

Operable Windows for Offices

사무소의 개폐창



Operable windows that permit natural ventilation can be used in offices and other commercial structures.



Operable windows that permit natural ventilation can be used in offices and other commercial structures.

**Definition**

Windows that can be opened and closed as desired by the occupant to provide better control of office space conditions.

**정 의**

사무공간 조건의 원활한 제어를 위하여 재실자가 원하는 대로 열거나, 닫을 수 있는 창문.

**Building Use**

- highrise office
- lowrise office
- hotel
- motels
- nursing Homes

**Building Type**

- new
- retrofit

**Development Status**

- mature technology

**적용건물**

- 고층 사무실
- 저층 사무실
- 호텔
- 모텔
- 요양소

**건물종류**

- 신축
- 리트로핏

**개발단계**

- 성숙된 기술

**Description**

Most new office buildings have fixed windows. Most building designers avoid the use of operable windows because if windows are left open, the building HVAC system could experience an unduly high heating or cooling load. Furthermore, operable windows are more expensive than fixed windows.

**개 요**

대부분 신축사무소 건물은 고정창이다. 대부분의 건물 설계자들은 창문을 개폐 할 수 있게 하지 않는다. 만약에 창문을 열어 둔 상태에서 퇴근을 하면 건물의 HVAC시스템은 지나치게 높은 냉, 난방부하가 발생한다. 그러므로, 조절가능한 창문은 고정창 보다 유지관리비가 더 비싸다.

Although fixed windows may simplify the job of the mechanical engineer, building occupants do not like offices where they have no control over the conditions. In fact, operable windows are often the building feature most highly requested feature by occupants. Occupants want the ability to control their work space and to feel a connection with the outdoors, a desire that is

비록 고정창이 엔지니어들의 작업을 단순하게 할지라도, 건물의 재실자들은 실내조건에 따라 제어할 수 없는 사무공간을 좋아하지 않는다. 사실, 개폐창은 재실자들에 의해 다양하게 요구되는 모양으로써 건물 외관으로도 사용된다. 재실자들이 작업 공간을 제어하고, 외기와 연결됨을 느낄 수 있는 시스템을 바라기 때문에 고정창 혹은 무거운 색을 띤 창을 원하지 않는다.

not met by fixed or heavily-tinted windows. Operable windows provide that connection to the outdoors and can serve to provide additional ventilation (under appropriate outdoor conditions) or basic ventilation if the mechanical systems are shut down because of problems or servicing.

All windows do not need to be operable. A small awning or sliding window below a fixed window can provide the desired effect. However, it is important that each office space has at least one operable window. It is recommended that 15 to 20% of office window area be in operable windows for typical commercial buildings. Ideally windows should be positioned in the building to allow for cross-ventilation and natural cooling.

#### Contributing Expert

Stephen Carpenter, P.Eng.Enermodal  
Engineering Limited 650 Riverbend Drive  
Kitchener, Ontario N2K 3S2 tel 1 519 743  
8777 fax 1 519 743 8778  
scarpenter@enermodal.com

#### Benefits

- gives occupant control over some work space conditions
- improves occupant satisfaction with work space
- provides free cooling with use of fans operates as a back-up ventilation system

#### Limitations

- relies on occupants to close windows when they are leaving
- the office potential increase in energy use because of increased air infiltration open windows
- may imbalance mechanical air-handling systems

만약에 공조시스템이 문제점과 유지관리 때문에 정전이 될 경우, 조절가능한 창문은 외기와 연결 되면서 부가적인 환기(적절한 외기조건들) 혹은 기본적인 환기를 공급할 수 있다.

모든 창문들이 작동될 필요는 없다. 고정창 아래 부분에 작은 차일 혹은 슬라이딩 창문은 바람직한 효과를 줄 수 있다. 그러나, 몇몇 사무소 공간이 적어도 하나의 개폐창을 설치하는 것은 중요하다. 전형적인 상업용 건물에서 개폐창의 창면적비는 15-20%정도 추천한다. 이상적인 창문은 교차환기와 자연냉방을 고려하여 건물내에 설치할 수 있어야 한다.

#### 전문가

Stephen Carpenter, P.Eng.Enermodal  
Engineering Limited 650 Riverbend Drive  
Kitchener, Ontario N2K 3S2 tel 1 519 743  
8777 fax 1 519 743 8778  
scarpenter@enermodal.com

#### 장 점

- 작업공간 조건을 재실자가 제어할 수 있고,
- 작업공간에 재실자의 만족도가 좋아지고,
- 팬의 사용으로 Free Cooling을 할 수 있고,
- 예비용 환기시스템으로 운전할 수 있다.

#### 문제점

- 재실자들이 퇴근할 때 창문을 닫아야 하고,
- 열려진 창문들을 통하여 틈새바람이 증가됨으로써 에너지소비가 증가되고,
- 공기조화시스템들과의 불균형적이다.

**Application**

Operable windows are best suited to individual offices. In open-plan offices, there may be confusion over who should control the windows.

Operable windows on the upper floors of high-rise buildings may present some design challenges. These windows may result in high wind levels in the office due to stack effect or outdoor wind levels. In these situations, smaller windows on these floors would reduce the air flow into and out of the building interior.

**Experience**

The greatest concern with operable windows has been their impact on building HVAC systems. Some designers suggest installing switches on operable windows that would shutdown the HVAC system if the window was opened. Experience has shown (see Green on the Grand) that occupants tend to operate the windows the same way they would in their own house.

If the outdoor temperature is too cold or too hot, occupants keep the windows closed because they know that they would be uncomfortable otherwise. Installation of control switches on windows is likely an unnecessary expenditure.

**Example Buildings**

- Green on the Grand
- Surrey Tax Centre

**COST**

Operable windows cost about 50 to 75% (or C\$100 to C\$200/m<sup>2</sup>) more than fixed windows. The energy savings or penalty for using operable windows is difficult to calculate. However, if operable windows increase worker productivity by one hour (either because they work better, longer or during HVAC downtime), the incremental cost is minimal.

**적용방안**

개폐창은 개별 사무소에 적절하다. 오픈 플랜 사무소에서 창문을 조절하는 사람이 누구냐에 따라 혼돈이 올 수가 있다.

고층건물의 상층부의 개폐할 수 있는 창문은 몇몇 고려되는 요소가 있다.

이러한 창문들은 굴뚝효과와 외부 바람의 속도에 때문에 사무소내의 높은 풍압이 발생한다.

이러한 상황에서, 상층부에서 보다 작은 창문들은 기류가 건물의 내부의 들어오고 나가는 것을 줄일 수 있다.

**사 례**

개폐창들의 가장 커다란 관심은 건물내의 HVAC 시스템에 영향을 미치는 것이다. 몇몇 설계자들은 만약에 창문이 개방된다면 HVAC시스템을 중단하고, 개폐가능한 창문과 연동할 수 있는 스위치를 설치하는 것을 계획한다.

실 예는 재실자들이 자신의 집에 같은 방법으로 창문을 작동하는 것을 보여준다.

(Green on the Grand)

만약에 외기온도가 매우 춥거나 더우면, 재실자는 불쾌적하다는 것을 알기 때문에 창문을 닫는다. 창문에 제어스위치의 설치는 즉 불필요한 비용인 듯하다.

**건물 예**

- Green on the Grand
- Surrey Tax Centre

**비 용**

개폐창의 비용은 고정창에 비해 약 50-70%(C\$100 to C\$200/m<sup>2</sup>)가 비싸다. 개폐창을 사용함으로써 인한 에너지 절약과 불이익은 계산하기 어렵다. 그러나, 만약에 개폐창들이 설치된 공간에서 1시간동안 작업자들의 생산성이 높아진다면(HVAC정지시 작업자들이 보다 좋고, 오랫동안 작업하기 때문에), 초기투자비는 미미하게 된다.

**Example Manufacturers**

Most window manufacturers offer operable windows suitable for use in high-rise buildings. However, many curtain wall manufacturers only produce fixed glazing units. Manufacturers of operable curtain wall systems include

Kawneer Company  
1051 Ellesmere Road  
Scarborough, ON  
M1P 2X1  
tel 1 416 755 7751  
fax 1 416 755 1829  
www.kawneer.com

**제조업체**

대부분의 창문 제조업체들은 고층건물내의 사용하기 위해 적절한 개폐창들을 제공한다. 그러나, 많은 커튼월 제조업체들은 오직 고정창만 생산한다. 개폐 커튼월 시스템의 제조업체들은 다음과 같다.

Kawneer Company  
1051 Ellesmere Road  
Scarborough, ON  
M1P 2X1  
tel 1 416 755 7751  
fax 1 416 755 1829  
www.kawneer.com

[보충자료]

개폐창과 HVAC 시스템

(OPERABLE WINDOWS and HVAC Systems)

www.hpac.com/member/feature/feature\_pdf/0212daly.pdf



Operable windows allow occupants to control their environment.

개요

여러 가지 설계조건에의 영향과 에너지 이용의 제한적 접근, 거주자의 쾌적성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 미리 예측할 수 있으며, operable windows와 HVAC 시스템의 성공적인 조화를 이룰 수 있도록 해준다.

자연환기의 효과는 여러가지 요소들의 영향을 받게 된다. 요소들에는 건물의 형태, 창의 형태, 풍속, 풍향, 외기온도, 실내온도가 포함된다. 이러한 요소들은 동적(dynamic)으로, 하루 중에도 계속적으로 변화한다.

컴퓨터 시뮬레이션은 다양하고, 간결한 가정(전제)과 기초물리학의 원칙의 사용에 의해서 복잡적으로 다루어지게 된다. 건물의 형태에는 공간의 형태, 창의 형태, 창문이 열려있는 부분의 3가지 중요한 요소들을 가지고 있게 된다. 개구부를 통한 기류의 흐름은 풍속과 풍향, 매 시간의 기상자료에 의해서 결정되어진다. 압력계수들은 개별적으로 도출되어지지 않으며, 연구소의 실험적 자료와 open구의 상호관계의 기초위에서 적용된다. 이론적으로 나타내어지는 계수들은 operable window를 통한 자연적인 기류흐름의 해석에 있어서는 주의를 기울여야 한다.

개폐할 수 있는 창문들과 HVAC시스템의 여러가지 변수를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 각각의 변수에 대해 분석하여 가장 적절한 요소를 선정하는 것이다.

1. 변수

시나리오 1 : 기계적 환기 및 냉방

시나리오 2 : 자연환기

2a : 스케줄에 따른 창의 개폐

2b : 거주자에 의한 창의 개폐

시나리오 3 : 조화되지 않은 개폐할 수 있는 창문과 HVAC 시스템

시나리오 4 : 조화로운 조절할 수 있는 창문과 HVAC 시스템

4a : 창의 스위치를 통한 개폐

4b : 거주자의 센서를 통한 개폐

4c : 거주자에 의한 창의 개폐

2. 컴퓨터 시뮬레이션

California 대학중의 Merced의 한 강의실에서 오피스 건물의 계획하고, 각각의 변수에 대해 분석하였다.

(표 1)은 Merced 기후의 통계자료를 나타내고 있으며, (그림 1)은 시뮬레이션에 사용할 6월 11일의 기상자료를 나타내고 있다.

Maximum temperature	107 F
Minimum temperature	26 F
Heating degree days (Base 65)	2,602
Cooling degree days (Base 65)	1,884
Average day wind speed	7.2 mph
Average night wind speed	6.1 mph
1-percent summer design temperatures	101-F db, 71-F wb
1-percent winter design temperature	31F

Based on Fresno TMY2 weather data.

TABLE 1. Summary weather data for Merced, Calif.

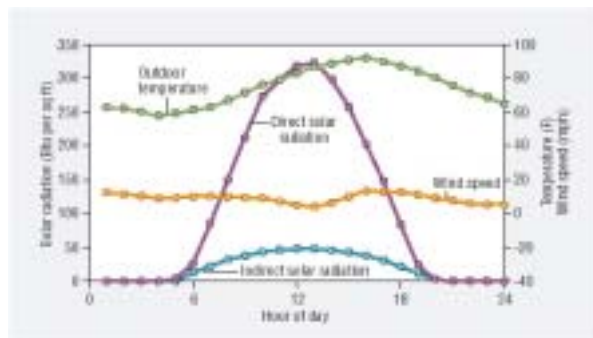


FIGURE 1. June 11 weather data for Merced, Calif.

**시나리오 1 : 기계적 환기 및 냉방**

(그림 2)의 그래프는 HVAC 시스템의 사용계획을 나타내고 있다. 위쪽의 그래프는 매일 오전 7시 ~ 오후 6시까지 HVAC 시스템의 가동상태를 나타내고 있다. 중간 그래프는 하루종일 창문이 닫혀 있는 것을 나타내고 있다. 아래의 그래프는 사무실내에 오전 8시~오전 11시, 오후 1시 ~ 오후 4시까지 매일 사람이 거주하는 시간을 나타내고 있다.

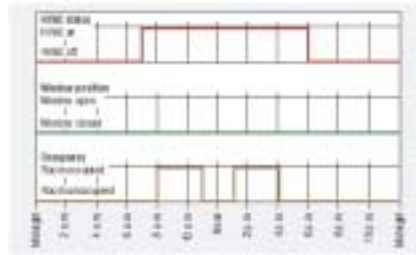


FIGURE 2. Key parameters for Scenario 1 (mechanical ventilation and cooling only)

**시나리오 2 : 자연환기**

**2a : 스케줄에 따른 창의 개폐**

(그림 3)에서, 창문은 계획된 스케줄에 따라서 개폐된다고 가정한다.(매일 아침 7시에 열리고, 오후 6시에 닫힘)

**2b : 거주자에 의한 창의 개폐**

(그림 4)에서와 같이, 하루 중 거주자에 의해서 적당하게 창을 개폐한다고 가정한다. 만약, 외기 온도가 실내온도보다 낮다면 거주자들은 창문을 열며, 또한 외기온도가 실내온도보다 높다면 거주자들은 창문을 닫게된다.

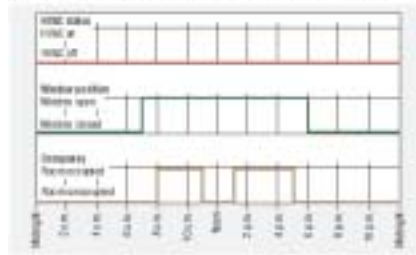


FIGURE 3. Key parameters for Scenario 2a (natural ventilation cooling only, window operation on a set schedule)

**시나리오 3 : 조화되지 않은 조절할 수 있는 창문과 HVAC 시스템**

(그림 5)에서와 같이, 조절할 수 있는 창문은 외기온도에 관계없이 매일 거주자들이 도착할 때인 아침 8시에 열고, 거주자들이 점심식사 후 돌아오는 시간인 오후 1시에 닫는다. 이 계획에서 쾌적한 실내환경을 유지하기 위해서는 첫 번째의 계획보다 많은 에너지를 소비하게 된다. 비 통합적이고 혼합모드를 이용하는 방법에서는 건물의 조절할 수 있는 창문을 통하여 에너지를 낭비하게 된다는 것을 기술자들은 확신한다.

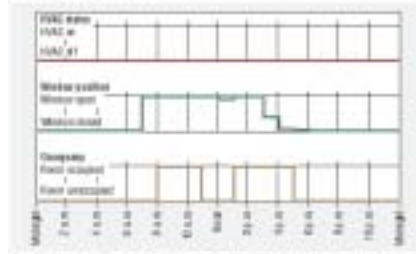


FIGURE 4. Key parameters for Scenario 2b (natural ventilation cooling only, window operation by the occupants)

**시나리오 4 : 조화로운 조절할 수 있는 창문과 HVAC 시스템**

**4a : 창문의 스위치를 통한 개폐**

이 계획은 창문이 open 되어 있을 때마다 냉방 및 난방영역을 무력하게 만든다. (그림 6)은 구성요소들의 배열을 나타내고 있다. (그림 7)은 창문이 열렸을 때 HVAC 시스템은 off 되는 것을 나타내고 있다.

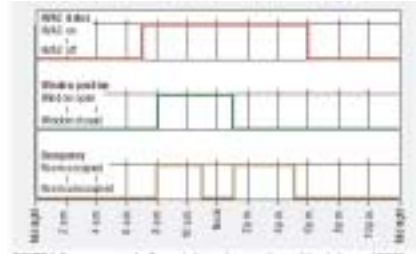


FIGURE 5. Key parameters for Scenario 3 (non-integrated operable window and HVAC systems)

**4b : 거주역의 센서를 통한 개폐**

HVAC 시스템은 거주역에 거주자가 없을 경우에는 가동이 정지된다. (그림 8)은 시스템의 구성을 나타내고 있다. (그림 9)는 실내에 거주자가 없을 때에는 HVAC 시스템은 off 되는 것을 나타내고 있다.



FIGURE 6. An office HVAC control interface of with a window switch

**4c : 거주자에 의한 창의 개폐**

이론적인 예로써, 거주자가 지속적으로 창문을 완벽하게 조절한다면(물론 비현실적이지만), 혼합 모드 시스템과 통합적인 시스템은 에너지를 절약할 수 있을 것이다. 거주자는 자연냉방을 활용하거나 난방에 사용되는 에너지 소모량의 증가를 막기 위하여 매시간마다 창문의 상태를 변화시킬 것이다.(열고 닫다) (그림 10)은 외부 공기가 차가운 아침 동안 온도의 변화에도 창문을 계속 open 상태이며, 외부 공기가 따뜻한 오후에는 거의 closed 상태를 나타내고 있다. 그동안 HVAC 시스템은 계속 가동되었다.

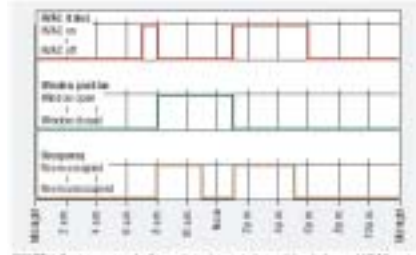


FIGURE 7. Key parameters for Scenario 4a (integrated operable window and HVAC system with window switch control)

(그림 11)은 시뮬레이션 결과를 정리한 것이다. 상부의 그래프는 하루의 에너지 사용량을 나타내고 있으며, 아래의 그래프는 그날의 거주자가 있을 경우와 없을 경우 동안의 사무실 내부의 온도 범위를 나타내고 있다. (그림 12)는 일년 동안의 냉방에너지 사용량을 비교하였다.

첫 번째 계획에서의 에너지 사용량은 100%로 나타내었다. 다른 계획의 에너지 사용량은 첫 번째 계획을 기준으로 %로 나타내었다. 건물 계획에 나타난 거주자와 비거주자의 온도범위의 차이는 거의 없으며, 75F에 가깝게 나타났다. 거주자가 실내에 있는 동안은 HVAC 시스템은 일정한 온도를 유지시켰다.

자연환기를 이용한 두 번째 계획에서는 하루, 일년동안 적은 에너지가 사용되었다. 왜냐하면, HVAC 시스템이 냉방에 사용되지 않았기 때문이다. 이러한 에너지를 절약하는 성과는 약간의 실내환경이 나쁜 단점의 불리를 감추고도 남았다. 자연환기를 이용한 두 가지의 계획(2a, 2b)는 전부 가장 높은 온도와 가장 큰 온도 범위를 가지고 있었다.

비통합적이고, 혼합모드 시스템을 이용한 세 번째의 계획에서는, 같은 온도조건에서 매일 32%, 년중 37% 더 많은 에너지의 사용량을 보였으며, 이것은 낭비이다.

조화로운 조절할 수 있는 창문들과 HVAC 시스템을 이용한 네 번째의 계획에서는, 흥미있는 결과가 나타났다. 창문의 스위치를 통한 개폐(4a)에서는 매일 30%, 년중 37%의 적은 에너지의 사용량을 보였다. 그리고, 거주자·비거주시에 가장 높은 온도와 넓은 온도분포를 보였다. 그럼에도 불구하고, 거주자들은 창문을 조절하였으며, 실내 온도가 75F로 내려 갔을때에서야 창문을 닫았다. 거주자는 더 높거나 더 넓은 온도 범위의 공간에서도 쾌적함을 느꼈을 것으로 생각된다. 만약, 이러한 가정이 타당하다면 이 시스템은 거주자들의 쾌적범위를 크게하는 이점을 가지고 있으며, 또한 에너지는 절약될 것이다.

거주역의 센서를 이용한 개폐(4b)에서는 매일 6%, 년중 15%의 에너지가 절감되었다 그리고, 거주자의 온도는 별차이가 나타나지 않았다. 비록 잠재적인 에너지 절약을 가져왔으나 스위치를 통한 창문의 개폐(4a)보다는 효과가 떨어졌으며, 기준모델보다는 더 쾌적하게 나타났다.

거주자에 의한 개폐(4c)에서는 매일 같은 에너지의 사용과 같은 온도를 가지는 것으로 나타났으나, 년중 냉방에너지는 10% 더 절감되었다. 이 같은 결과는, 거주자나 비거주자 온도의 변화가 나타나지 않았으며, 에너지를 10% 절감하는 것으로 나타났다.

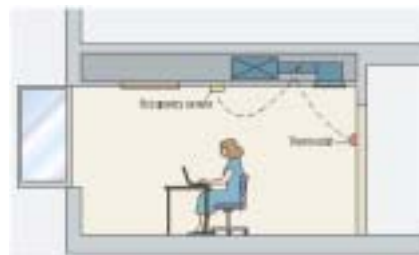


FIGURE 8. An office HVAC control scenario with an occupancy sensor

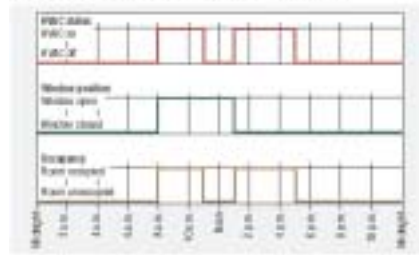


FIGURE 9. Two parameters for Scenario 2b: Integrated operable window and HVAC system with occupancy sensor control

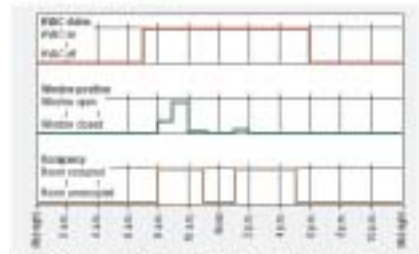


FIGURE 10. Two parameters for Scenario 2c: Integrated operable window and HVAC system with perfect occupancy control

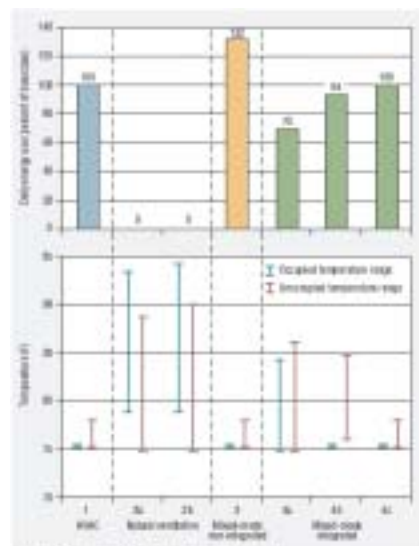


FIGURE 11. Comparison of daily energy use and temperature

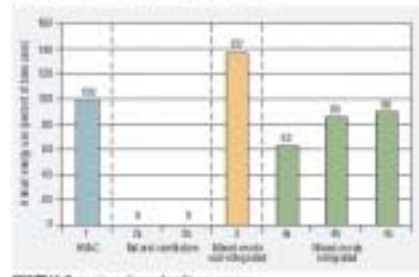


FIGURE 12. Comparison of annual cooling energy use

**결 론**

시뮬레이션 예제에서와 같이, 조절할 수 있는 창문들과 HVAC 시스템의 조화로 충분히 에너지를 절약할 수 있고, 시스템 설계가 중요하다.

자연환기 계획의 두 번째 계획에서의 비기계적인 냉방은 확실하게 최선의 에너지 활용으로 제안할 수 있다.

혼합모드와 통합시스템의 접근방법은 쾌적한 실내환경과 에너지의 효율성을 증대시킨다. 스위치를 통한 창문의 개폐방법에서도 거주자는 창문의 개폐와 실내환경에 대한 온도를 적절히 조절한다면 에너지의 소비를 줄일 수 있다.

거주역의 센서와 HVAC 시스템의 운전을 연동할 때 거주하는 동안 어떠한 온도의 손실없이 에너지를 절약할 수 있다.

혼합모드와 통합된 시스템의 단점은 사무소 건물의 구획(zone)마다 개별 HVAC 시스템이 요구되며, 시공비의 증가를 가져오게 된다.

물론, 에너지의 효율과 온도의 범위는 기후와 형태에 영향과 창의 사용, HVAC 운전 패턴과 거주자들에 의해서 다르게 나타난다.

결론적으로, 만약에 설계자가 조화된 시스템과 조절할 수 있는 창문들을 창조적으로 설계한다면, 거주자들의 실내에서의 쾌적감이 향상하고, 에너지의 소비를 줄이는 두 가지의 이득을 취할 수 있을 것이다.



*Buildings with operable windows exhibit fewer symptoms of sick-building syndrome.*