

패시브하우스와 신재생에너지

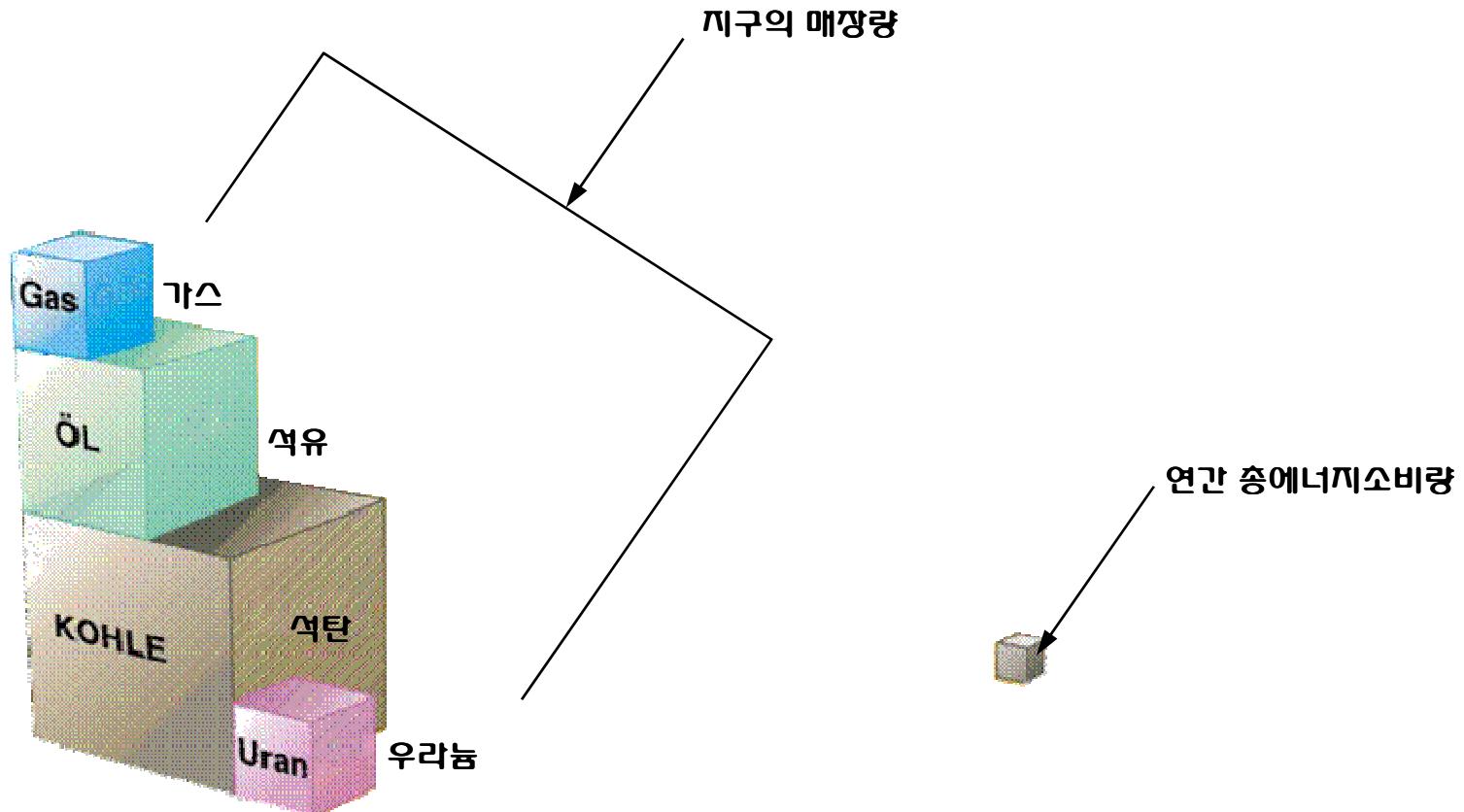
2010. 07. 16



www.phiko.kr
국토해양부 친환경건축물인증 운영위원
건축사 최정만



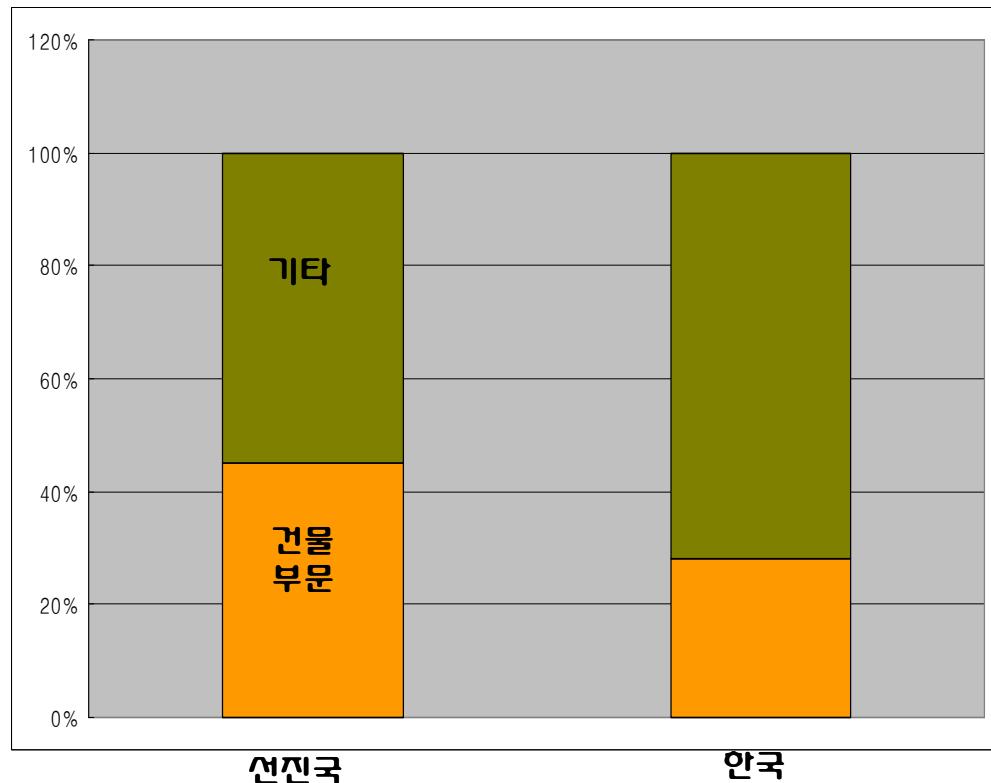
■ 지구의 에너지원별 보유량과 소비량



자료제공 : 한국건설기술연구원



■ 에너지 소비량 중 건축물의 비중



2008년

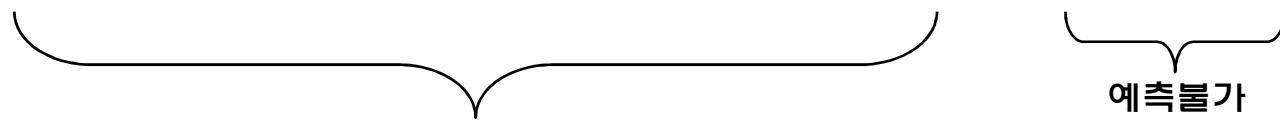
→ 이중 50%가 주택에서 소비

주택에너지의 65%가 난방에너지

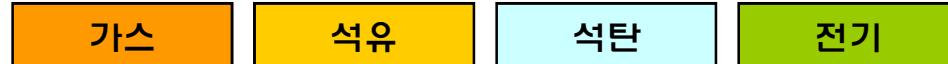


■ 제로 에너지 건축물

건축물의 에너지 사용처



에너지 원



제로에너지 건축물 = 화석연료를 사용하지 않고 운영되는 건축물 = 탄소제로건축물

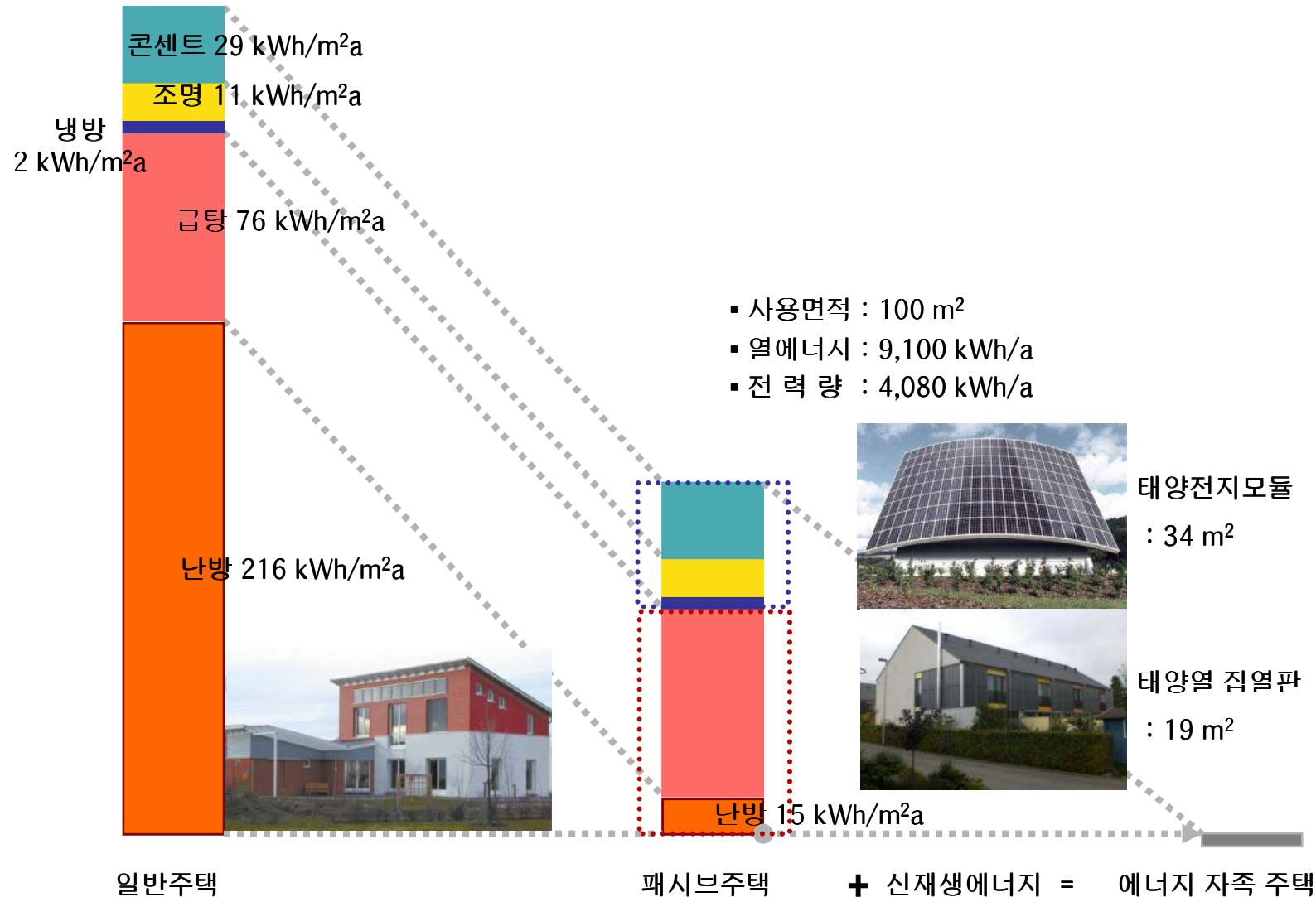
BUILDING & ENERGY
4

■ 설계 프로세스

표준 기상데이터 (지역) → 패시브 기법 적용 → 월별 에너지요구량 계산 → 신재생에너지 계획
건축물의 용도 (ISO, DIN)



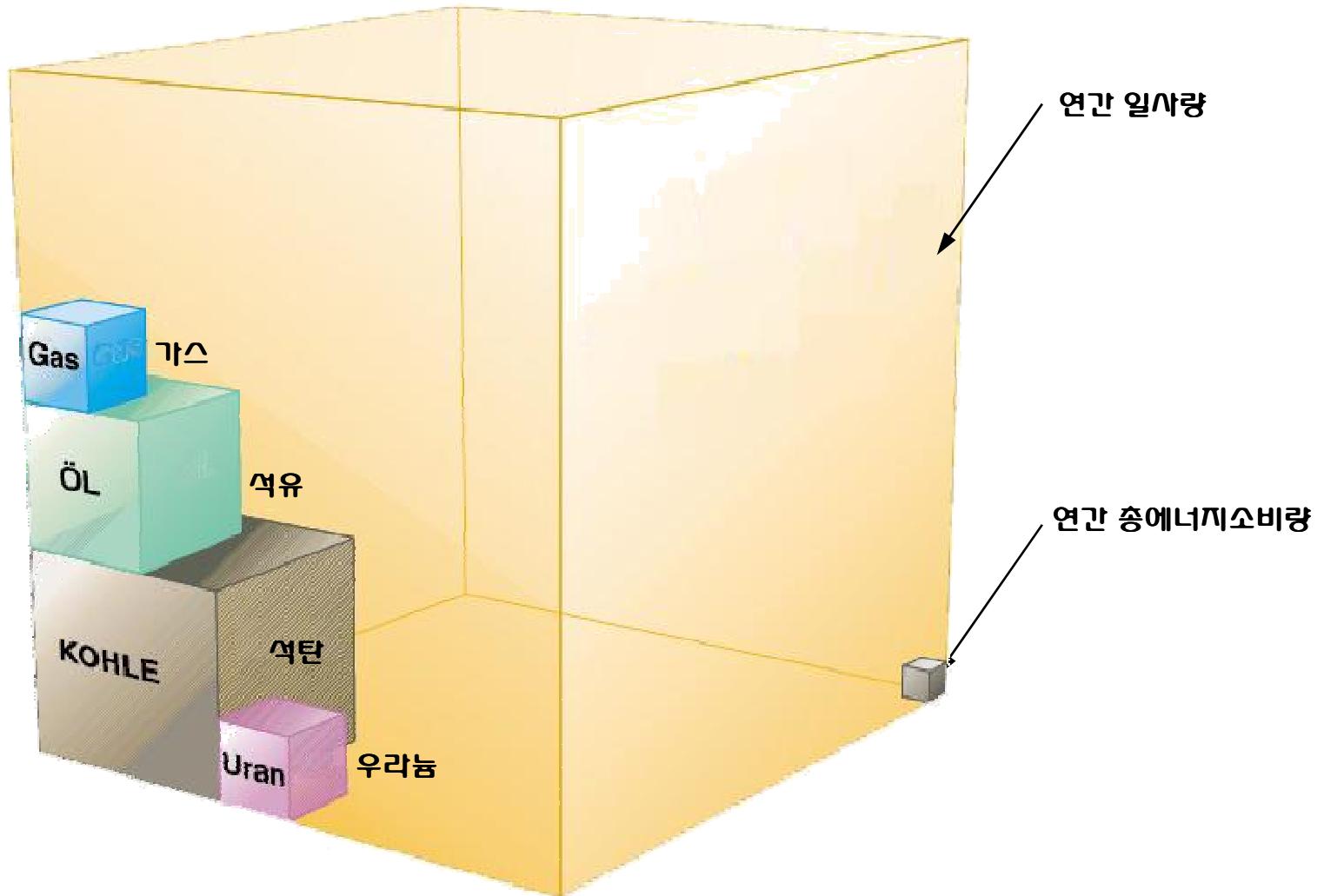
■ 국내 주거용 건축물의 에너지 사용량과 제로에너지



Passive



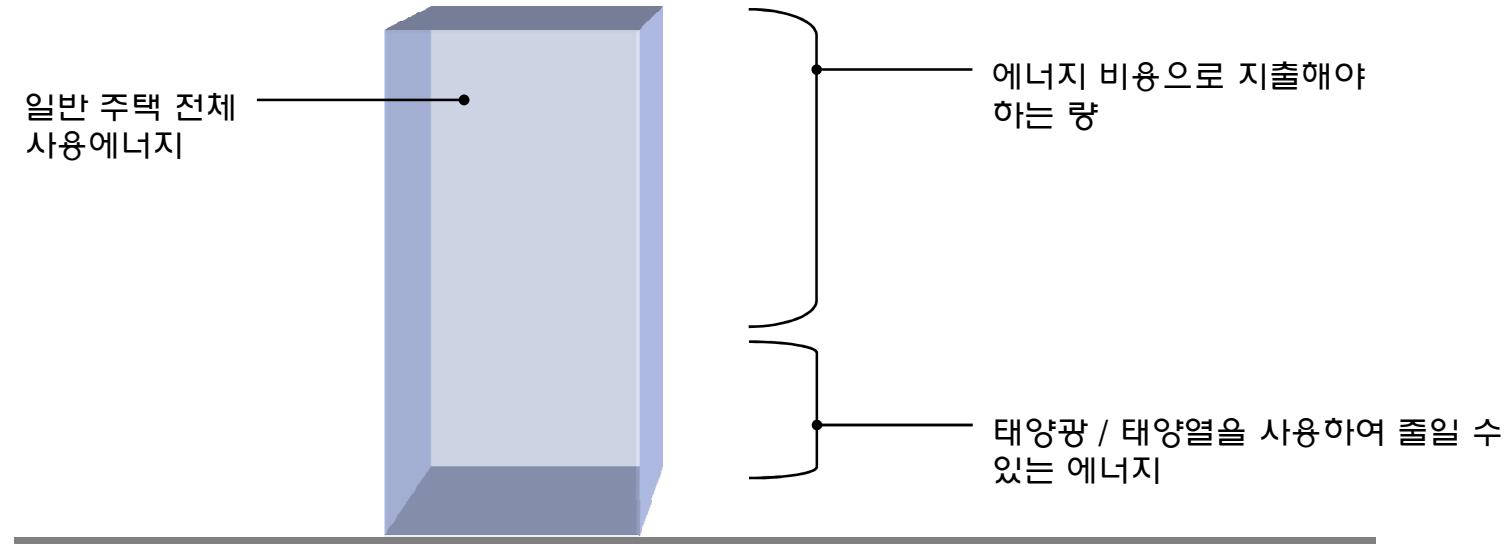
■ 태양 에너지의 이용



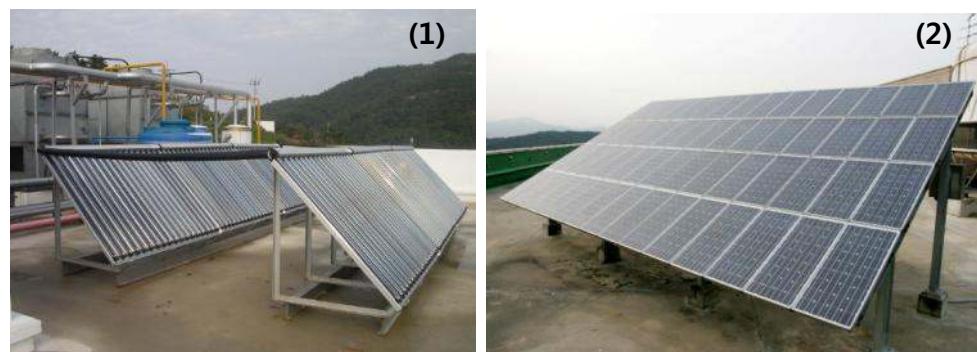
**BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY**



■ 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)



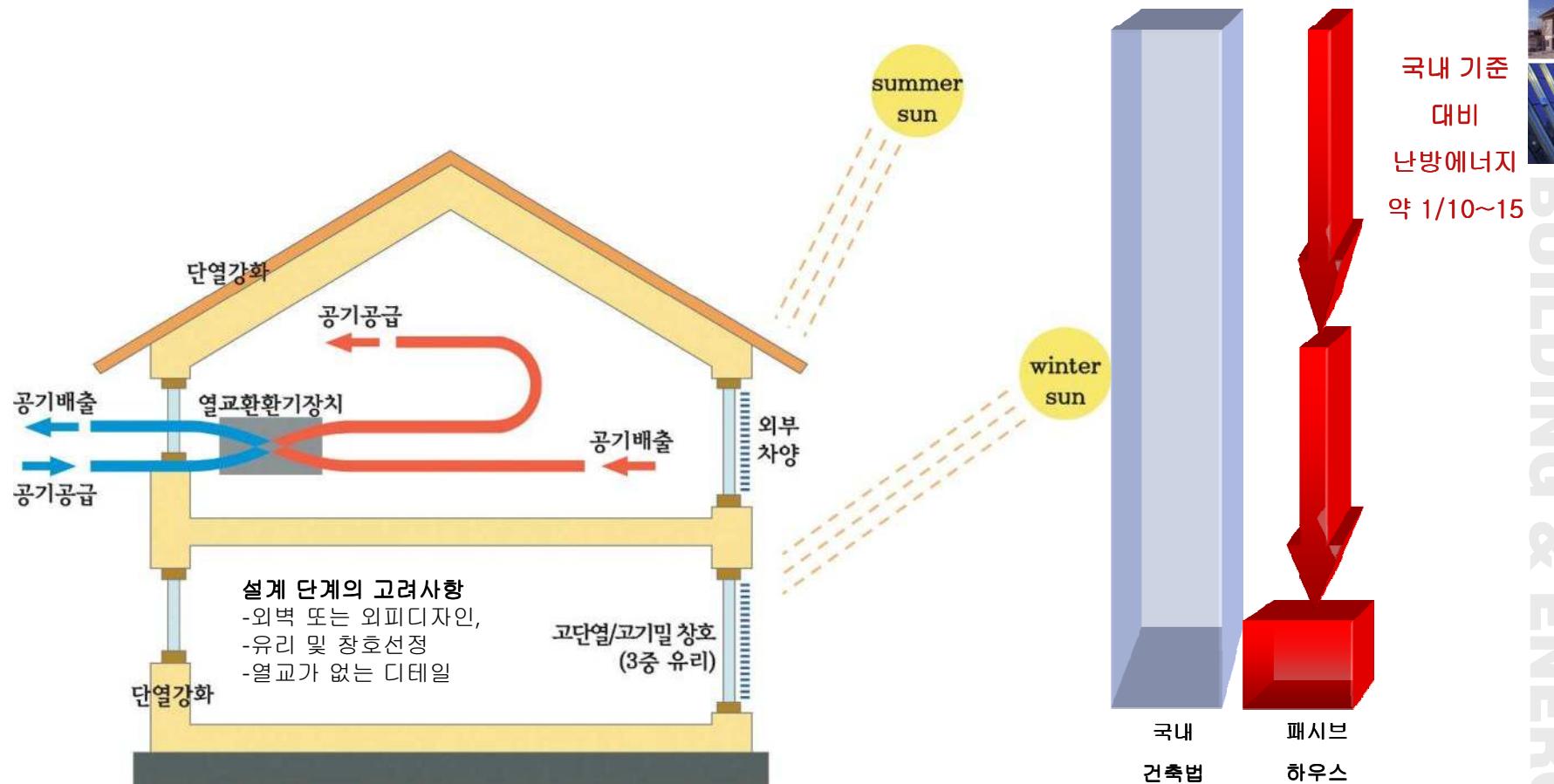
BUILDING & ENERGY⁸



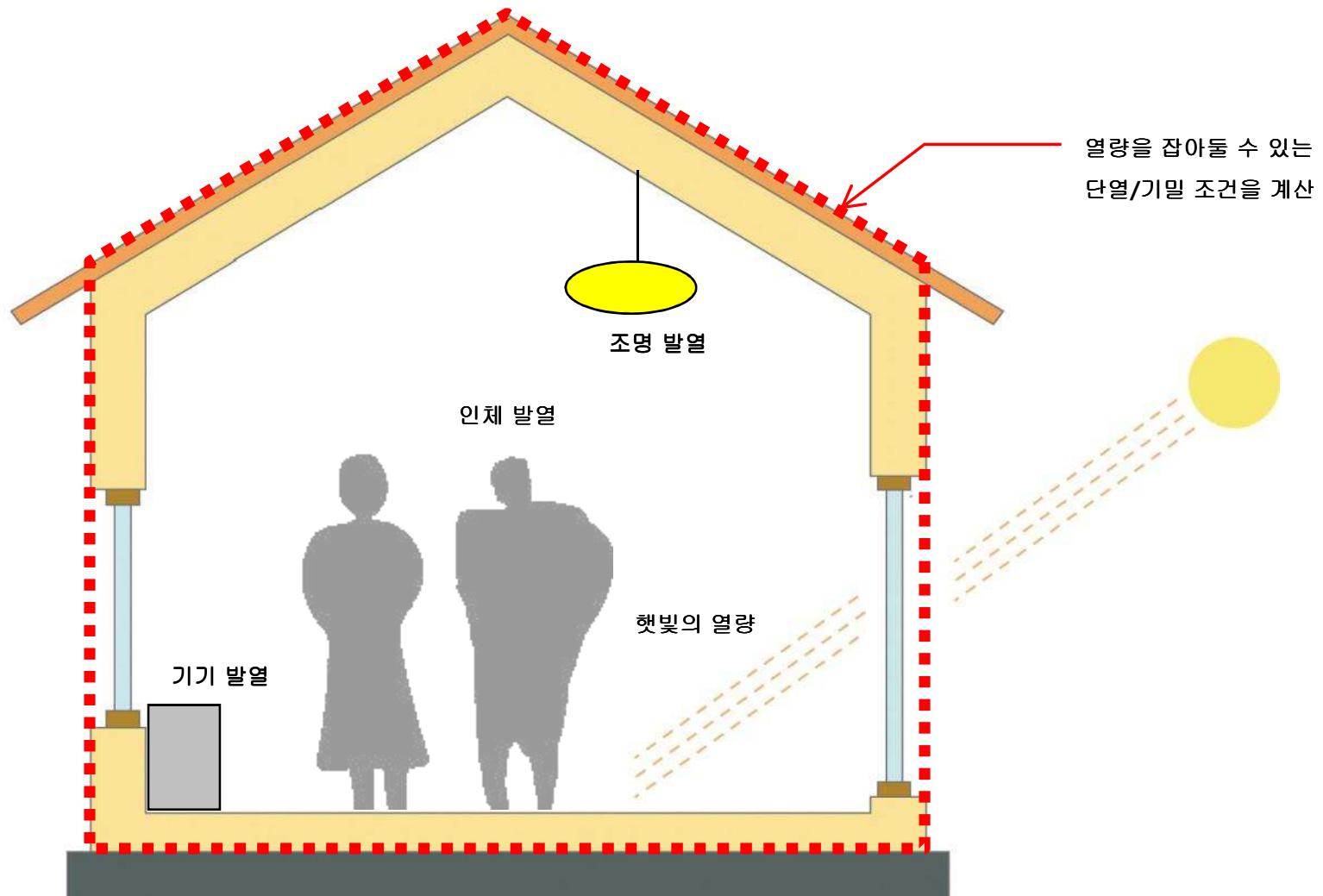


■ 패시브건축물 이란?

패시브건축물이란 난방을 위한 설비없이 겨울을 지낼 수 있는 건축물을 말한다. (전문적으로는 년간 면적당 난방부하가 15KWh/m^2 이하임), 이는 건물을 고단열, 고기밀로 설계하고 폐열을 철저하게 회수함으로서 가능하다. (태양열/태양광 등 신재생에너지는 필수요소가 아님)



■ 패시브건축물의 원리



**BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY**

10



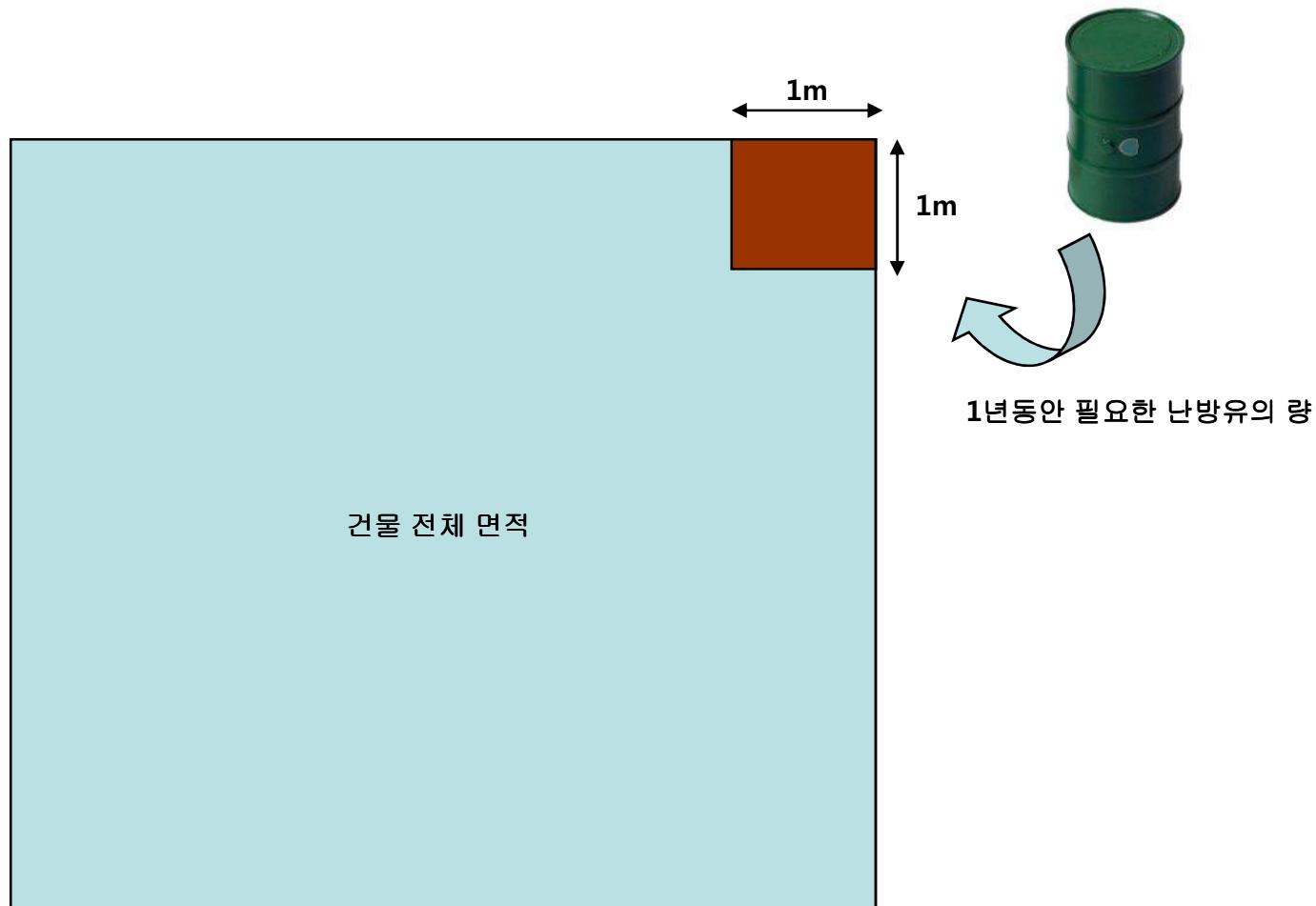
한국패시브건축협회
Korean Passive Building Association



■ 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



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY



한국파시브건축협회
KOREA PASSIVHAUS



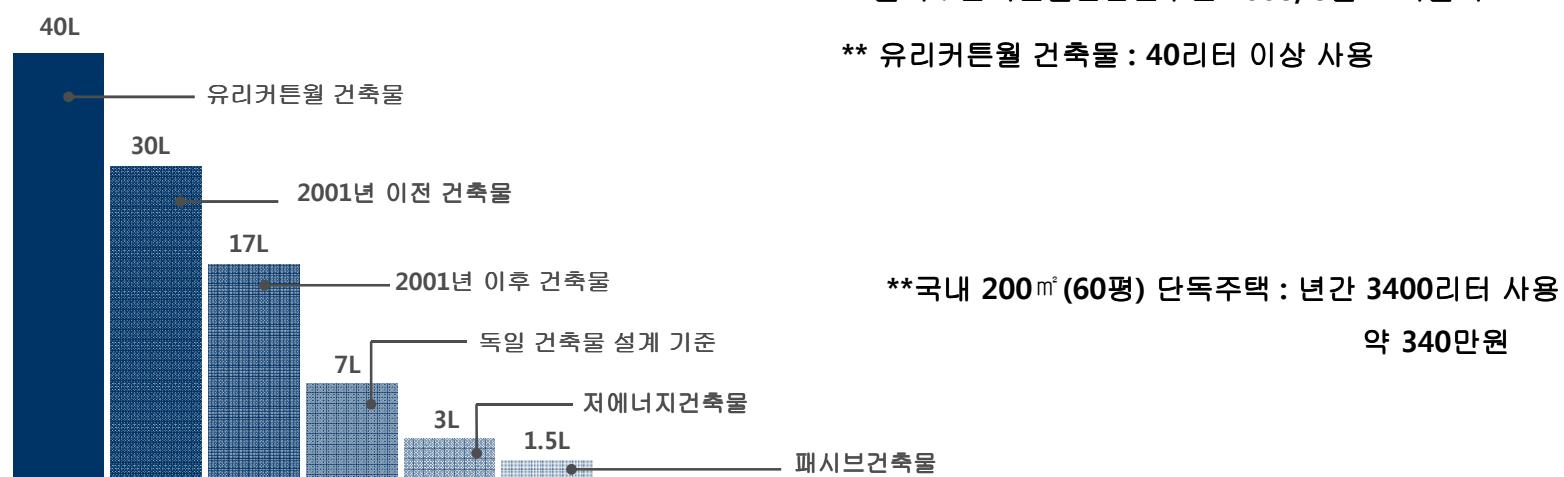
■ 건물의 에너지 등급

- 1m² 당 1년 동안 사용되는 난방 등유의 양으로 결정
ex) 10 리터주택 = 1m² 당 1년에 10리터의 등유를 사용해야만 하는 집

| | |
|--------------|--|
| • 22리터이상 건축물 | - 2001년 이전 건축물 (에너지절약설계기준 도입전) |
| • 17리터 건축물 | - 2001년 이후 건축물 (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 |

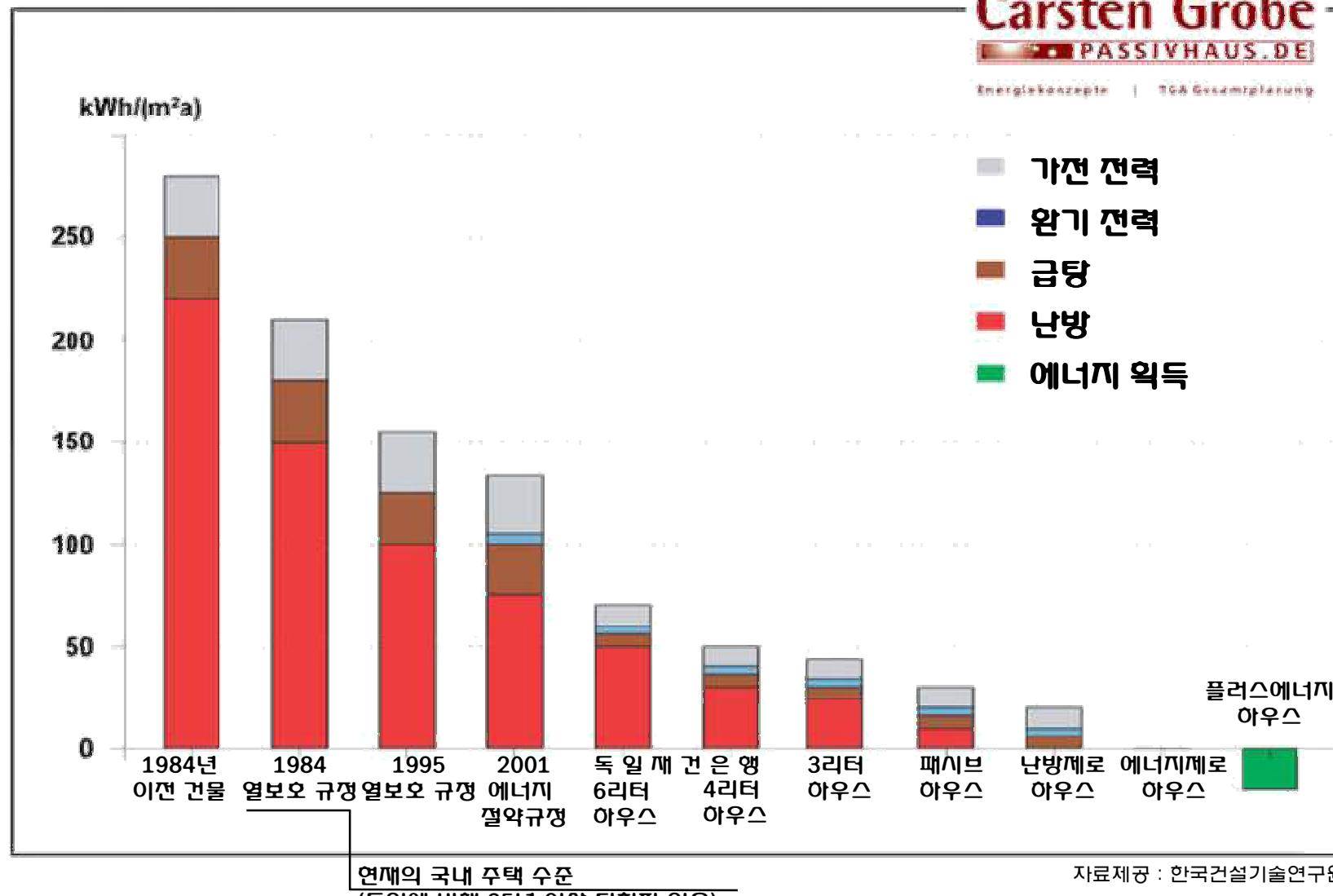
• 출처 : 한국건설산업연구원 2008, 8월호 기술지

** 유리커튼월 건축물 : 40리터 이상 사용



BUILDING & ENERGY

■ 단열기준과 주택의 에너지 사용량의 변화 – 독일의 경우





■ 패시브 건물의 주요 요소

1. 향을 고려한 배치 설계
2. 고단열
 - 국내 단열기준의 약 3배 강화
 - 기밀성능을 높이기 위한 디테일 계획
 - 벽 관류율 : **0.15 W/m²k** (지역마다 차이)
 - 지붕 관류율 : **0.11 W/m²k** (지역마다 차이)



참고 사항 - 단열재 선택

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

KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

시험 성적서

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

시료명 : 에스코트(AT-IV)

| 시험항목 | | 단위 | 시료구분 | 결과치 | 시험방법 |
|-----------------------------------|--|-------|------|-------|--------------------------|
| 열전도율(평균온도: 20±5 °C) | | W/m.K | | 0.039 | KS L 9016 : 2005(평판열류계법) |
| ※ 측정 시 밀도: 77 kg/m ³ . | | | | | |

시험결과

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-Jyun Lee

시험원 : 이창현
Tel : 052-220-3186

2008년 02월 15일

Un-Kyu Park

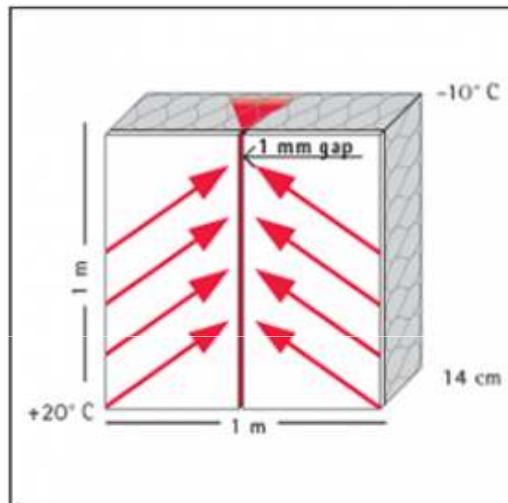
기술책임자 : 박언규
E-mail : ukp@ktr.or.kr

한국화학시험연구원장



3. 고기밀

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

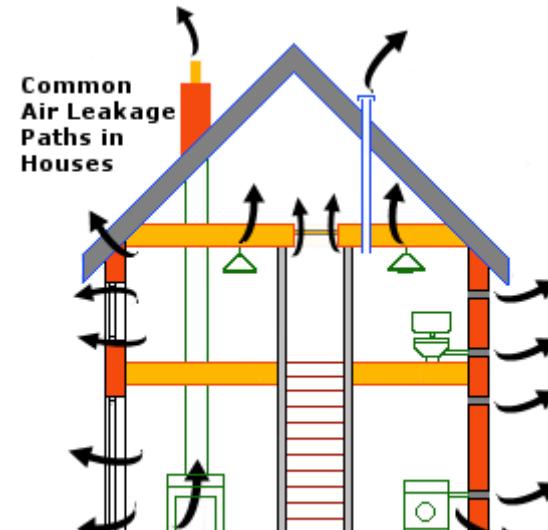


실험조건 : 실내 +20°C, 실외 -10°C
압력 : 20 Pa (2-3 m/s)

벽의 열관류율 = 0.30 W/m²K
실험체 열관류율 = 1.44 W/m²K
→ 4.8 배 차이

벽체의 습기 이동 : 0.5g water/m² x 24h
실험체 습기 이동 : 800g water/m² x 24h
→ 1,600 배 차이

출처 : <http://www.proclima.com>



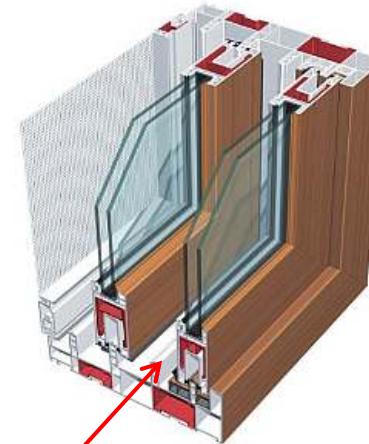


4. 고성능 창호

- 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 + 5mm CL

가. 기자재명 : 고기밀성단열창호
나. 형식 : 4Track Sliding
다. 모델명 : 발코니 이중창
라. 용량 : 프레임폭 280mm
마. 효율 열저항 $0.856\sim0.860 \text{ m}^2\text{k/W}$ 기밀성 $1.02 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{hr}$

→ $1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$

산업자원부고시 제2006-29호의 규정에 따라 고효율에너지기자재임을 인증합니다.

2007년 7월 13일

에너지관리공단 이사



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>

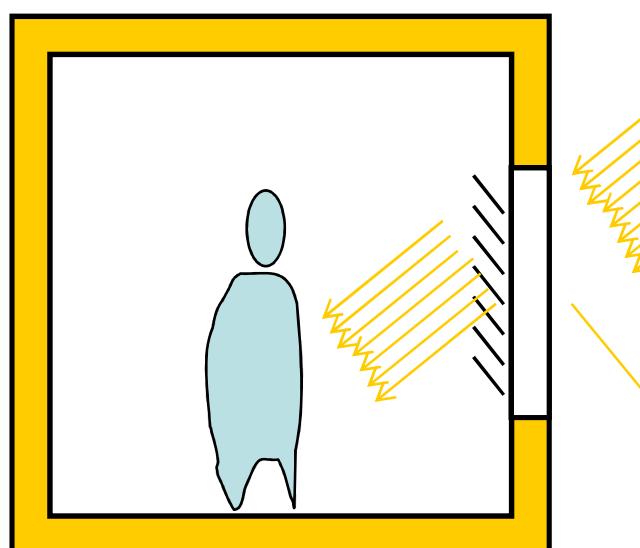
참고사항 - 창호의 선택

열관류저항은 숫자가 클수록,
열관류율을 숫자가 작을 수록 높은 성능
기밀성은 숫자가 작을 수록 높은 성능



5. 외부 차양

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

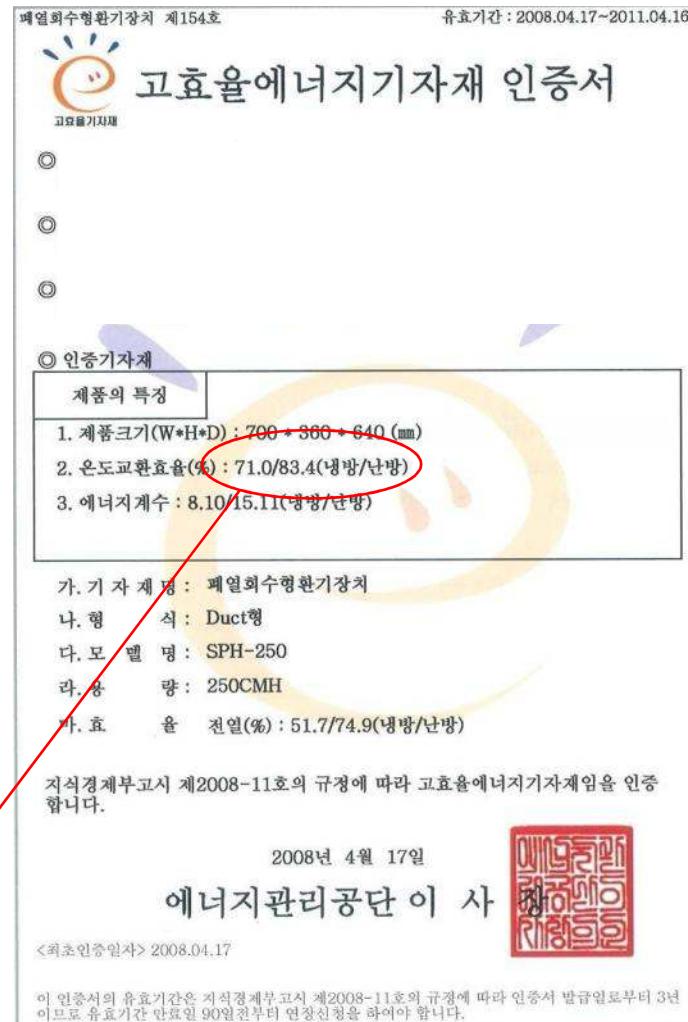
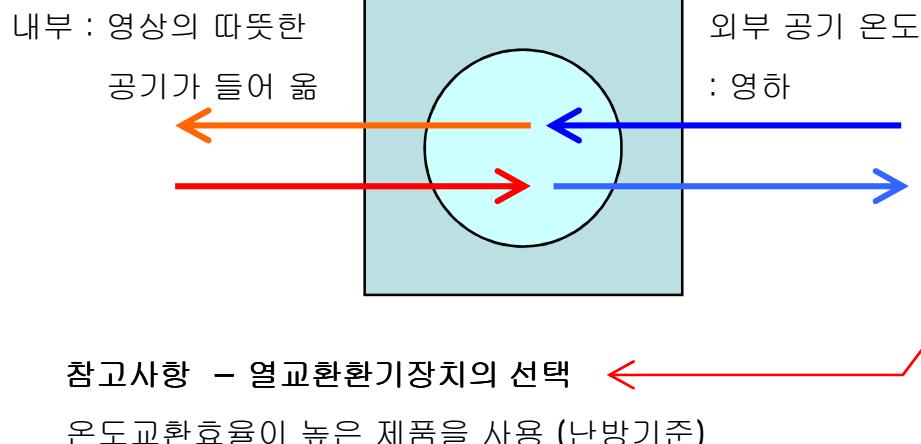


실내에 블라인드가 있는 경우, 빛에너지가
열에너지로 변경되면서 유리를 다시
빠져나가지 못하고, 실내 온도를 높이게 됨



6. 열교환 환기 장치

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



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 충진하여 결로방지와 외기침투에 의한 열 손실을 방지하며 문들과 문짝사이의 틈을 기밀재(모 헤어)로 겹겹이 막아 방음, 단열, 방풍을 극대화한 제품입니다.

2. 내부문짝은 알미늄에 목무늬 래핑을 하여 충분한 내풍압설을 지니며 인테리어 기능도 가미된 창호입니다.

3. 특유의 기밀판, 풍지판사용으로 밀폐성을 빼가 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 W/m^2k 이하
- 기밀이 좋은 창 → 기밀성능 m^3/hm^2 이하
- 우수한 단열재 → 열관류율 W/m^2k 이하
- ➔ 동일 가격일 경우 성능이 높은 제품, 성능이 같은 경우 가격이 낮은 제품

참고사항 - 단위환산

열관류율(U) = 1/열저항 = W/m^2k = W/m^2C = $0.86 \text{ kcal}/m^2h^{\circ}C$ (ex, 열저항이 $0.94 \text{ m}^2k/W$ = $1.64 \text{ W}/m^2k$)

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

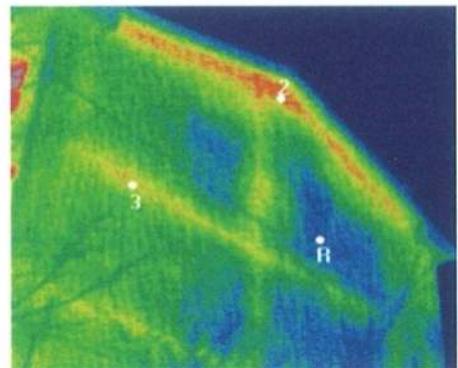
BUILDING & ENERGY





■ 준공 확인

- 열추적카메라, 표면 열측정기, 블로어도어 측정기

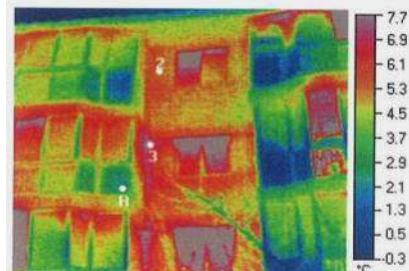
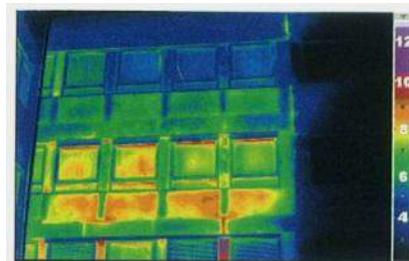


기존 공동주택 측벽

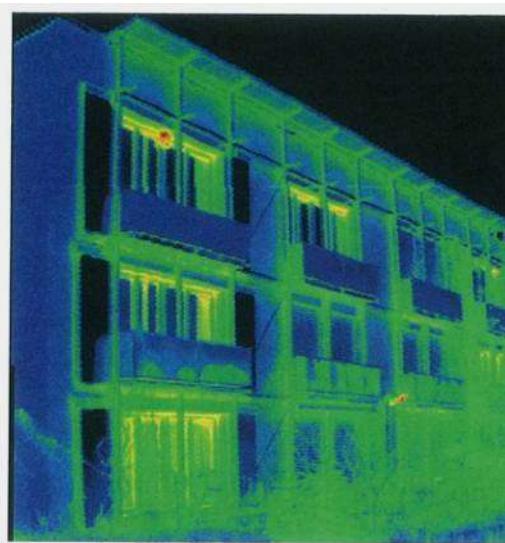


일반주택

패시브주택



기존 주택



패시브 주택



골조 공사 후 기밀성 테스트

BUILDING ENERGY





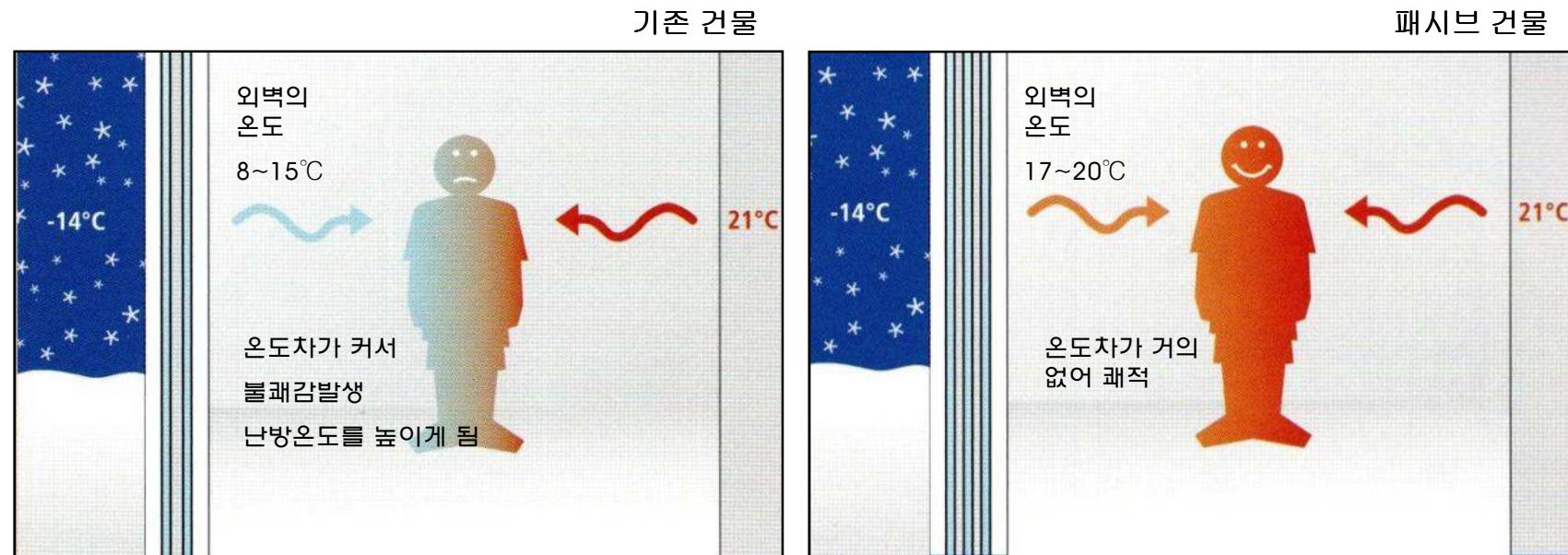
■ 패시브 건물의 쾌적성

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

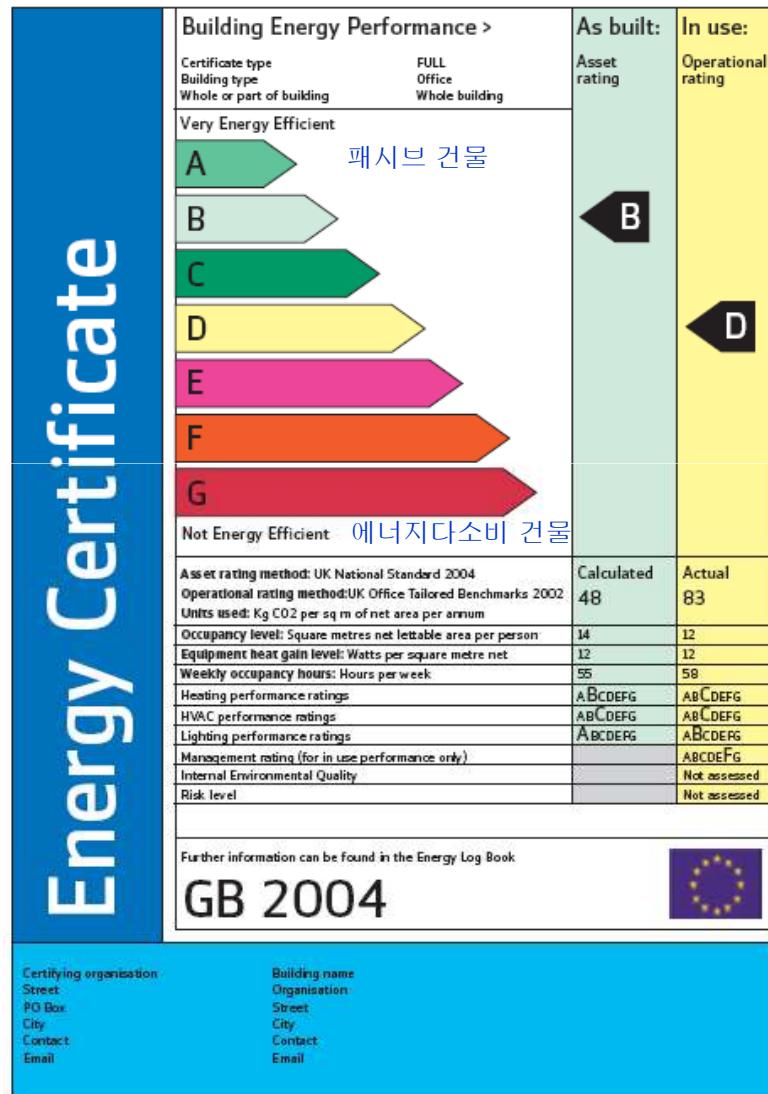
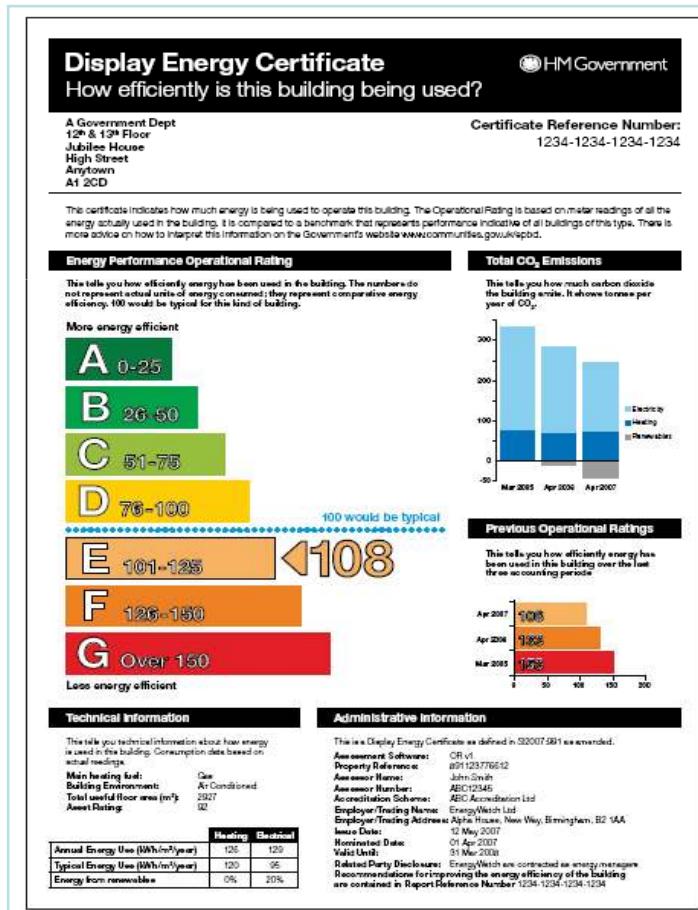
- 24시간 낮은 속도의 열교환기장치의 가동으로 공기질 유지 (필터링한 신선한 외기 도입)
- 취침시 밀폐도가 높아진 상태에서 CO_2 증가로 인한 불쾌감 해소



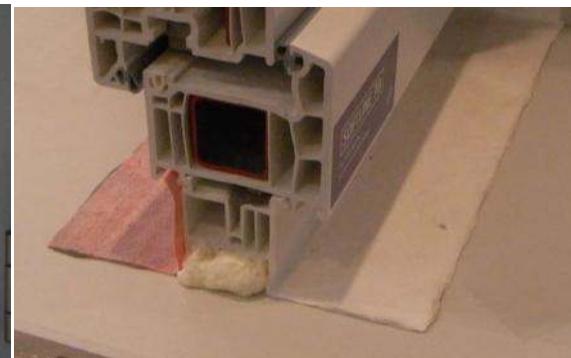
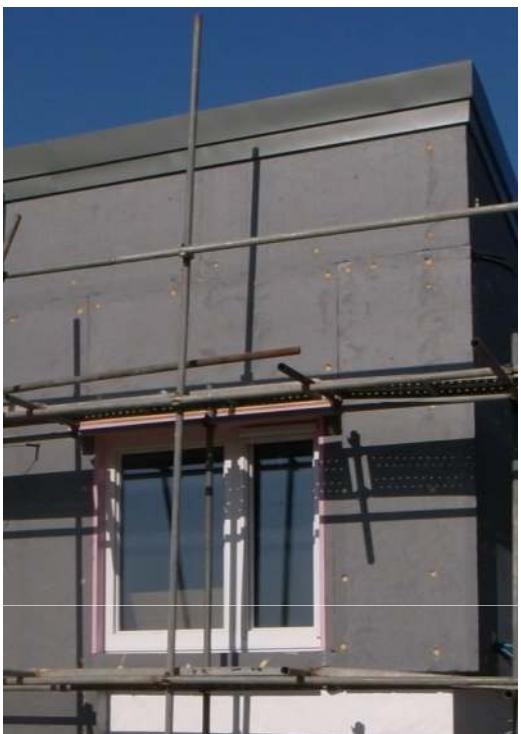


■ 패시브 건물의 인증

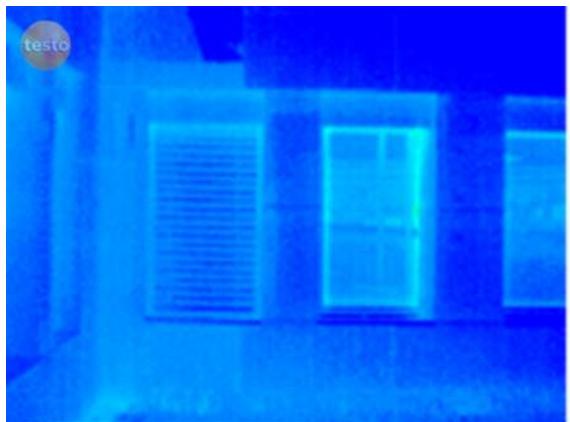
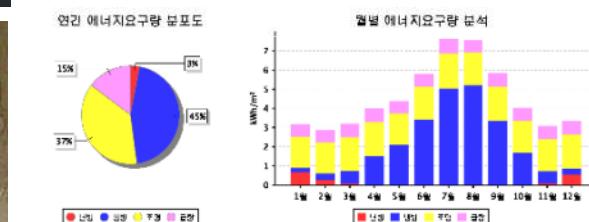
- 유럽연합 27개국은 2009년 1월부터 건축허가, 매매, 임대 등의 부동산 거래 시 에너지 성능 인증서 (Energy Performance Certificate) 첨부 의무화



BUILDING & ENERGY



| 연간 에너지요구량 데이터 | | 5.1.8 [kWh/m ² a] |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|
| 전기 에너지요구량 | 1.6 [kWh/m ² a] | 난방면적 |
| 근방 에너지요구량 | | 470 ± [m ²] |
| 남방 에너지요구량 | 24.6 [kWh/m ² a] | 난방면적 |
| 조경 에너지요구량 | 23.5 [kWh/m ² a] | 조경면적 |
| 국내 에너지요구량 | 8.1 [kWh/m ² a] | 근방면적 |

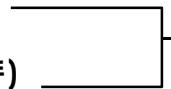


■ 공사비 분석

- 패시브기법 추가 건설비용 (주거시설-단독주택)

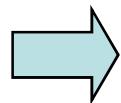
평당 40~70만원 선

(연면적과 외피면적에 따라 차등)

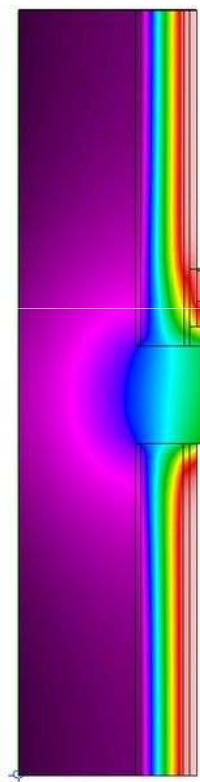


내/외장재의 조정 : 성능베이스

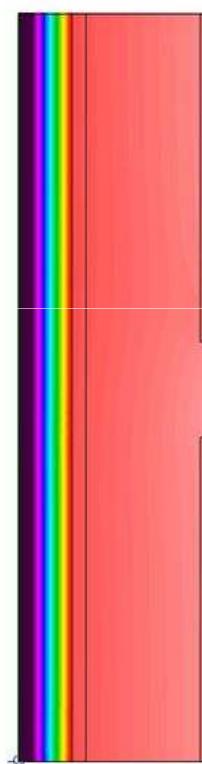
합리적 가격 (회수기간 7년내외)의 패시브주택 가능



■ 내단열, 외단열



<내단열 시뮬레이션>



<외단열 시뮬레이션>

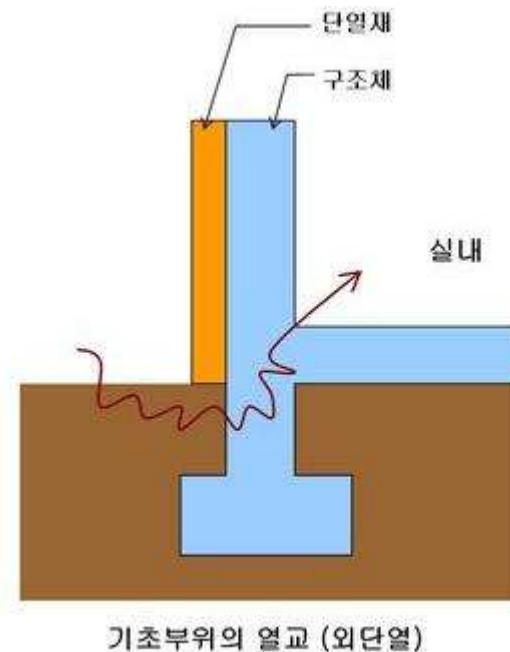
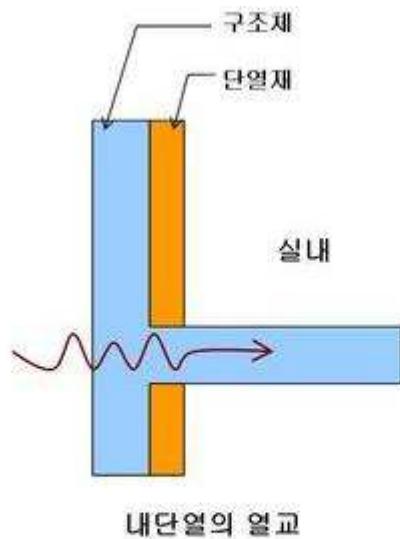
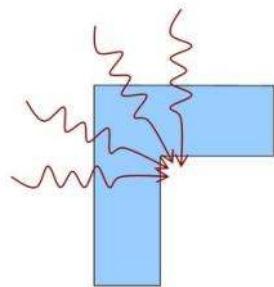
조건

구조체 : 콘크리트
 외기: -5°C , 내부 20°C
 단열재 : 비드법1호 75mm
 내부 : 9.5t 석고보드 두겹
 사용프로그램 : Therm 6.2

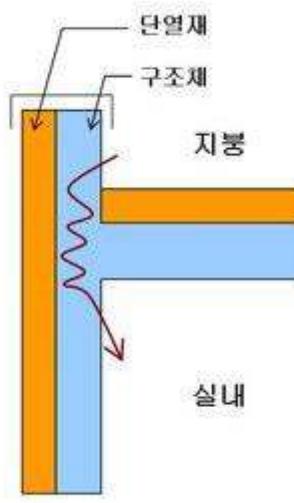
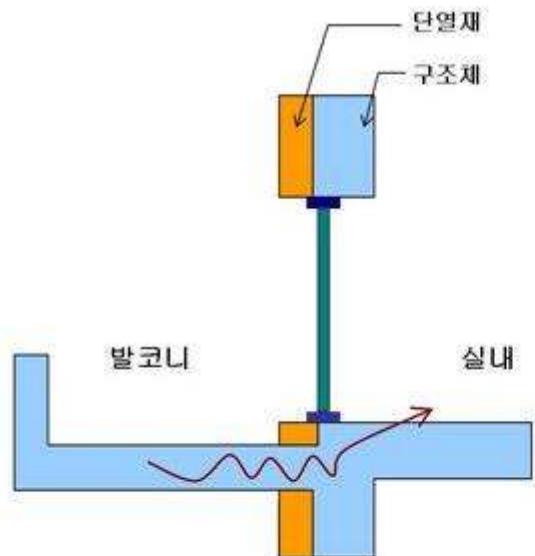




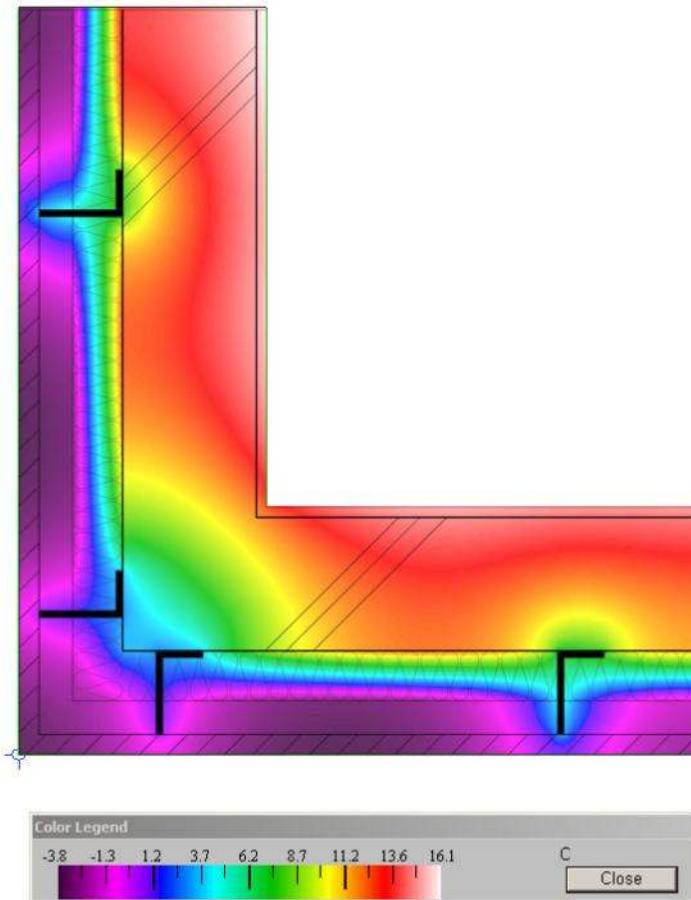
■ 단열과 열교(熱橋)



<기하학적 열교>



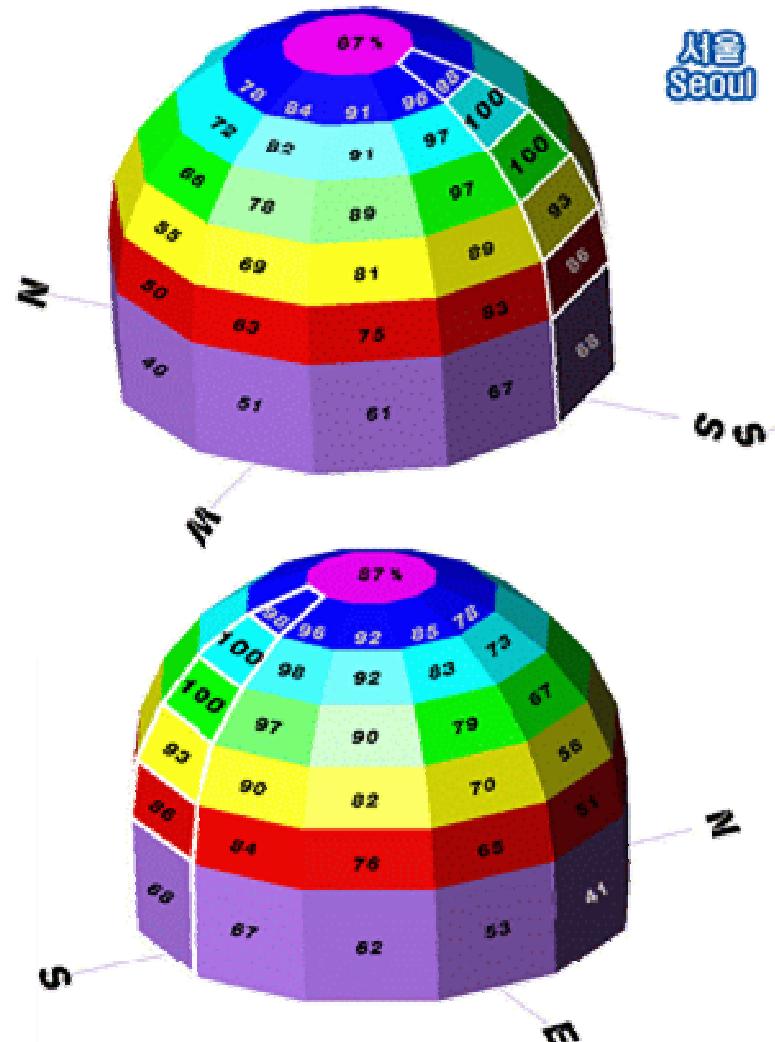
■ 외장재와 열교(熱橋)



Active



■ 태양광 발전

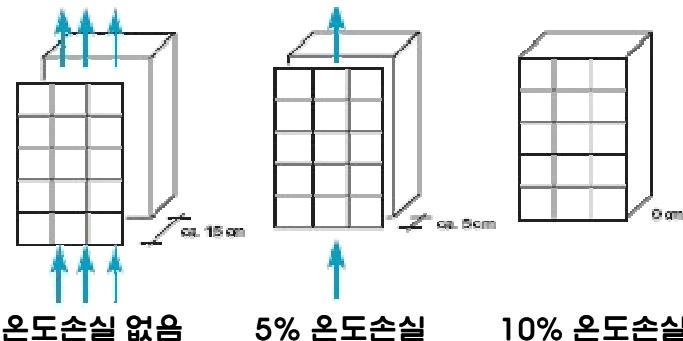


자료제공 : 한국건설기술연구원

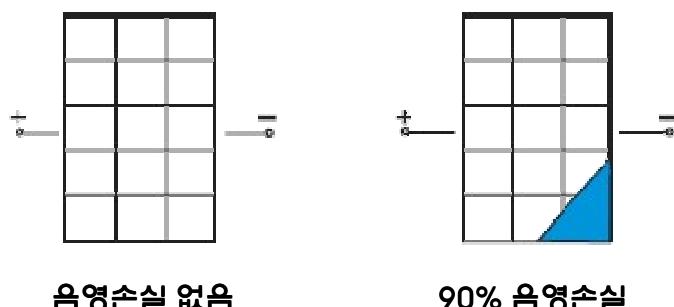
● 10m²에 약 1kw 발전

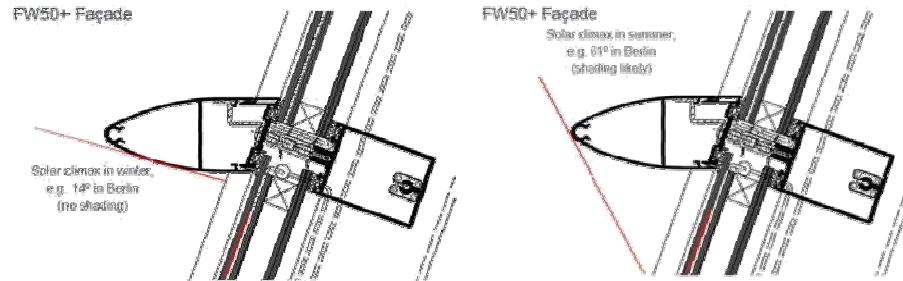


● 배면 환기 중요 - 온도상승 억제



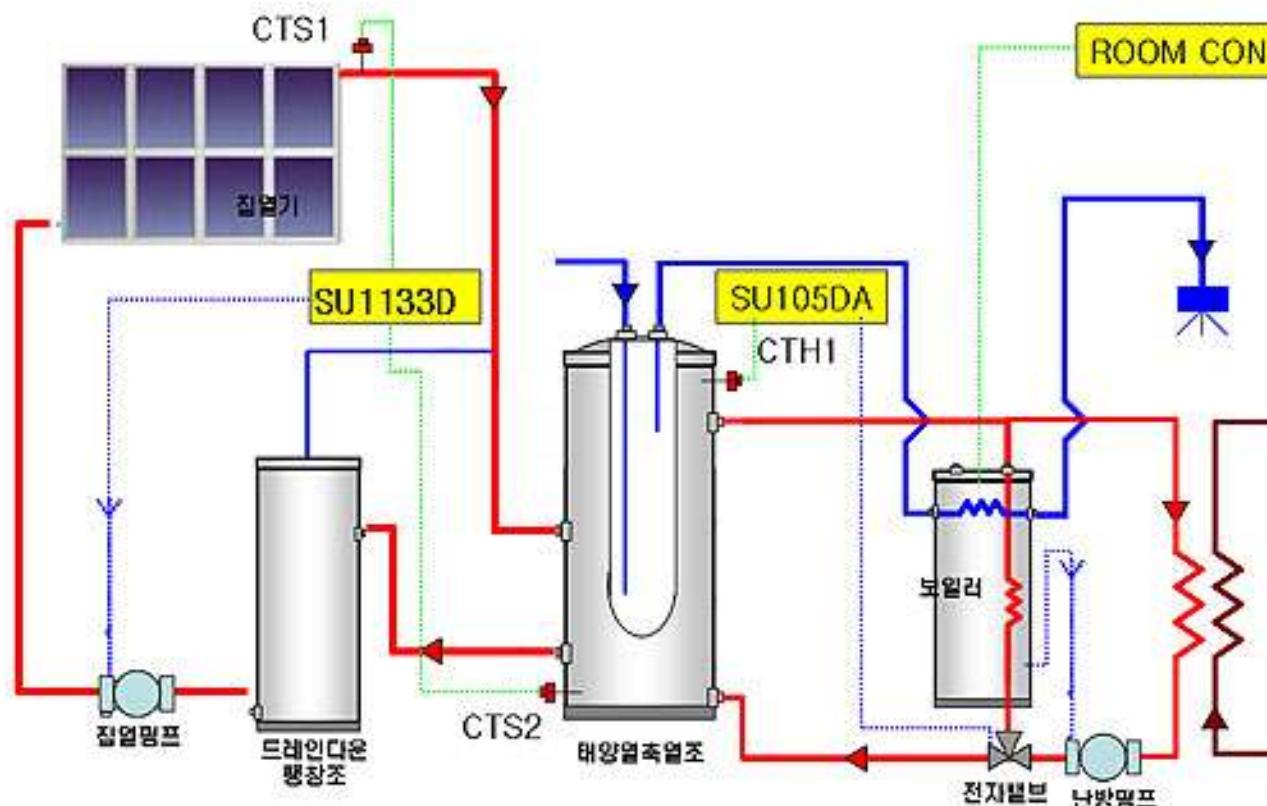
● 작은 음영이라도 큰 영향을 미침







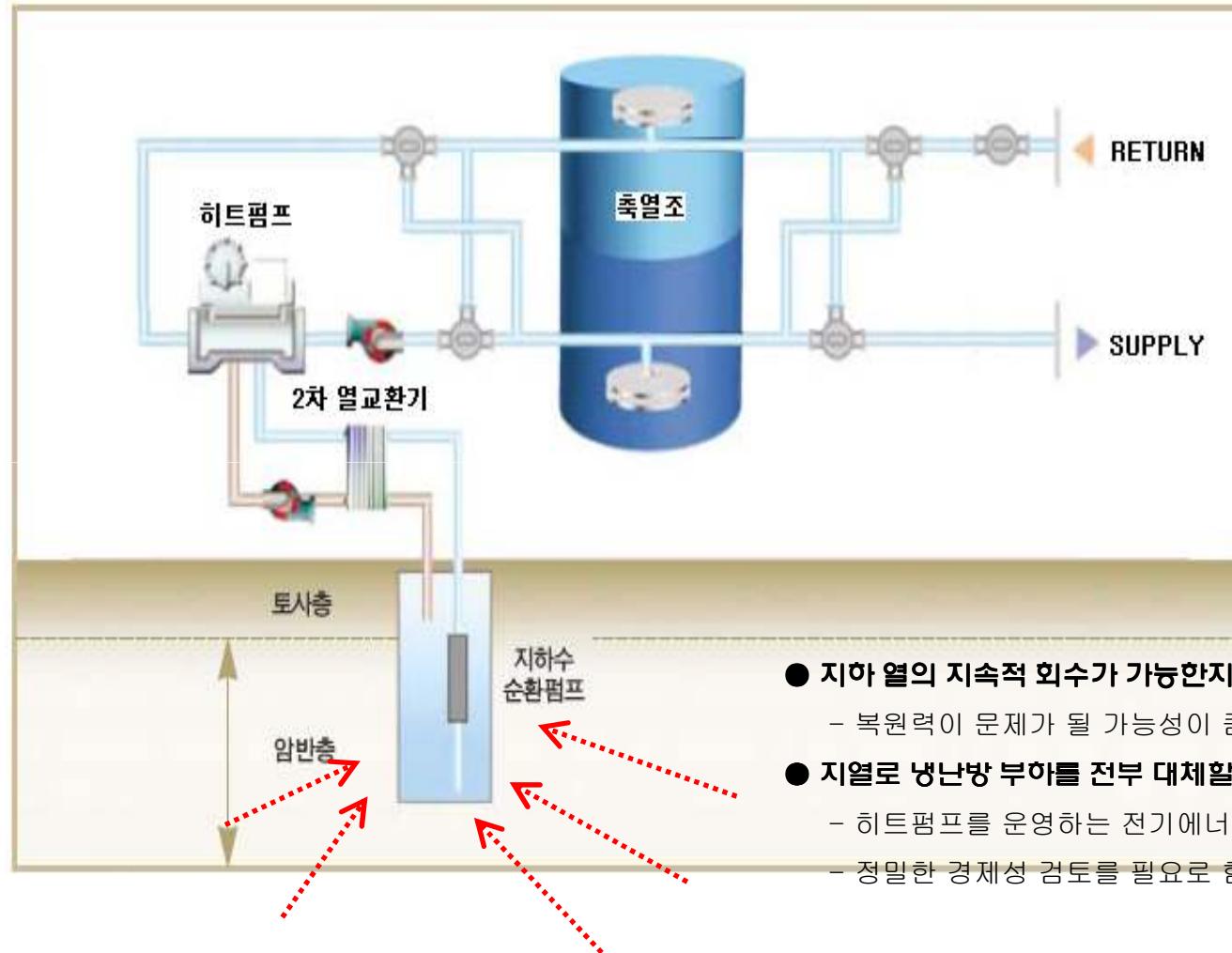
■ 태양열급탕, 난방



- 최근에는 급탕뿐만 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



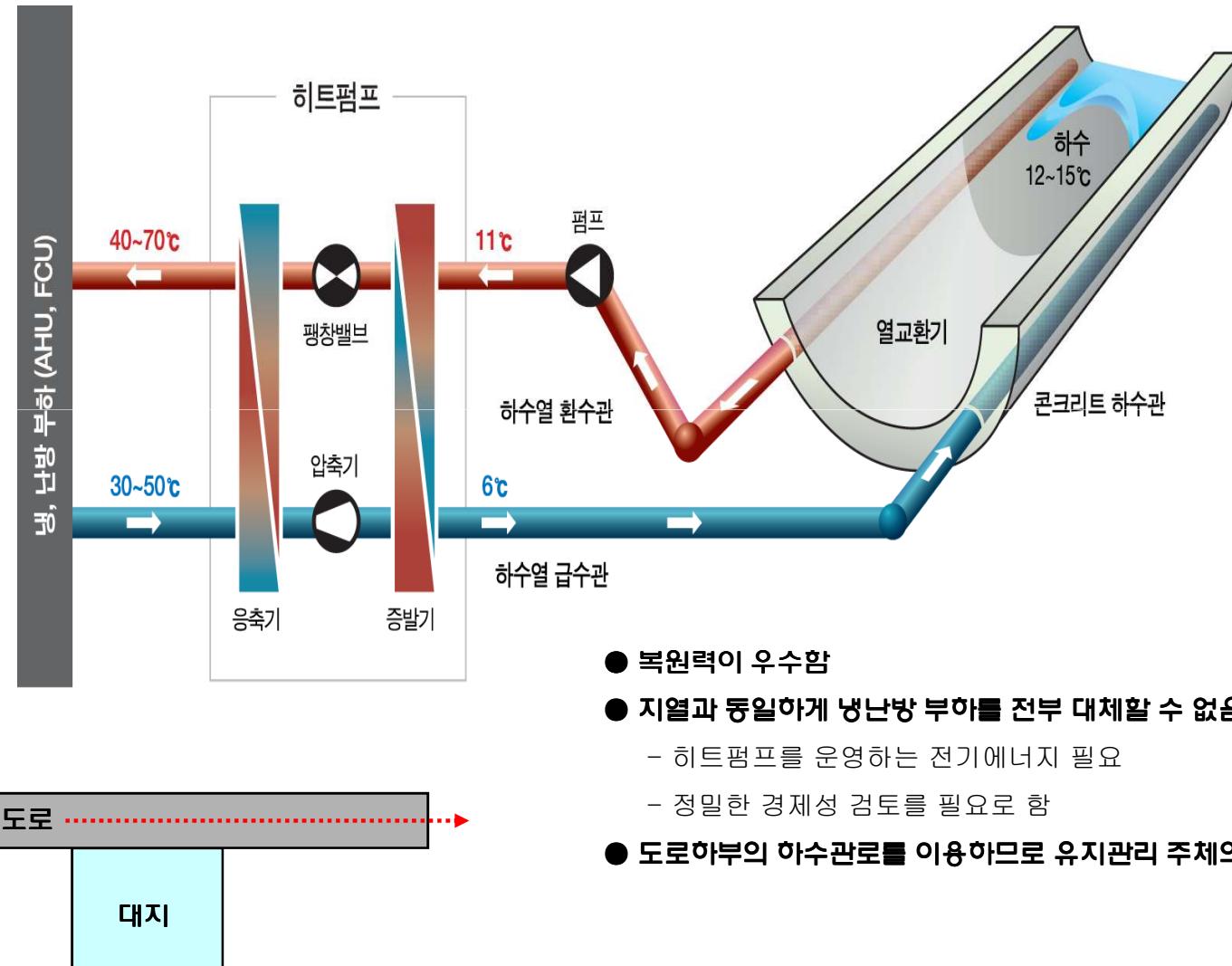
■ 지열



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



■ 하수열





■ 펠릿(pellet)보일러



● 탄소제로

● 난방보일러 대체용

- 1kg의 발열량은 4800kcal 수준으로 나무의 두배, 경유의 절반 수준
- 펠릿 가격은 1kg당 300원선, 보일러 크기가 상대적으로 큼

● 매년 보조금 가격결정 - 2010년 : 380만원선 (보조 270만원, 자부담 110만원)



■ 소형풍력발전



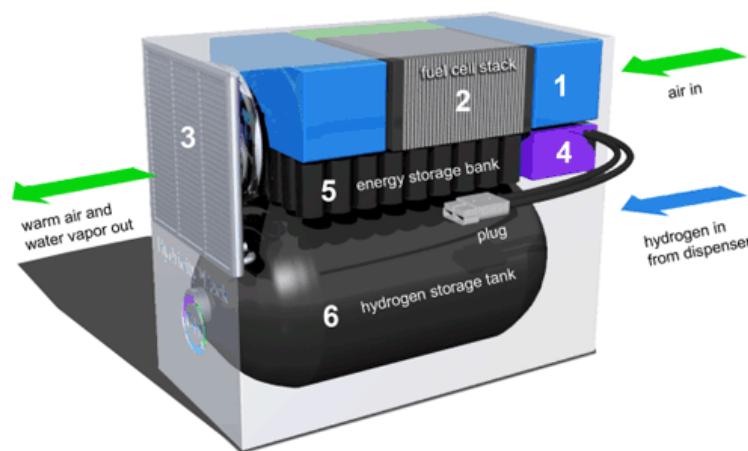
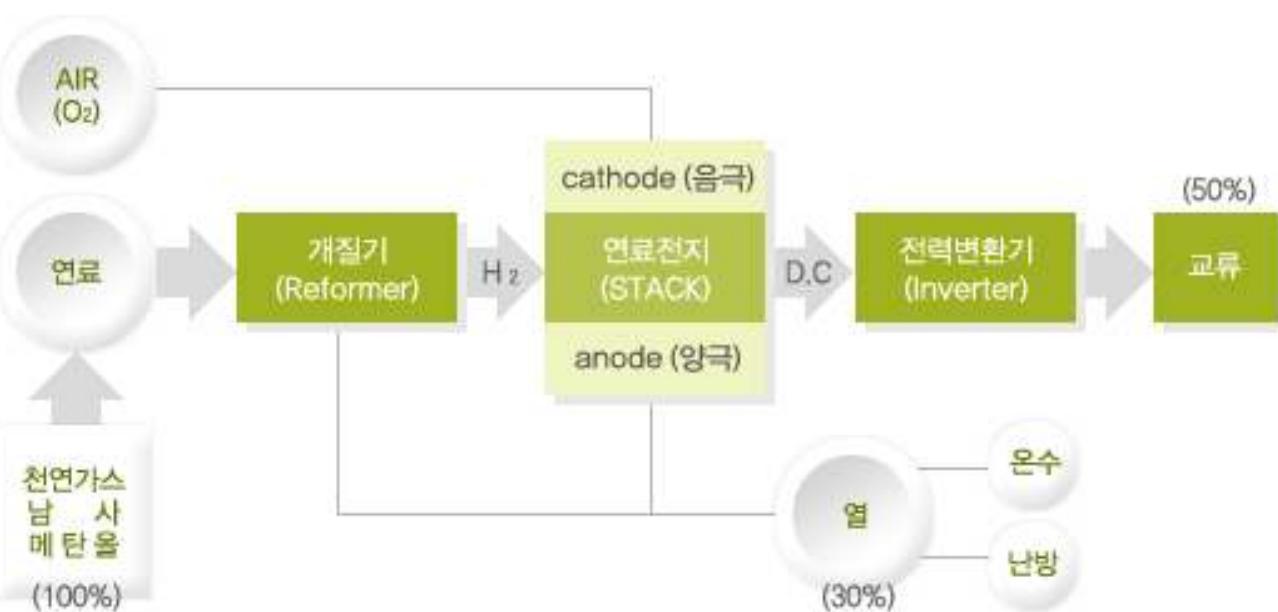
● 바람의 세기와 발전효율 검증 필요

- 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



연료전지



● 현재는 고가격으로 인해 연료로 가스■ 사용

- 가스를 직접 쓰는 것 보다 효율이 낮음
(자체의 경제성은 없으나, 전력누진제를 고려하여 운영할 경우나 냉방과 연계될 경우 경제성이 있음)
- 화석연료인 가스를 쓰는 만큼 청정에너지는 아님

● 가까운 미래에 가격이 낮아지고 효율이 올라갈 가능성이 높음



■ 소형 열병합발전



〈열병합발전시스템 운전에 의한 개선효과〉

| 구 분 | 단 위 | A | B | C | D | E | 합계(평균) |
|----------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1차 에너지 | 절감율 | % | 16.9 | 10.9 | 14.5 | 16.3 | 14.0 |
| | 절감량 | toe/년 | 223 | 325 | 412 | 756 | 375 |
| 에너지비용 | 절감율 | % | 36.2 | 26.2 | 29.8 | 34.1 | 27.3 |
| | 절감액 | 백만원/년 | 283 | 412 | 434 | 876 | 421(807) |
| 상환금액 | 백만원/년 | 280 | 475 | 425 | 866 | 523 | 2,569 |
| | 에너지비용 잉여 절감액 | 백만원/년 | 3 | - | 9 | 10 | -(284) |
| 총 투자비 | 백만원 | 1,856 | 2,572 | 2,305 | 4,328 | 3,178 | 14,239 |
| 상환기간 | 개월 | 80 | 65 | 66 | 60 | 73 | 66 |
| LNG 수요 청출율 | % | 16.4 | 18.6 | 23.9 | 22.0 | 18.1 | 20.4 |
| 보조보일러 연료사용 감소율 | % | 39.5 | 34.4 | 45.1 | 48.2 | 40.2 | 42.4 |
| 전력사용 증가율 | % | 10.2 | 13.1 | 10.7 | 13.5 | 14.1 | 12.6 |
| 한전수전 감소율 | % | 64.4 | 51.9 | 57.6 | 67.5 | 58.1 | 60.3 |

출처 : 에너지관리공단 효율관리실

● 열병합발전의 정의

- 발전용량이 1만kW 이하로써 열과 전기를 동시에 생산하는 에너지생산시스템

● 기존 중앙난방+한전수전에 비해 약 30% 절감 (지역난방 대비 약 20% 절감 수준)

● 한전과의 계통연계로 효율을 높힘

- 남는 전기를 한전에 전송 (수전 단가의 약 5배)

● 바이오매스 열병합발전으로 갈 경우 도시형 탄소제로시스템 구현 가능

● 과제

- 핵심기술이 모두 수입 : 유지보수비용에 관한 일반화된 데이터가 없음
- 바이오매스를 이용할 경우 도시차원의 운영시스템 구축 필요

Energy Simulation



■ EPI 기반의 에너지절약설계 기준 문제점

● 건축,기계,전기분야의 합산

대부분 기계, 전기분야로 점수 획득
건축 분야는 점수 획득에 한계
도입비용과 효과에 대한 비교 어려움



● 에너지 총량제 도입 (요구량 계산)

| |
|--|
| 1.외벽의 평균 열관류율 U_e ($W/m^2 \cdot K$) 주2 주3 (창 및 문 포함) |
| 2.지붕의 평균 열관류율 U_r ($W/m^2 \cdot K$) 주2 주3 (천장 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율) |
| 3.최하층 거실바닥의 평균 열관류율 U_f ($W/m^2 \cdot K$) 주2 주3 |
| 4.외단열 공법의 채택(전체 외벽면적에 대한 시공 비율, 옥상부위 및 바닥부위의 외단열은 해당되지 않음) |
| 5.기밀성 창호의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급에 의한 통기량, 단위 $m^3/h \cdot m^2$) |
| 6.자연채광용 개구부(수영장), 주된 거실에 개폐 가능한 외기에 면한 창의 설치(기타 건축물) ※수영장, 수영장 바닥면적의 1/5이상 자연채광용 개구부 설치 ※기타건축물: 개폐되는 창부위의 면적이 외주부 주4 바닥면적의 1/10 이상 적용 여부 |
| 7.유리창에 야간단열장치를 설치 ※전체 창면적의 20% 이상 적용여부 |
| 8.외기에 면한 주동 출입구에 방풍槛을 설치하거나 방풍구조로 함 |
| 9.공동주택 각 세대의 현관에 방풍槛 설치 |
| 10.대향동의 높이에 대한 인동간격비 주5 (단일 동으로서 대향동이 없는 경우는 0.8점 배정) |

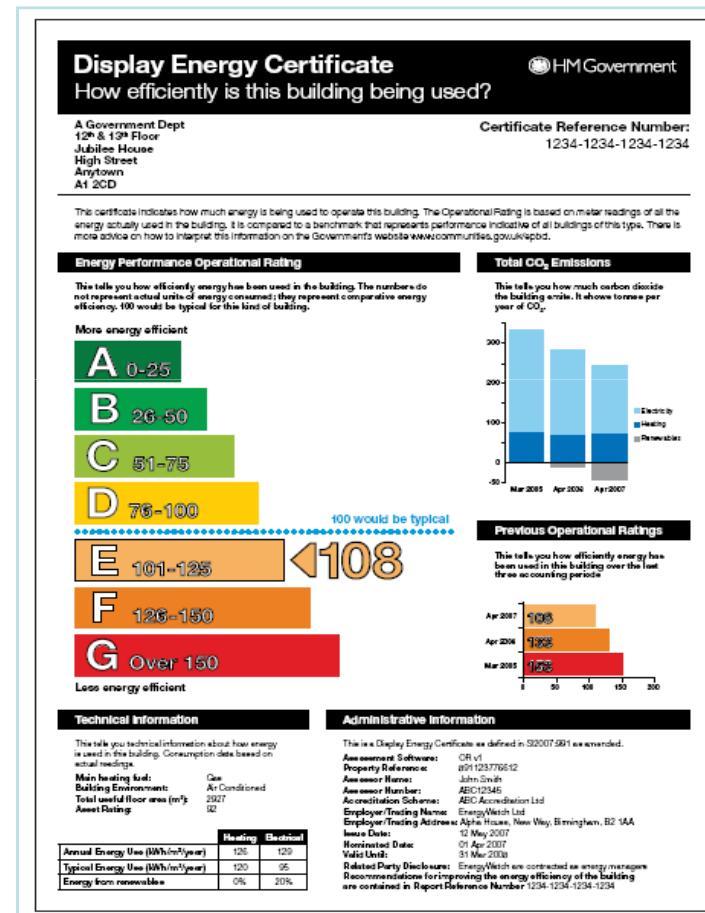
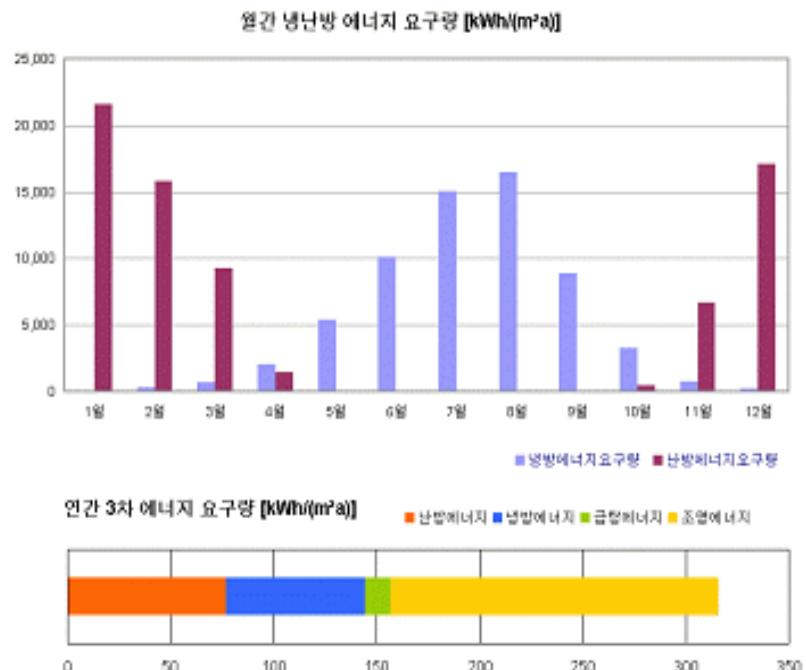
| | | |
|------------------|---|--|
| 기 계 부 문 | 1.보일러 (효율, %) | 기름보일러 가스보일러 중앙난방방식 개별난방방식 |
| | 2.냉동기 | 원심식(에너지효율, kw) 흡수식 (성적계 수,COP) ①1중효용 ②2중효용,③3중효용, ④냉·온수기 |
| 전 기 부 문 | 3.공조용 송풍기의 효율(%) | |
| | 4.냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%) 주7 | |
| | 5.이코노마이저시스템 등 외기냉방시스템의 도입 | |
| | 6.폐열회수형환기장치 | |
| | 7.기기, 배관 및 닥트 단열 ※건축기계설비 표준시방서에서 정하는 기준의 20%미상 단열제 적용여부 | |
| | 8.열원설비의 대수분할 비례제어 또는 다단제어 운전 | |
| | 9.공기조화기 팬에 기변 속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택 ※공기조화기용 전체 팬 동력의 60% 이상 적용 여부 | |
| | 10.보일러 또는 공조기의 폐열회수설비 주8 | |
| | 11.생활배수의 폐열회수설비 | |
| | 12.축냉식 전기냉방 또는 가스미용 중앙집중 냉방설비 (주간 최대냉방부하 담당 비율, %) | |
| | 13.삼야전기이용 급탕용축열설비(급탕부하의 20%이상) | |
| | 14.급탕용 설비형태양열시스템(급탕부하의 20%이상) | |
| | 15.난방 또는 난방순환수 펌프의 대수제어 또는 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택 ※전체 동력의 60% 이상 적용 여부 | |
| | 16.급수용 펌프 또는 가압수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식 채택 ※급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용 여부 | |
| | 17.기계환기시설의 지하주차장 환기용 펜에 에너지절약적 제어방식 설치 ※지하주차장 환기용 펜 전체 동력의 60% 이상 적용 여부 | |
| | 18.컴퓨터에 의한 자동제어 시스템 또는 네트워킹이 가능한 현장제어장치들을 채택한 시스템 설치 | |
| | 19.각 실별 또는 혼별 실내온도자동조절장치 설치 (공동주택에 한함) | |
| | 20. -지역난방방식 또는 소형가스 열병합 발전시스템을 채택하여 1번, 8번, 10번 할목의 적용이 불가한 경우의 보상점수 ※지역난방 적용에 한함 -개별난방 또는 개별난방방식 주9 을 채택하여 8번, 10번, 15번 할목의 적용이 불가한 경우의 보상점수(단, 개별난방방식을 적용할 경우 10번 제외) | |
| 평점 합계 | | |



■ 에너지 요구량 계산

- 지금까지는 설비분야에서 에너지 계산을 하였지만, 건축계획단계에서의 에너지 계산이 필요함

- HASP (일본)
- DOE-2.1 (미국)
- Energy-plus (미국)
- Transys (미국)
- ESP-r (영국)
- PHPP (독일)





■ 에너지 요구량 계산

- 외국의 에너지해석프로그램은 접근 자체가 쉽지 않음
 - 외국어
 - 용어의 해석
 - 전문용어
 - 표준기상데이터 부재

| Ground Characteristics | | | Climate Data | | |
|---|-----------------|--------------|---|--------------------|---------------|
| Thermal Conductivity | λ | 2.0 W/(mK) | Av. Indoor Temp. Winter | T_i | 20.0 °C |
| Heat Capacity | ρc | 2.0 MJ/(m³K) | Av. Indoor Temp. Summer | T_i | 25.0 °C |
| Periodic Penetration Depth | δ | 3.17 m | Average Ground Surface Temp. $T_{g,ave}$ | $T_{g,ave}$ | 10.0 °C |
| | | | Amplitude of $T_{g,ave}$ | $T_{g,ave}$ | 6.6 °C |
| | | | Length of the Heating Period | n | 7.4 months |
| | | | Heating Degree Hours - Exterior | G | 84.0 ikh/a |
| Building Data | | | Floor Slab U-Value | | |
| Floor Slab Area | A | 80.9 m² | U _f | 0.131 W/(m²K) | |
| Floor Slab Perimeter | P | 25.0 m | Thermal Bridges at Floor Slab | $\Psi_{f,B}$ | 0.70 W/K |
| Charact. Dimension of Floor Slab | B' | 6.47 m | Floor Slab U-Value incl. TB | U _{f'} | 0.139 W/(m²K) |
| | | | Eq. Thickness Floor | d_f | 14.3 m |
| Floor Slab Type (select only one) | | | Unheated basement | | |
| Heated Basement or Underground Floor Slab | | | Slab on Grade | | |
| For Basement or Underground Floor Slab | | | U-Value Belowground Wall | | |
| Basement Depth | z | 2.39 m | U _{ewB} | 0.600 W/(m²K) | |
| Additionally for Unheated Basements | | | Height Aboveground Wall | | |
| Air Change Unheated Basement | n | 0.20 h⁻¹ | h | 0.00 m | |
| Basement Volume | V | 120 m³ | U-Value Aboveground Wall | U _w | 0.138 W/(m²K) |
| | | | U-Value Basement Floor Slab | U _B | 0.645 W/(m²K) |
| For Perimeter Insulation for Slab on Grade | | | For Suspended Floor | | |
| Perimeter Insulation Width/Depth | D | m | U-Value Crawl Space | U _{crawl} | W/(m²K) |
| Perimeter Insulation Thickness | d _p | m | Height of Crawl Space Wall | h | m |
| Conductivity Perimeter Insulation | λ_p | W/(mK) | U-Value Crawl Space Wall | U _w | W/(m²K) |
| Location of the Perimeter Insulation | horizontal | | Area of Ventilation Openings | ϵP | m² |
| (check only one field) | vertical | | Wind Velocity at 10 m Height | v | m/s |
| | | | Wind Shield factor | f _w | 0.05 |
| Additional Thermal Bridge Heat Losses at Perimeter | | | Steady-State Fraction | | |
| Phase Shift | β | months | $\Psi_{p,stat}^*$ | 0.000 W/K | |
| | | | Harmonic Fraction | $\Psi_{p,har}^*$ | 0.000 W/K |
| Groundwater Correction | | | Transm. Belowground El. (w/o Ground) | | |
| Depth of the Groundwater Table | z _w | 3.0 m | L _{ewg} | 88.03 W/K | |
| Groundwater Flow Rate | q _w | 0.05 m/d | Relative Insulation Standard | $\alpha_{B'}$ | 0.28 - |
| Groundwater Correction Factor | G _w | 1.033869 - | Relative Groundwater Depth | $z_{w,B'}$ | 0.46 - |
| | | | Relative Groundwater Velocity | l/B' | 0.13 - |
| Basement or Underground Floor Slab | | | Phase Shift | | |
| Eq. Thickness Floor Slab | d_f | 3.1 m | Phase Shift | β | months |
| U-Value Floor Slab | U _{bf} | 0.28 W/(m²K) | Exterior Periodic Transmittance | L _{pe} | 19.22 W/K |
| Eq. Thickness Basement Wall | d_w | 3.33 m | | | |
| U-Value Wall | U _{bw} | 0.37 W/(m²K) | | | |
| Steady-State Transmittance | L _e | 46.69 W/K | | | |

- 국내의 표준기상데이터를 기본으로 갖춘 한글사용의 에너지해석 프로그램시장이 곧 열릴 것으로 보임

| 존 기본데이터입력 | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|--|-------|
| 존 명칭 | | | | 존 타입 | 공조 | |
| 종도 프로필 | <input checked="" type="radio"/> 기본설정 | <input type="radio"/> 프로젝트설정 | 주택 | 상세보기 | | |
| 일일이용시간 | 24.0 h | 설정온도(난방/냉방) | 20.0 / 26.0 °C | 인체발열 | 29.4 Wh/(m²d) | |
| 일일운전시간(난방) | 24.0 h | 최소도입외기량 | 2.1 m³/(h·m²) | 기기발열 | 21.0 Wh/(m²d) | |
| 면적 | m² | 천정고 | m | 체적 | m³ | |
| 벽체단열방식 | 내단열 | 벽체설정방법률 (종량, 일반, 경량) | 130 Wh/(m²K) | 침기율 | 2.0 h⁻¹ | |
| 복사 낭난방방식 (풀매체) | 난방 | 골조 낭난방방식 (공기매체) | 냉방 | 외기부하처리여부 | <input checked="" type="radio"/> 예 <input type="radio"/> 아니오 | |
| 이간운전방식 | 정상가동 | 주간운전방식 | 정상가동 | 열회수기 유무 | % | |
| • 표준에너지요구량 32.0 Wh/(m²d) | | | | | | |
| 조명부하산출방식 | <input checked="" type="radio"/> 계산치 | <input type="radio"/> 입력치 | 점등시간 | 6.0 h | 조명밀도 W/m² | |
| 요구조도 | 300.0 lx | | 천정고 | m | 작업면 높이 m | 0.5 m |
| 실길이 | m | 실너비 | m | 실지수 | | |
| 조명방식 | 직접 | 조명종류 | 형광등 | 보수율[0.05~0.05] | | |
| 조명기기효율 | 65 lm/W | 조명률 | | 조명밀도 W/m² | | |

출처 : www.kiwoo.co.kr

저장하기

ENERGY
41

Example

한국 Passive 건축물 사례

- 대림산업 3L 실험주택 - 2005년 12월 준공
 - 설계 : (주)알파플러스건축사사무소



BUILDING & ENERGY
43

- 삼성물산 제로에너지 시범주택 (그린투모로우) - 2009년 10월 준공
 - 약 7리터 성능 + 지열, 태양광, 태양열, 풍력 이용 = 제로에너지
 - 설계 : (주)삼우종합건축사사무소



BUILDING & ENERGY

44



한국파시브건축협회

- **파주 산남리 3.8L 주택 - 2008년 1월 준공**
 - 3.8리터성능 + 태양열집열 18,000kcal
 - 설계 : 명지대학교 이명주교수, I.G.A건축사사무소



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY

45



한국파시브건축협회
Korean Passive House Association

- **홍천 살둔주택 - 2009년 1월 준공**
 - 에너지 성능 : 발표된 것이 없음



- 동탄 2L 패시브 근린생활시설 - 2009년 9월 준공 - 2리터성능 + 태양열집열 18,000 kcal
 - 설계 : 명지대학교 이명주교수, (주)건축사사무소 탑



BUILDING & ENERGY



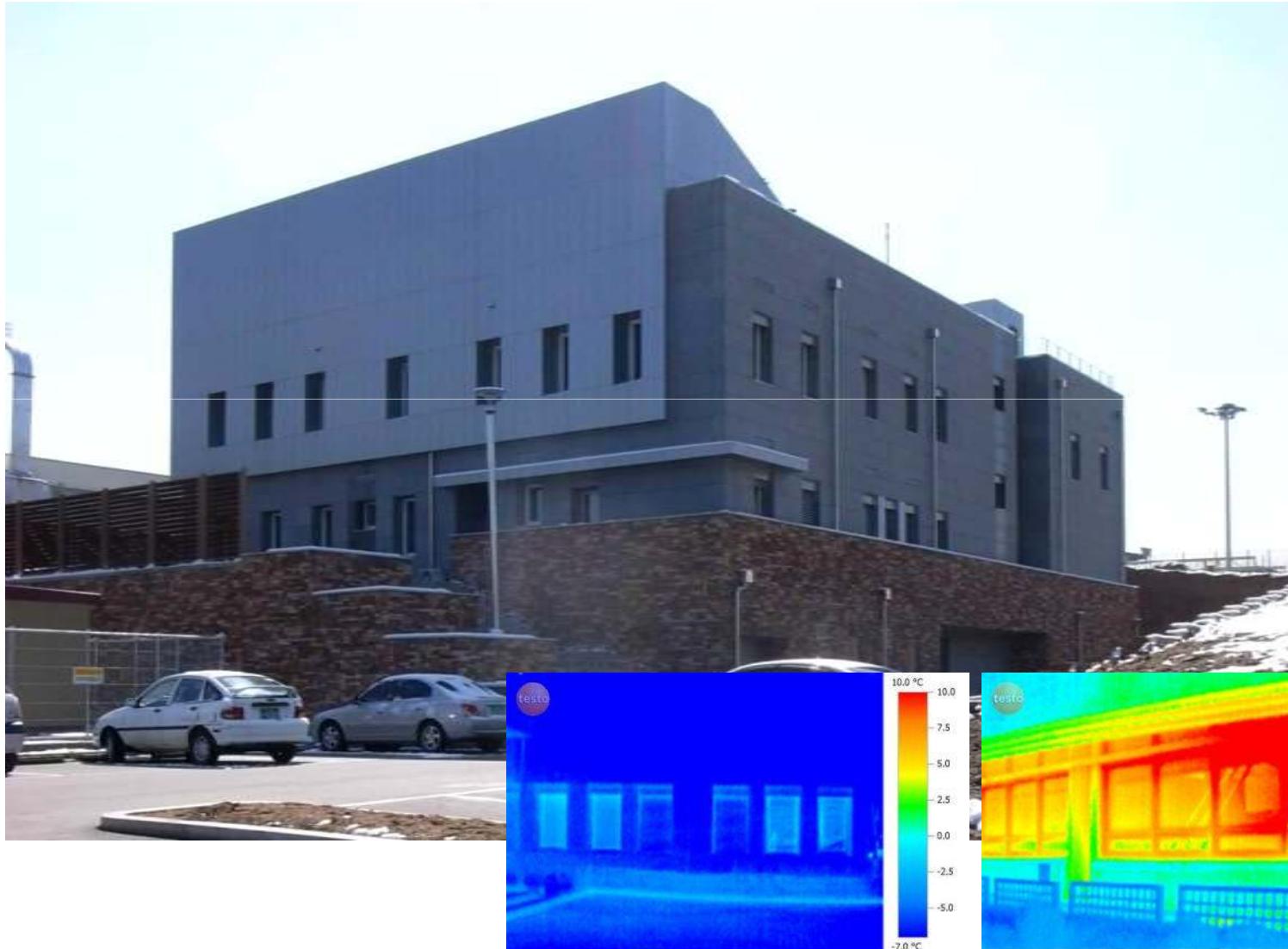
- 파주 동파리 0.8 주택 – 2009년 10월 준공,
 - 0.8리터성능 + 태양광 3kw + 태양열집열 18,000kcal ≈ Zero Energy
 - 설계 : 명지대학교 이명주교수, (주)건축사사무소 탑





BUILD

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



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

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

- 설계 : 명지대학교 이명주교수, (주)건축사사무소 탑



BUILDING & ENERGY

52

■ 양주시 봉양동 2.8리터 단독 주택 (공사중)

- 2.8리터 성능 + 태양광발전, 태양열급탕 - 설계 : (주)대현건축사사무소



BUILDING & ENERGY
BUILDING & ENERGY
53

■ 양평군 문호리 2.9리터 단독주택 (2010년 7월 준공예정)

- 설계 : 용상건축사사무소, 에스하임



BUILDING & ENERGY
54

■ 삼평동 제로에너지우체국 – 제로에너지업무시설 (2010년 7월 착공, 2010년 12월 준공예정)

- 1.7리터 성능 + 태양광발전 18 Kw - 설계 : 쭈건축사사무소 탑



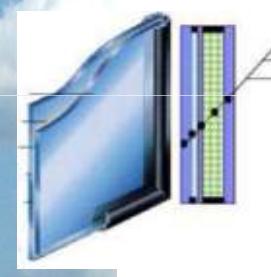
BUILDING & ENERGY 55

■ 마산시 제로에너지업무시설 (2010년 7월 착공, 2011년 1월 준공예정)

- 1.5리터 성능 + 태양광발전 + 폐열회수냉난방 - 설계 : (주)건축사사무소 탑



- 제로카본 그린홈 with 건설기술연구원 (2011년 6월 착공, 2012년 9월 준공예정)
 - 1.5리터 성능 + 태양광발전 + 소형열병합발전 - 설계 : (주)건축사사무소 탑



BUILDING & ENERGY

Policy

■ 건축물 에너지 정책 방향

2009년 11월 5일 : 대통령직속 녹색성장위원회 보고 – 국토해양부

- 2010년 : 에너지총량제 도입
- 2012년 : 주택에너지 30% 절감 (냉난방에너지 50%)
비주거 건축물에너지 15% 절감
창호단열수준 2배 강화
건축물 매매, 임대시 에너지 증명서 발급
- 2017년 : 주택에너지 60% 절감 (패시브하우스)
비주거 건축물에너지 30% 절감
- 2018년 : 기존 주택 100만가구 그린홈 변경
- 2020년 : 비주거건축물 에너지 60% 절감
- 2025년 : 제로에너지건축물 의무화



사진 : 영국이 2016년 부터 의무화하기로 결정한 플러스에너지주택의 모델



BUILDING & ENERGY
59

