

한국건축친환경설비학회

사단
법인

한국 건축 친환경 설비 학회

Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems

KIAEBS C-1: 2013

건축물의 기밀성능 기준

Building Airtightness Criteria

2013년 06월 제정

<http://kiaebs.org>

심의위원 명단

	성 명	소 속	직 위
(총 괄)	김 광 우	서울대학교	교 수
(간 사)	조 재 훈	인하대학교	교 수
(위 원)	조 수	한국에너지기술연구원	책임연구원
	송 승 영	이화여자대학교	교 수
	김 수 민	송실대학교	교 수
	윤 근 영	경희대학교	교 수
	이 병 연	충북대학교	교 수
	임 재 한	이화여자대학교	교 수
	정 재 원	한양대학교	교 수
	성 민 기	세종대학교	교 수

제정자 : 한국건축친환경설비학회장

제 정 : 2013년 06월 14일

개 정 :

고 시 : 제2013-01호

심 의 : 한국건축친환경설비학회 부설, 패시브제로에너지건축연구소

원안작성협력 : 첨단도시개발사업 11첨단도시 C11 - 제로에너지 건물구현을 위한 국가 기밀도 기준 정립 및 측정방법(KS) 개발

이 기준 또는 표준에 대한 문의는 한국건축친환경설비학회(kiaebs@kiaebs.org) 또는 패시브제로에너지건축연구소(info@koreanphi.org)로 하실 수 있습니다.

건축물의 기밀성능 기준(Building Airtightness Criteria)

1 목적 (Purpose)

이 기준은 건물에서의 에너지 낭비를 줄이고 쾌적한 실내환경을 조성하기 위한 방안인 건축물의 기밀성능을 규정하기 위한 목적으로 제정되었으며 기밀성능 기준, 측정방법, 보고서 등 필요한 기타 제반사항을 명시하기 위한 것이다.

2 적용범위 (Scope)

- 2.1 이 기준은 특정 조건 하에서 건물 외피(난방되는 존의 경계층)를 통한 침기량(또는 누기량)의 수준을 규정하기 위한 내용을 다룬다.
- 2.2 이 기준은 대상 건물의 기밀성능을 평가하고 비교하기 위한 것으로 건물의 기밀성능과 관련된 제반사항을 다루는 분야에서 활용되어질 수 있다.
- 2.3 이 기준은 건물의 외피를 구성하는 건물구성요소가 모두 시공되어진 상태에서, 즉 건물의 준공 또는 사용되는 경우에 적용되어야 한다. 단, 건물의 준공 상태를 반영할 수 있는 시공수준이 달성되었다고 판단되면 이 기준을 적용할 수 있다.

3 참고규범 (Normative references)

다음의 참고규범 또는 표준은 이 기준의 적용에 있어서 필요한 사항들이다. 발행연도가 표기되지 않은 참고규범은 최신판을 적용한다.

- 3.1 ASTM E779 Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization
- 3.2 ATTMA TS1-Measuring Air Permeability of Building Envelopes
- 3.3 CGSB-149. 15 Determination of the overall envelope airtightness of buildings by the fan pressurization method using the building's air handing systems
- 3.4 EN 13829 Thermal performance of buildings-determination of air permeability of buildings -fan pressurization method
- 3.5 KS L ISO 9972:2006 단열 - 건물 기밀성 측정-팬 가압법
- 3.6 ISO 9972 Thermal performance of buildings-determination of air permeability of buildings-fan pressurization method

4 용어 및 정의 (Term and definitions)

4.1 기밀성능(airtightness)은 건물의 외피전체 또는 외피를 구성하는 재료나 자재의 공기유출입에 저항하는 정도로 기밀하게 시공된 수준을 의미한다. 건물의 기밀성능을 표현하는 방법은 다음과 같다.

CMH50(m³/h): CMH50은 실내외 압력차를 50Pa로 유지하기 위해 실내에 불어 넣거나 빼주어야 할 공기량을 표현한 것. (50Pa은 기후조건의 영향을 최소화하기 위한 압력차로 약 9m/s의 바람이 불어올 때 생기는 압력에 상응함)

ACH50(1/h): CMH50값을 실제적(측정되어지는 것으로 규정된 공간의 총 체적)로 나눈 값. 즉, 건물에 50Pa의 압력차가 작용하고 있을 때, 침기량 또는 누기량이 한 시간 동안 몇 번 교환되었는가로 표현한 것. 서로 다른 크기의 건물에서 기밀성능을 비교할 때 유용한 척도.

Air Permeability(m³/hm²): CMH50값을 외피면적으로 나눈 것으로 외피 단위면적당 누기량을 나타내는 척도.

ELA(cm²/m²) 또는 EqLA(cm²/m²): 설정된 압력차에서 발생하는 침기량 또는 누기량이 발생할 수 있는(이에 상응하는) 구멍의 크기를 나타낸 것으로 일반적으로 ELA(Effective Leakage Area)는 4Pa, EqLA(Equivalent Leakage Area)는 10Pa의 압력차를 의미하지만 설정 압력차는 확인이 필요함.

4.2 기밀층(air barrier)는 공기 유출입에 저항하는 않는 자재와 부품으로 구성되어 있으며, 조절하지 않는 공간(비공조)과 조절하는 공간(공조)을 분리함.

4.3 환기율(air change rate)은 의도된 개구부나 장치를 통하여 외부 공기가 실내공간에 유출입되는 공기량과 실제적에 대한 비율을 말하며 이것은 ACH(회, 1/h)로 표현함.

4.4 침기율(또는 누기율, air leakage rate)은 의도되지 않은 경로를 통하여 실내공간에 유출입되는 공기량과 실제적에 대한 비율을 말하며 이것은 ACH50(회, 1/h)로 표현함.

4.5 침기 또는 누기(infiltration 또는 exfiltration)은 건물 외피에서의 균열과 의도하지 않은 개구부를 통하여 외부 공기가 안으로 들어오는 것 또는 내부 공기가 바깥으로 누출되는 것.

4.6 환기(ventilation)는 사용자의 의도로 인하여 자연적 또는 기계장치에 의해 외부 공기가 실내로 공급되거나 제거되는 것.

4.7 누기부위(air leakage path)은 침기가 건물에 드나드는 경로 또는 건축재료를 통해 공기가 흐르는 경로.

4.8 난방공간 또는 공조공간(conditioned zone)은 건물에서 냉난방을 필요로 하며, 기본적으로 기밀층의 경계에 해당하는 사용 중인 공간.

4.9 외피면적(envelope area)은 외부 환경으로부터 건물의 내부 체적이 분리되는 경계 또는 벽, 공기누기가 되는 공간에 상응하는 외벽과 지붕의 면적, 바닥층 면적을 포함.

4.10 팬 가압법(fan pressurisation test)은 설정된 압력차를 유지하기 위하여 풍량을 알 수 있는 fan 또는 blower를 이용하여 건물의 기밀성능을 측정하는 방법.

4.11 실제적(building volume)은 건물에서 난방되는 공간의 실제적의 합으로 기밀경계층을 기준으로 산정함.

5 기밀성능 기준 (Airtightness criteria)

- 5.1 냉난방을 실시하고 재실자(또는 목적물)가 이용하는 공간(건물 외피 또는 경계벽으로 둘러싸여진 공간)은 5.0 ACH50 이하의 기밀성능을 가져야 한다.
- 5.2 대상 건축물이 에너지절약건물(또는 친환경건물)로 평가(인증)받기 위해서는 3.0 ACH50 이하의 기밀성능, 제로에너지건물(또는 패시브건물)로 평가(인증)받기 위해서는 1.5 ACH50 이하의 기밀성능 수준을 만족해야함을 권장한다.
- 5.3 단, 1.5 ACH50이하의 기밀성을 가지는 건물은 건축법에서 요구하는 적정 환기를 보장하기 위한 환기계획을 하거나 환기장치를 설치하는 것이 필요하다.

[기밀성능 기준]

구 분	기밀성능 기준	비 고	
모든 건물	5.0 ACH50 이하	기본 기준	-
에너지절약건물	3.0 ACH50 이하	권장 사항	-
제로에너지건물	1.5 ACH50 이하	권장 사항	적정 환기를 보장함이 필요

6 측정방법 (Test methods)

- 6.1 대상 건물에서 기밀성능을 평가하기 위한 측정방법으로는 'KS L ISO 9972 : 2006 단열 - 건물 기밀성 측정 - 팬 가압법' 또는 'ISO 9972 Thermal performance of buildings - determination of air permeability of buildings - fan pressurization method'를 따른다.
- 6.2 대상 건물의 준공 이전에 기밀성능 보장을 위한 누기부위 진단을 위한 측정방법 기준으로는 'EN 13829 Determination of air permeability of buildings-Fan pressurization method'를 참조한다. 단, 이 측정방법에 따른 측정결과가 준공 및 사용상태의 건물의 기밀성능을 유추할 수 있다고 판단되면 6.1의 결과로 대체할 수 있다.
- 6.3 대공간/고층건물의 측정방법 기준으로는 '대공간/고층건물 외피의 기밀성능 측정방법 -Envelope Leakage Test Method in High-rise Building or Large Building을 따른다. 단, 일반건물과 대공간 및 고층건물의 구분은 측정방법의 대상 건물 규정(acceptable conditions)에 따라 평가한다.

7 보고서 (Report)

보고서에는 적어도 다음과 같은 정보가 포함되어야 한다.

7.1 기밀성능 측정보고서(airtightness test report)에는 'KS L ISO 9972 : 2006 단열 - 건물 기밀성 측정 - 팬 가압법' 또는 'ISO 9972 Thermal performance of buildings - determination of air permeability of buildings - fan pressurization method'에서 요구하는 보고서 수준의 정보를 포함하여야 한다.

7.2 기밀성능 측정보고서에는 다음의 '건물 기밀성능 측정결과 요약사항'을 정리하여 나타내어야 하며 이를 외부에 공개되는 '건물 기밀성능 database'에 기록함을 권장한다.

		CMH50	ACH50	Air Permeability	실체적	외피면적	n	C	신뢰도
	단위	m ³ /h	1/h	m ³ /hm ²	m ³	m ²	-	-	%
1	Pressurize data								
2	Depressurize data								
-	Combined data								

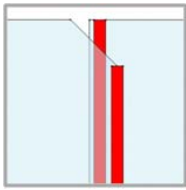
7.3 기밀성능 측정보고서에는 측정담당자 또는 감독자[관련 공인교육을 이수하고 자격증을 취득하여 건물에서의 기밀에 대한 이해와 측정방법을 수행할 수 있는 능력을 검증받은 사람 (또는 이러한 사람이 있는 기관)]의 정보를 포함하여야 한다.

7.4 기타로 보고서의 이해와 해석을 위해 필요하다고 판단되는 사항을 포함 할 수 있다.

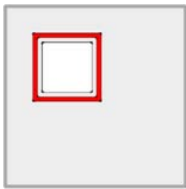
부록(Appendix 1) 주거건물 기밀화 가이드라인



기밀층은 외피(난방공간의 외벽)를 기준으로 하나의 경계층으로 연속되어 형성되어야 한다. 기밀층은 공기를 통과시키지 않아야 하며, 지속적이고 내구성이 있어야 한다. 기밀층은 수증기의 이동이 가능하나, 구조와 단열재가 인접하는 부분의 기밀유지가 중요하다. 기밀화 건물에서는 적정환기를 보장하기 위한 기계 환기 설치를 고려하여야 한다.



기밀층용 비닐과 비닐이 만날 때 면밀하게 밀봉해야한다. 맞댄 비닐 사이에 양면 테이프를 붙이고, 바깥 비닐의 가장자리에 테이프로 밀봉한다. 이를 더 안정적으로 유지하기 위해 스테드와 같은 지지대를 설치하는 것이 바람직하다. 특수한 바람막과 기밀막은 접착제, 접착 테이프와 침투방지 실링으로 연결한다.



창문이나 문의 프레임을 설치 또는 재설치 할 때, 프레임 주변의 틈새를 막아야 한다. 작은 틈새에 접합제를 쓰는데, 잘 접합하기 위해 접합부분을 깨끗하게 하고 마감페인트를 칠한다. 개구부가 클 경우 미리 압축되어 있다가 팽창되는 폼을 사용한다. 우레탄폼은 시공 후에 수축되어 실링된 테이프가 끊어질 수 있으므로 마감 실링재를 이용한 기밀화가 필요하다.



문 또는 창문 프레임과 테두리 벽의 접합부를 접합제를 사용하여 실링한다. 내부에는 테두리 벽 또는 창턱과 창호와 문 사이의 틈새에도 실링을 적용한다.



개방창과 외부 연결문의 개폐 접합부에 weatherstrip을 설치한다. 모서리 접합부 등의 시공부위에 유의한다.



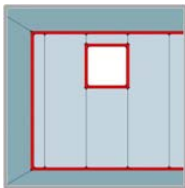
천장 개구부가 외기와 연결될 수 있는 곳이라면 weatherstrip을 설치한다. 접합절체부에 seal을 압착시키는 것을 확실히 하여야 한다.



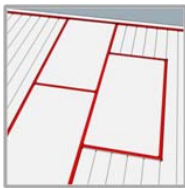
배수구, 가스 파이프, 보일러 퓨즈, 전선 케이블 등 외벽을 통하는 홀 주위를 실링한다.



천장에서 전등을 끼우거나 줄을 잡아당길 수 있도록 만든 홀 주위를 실링한다. 만약 전등 끼우는 부분이 기밀하지 않다면, 천장 윗부분에 기밀 상자(airtight box)를 설치한다. 기밀하게 전등을 교체할 수 있는 것을 사용한다.



건식 라이닝은 공기 누기가 매우 심하기 때문에, 기밀하게 하기 위해 건식 라이닝 설치 전, 벽체의 표면을 칠하는 방법을 고려한다. 건식 라이닝이 외벽에 연결되어있을 때, 기밀 실링제가 하나로 연결되도록 시공한다. 실링된 보드 사이의 접합부를 모두 기밀하게(예, 퍼티) 하는 것이 필요하다.

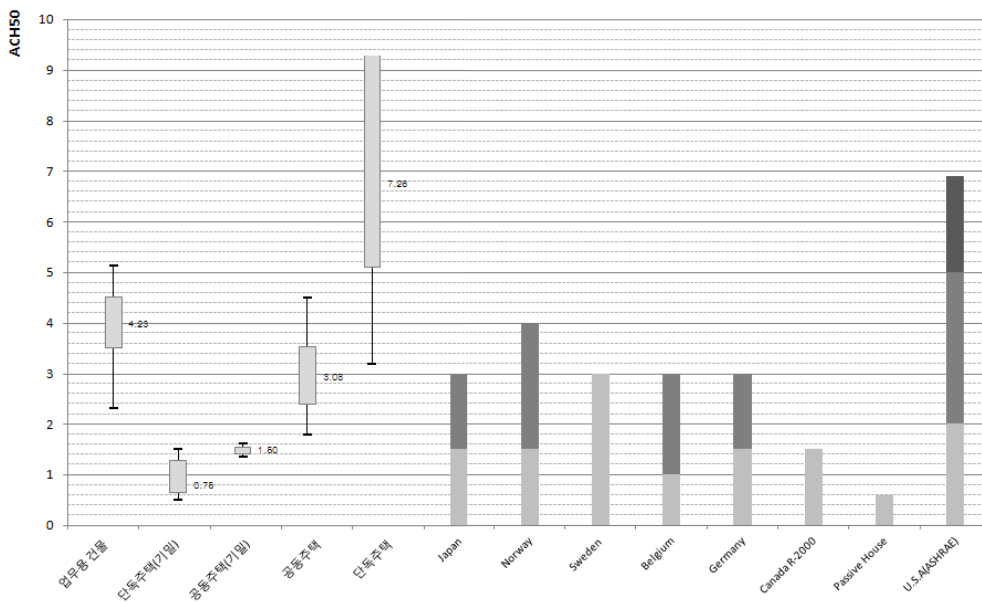
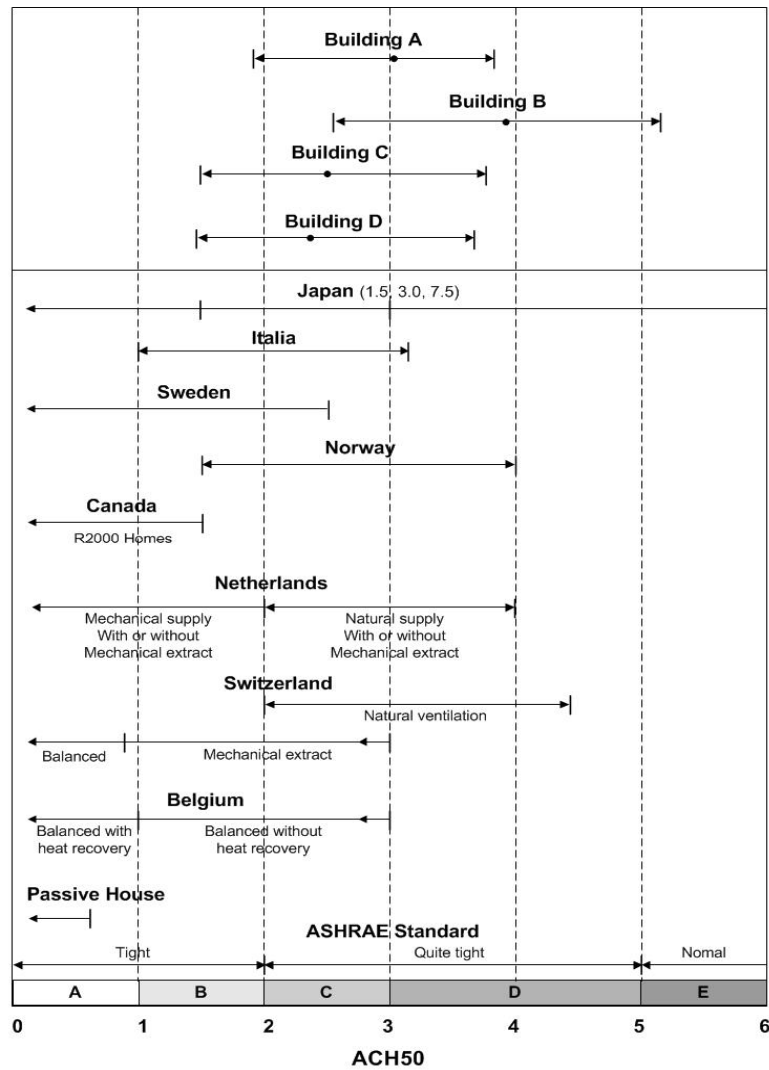


바닥 슬래브 또는 공조실 바닥자재의 이음새 부분을 실링한다.



천장과 외벽사이 접합부를 실링하여야. 건식라이닝과 굽도리널(skirting board) 사이의 접합부를 실링한다.

부록(Appendix 2) 국내외 기밀도 기준 및 데이터 요약 : Building A~D 국내건물



참고문헌

1. 구성한, 고층 건물에서 연돌효과로 인한 압력차의 저감 방안, 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 2005.
2. 구성한 외, 실측을 통한 초고층 주거건물의 기밀도 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2004.
3. 권오현 외, Blower Door를 이용한 국내 주거용 건물의 기밀도 실측 사례 분석, 대한건축학회논문집, 2010.
4. 김석근 외, 신축공동주택의 기밀성능 및 환기장치 성능 측정, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2005.
5. 김승철 외, Blower door를 이용한 고기밀 공동주택의 기밀성능 평가, 한국생태환경건축학회논문집, 2011.
6. 김주수 외, 패시브 주택과 일반 주택의 기밀성에 관한 비교실험 연구, 한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집, 2010.
7. 문현준 외, 초고층 주거 건물에서의 차압 및 기밀성능 측정 연구, 한국건축친환경설비학회 학술발표대회논문집, 2009.
8. 박선호 외, 기밀 시공 관리에 따른 건물의 기밀도 현황 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 2007.
9. 박원석 외, 공동주택의 침기량 측정에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 2003.
10. 박재완 외, 단독주택의 기밀성능에 관한 실험적 연구, 대한건축학회지연학회 학술발표대회논문집, 2007.
11. 서종현 외, 감압법을 이용한 공동주택 기밀성능 실측 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2012.
12. 신우철 외, 고기밀 고단열 주택의 기밀성능에 관한 실험적 연구, 한국태양에너지학회논문집, 2005.
13. 신우철 외, 침기량 측정실험을 통한 ZeSH 주택의 기밀화 시공개선 연구, 대한설비공학회 학술발표대회논문집, 2005.
14. 신철용 외, 환기설비가 적용된 공동주택의 기밀성능 특성 연구, 대한설비공학회 하계학술발표회논문집, 2012.
15. 신현국, 공동주택에서의 가감압법 측정조건 비교 및 기밀성능 평가, 석사학위논문, 충북대학교 대학원, 2011.
16. 신현국 외, 건물의 기밀성능 측정에서의 가감압법 테스트조건 비교, 대한건축학회논문집, 2011.
17. 신현국 외, 초고층 건물의 요소별 기밀성능 실측에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2010.
18. 안 나 외, 국내 저에너지주택의 기밀성능 현황 분석, 한국태양에너지학회 학술발표회논문집, 2013.
19. 안태경, 아파트의 환기 및 기밀수준 성능에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 1999.
20. 원근호 외, 아파트의 노후화에 따른 기밀성능 평가, 대한설비공학회 학술발표회논문집, 2002.
21. 윤종호 외, 충청지역 단독주택의 기밀성능 실측 연구, 한국태양에너지학회논문집, 2008.
22. 이광호 외, 초고층 주상복합아파트의 기밀 성능 및 연돌 효과 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2005.
23. 이승복, 공동주택의 기밀성능 평가 및 에너지 절감효과 분석, 한국태양에너지학회논문집, 1995.
24. 이승복 외, Blower Door를 이용한 건물의 기밀성능 측정 및 평가기법, 한국태양에너지학회 학술발표회논문집, 1994.
25. 이윤규 외, 건물외피의 현장 기밀성능 평가시스템 개발, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 1998.
26. 조재훈, 초고층 주거건물에서의 단위세대 기밀성능 측정 및 평가, 대한건축학회논문집, 2010.
27. 조재훈, 고층 주거건물에서 연돌효과로 인한 압력분포 예측 및 평가, 박사학위논문, 서울대학교 대학원, 2005.
28. 한국건설기술연구원, 공동주택의 환기성능 평가에 관한 연구(책임연구과제), 1998.
29. 홍도영, 건축물의 기밀성(패시브하우스), 한국그린빌딩협의회, 2011.

1. Allard Francis, "Natural Ventilation in Buildings", James and James, 1998.
2. ASHRAE, "2005 ASHRAE Handbook Fundamentals", American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers 2005.
3. ASHRAE Standard 119, "Air Leakage Performance for Detached Single-Family Residential Buildings", American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, 1988.
4. ASTM E779-03 "Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization, American Society for Testing and Materials", American Society for Testing and Materials, USA, 2004.
5. ASTM E283-04, "Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen", American Society for Testing and Materials, USA, 2004.
6. ASTM E741-00, "Standard Test Method for Determining Air Change in Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution", American Society for Testing and Materials, USA, 2004.
7. ATTMA, Measuring Air Permeability of Building Envelopes, Technical Standard 1. Issue 2, The Air Tightness Testing and Measurement Association, 2007.
8. Brennan T., W. Turner, G. Fisher, B. Thompson and B. Ligman, "Fan Pressurization of School Buildings", Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings V, 1992.
9. Claus Reinhold and Robert Sonderegger, "Air Infiltration Reduction in Existing Buildings", 4th'AIC Conference, 1983.
10. Emmerich S. J. and A. K. Persily, "Multizone Modeling of Three Residential Indoor Air Quality Control Options", National (1) Institute of Standards and Technology, 1996.
11. CGSB Standard 149, Determination of the Airtightness of Building Envelopes by Fan Depressurization Method, Canadian General Standards Board 1986.

12. CMHC, Energy Audits of High-rise Residential Buildings, Technical Series 97-100, 1996.
13. Fang Jin B. and A. K. Persily, "CONTAM88 Building Input Files for Multi-zone Airflow and Contaminant Dispersal Modeling", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 5440, 1994.
14. Gulay B. W., and C. D. Stewart, "Field Investigation of Airtightness, Air Movement and Indoor Air Quality in High Rise Apartment Buildings Prairie Region", Canada Mortgage and Housing Corporation, 1991.
15. ISO, Standard 9972, ""Thermal Insulation-Determination of Building Air Tightness – Fan Pressurization Method"", International Standards Organization.
16. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction V.3 2009-IEQ PREREQUISITE 2 : Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control.
17. Lundin L. I., "Air Leakage in Industrial Buildings - Description of Equipment", ASTM STP 904, 1986.
18. Malcolm Orme and Nurul Leksmono, "Ventilation Modelling Data Guide", International Energy Agency, 2002.
19. Max H. Sherman, "The Use of Blower Door Data", LBL Report No. 35173, 1998.
20. Max H. Sherman, Darryl Dickerhoff, "Air-tightness of U.S. Dwellings", LBL-35700, 1998.
21. Max H. Sherman, Rengie Chan, "Building Airtightness : Research and Practice", LBNL, 2004.
22. Perera M.D.A.E.S, R. K. Stephen and R. G. Tull, "Airtightness Measurements in Two UK Office Buildings", ASTM STP 1067, 1990.
23. Persily A. K., "Airtightness of Commercial and Institutional Buildings: Blowing Holes in the Myth of Tight Buildings", Conference Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings VII, 1998.
24. Persily, A. K. "A Modeling Study of Ventilation, IAQ and Energy Impacts of Residential Mechanical Ventilation", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6162, 1998.
25. Persily, A. K., Samuel R. Martin, "A Modeling Study of Ventilation in Manufactured Houses", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6455, 2000.
26. Persily A. K. and Elizabeth M. Ivy, "Input Data for Multizone Airflow and IAQ Analysis", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6585, 2001.
27. Persily, A. K, J. Crum, S. Nabinger and M. Lubliner, "Ventilation Characterization of a New Manufactured House", National Institute of Standards and Technology.
28. Persily, A. K. and R.A. Grot. "Pressurization Testing of Federal Buildings", ASTM STP 904, 1986.
29. Persily, A. K. and R.A. Grot. "The Airtightness of Office Building Envelopes", ASHRAE Special Publication, 1985.
30. Persily, A. K., W.S. Dols, S. J. Nabinger and S. Kirchner. "Preliminary Results of the Environmental Evaluation of the Federal (29) Records Center in Overland Missouri", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 4643, 1991.
31. Shaw, C. Y. "Air Tightness: Supermarkets and Shopping Malls" ASHRAE Journal, Vol. 23, 1981.
32. Shaw, C. Y., D.M. Sander and G. T. Tamura, "Air Leakage Measurements of the Exterior Walls of Tall Buildings", ASHRAE Transactions, Vol.79, Part2, 1973.
33. Shaw, C. Y., J. T. Reardon and M. S. Cheung. "Changes in Air Leakage Levels of Six Canadian Office Buildings.", ASHRAE Journal, Vol. 35, 1993.
34. Shaw, C. Y., and L. Jones. "Air Tightness and Air Infiltration of School Buildings," ASHRAE Transactions, Vol. 85, Part 1, 1979.
35. Shaw C. Y., "Methods for Conducting Small-Scale Pressurization Tests and Air Leakage Data of Multi Story Apartment Buildings", ASHRAE Transactions, Vol. 86, Part 1, 1980.
36. Shaw C. Y., R. J. Magee and J. Rousseau, "Overall and Component Airtightness Values of a Five-Story Apartment Building", ASHRAE Transactions, Vol. 97, Part 2, 1991.
37. Shaw C. Y., S. Gasparetto and J. T. Reardon, "Methods for Measuring Air Leakage in High-Rise Apartments", ASTM STP 1067, 1990.
38. Tamura G. T. "Smoke Movement and Control in High-rise Buildings". National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 1994.
39. Tamura G. T. and C. Y. Shaw, "Air Leakage Data for the Design of Elevator and Stair Shaft Pressurization Systems", ASHRAE Transactions, Vol. 82, Part 2, 1976.
40. Tamura G. T. and C. Y. Shaw, "Experimental Studies of Mechanical Venting for Smoke Control in Tall Office Buildings", ASHRAE Transactions, Vol. 84, Part 1, 1978.
41. Tamura G. T. and C. Y. Shaw, "Studies on Exterior Wall Air Tightness and Air Infiltration of Tall Buildings", ASHRAE Transactions, Vol. 82, Part 1, 1976.
42. The Building Regulations 2000 (2010 edition), Approved Document L2A Conservation of fuel and Power in new

buildings other than dwellings

43. The Building Regulations 2000 (2010 edition), Approved Document L2B Conservation of fuel and Power in existing buildings other than dwellings
44. Walton G.N., CONTAMW-User Manual NISTIR 6476, National Institute of Standards and Technology, 2000
45. Wilson A.G. and G.T. Tamura, Stack Effect and Building Design, Canadian Building Digest CBD-107, National Research Council Canada, 1968.