- 양호한 풍량 제어는 가능하다.
- 외부의 오염물질과 토양에서 발생하는 가스는 틈새바람을 통하여 건물로 들어오는 것을 방지한다.
- 연소가스가 역류되는 위험을 절감한다.
- 만약에 구조체가 기밀하다면, 불필요한 틈새바람은 제한한다.
- 비록 높은 초기투자비가 들지만, 급기를 제습이 가능해야한다.

### 단점

- 욕실과 주방의 배기팬과 개폐 창문은 습기와 오염물을 제거하는데 필요하다.
- 만약에 급기댐퍼가 폐쇄되고, 작동이 안 되거나, 급기가 오염원 근처에 설치한다면, 문제가 발생한다.
- 에너지 회수는 가능하지 않는다.

## 기계 환기전략 (급,배기)

급,배기 환기시스템은 별도로 배기덕트와 급기시스템으로 구성한다. 전형적으로 급기는 실내 거주공간내에 공급되고, 혼합하고, 오염구역으로부터 배기한다. 기류의 패턴은 배기영역에서 급기사이애 설치한다. 배기는 도어그릴로 배기되고, 급기는 방들 사이에 그릴로 반송한다. 이상적인 급,배기 환기전략은 각각의 아파트에서 틈새 바람을 절감하고, 내부 기류를 최소화하고, 개별 급,배기 환기 시스템을 제공한다. 때때로 의도적인 풍량의 불균형은 부압(-)을 아파트로 도입하고, 홀을 통하여 취기가 퍼지는 것을 방지한다. 급,배기 환기시스템은 특히 에너지 회수시스템이 가능한 장소에서 고층과 저층 아파트에 인기가 있다.

## 에너지 회수 장치의 급, 배기시스템

급, 배기환기시스템은 그림 15에서 묘사한 것처럼 공기 대 공기 혹은 공기 대 물 에너지 회수장치가 포함한다. 이러한 기술은 인입하는 공기를 미리 예열 및 예냉을 할 수 있다. 에너

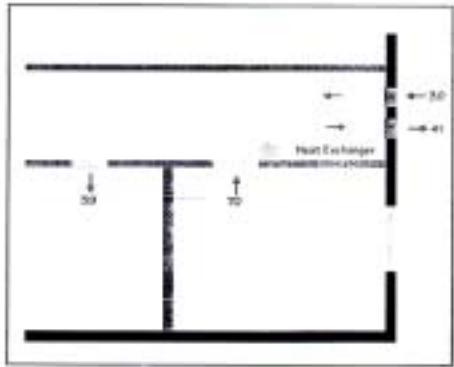


그림 15 Pre-conditioning Incoming Air with Energy Recovery Equipment

지 회수 장치는 잠재적으로 추가적인 비용과 운영 비용 때문에 설치하는데 비용면에서 불리하다. 배기의 폐열은 공기 대 공기 열교환기를 사용하여 인입하는 급기에 회수되고, 반송한다. 공기 대 물식 히트펌프는 급탕의 예열을 위해 배기로 폐열과 에너지를 20-40%정도 회수된다. 온수의 95%이상은 이러한 방법으로 만족한다. 만약에 중앙 난방시스템에 연결한다면, 보다 더 에너지가 회수된다.

### 급,배기 환기시스템의 체크사항

- 어떻게 급,배기량을 균형 할 수 있는가?
- 굴뚝효과와 덕트의 누기문제를 풀 수 있는가?
- 열회수 환기시스템의 효율적인 비용, 기후, 패턴과 국부적인 에너지율은 ?
- 비 공조공간을 통한 덕트를 피할 수 있는가?
- 덕트가 필요한 장소와 덕트가 단열,기밀한가?
- 욕실과 주방내의 개별 배기팬이 연속적이고 사용자가 제어할 필요가 있는가?

### 급기를 제습을 하는 환기시스템

덥고, 습한 기후에서 습한 공기를 제거하는 데에는 추가적인 장치가 필요하다. 그림 16은 습도 제어를 위해 급기를 제습하고 배기시스템으로 반송하는 환기시스템의 계통도를 보여주고 있다. 급기제습시스템은 높은 초기투자비가 소요된다. 그러나 중앙에 균형적인 환기시스템의 급기내의 제습은 각각 아파트내의 개별적인 급기 제습장치보다 보다 더 비용면에서 효율적이다.

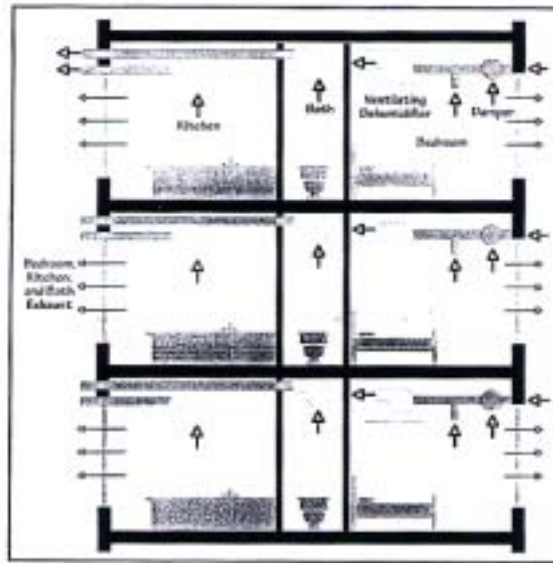


그림 16 Distributed Ventilation with Supply Dehumidification in Hot Humid Climates

### 한계와 설계 예측

급,배기 환기시스템은 항상 중성대를 유지하고, 바람과 온도의 영향에 의해 이동하는 틈새 바람의 저항이 없다. 결과로써, 건물은 최적의 성능을 위해 기밀해야 한다. 기밀성은 효과적인 운영을 위해 압력이 50Pa에서 환기회수 1회 이하가 되어야 한다. 높은 환기회수에 누기가 되는 건물에 급,배기 환기시스템 설치하는 것은 보다 더 높은 에너지 비용이 소비된다. 급, 배기 환기시스템은 급기와 배기팬을 설치하고, 일반적으로 팬 동력이 급기 및 배기 전용 시스템보다 많이 소비한다. 급,배기 환기시스템의 추가적인 에너지 회수는 높은 팬동력 비용을 절감하는 실내공간의 공조시 에너지 소비가 절감된다.

실내공간의 공조와 팬 동력의 에너지 비용은 에너지 회수용 환기시스템이 비용면에서 효과적인지 결정할 때 고려되어야 한다. 에너지 회수용 급,배기 환기시스템은 제한적으로 에너지 절약에 기인하여 온화한 기후내에서는 비용면에서 효과적이지 못하다. 에너지 회수용 급,배기환기 시스템은 보다 더 혹독한 기후(춥고, 덥고, 고온다습)에서 보다 더 비용면에서 효과적이다. 엔탈피 에너지 전달(예, 전열교환기)은 고온다습한 기후에서 사용된다.

### 자연 환기

자연 환기전략을 설계할 때 건물의 투과성과 환기용 개구부는 결정적인 변수의 해결책을 가진다. 건물 구조체가 기밀하다면 결국에는 환기는 의도적으로 설치된 개구부를 통하여 기류를 제한하다. 이러한 조건은 환기성능을 간접하는 틈새바람을 방지하고, 정확한 설계 해결

책을 제공한다. 환기전략으로써 철학은 “건물을 기밀하고 환기는 올바르게”한다.

자연환기는 도심지로부터 멀리 떨어진 온화한 기후에서 설치한 기후에서 보다 더 적당하다. 특별히 자연환기는 “혼합”과 오염물“회석”모드로 운영한다. 조건을 변화하여도 충분히 자연적으로 해결할 수 있는 방법으로 설계할 수 있다. 그러나 설치된 개구부의 형태에서 자연 환기량은 바람과 실내, 외기온도차이의 통풍력에 따라 달라진다.

## 자연 급기와 배기 기술

다양한 기술 혹은 기술의 조합은 자연환기를 제공하곤 한다. 이러한 것은 교차환기와 한쪽 면 환기디자인을 포함한다. 이러한 기술은 급,배기 기술을 가진다.

## 교차환기

교차환기는 인입하고 유출되는 공기흐름사이에 명확하게 여과되고 오염되지 않는 공기유로에 의해 설치한다. 공기는 재실공간을 통하여 들어오는 건물과 아파트내에 가장 활동적인 영역으로부터 급기되고, 배기되어야 한다. 한 가지 혹은 두 가지의 외부 방향의 아파트는 교차환기에서는 제한적이다. 내부가 오픈플랜일 때 교차환기를 사용하는 것을 추천한다.

## 일 면 환기

때때로 환기설계는 개구부가 방의 한쪽 면에만 설치할 때, “한쪽 면”환기시스템이 설계된다. 작은 개구부를 통하여 한쪽 면 환기는 불규칙한 난류유동이 발생한다. 최상의 방법으로 한쪽 면 환기시스템은 제어 할 수 있는 자연 환기전략에서는 신뢰할 수 없고, 추천하지 않는다. 바람과 굴뚝효과의 정상적인 과정에 의해 이끌어진 환기의 장점에서, 다른 개구부 보다 큰 개구부(동시에 공기를 인입하고 배기하기 위해 충분한 개구부)는 한쪽 면에 설치한다. 이 시스템의 환기량은 표준 네트워크 계산 기술을 사용하여 계산한다. 개구부 사이의 양호한 실내공간구성은 신뢰 할 수 있는 환기가 발생하는데 필요하다.

## 한계와 설계 예측

자연환기 해결책은 여러 가지 온도와 압력 조건아래에서 실내공기질과 쾌적한 요구조건을 만나는데 충분하고, 확실하다. 최소의 환기량은 만족하고, 실내공기질을 위해 필요하고, 여름철 냉방을 위해 필요 환기량은 평가한다. 둘 다 필요조건들은 통풍력에 따라 대응하지만, 결국에는 환기와 창문의 최소와 최고의 개구부 크기를 결정되어야 한다.

## 자연환기

### 장점

- 온화한 기후에 적응
- 개폐창문 환경에 인기가 있다.
- 기계시스템에 비해 비용이 저렴하다.
- 건물의 냉방과 플러싱을 위해 높은 환기량이 가능하다.
- 불쾌적감이 짧다.
- 최소의 유지관리
- 반송하는 자연환기시스템은 재실자가 제어가능

### 단점

- 환기량의 기류의 패턴은 일정하지 못하다.
- 환기량의 불충분한 제어는 실내공기질과 열손실을 가속화한다.
- 재실자는 춥고 더운 조건 내에 자연환기개구부를 밀접하다.
- 과도한 외부 오염원과 소음은 환기 개구부를 폐쇄 없이는 방지할 수 없다.
- 설계는 안전성에서 위험이 편재한다.
- 배기로부터 열회수는 기술적으로 일반적으로 실용적이거나 실행가능하지 못하다.
- 자연환기는 실행하기 힘들고, 일반적으로 혹독한 기후에서 적당하지 못하다.
- 모니터에서 재실자가 요구하는 기류조건을 변화시키거나, 쾌적한 환기를 유지하기 위해 변화한다.
- 인입하는 공기는 여과하지 않았다.
- 환기소프트를 사용하는 자연 환기전략은 큰 덕트관경을 요구하고 기존의 건물 내에서 실행하기 어렵다.

## 제 7장: 환기시스템의 운영 및 유지관리

### 개요

양호하게 유지 관리하는 환기시스템은 최적의 성능, 실내공기질을 양호하게 하는데 도움을 준다. 환기시스템의 유지관리가 불충분하고, 필요한 요건들이 건물의 설계단계에서부터 검토하는 것을 제안한다.

열악한 설계와 유지관리의 예들은 많고, 필요 요건을 검토하는 것을 인지하지 않고, 열악한 내구성, 시스템의 구성요소들의 비접근성은 환기성능을 절감하는 것을 알 수가 있다.

일반적으로 건물의 운영자는 -불쾌적감에 대한 재실자의 불평-환기시스템의 성능에 관하여 피트백하지 않는다.

### 운영과 유지관리의 실행

예방차원에서의 유지관리의 주요한 이점은 효율적인 시스템 운영이다. 유지관리는 에너지 효율을 증가시키고, 장비수명을 최대로 하고, 최적의 성능을 발휘한다. 기계식 환기시스템의 열악한 유지관리는 분명하게 환기성능과 효율을 저하시킨다. 기계식 환기시스템과 더불어 건물의 검사는 유지관리에 대한 팬과 필터 설치가 불충분한 계획함에 따라 다르다는 것을 알 수가 있다.

앞으로 유지 관리시 필요 요건들에 고려하지 않은 계획은 유지관리 해야 하는 장비에 접근할 수 없는 원인이라 할 수 있다. 예를 들어 어떠한 시스템에서, 필터의 교체시 급탕보일러 때문에 접근할 수 없기 때문에 교체하기가 불가능하다. 때때로 안전에 위험한 것이 편재한다. 종종 팬과 필터, 덕트, 그릴과 환기구들은 청소하지 않는다면, 실내공기질의 열악할 뿐만 아니라, 전기동력 소비, 환기량을 절감, 환기 시스템 내에 불균형의 결과가 나타난다. 많은 경우에서 열악한 시스템 설계는 불리한 에너지 소비가 발생하는 덕트 내에서 불필요한 압력손실이 발생한다. 덕트는 불량하게 고정되거나 연결하고, 어떠한 경우에는 완벽하게 연결되지 않는다.

열악한 유지관리의 환기시스템의 예들은 많다. 연구는 다음과 같은 단점이 많은 건물 내에 건강과 안정에 문제가 나타난 것을 알 수가 있었다.

- 불량 필터
- 덕트가 먼지와 티끌로 굳어진다.
- HVAC시스템 내에 유해가스 인입



- 녹슨 덕트
- 버섯모양의 기생충
- 오염된 인입구
- 연결되지 않는 제어
- 적은 유지관리 예산
- 불충분하게 훈련된 유지관리 조직

## 유지관리가 용이한 디자인

유지관리는 실내공기질의 필요조건들을 신뢰할 수 있고, 효과적인 비용, 적절한 성능 등을 이행할 수 있게 하는데 필수적이다. 유지관리 필요조건들을 계획할 수 있는 최적의 시간은 환기시스템의 설계단계에서부터 시작한다. 수많은 법규와 규칙은 유지관리가 용이하게 할 수 있는 설계에 집중할 수 있다.

## 유지관리 지침

포괄적인 지침은 기계식 환기시스템의 설계와 유지관리를 증진하는데에 발전할 수 있다. 환기시스템에 대한 유지관리 지침은 Nordic Committee on Building Regulation(NKB,1991)에 의해 출판되었다. 지침은 다음과 같은 추천 항목을 포함한다.

1. 제어는 쉽게 다다르고, 이해하고, 운영할 수 있어야 한다.
2. 유지관리가 요구되는 요소들은 그것들이 용이하게 접근할 수 있고, 교체할 수 있는 장소에 설치한다.
3. 요소들은 매달리고, 결국에는 작업은 쉽고, 안전하게 이행할 수 있어야 한다.
4. 급,배기 덕트시스템은 설치하는 역으로 환기량이나, 실내공기질이 축적된 먼지들에 영향을 미치지 않게 깨끗이 청소를 해야 한다.
5. 요소들은 사용과 유지관리를 일으키는 재료들로 구성되었다. 재료들과 건설 기술의 선택은 역으로 실내공기질에 영향을 미치는 분진과 가스처럼 오염물을 방출하지 않아야 한다.
6. 열교환기는 배기의 50%가 환기 대 급기를 회수할수있는 로타리식 열교환기는 부정확한 고정된 팬과 댐퍼를 포함한다. 이러한 견해에서, 내부 구성품들은 기밀하게 설치되어야 한다. 급기와 배기팬의 설치사이의 압력조건은 조절하여야 하므로, 결국에는 급기에서 배기로부터 의도하지 않게 기류를 차단한다.
7. 환기시스템은 실험하고, 균형적으로 설치하여 의도하는 환기량과 성능을 얻을 수 있어야 한다. 건축주와 건물 운영자에 의해 설치 할 때, 설치자는 환기시스템이 의도하는 방법으로 설치하고, 성능을 발휘하는 것을 증명해야 한다. 설치는 깨끗한 상태로 설치하고,

가동할 준비를 한다.

8. 필요한 도면과 시방서는 건물과 환기설치를 위해 만든다. 제작과 설계를 포함하여 사용되는 재료들은 기록되어야 한다. 개별 실의 환기량은 일정하다. 환기설치의 운영과 유지관리 지침서는 준비되어야 하고 건물이 서비스될 때 이용할 수 있다.
9. 청소와 유지관리의 정보를 제공하는 지침서는 건물 유지관리 혹은 재실자가 제어할 수 있는 개별 터미널과 기구 가까이 붙인다. 이러한 지침서들은 현장의 은어를 쓰지 않고, 분명하고 섬세한 언어로 쓰여져야 한다.
10. 체크는 의도한 질이 건물의 디자인, 건조와 운영의 모든 단계를 안전하게 하는 것을 확실하게 해야 한다. 건물은 규칙적으로 양호한 실내환경에 영향을 주는 환기시스템과 다른 시스템의 정확한 기능을 확실하게 하기 위하여 검사해야 한다.

## 특정 요소들의 유지관리

신뢰할 수 있는 환기시스템의 성능은 구성품들의 유지관리에 달려있다. 주요한 항목은 팬, 에어필터, 덕트와 공기반송시스템, 공기처리 요소들과 터미널 유닛을 포함한다. 유지관리의 지침은 이러한 모든 항목을 위해 정보를 제공한다.

### 팬

팬 설치에 결합하여 수많은 기본적인 건강과 안전에 대한 필요조건들이 있다. 예를 들면 팬은 회전하는 데에 불필요한 접근을 피하고, 전기 동력은 작업이 시작하기 전에 완전하게 전원을 끄거나, 제동을 된 상태에서 유지관리를 한다. 베어링은 기름을 친다. 벨트는 조이고, 얼라이먼트로 조정하고, 방진장치를 체크한다. 특히 주방의 배기를 할 때, 먼지와 그리스가 침적하는 것을 방지하기 위해 규칙적으로 청소해야만 한다.

임펠러의 기계적인 유해와 변형이 성능 문제가 발생하기 때문에, 날개를 청소하는 동안에 주의를 요한다.

### 에어필터

필터는 환기시스템의 매우 중요한 부분이고, 필터의 등급은 인입공기내의 특히 입자크기 범위의 고려사항에 따라 주의 깊게 선택하여야 한다. 비록, 낮은 등급의 필터 사용이 필터 교환 기간이 장시간이 될 지라도, 필터 성능과 잠재적인 실내공기질 문제와 천정과 벽과 그릴 등이 더러워진다.

양호한 설계와 설치되는 필터 시스템을 요구조건들을 절감 할 수 있다. 더럽고, 먼지가 많은 구역으로부터 설치된 인입구는 부하를 감소시킨다. 이상적으로 인입덕트는 외부루버를 통하

여 아랫방향으로 기울어져 있어야하고, 필터는 새와 곤충들이 유입하지 않는 방지망을 설치한다. 환기 시스템에서 유해 먼지를 흡입하는 것을 방지하는데에 배기시스템 그릴과 개구부는 모든 설치시 끝날 때 까지 밀봉되어야 한다.

만약에 특정 제조업자에 의해 허락되지 않는다면, 청소하고 재사용하는 필터의 요소로 구성한다. 만약에 필터 교체가 필요하다면 규칙적으로 시각적인 체크는 하기 위해서는 압력센서를 읽은 것을 보완해야 한다. 롤 밴드형 필터에서 고압력을 읽는 것은 너무 낮은 밴드 속도로부터 나타난다. 다른 시나리오에서, 필터가 만족하게 작동하는 것을 표시하기 보다는 장시간 저압력으로 읽는 것은 필터 요소가 기계적으로 유해하고 모든 작업이 행하지 않는 대신 누설되지 못한다.

아랫방향의 환기시스템내의 덕트의 침적은 균류와 다른 유기물질의 많아지는 결과가 나타난다. 과도한 성능의 저하로 인해 다른 구성요소들에 영향을 미친다. 만약에 공기가 그리스로 적재된다면, 화재위험이 증가한다. 그리스와 오염된 공기의 침적은 자동화재댐퍼의 작동을 방해하고, 상당히 안전에 위험하다. 불가피하게 사용된 필터는 상당한 양의 먼지이 포함하고, 주의사항은 필터들을 다루고, 교체할 때 유해한 먼지에서 노출을 하는 것을 최소화해야한다. 보호복과 마스크를 착용해야 한다.

## 덕트

덕트의 유지관리에 주로 관련된 에너지와 공기질 문제들은 덕트의 기계적인 조합과 덕트내부의 청정도에 의해 발생한다. 이전에 언급한 것처럼, 가능하면 시험이 중요하고, 덕트누기를 감소한다. 몇몇 덕트를 밀봉하는 기술은 접근할 수 있는 덕트 누기 위치에서 회반적 혹은 아크릴 물감 금속 테이프를 이용할 수 있고, 덕트시스템의 내부로부터 누기가 되는 장소를 밀봉하는데에 에어로솔 기술을 할 수 있는 경험자를 고용해야 한다.

현재 덕트 청소는 건물 채실자에서 건강한 공기를 제공할 수 있는 법규 때문에 주의를 요한다. 적절하게 여과하고, 청소하지 않을 때, 덕트는 공기내의 균류가 방출할 수 있는 세균과 곰팡이 균을 위한 장소로써 제공한다. 주기적 교환하는 필터는 크고, 더러운 먼지의 빈도를 감소시킨다. 그럼에도 불구하고, 이러한 위험을 최소화하기 위해서는, 덕트가 공인된 덕트 청소 회사에 의해 청소해야한다.

덕트를 청소할 때, 개별적으로 유지 관리시 센서와 검침이 훼손되는 것을 피하기 위해 철거해야한다. 비슷하게, 특별히 주의할 점은 덕트내의 설치되는 댐퍼와 댐퍼를 연결시 고려해야한다.

## 공기여과 구성품

표준 난방과 공기조화 시스템의 구성품처럼 환기시스템의 예열기, 예냉기, 가습 및 제습기와 에너지 회수장치는 성능을 유지할 수 있게 규칙적인 유지관리가 필요하다. 환기시스템의 팬은 코일이 청소할 때는 전원을 끄므로 결국에는 먼지는 재실공간과 덕트내로 이행하지 않는다. 코일과 응축수 팬을 청소할 때, 살균제를 사용한다. 드레인 팬은 깨끗하게 청소하고, 드레인 트랩은 청정수를 채워야 한다.

## 유지관리의 원칙

유지관리 지침서를 작성할 때, 현장 공장관계자와 유지관리자에 의해 기본적인 지침을 세우는 것은 건물주와 관리자에게 중요하다. 연관된 건강과 안전 기준은 지침서의 전체의 일부분이다. 환기시스템에 적어도 유지관리가 필요한 시기가 동시에 일어날 수 있게 계획하는 것은 비용면에서 절약되고, 유지관리가 위험한 조건에서 이행할 때 보다 더 재실자들에게 불편함을 최소화할 수 있다.

유지관리를 이행하는데, 시스템 운영자들은 연료사용 데이터와 운전시간을 수집하는 것이 필요하다. 시스템에서 문제가 발생 할 때, 환기시스템의 구성품들을 모니터링하는 것은 문제점을 파악하는 데에 도움을 준다. 건물에 연료 사용의 패턴이 갑작스러운 변화가 발생하면 기계실이 장비 성능이 불량하고, 문제점을 방지할 수 있는 필요한 수리를 할 수 있는 실마리를 줄 수가 있다.

관리는 집안에서, 혹은 외부조직이 시험해야하고, 유지관리 스케줄을 작성하는 데에 결정해야한다. 어떠한 경우에서, 관리는 유지관리가 스케줄에 따라 수행하고, 유지관리 프로그램이 변화하는 환경에 비추어 볼 때 요구되든지 간에 연속적으로 검토되어야 한다.

## ASHRAE 기준

많은 나라에서는 환기관련 규칙과, 법규와 기준을 도입한다. 미국에서 포괄적인 환기, 건강과 실내공기질 지침은 규칙적으로 ASHRAE Standard 62(1989)부분으로써 출간되고, 업데이트된다. ASHRAE Standard 62를 위한 제안된 개정은 HVAC시스템의 유지관리를 서술한다. 현재 도면은 최신자료를 업데이트하고, 검사하고, 유지관리하는 것을 암시한다.

- 모든 주요한 공조구성품 (시각적인 검사)
- 외기덤편과 액츄레이터 (수동)
- 천정리턴 플룸 (연간)

- 냉,난방 코일 (연간)
- 드레인 팬 (연간)

보다 더 환기량은 시스템의 개조, 적어도 매 5년마다 측정 및 조정해야하고, 필터는 적어도 2년마다 교체해야한다.

### **유지관리 법규와 기준 이행**

유지관리 지침은 건물 성능과 운영에 중요한 요소이다. 그러나 효과적인 지침을 위해서는 기준과 법규의 적용은 이행과 실행이 따라야만 한다. 이러한 지침 없이 관리자는 아파트의 재실자의 건강과 쾌적감에 영향을 미치고, 환기시스템의 열악한 성능을 계속적으로 관찰해야 할 것이다.