

패시브하우스의 이해와 적용



Passive House Institute Korea
한국패시브건축협회

<http://www.phiko.kr>

발표자 : 최정만

건축사

친환경건축물인증제도 운영위원

국토해양부 공공기관 지방이전추진단 자문위원 (에너지분야)

건설기술교육원 친환경설계아카데미 외래교수 (패시브설계)

한국패시브건축협회 회장

izzarder@gmail.com



■ 건축물 에너지비용과 삶의 질

아버님 댁에 보일러
놔 드려야겠어요..

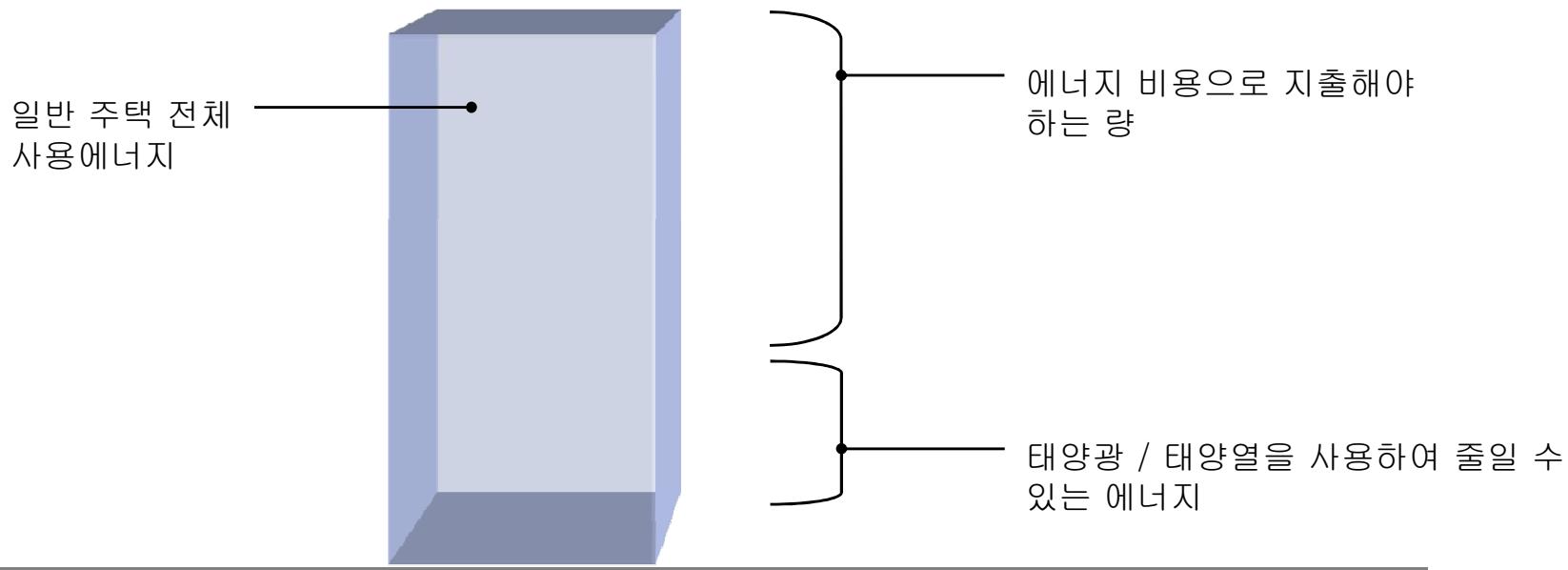


BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
2

Passive



■ 건축물 에너지 절감과 신재생 에너지 (태양열, 태양광)



- 태양열/ 태양광의 경우 국가보조금을 받아 설치하더라도 전체 건물의 사용에너지의 일부만 대체가 가능
-> 유럽을 중심으로 건축물 사용에너지를 최소화한 **패시브(PASSIVE) 건축물**이 대두됨

• 참고 사항 - 용어의 정리

태양열 → 더운물을 만드는 시설 → 태양열 급탕

(주로 유리관으로 이루어짐 – 1번사진)

태양광 → 전기를 만드는 시설 → 태양광 발전

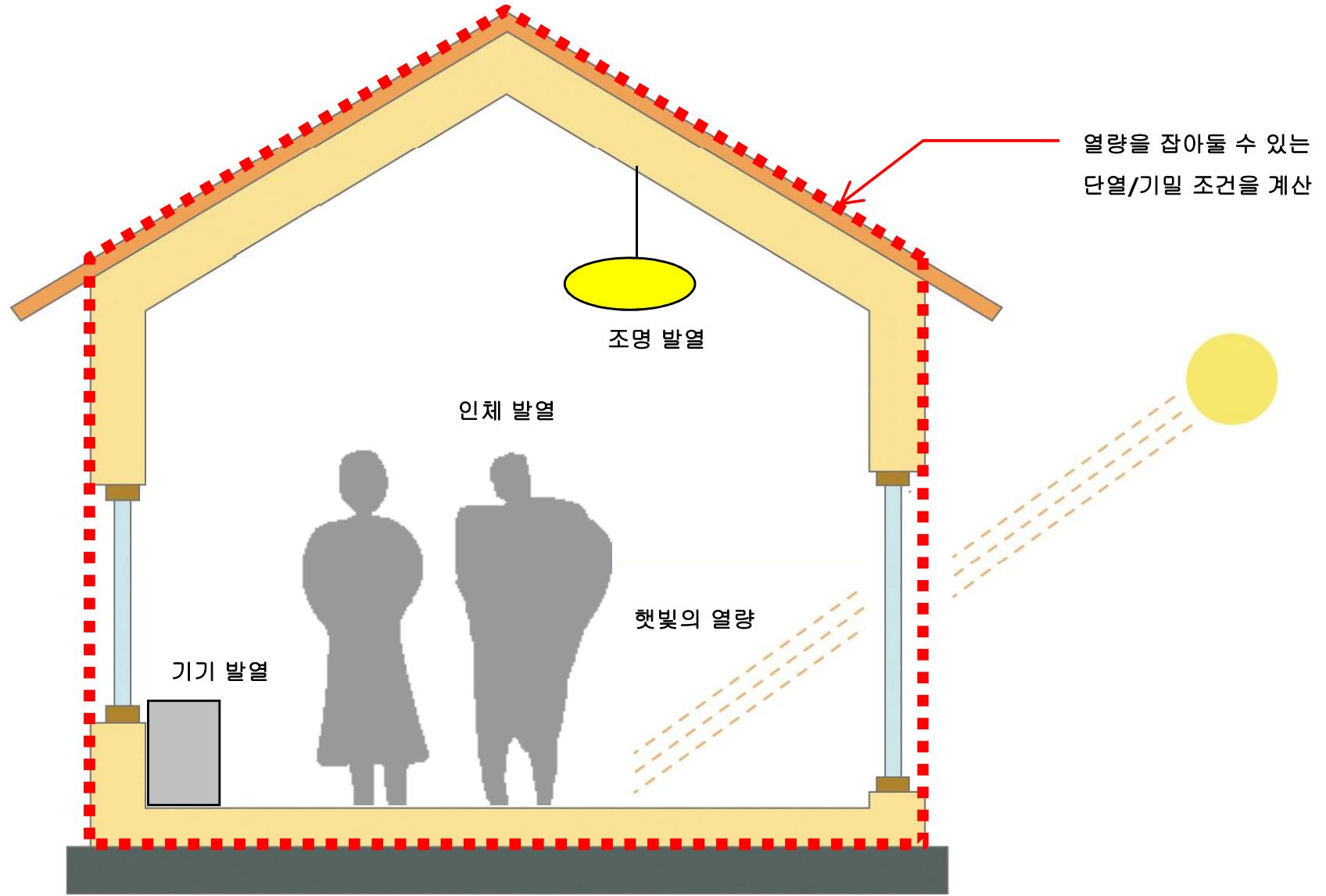
(판으로 이루어짐 – 2번사진)

- 잘못된 표현 : 태양광급탕(x), 태양열발전(x)





■ 패시브건축물의 원리

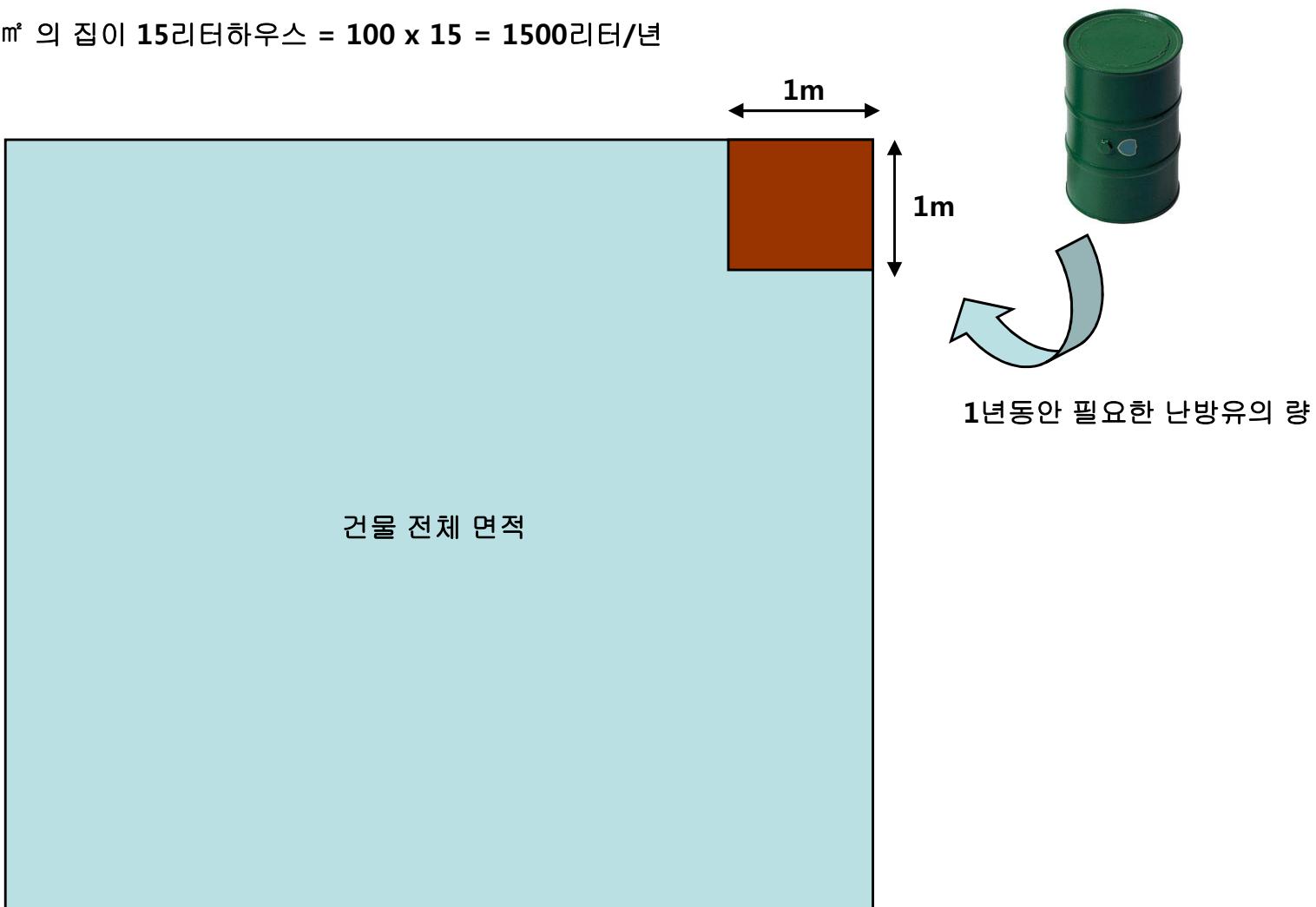


BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY



■ 건물의 에너지 등급

- **1m²** 당 1년 동안 사용되는 난방 등유의 양으로 결정
ex) 10 리터주택 = 1m² 당 1년에 10리터의 등유를 사용해야만 하는 집
- **100m²** 의 집이 **15리터하우스** = **100 × 15 = 1500리터/년**



BUILDING & ENERGY



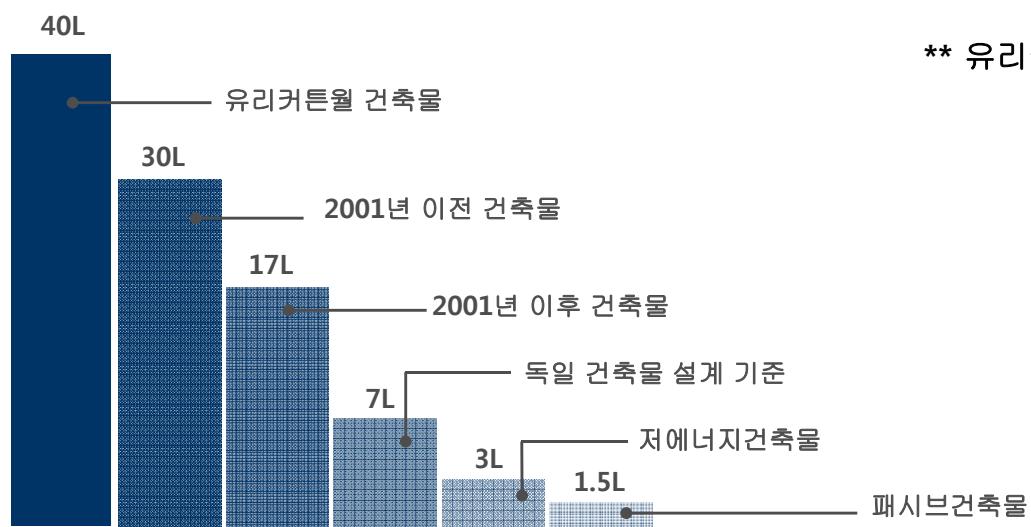
■ 건물의 에너지 등급

- 1m^2 당 1년 동안 사용되는 난방 등유의 양으로 결정
ex) 10 리터주택 = 1m^2 당 1년에 10리터의 등유를 사용해야만 하는 집

- | | |
|--------------|--|
| • 22리터이상 건축물 | - 2001년 이전 국내 평균 (에너지절약설계기준 도입전) |
| • 17리터 건축물 | - 2001년 이후 국내 평균 (에너지절약설계기준 도입후) |
| • 7리터 건축물 | - 저에너지 건축물, 독일 건축물 에너지설계 기준 (2002년 재정) |
| • 3리터 건축물 | - 세미 패시브 건축물 |
| • 1.5리터 건축물 | - 패시브건축물 (유럽연합 2013년 의무화) |
| • 제로에너지 건축물 | - 신재생에너지 적극 도입 |
| • 플러스에너지 건축물 | - 잉여에너지 생산 및 판매 |

• 출처 : 한국건설산업연구원 2008, 8월호 기술지

** 유리커튼월 건축물 : 40리터 이상 사용



패시브건축 요소기술

1. 향을 고려한 배치
2. 고단열
3. 고기밀
4. 고성능창호
5. 외부차양
6. 열교환환기장치



1. 향을 고려한 배치 설계

2. 고단열

- 국내 단열기준의 약 3배 강화
- 기밀성능을 높이기 위한 디테일 계획
- 벽 관류율 : $0.15 \text{ W/m}^2\text{k}$ (지역마다 차이)
- 지붕 관류율 : $0.11 \text{ W/m}^2\text{k}$ (지역마다 차이)



참고 사항 - 단열재 선택

조적/RC - 비드법1호 ; 열전도율 0.034 이하일 것
(흰색 EPS 단열재 중 가장 단단한 것, 밀도 30kg)
목조, 스틸 - 글라스울, 미네랄울



한국화학시험연구원
150-038 서울특별시 영등포구 양평로 8가 88-2
Tel : 02-2164-0011 Fax : 02-2634-0016

KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE



시험성적서

접수 일자 : 2008년 02월 05일
시험원료일자 : 2008년 02월 15일

시료명 : 에스코트(AT-IV)

시험 결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
열전도율(평균온도: $20 \pm 5^\circ\text{C}$)	W/m.K		0.039	KS L 9016 : 2005(방편열류계법)
※ 측정 시 밀도: 77 kg/m^3 .				

용도 : 품질관리용

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 당 시험연구원의 사전 서면동의 없이 충보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의
사용을 금합니다.

원본 대조 필



Chang-Hyun Lee

시험원 : 이창현
Tel : 052-220-3186

Ui-Kyu Park

기술책임자 : 박언규
E-mail : ukp@ktr.or.kr



2008년 02월 15일

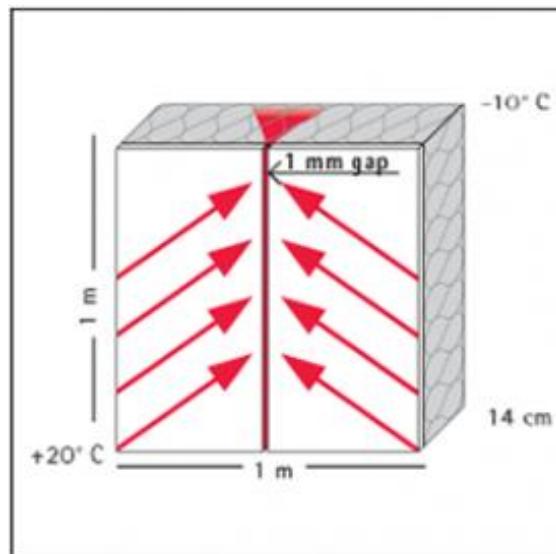
한국화학시험연구원장



BUILDING & ENERGY

3. 고기밀

- 창호, 콘센트, 각종 배관과 외벽체와의 연결 부위 기밀성 확보
- 고기밀 창호, 문 사용
- 건물전체의 기밀성능 : $n_{50} < 0.6\text{회}/\text{h}$

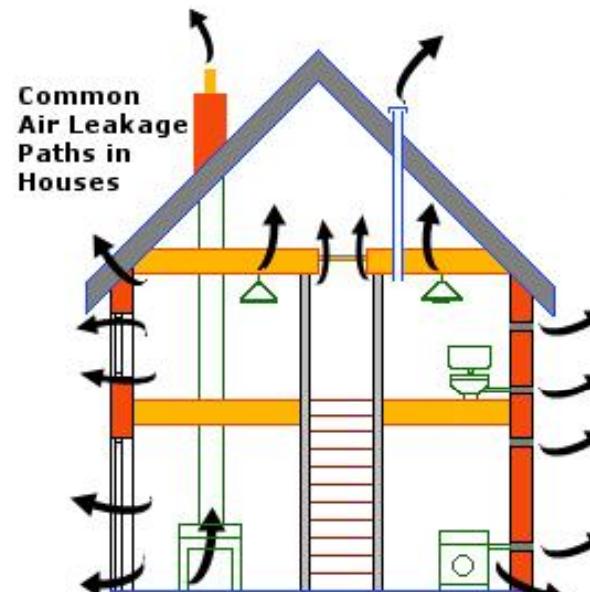


실험조건 : 실내 $+20^\circ\text{C}$, 실외 -10°C
압력 : 20 Pa (2-3 m/s)

벽의 열관류율 = $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
실험체 열관류율 = $1.44 \text{ W/m}^2\text{K}$
→ 4.8 배 차이

벽체의 습기 이동 : $0.5\text{g water/m}^2 \times 24\text{h}$
실험체 습기 이동 : $800\text{g water/m}^2 \times 24\text{h}$
→ 1,600 배 차이

출처 : <http://www.proclima.com>



출처 : low energy house

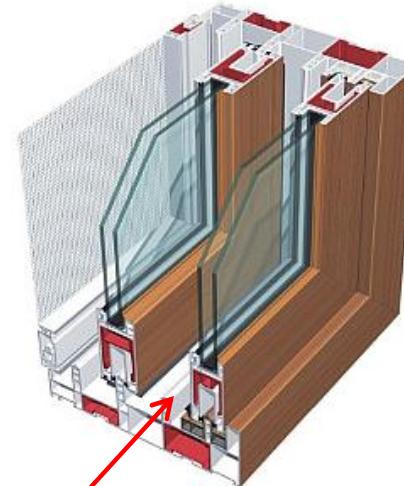




4. 고성능 창호

- 고단열 고성능 창호 프레임 사용
- 열 관류율 : $0.80 \text{ W/m}^2\text{k}$ 이하
- 기밀성능 $0.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$

→ 단열과 기밀성을 모두 고려



- 1.재질 : 플라스틱
2.유리 : 5mm CL + 6mm Air + 6mm CL

- 가. 기 자 재 명 : 고기밀성단열창호
나. 형 식 : 4Track Sliding
다. 모 델 명 : 발코니 이중창
라. 용 량 : 프레임폭 280mm
마. 효 율 : 열저항 $0.866 \sim 0.860 \text{ m}^2\text{k/W}$ 기밀성 $1.02 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hr}$

$$\rightarrow 1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

산업자원부고시 제2006-29호의 규정에 따라 고효율에너지기자재임을 인증합니다.

2007년 7월 13일

에너지관리공단 이 사



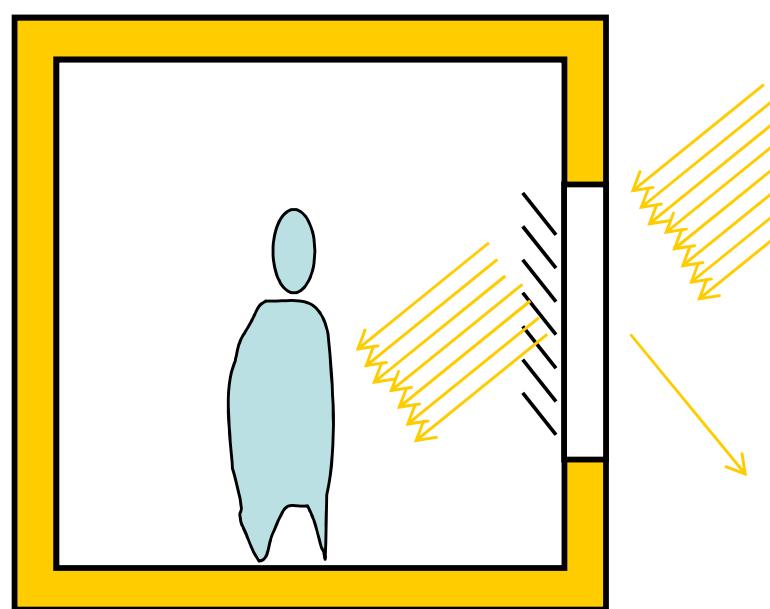
이 인증서의 유효기간은 산업자원부고시 제2006-29호의 규정에 따라 인증서 발급일로부터 3년이므로 유효기간 만료일 90일전부터 연장신청을 하여야 합니다.

<본 인증서는 한국에너지기술연구소 KIER-07-1-763(2007.06.25)의 시험성적에 근거함>



5. 외부 차양

- 여름의 일사량 차단
- 실내에서 동작 자동 제어
- 전동 차양이 아니더라도 외부에 있을 경우
효과는 동일 (목재 덧문 등...)



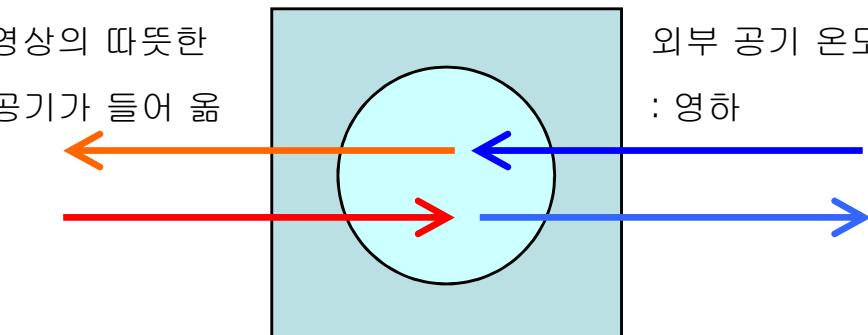
실내에 블라인드가 있는 경우, 빛에너지가 열에너지로
변경되면서 유리를 다시 빠져나가지 못하고, 실내
온도를 높이게 됨

6. 열교환 환기 장치

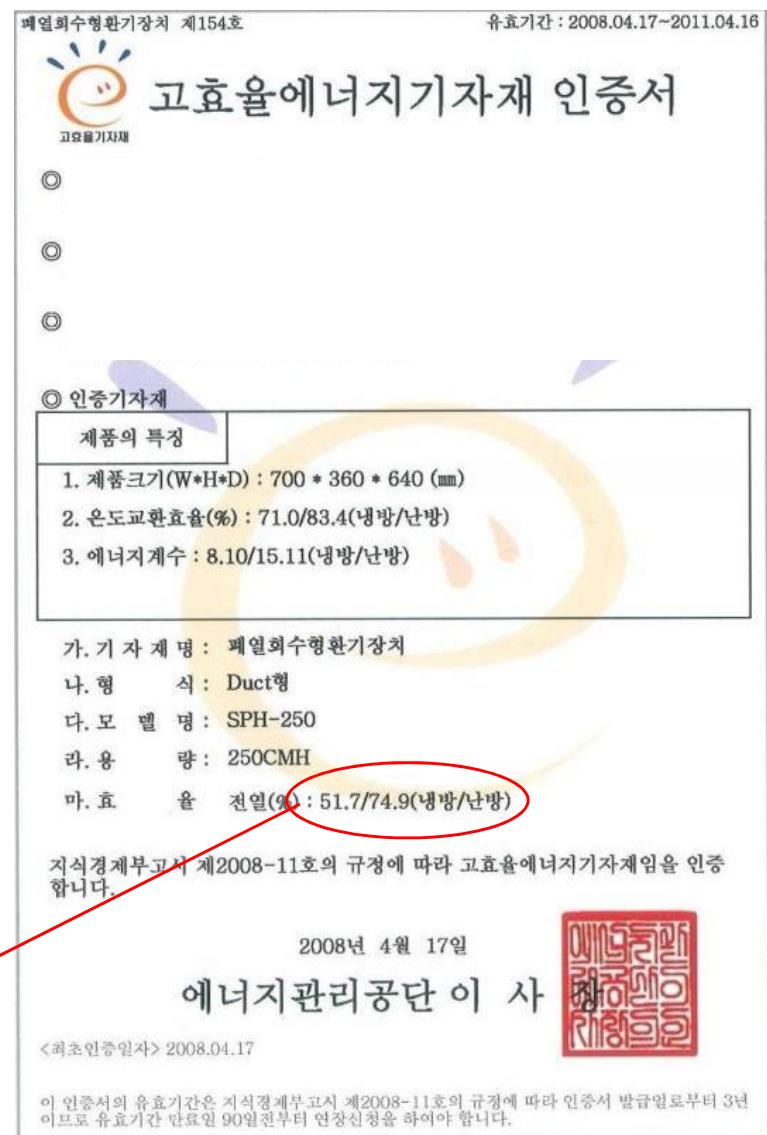
- 외부의 신선한 공기를 들여오고, 내부의 공기를 내보내면서 서로의 온도를 교환
- 창을 열지 않아도 충분한 환기 가능
- 황사, 꽃가루로부터 자유로움 (필터처리)



내부 : 영상의 따뜻한
공기가 들어 옵니다
외부 공기 온도 : 영하



참고사항 - 열교환환기장치의 선택
온도교환효율이 높은 제품을 사용 (난방기준)



7. 단위면적당 사용 에너지 계산

- 완공 후 실제 사용되어질 에너지량을 설계단계에서 계산하고, 검증함 - ?리터 하우스인지 계산함



■ 패시브 건물의 계획방향

■ 정성적 접근 → 정량적 접근으로의 변화

정성적 방법의 폐단

1. 후레임에 열전도성이 거의 없는 특수단열재 (AZON)를 충전하여 결로방지와 외기침투에 의한 열손실을 방지하며 문들과 문짝사이의 틈을 기밀재(모헤어)로 겹겹이 막아 방음 단열 방풍을 극대화한 제품입니다.

2. 내부문짝은 알미늄에 목무늬 래핑을 하며 충분한 내풍압성을 지니며 인테리어 기능도 가미된 창호입니다.

3. 특유의 기밀판, 풍지판사용으로 밀폐성을 배가 시킨 창호입니다.

4. 기존의 알미늄+목재 2중창에 비해 기밀성이 뛰어나고 경제적인 제품입니다.

측정항목(압력단위)	1mmAq	3mmAq	5mmAq	10mmAq
AZON단열 미중창	19 ?	41 ?	56 ?	82 ?
일반 알미늄 미중창	31 ?	88 ?	121 ?	357 ?
개선 효과 (%)	30 %	54 %	54 %	79 %

측정항목(압력단위)	창틀의 열관류율	창호 전체의 열관류율
AZON단열 미중창	0.79 ?	2.95 ?
일반 알미늄 미중창	1.77 ?	3.98 ?
개선 효과 (%)	53 %	25 %

**창호 회사 홈페이지 내용

- 단열이 좋은 창 → 열관류율 $*.*\text{ W/m}^2\text{k}$ 이하
 - 기밀이 좋은 창 → 기밀성능 $*.*\text{ m}^3/\text{h m}^2$ 이하
 - 우수한 단열재 → 열관류율 $*.*\text{ W/m}^2\text{k}$ 이하
- 동일 가격일 경우 성능이 높은 제품, 성능이 같은 경우 가격이 낮은 제품

참고사항 – 단위환산

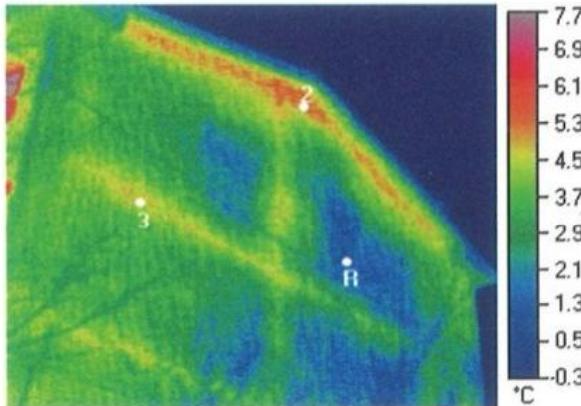
$$\text{열관류율}(U) = 1/\text{열저항} = \text{W/m}^2\text{k} = \text{W/m}^2\text{C} = 0.86 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} \quad (\text{ex, 열저항이 } 0.94 \text{ m}^2\text{k/W} = 1.064 \text{ W/m}^2\text{k})$$

$$\text{열관류율} = \text{열전도율(W/mk)} / \text{재료두께} \quad (\text{ex, 열전도율이 } 0.03 \text{ W/mk} \text{ 인 단열재 } 15\text{cm} \text{의 열관류율} = 0.03/0.15 = 0.2 \text{ W/m}^2\text{k})$$

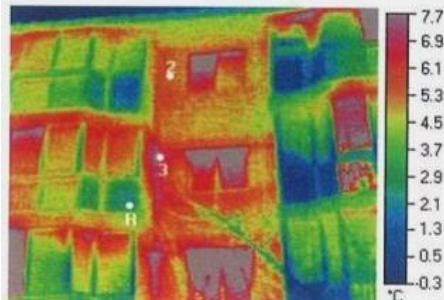
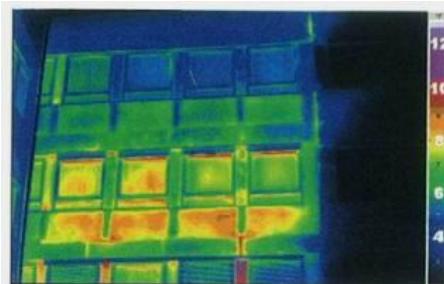
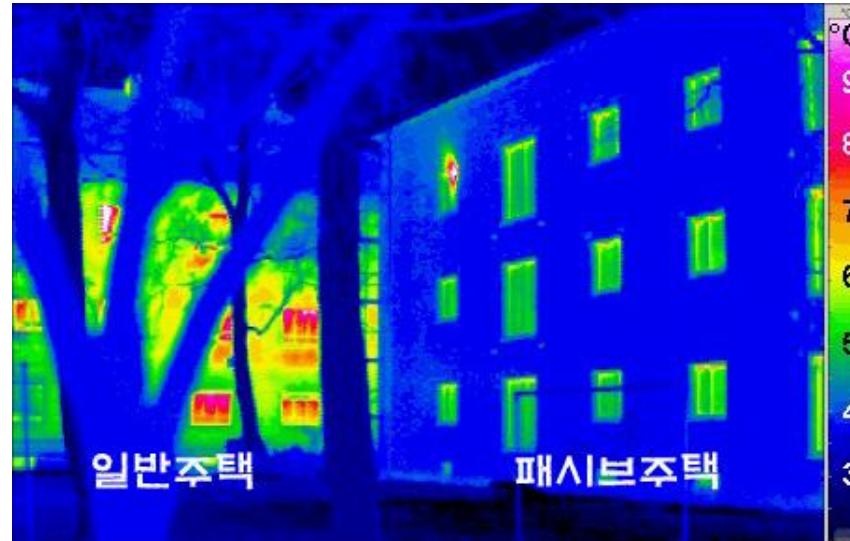


■ 준공 확인

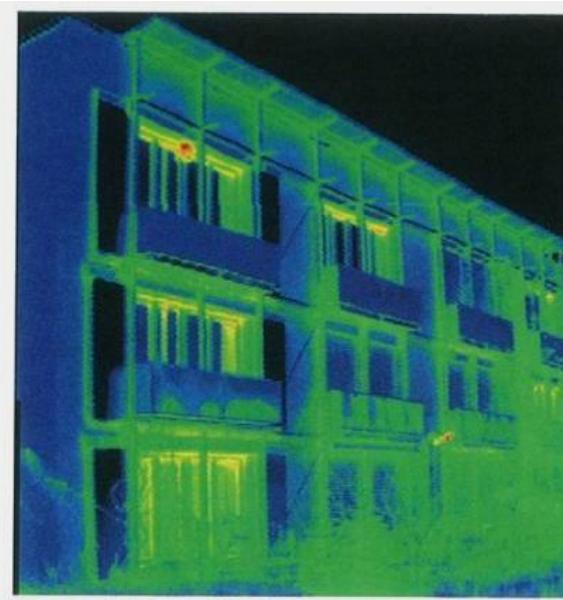
- 열추적카메라, 표면 열측정기, 블로어도어 측정기



기존 공동주택 측벽



기존 주택

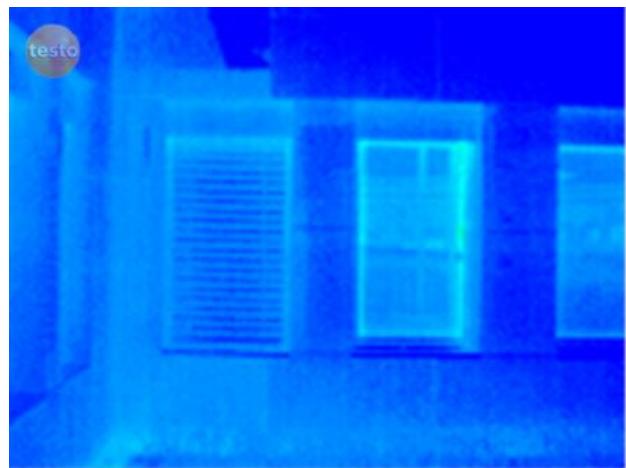
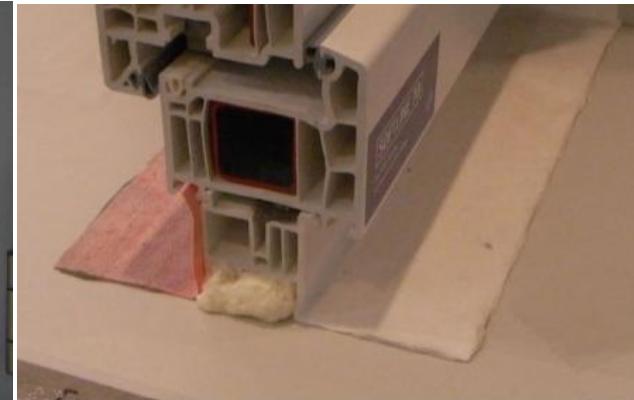


패시브 주택



골조 공사 후 기밀성 테스트

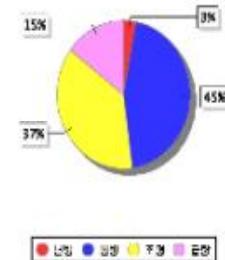
BUILDING ENERGY
GY



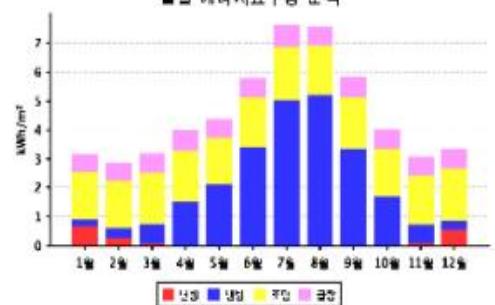
연간 에너지요구량 데이터

연간 에너지요구량	61.8 [kWh/(m ² a)]
난방 에너지요구량	1.6 [kWh/(m ² a)]
난방 면적	420.4 [m ²]
난방 에너지요구량	24.6 [kWh/(m ² a)]
난방면적	420.4 [m ²]
조명 에너지요구량	20.5 [kWh/(m ² a)]
조명면적	511.4 [m ²]
급탕 에너지요구량	8.1 [kWh/(m ² a)]
급탕면적	420.4 [m ²]

연간 에너지요구량 모포도



월별 에너지요구량 분석

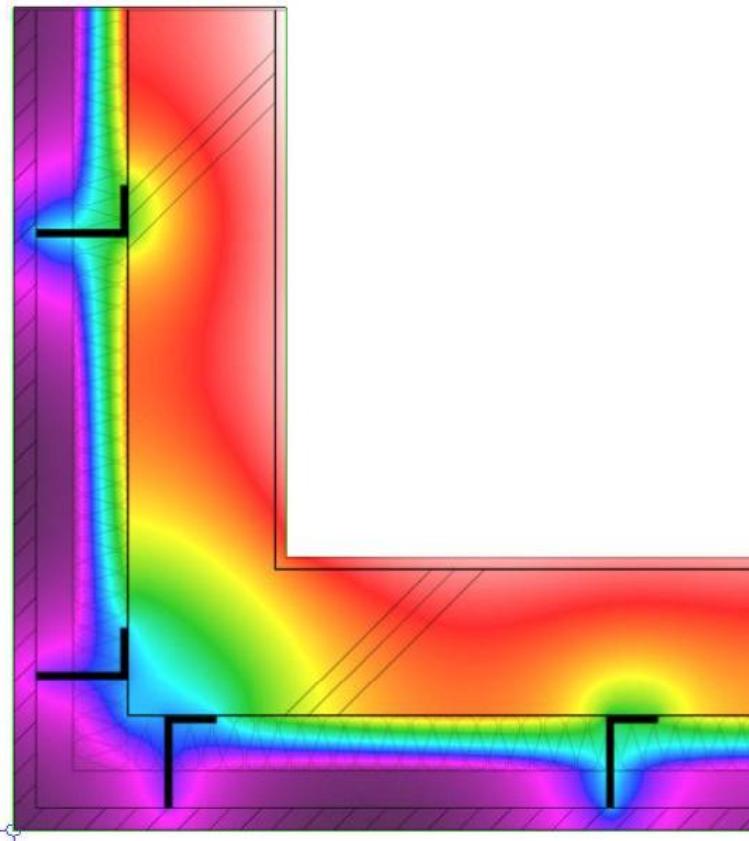


성능 인증 프로세스

ENERGY
PASSIVE HOUSE INSTITUTE KOREA
한국파시브건축협회



■ 외장재와 열교(熱橋)



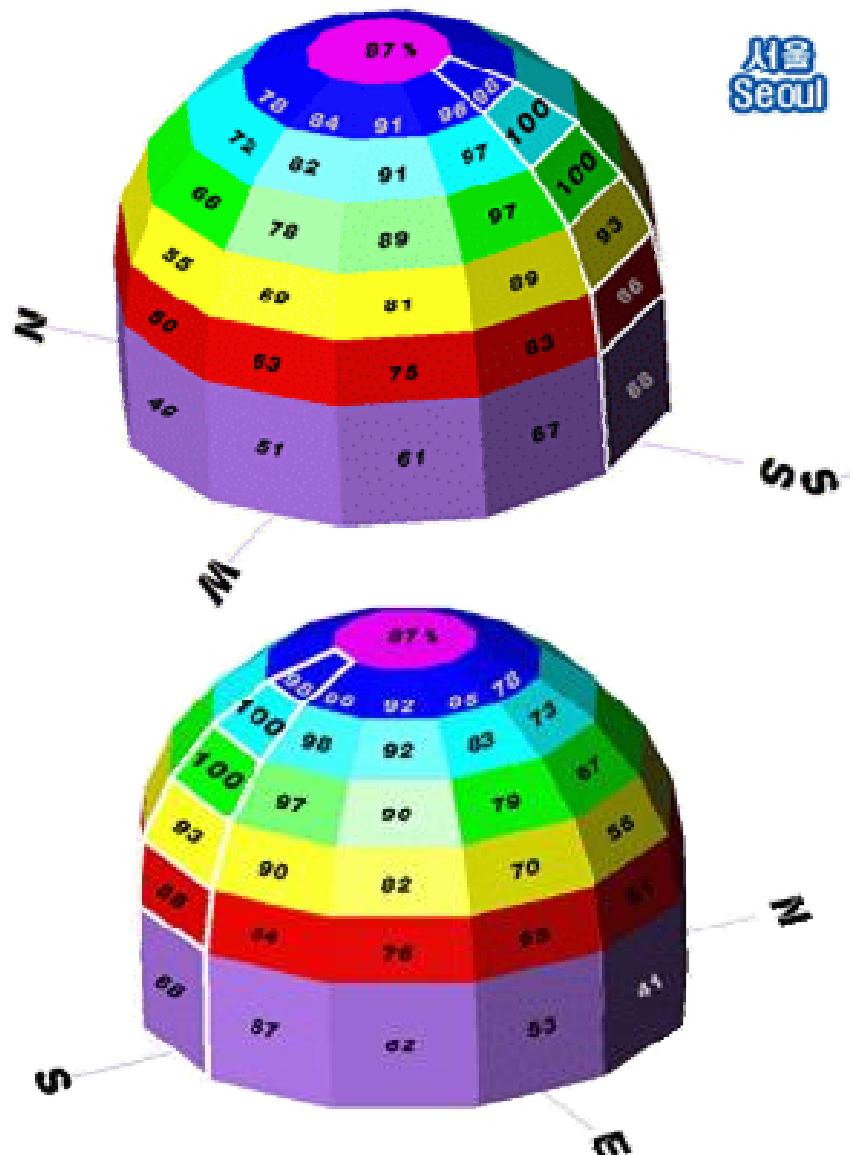
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY



출처: Schöck Isokorb, germany

Active

■ 태양광 발전

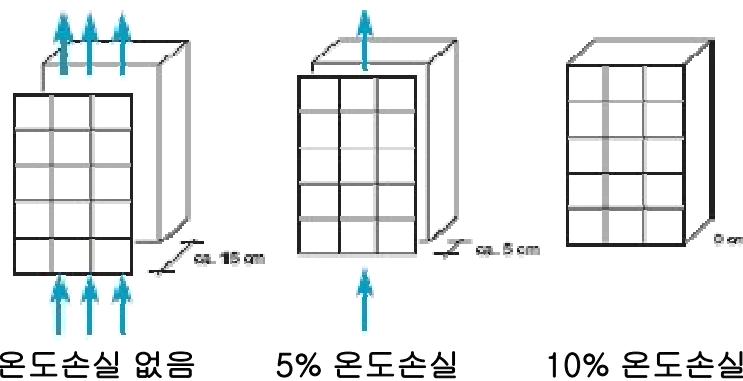


자료제공 : 한국건설기술연구원

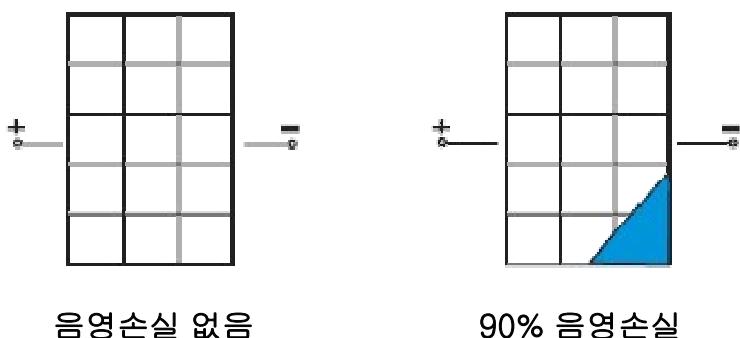
- 10m²에 약 1kw 발전

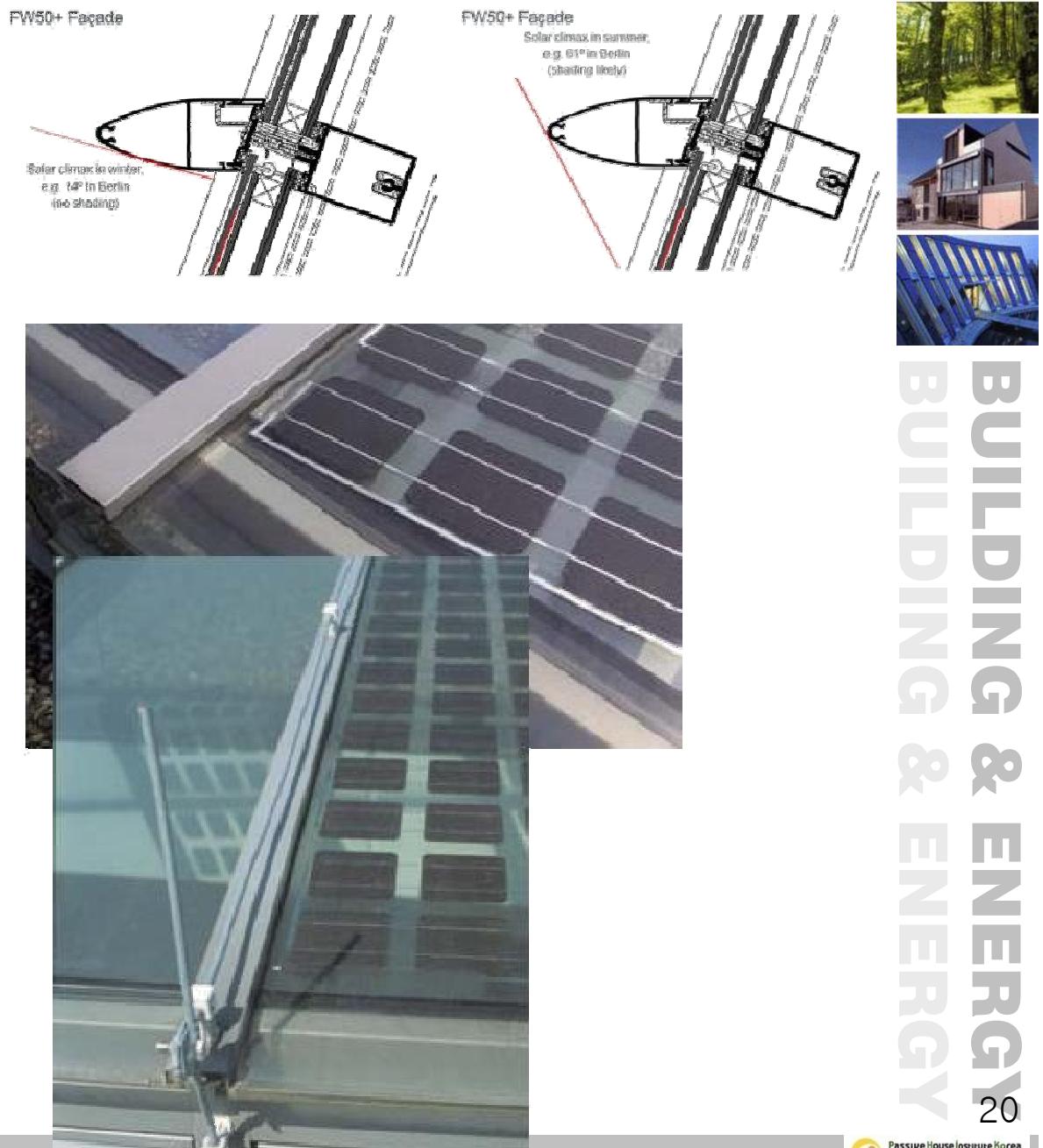


- 배면 환기 중요 - 온도상승 억제



- 작은 음영이라도 큰 영향을 미침







1일 3.5시간 발전

3kWp → $3 \times 3.5 \times 30\text{일} = 315\text{kW}$

30평 1가구 평균 월 300kW 사용 = 3.5 만원

1년 = 3.5만원 × 12개월 = 42 만원

태양광 3kWp 설치비 = 약 600 만원

회수기간 = $600/42\text{만원} = 14.3$ 년

이자비용을 고려하면 20년 소요

월 600kW 사용 가구 = 16.3 만원

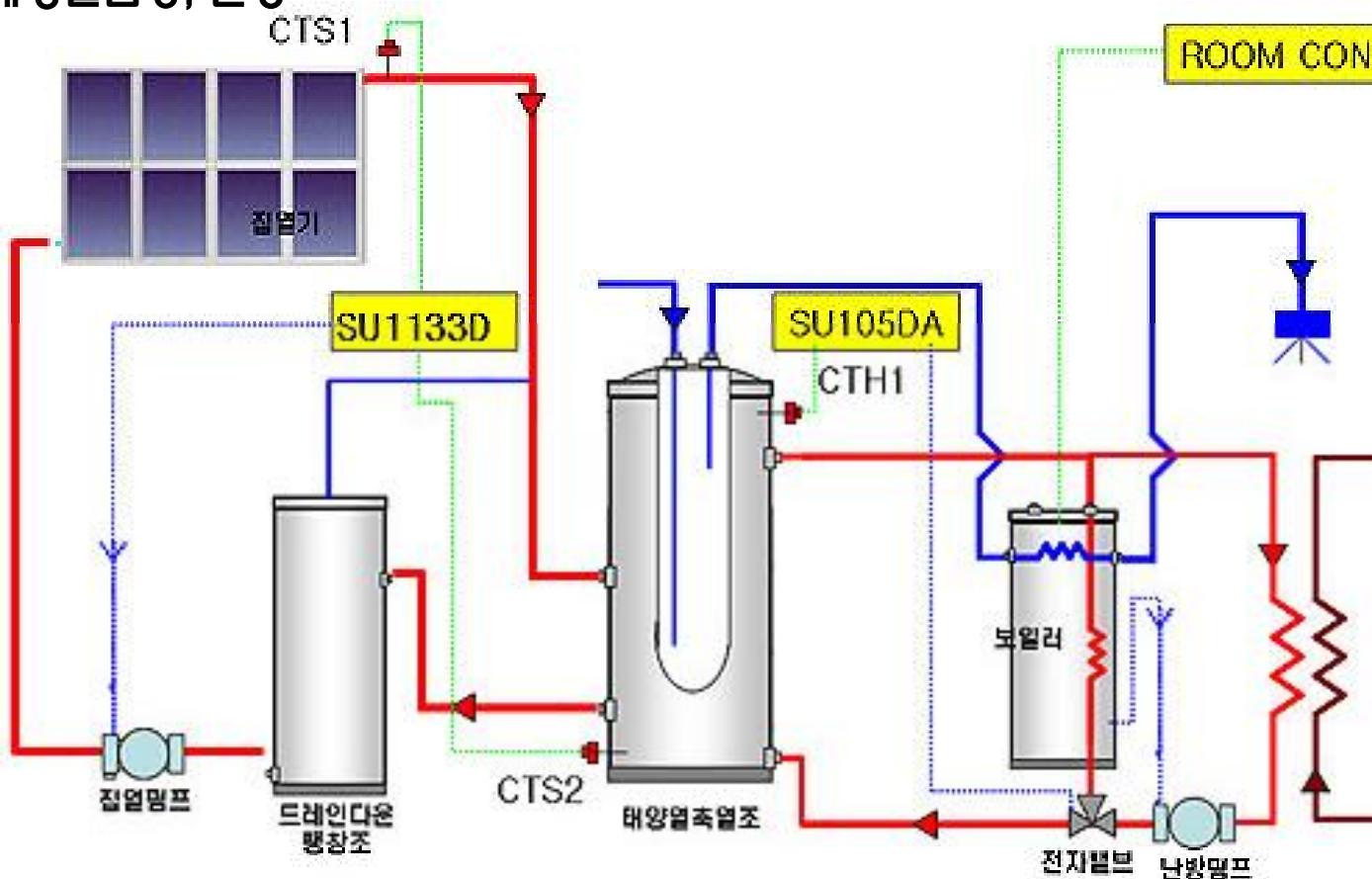
1년 = $12.8 \times 12\text{개월} = 153.6$ 만원

회수기간 = $600/153.6 = 3.9$ 년

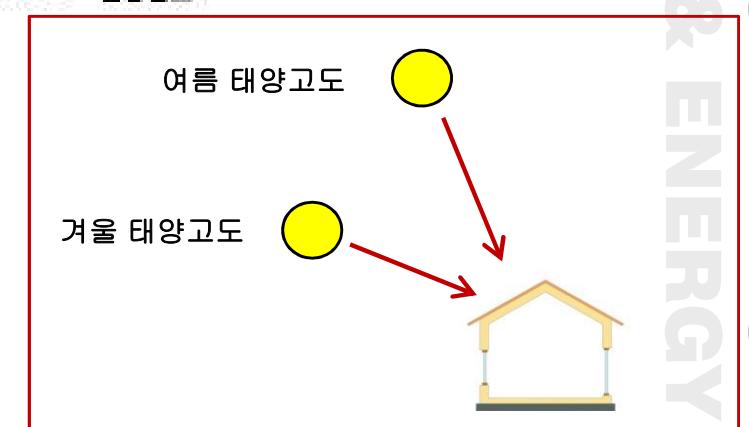




■ 태양열급탕, 난방

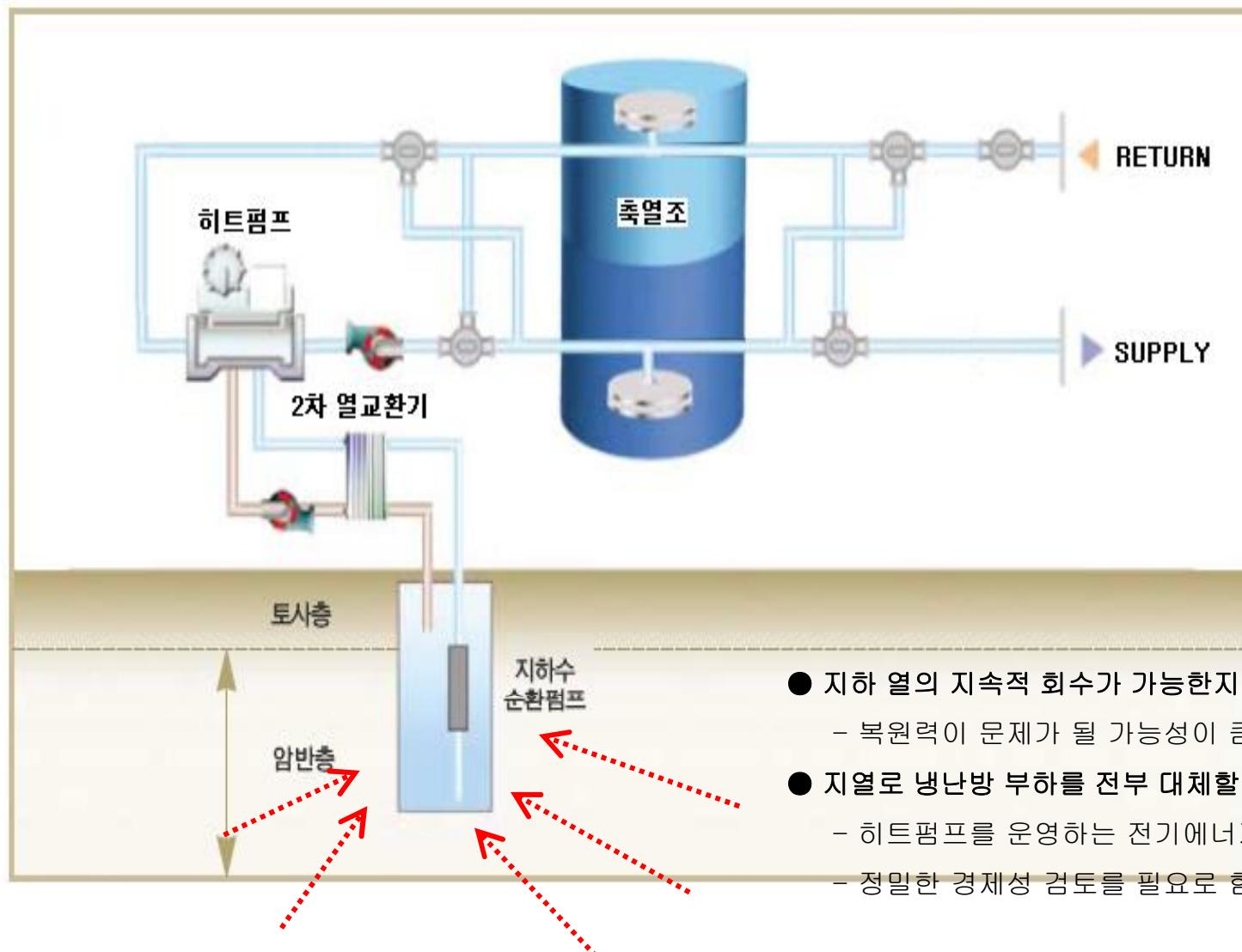


- 최근에는 급탕 뿐만 아니라 난방도 같이 연계함
- 여름의 경우 대부분의 열원이 사용되지 못함
 - 고온으로 인한 문제가 발생할 수 있음
- 남는 열원을 지열과 연계하여 냉방을 해결하는 설비의 실용화 단계





■ 지열



- 지하 열의 지속적 회수가 가능한지 검토가 필수
 - 복원력이 문제가 될 가능성이 큼
- 지열로 냉난방 부하를 전부 대체할 수 없음 (30% 내외)
 - 히트펌프를 운영하는 전기에너지 필요
 - 정밀한 경제성 검토를 필요로 함

BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
23

■ 소형풍력발전



● 바람의 세기와 발전효율 검증 필요

- 600W (최소 3m/s, 적정 10.5 m/s)
- 1KW (최소 3.2m/s, 적정 12.2 m/s)
- 높이 6M 이상

● 현재 대부분이 수입품이거나, 핵심부품이 수입에 의존



BUILDING & ENERGY

Works

한국 Passive 건축물 사례

- 대림산업 3L 실험주택 – 2005년 12월 준공



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY

- 파주 산남리 3.8L 주택 - 2008년 1월 준공
- 3.8리터성능 + 태양열집열 18,000kcal



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
27

■ 흥천 살둔주택 – 2009년 1월 준공

– 에너지 성능 : 발표된 것이 없음



- 동탄 2L 패시브 근린생활시설 - 2009년 9월 준공 - 2리터성능 + 태양열집열 18,000 kcal



BUILDING & ENERGY

29



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY

■ 파주 동파리 2.0L (추정) 주택 - 2009년 10월

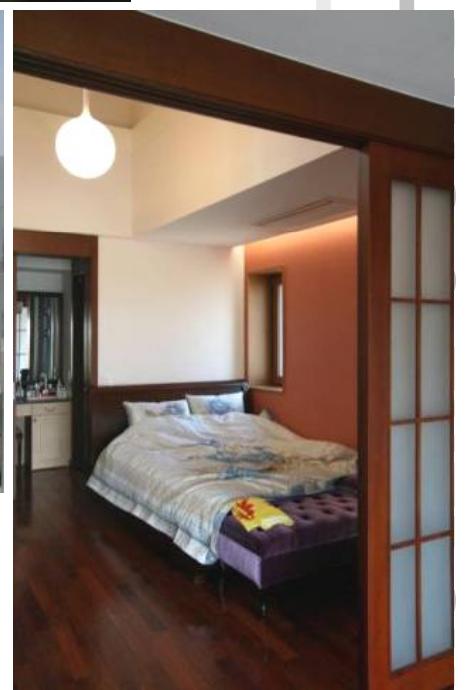


BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY

- 파주 동파리 0.8 주택 – 2009년 10월 준공,
– 0.8리터성능 + 태양광 3kw + 태양열집열 18,000kcal ≈ Zero Energy

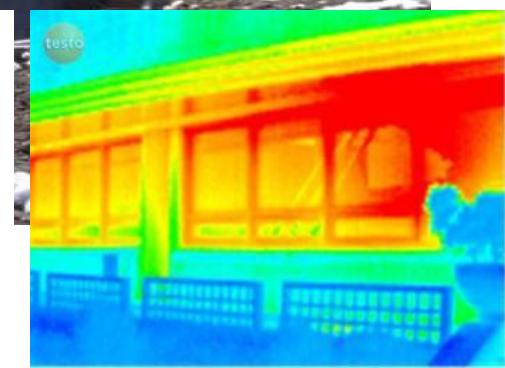
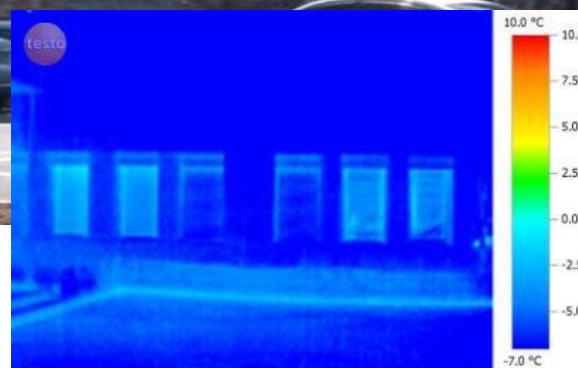
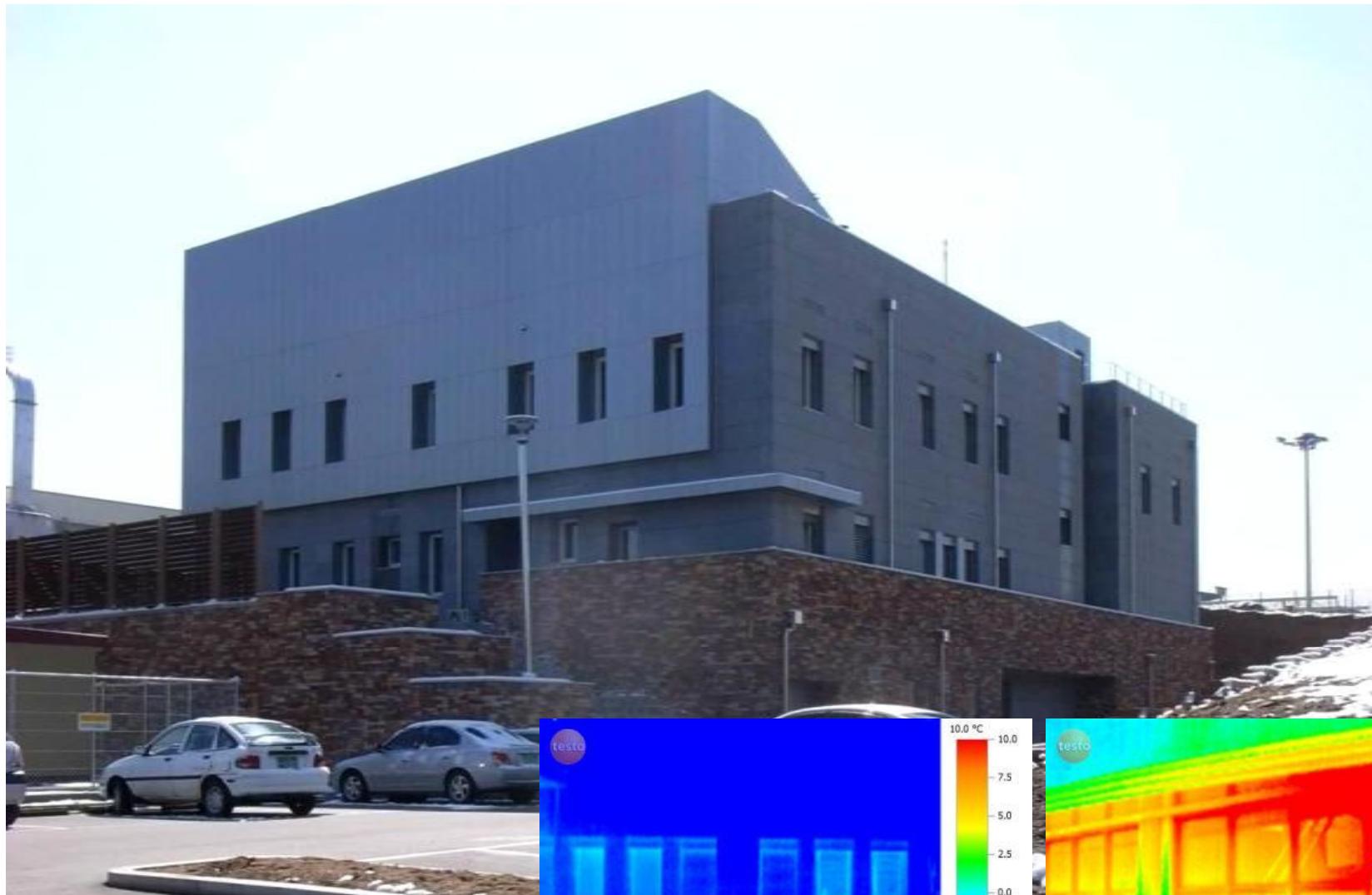


BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
32



B
U
I
L
D

- 한국도로공사 수원영업소 – 국내 최초 패시브 업무시설(2리터) – 2010년 2월 준공
 - 2리터성능 + 태양광발전 14Kw + 태양열집열 40,000 kcal



BUILDING & ENERGY

- 그린홈 100만호사업 시범주택 – 국내 최초 플러스에너지주택 (2009년 7월 준공)

발주처 : 지식경제부, 에너지관리공단 – 0.7리터성능 + 태양광발전 6Kw + 태양열집열 12,000 kcal + 지열5RT



■ 경기 퇴촌 2.9L – 2010년 3월



BUILDING
BUILDING

■ 총북 제천 1.7L(추정) – 2010년 5월



■ 경기 문호리 2.7L – 2010년 7월



■ 대구 내곡동 2.1L – 2010년 9월



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY

■ 양주시 봉양동 2리터 단독 주택 (공사중)

- 2리터 성능 + 태양광발전, 태양열급탕



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
40

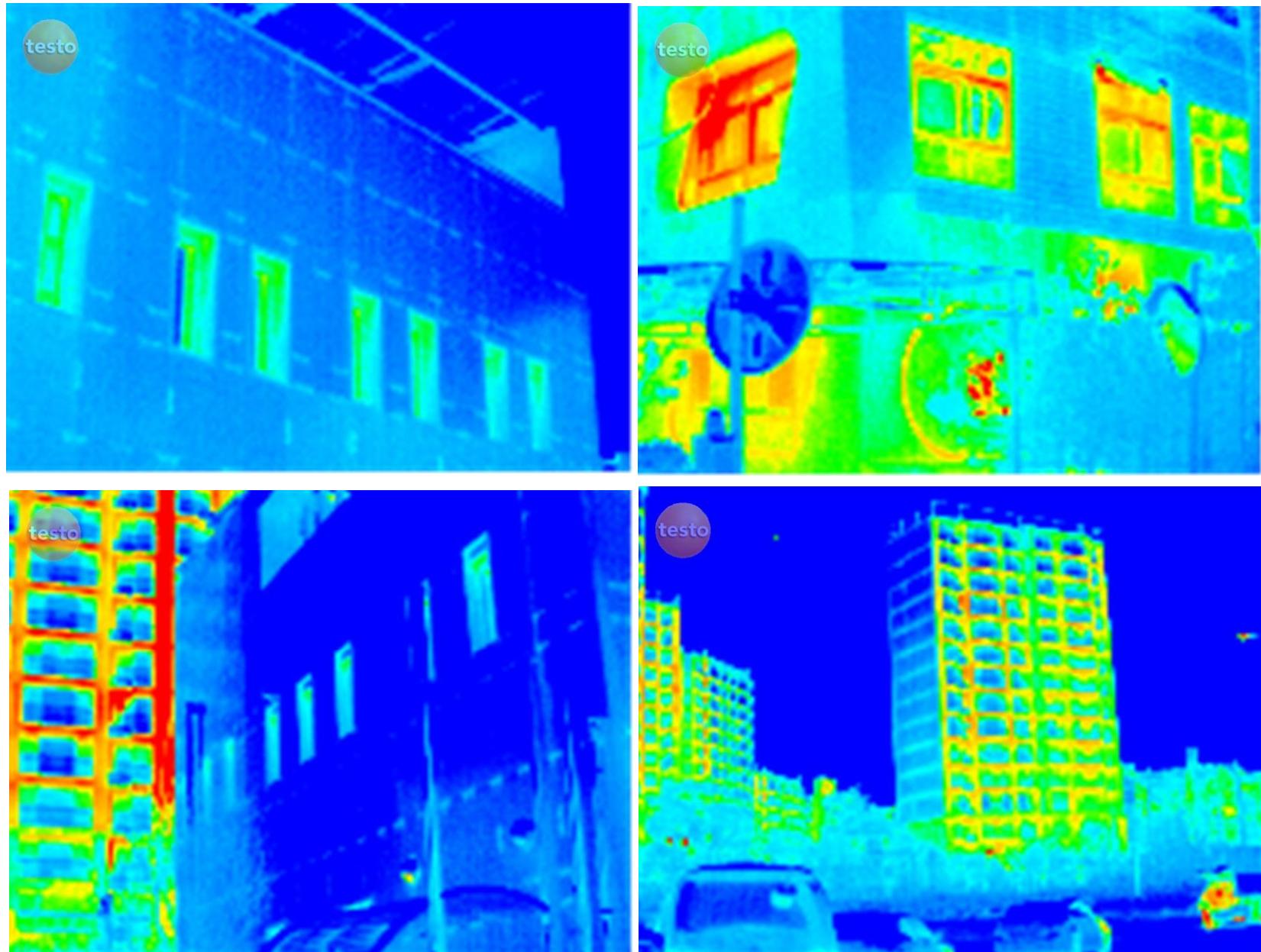
- 삼평동 제로에너지우체국 - 제로에너지업무시설 (2010년 7월 착공, 2010년 12월 준공)
 - 1리터 성능 + 태양광발전 18 Kwp



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY



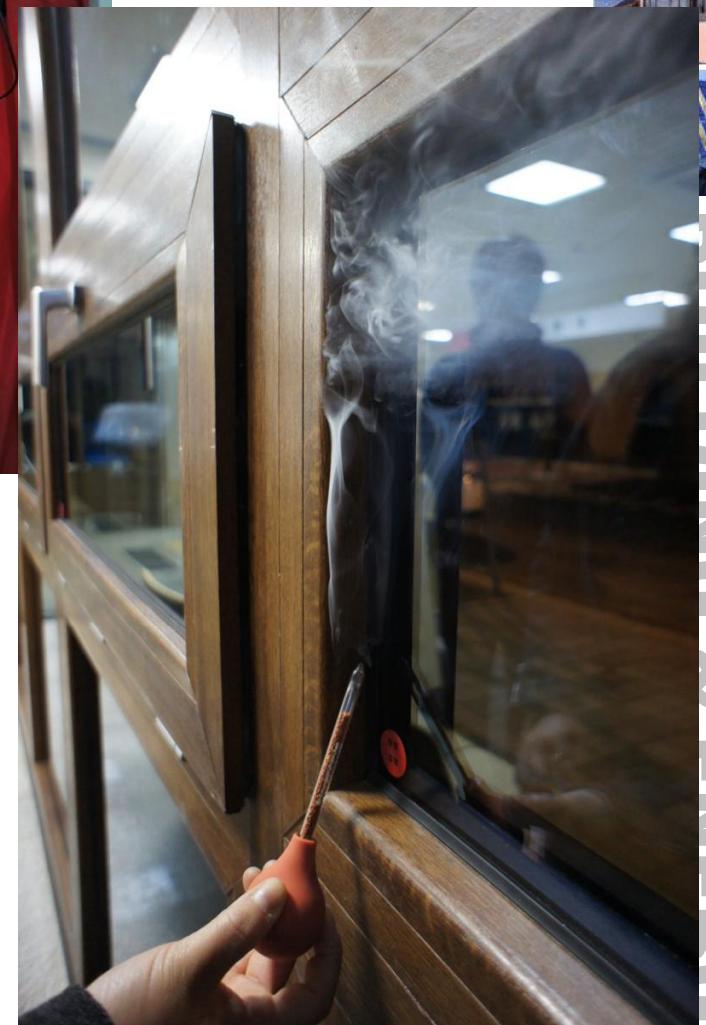
■ 삼평동 제로에너지우체국



BUILDING & ENERGY
DESIGN & ENERGY



■ 삼평동 제로에너지우체국



■■■ 시공 중 사례



용인 향린동산 주택



양평 주택



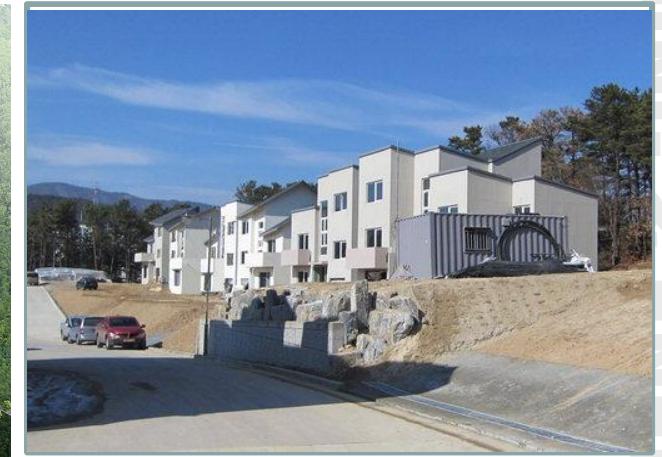
세종시 청마을 단지 (학교+공공업무)



통영 게스트하우스



충북 괴산 미루마을 (개별 시공)



충남 유성구 제로에너지단지

and more ...?



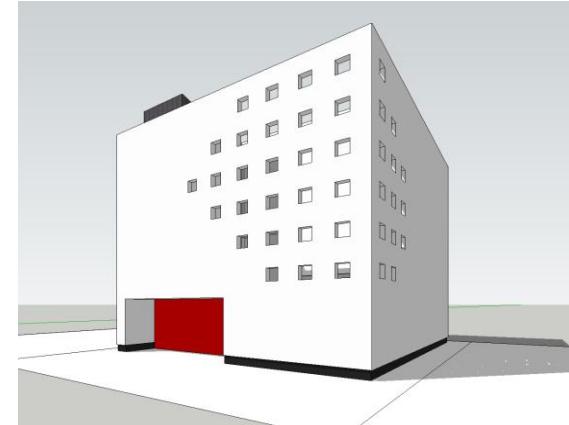
■■■ 설계 중 사례 (2011년 착공)



제로카본 그린홈 (공동주택)



창원시 제로에너지하우스



청주시 주택



파주시 동패리 주택



성남 판교 주택



동탄 근린생활시설



BUILDING & ENERGY

and more ...?



■■■ 전망

완공수(동)

30

25

20

15

10

5

2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012

?

BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY



■ 왜 패시브하우스로 가야 하는가?

열 쾌적성

단열 강화로 영하 기온에서 실내측 유리표면의 평균온도 17°C 이상, 벽체는 편차가 거의 없음

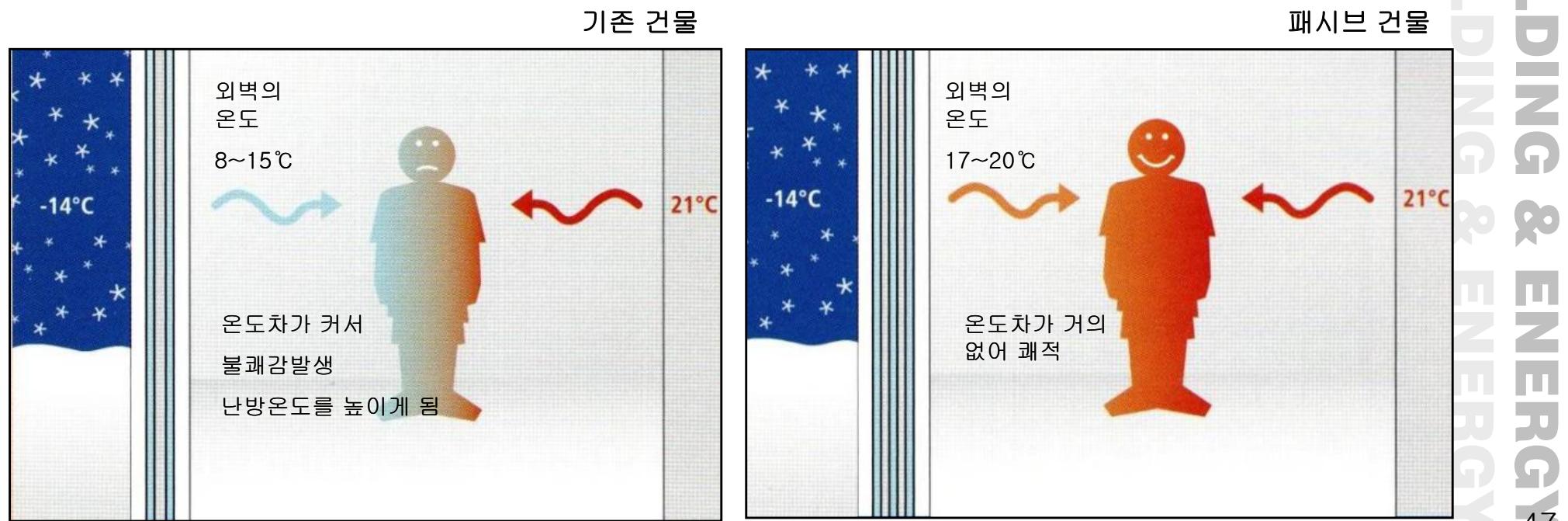
창호부분 결로 없음

복사열로 인해 체온의 증감이 없음

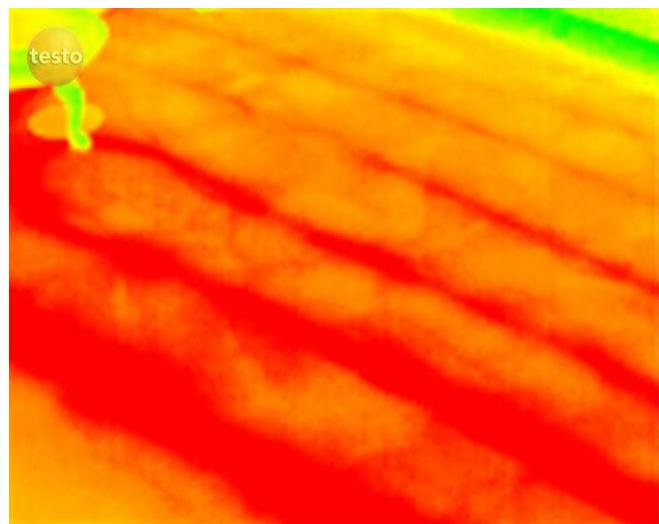
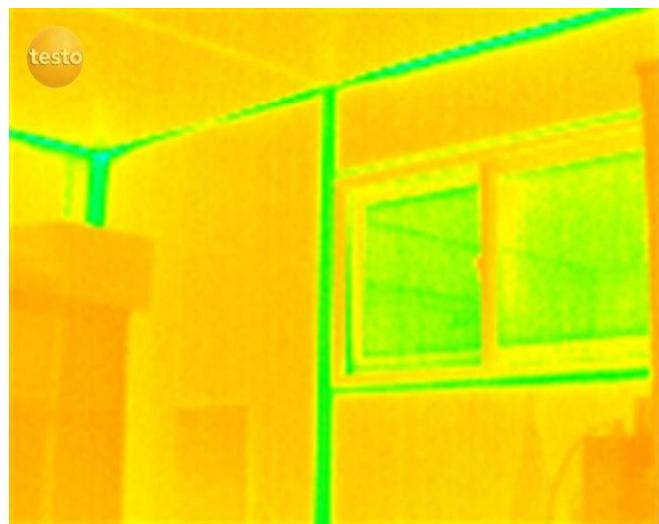
공기 쾌적성

24시간 낮은 속도의 열교환환기장치의 가동으로 공기질 유지 (필터링한 신선한 외기 도입)

취침시 밀폐도가 높아진 상태에서 CO₂ 증가로 인한 불쾌감 해소



■ 왜 패시브하우스로 가야 하는가?



BUILDING & ENERGY

감사합니다.
