

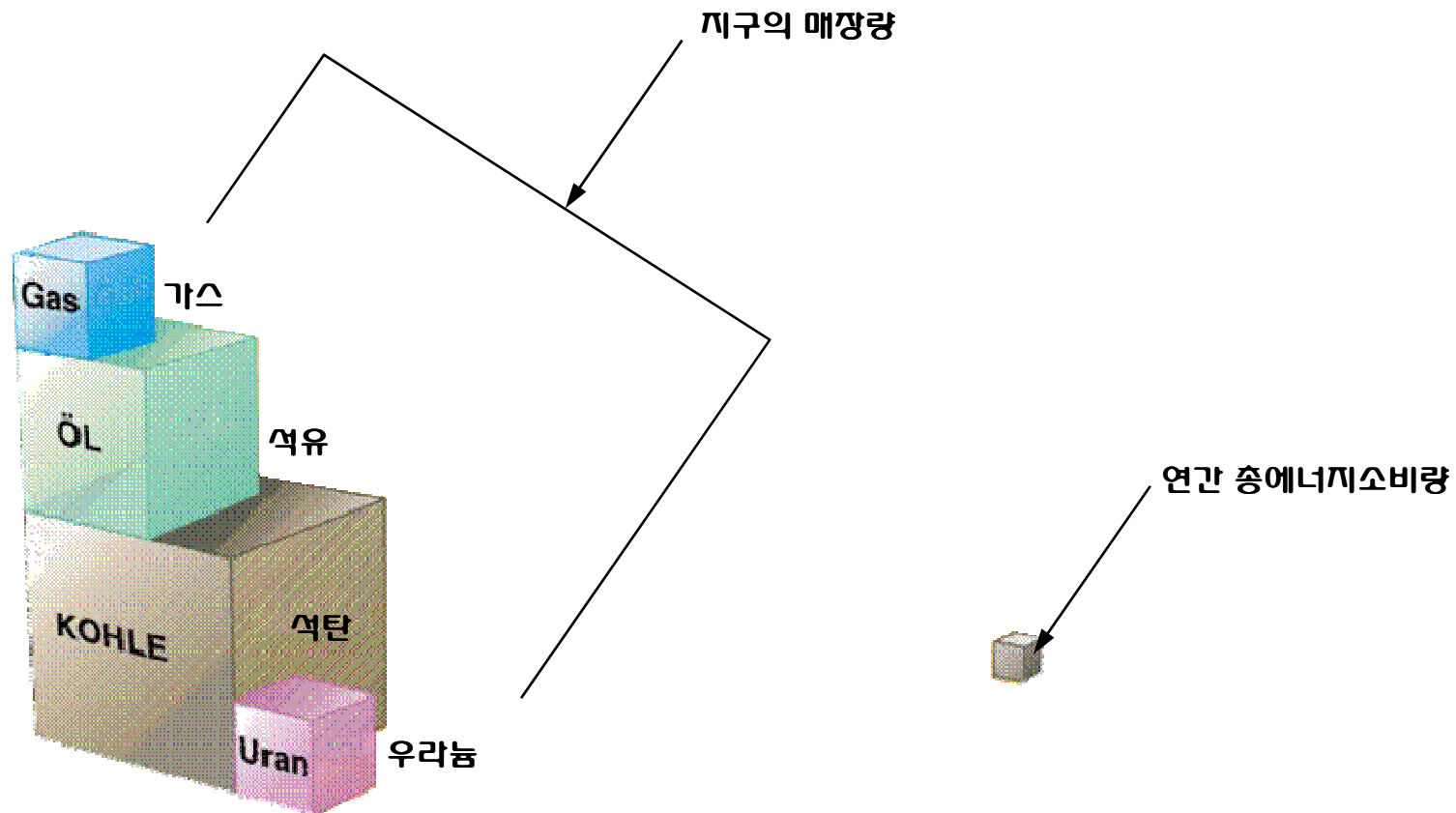
# 패시브하우스와 신재생에너지

2010. 07. 16



[www.phiko.kr](http://www.phiko.kr)  
국토해양부 친환경건축물인증 운영위원  
건축사 최정만

## ■ 지구의 에너지원별 보유량 과 소비량

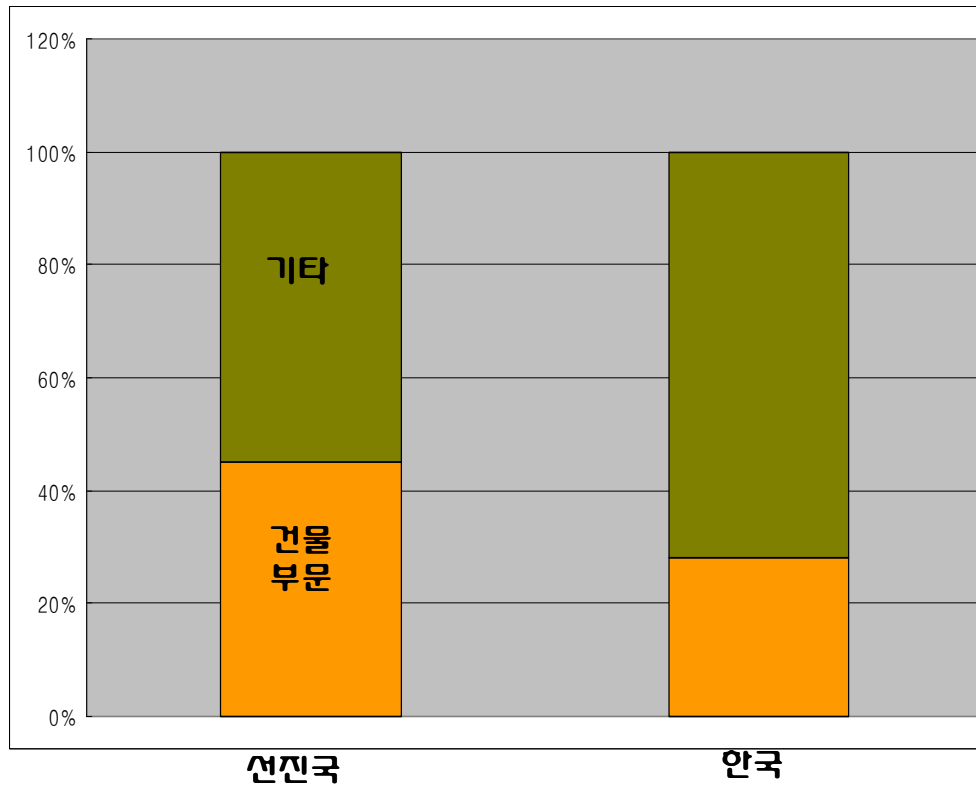


자료제공 : 한국건설기술연구원

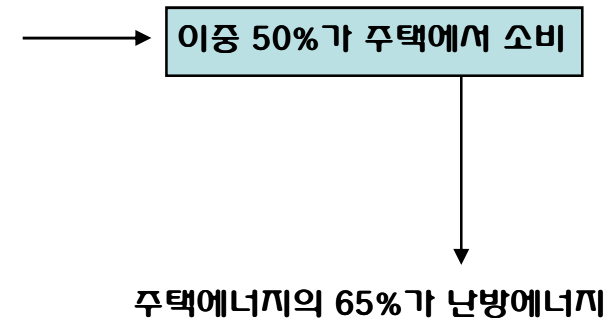


BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

## ■ 에너지 소비량 중 건축물의 비중

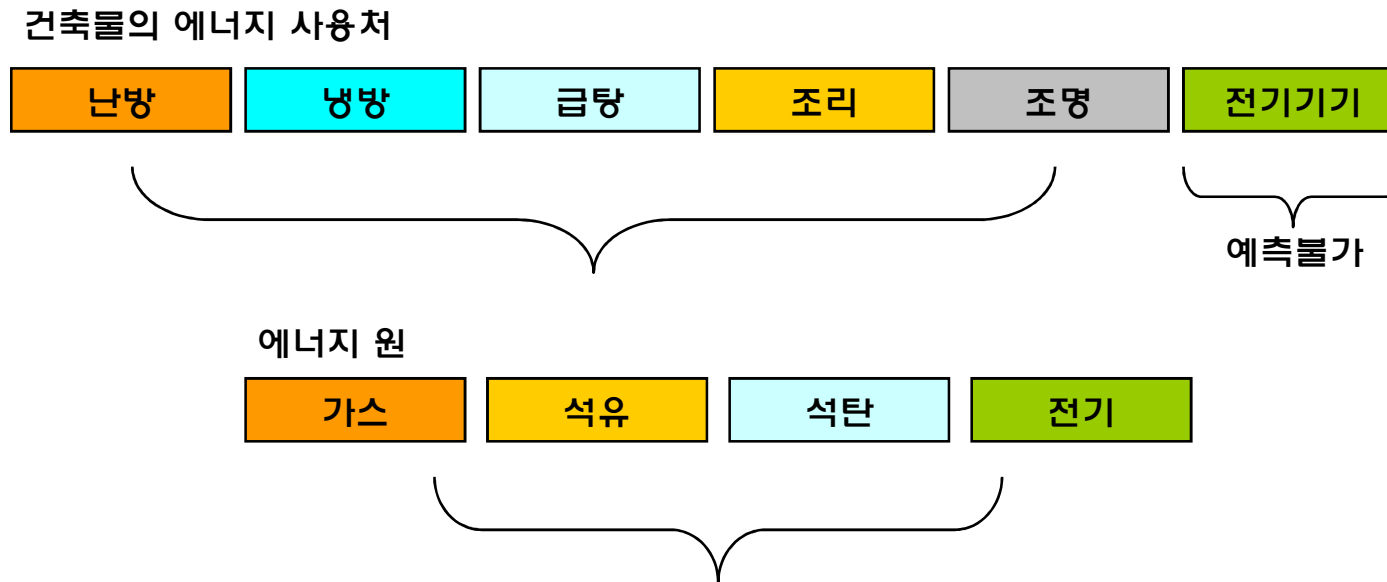


2008년



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

## ■ 제로 에너지 건축물



제로에너지 건축물 = 화석연료를 사용하지 않고 운영되는 건축물 = 탄소제로건축물

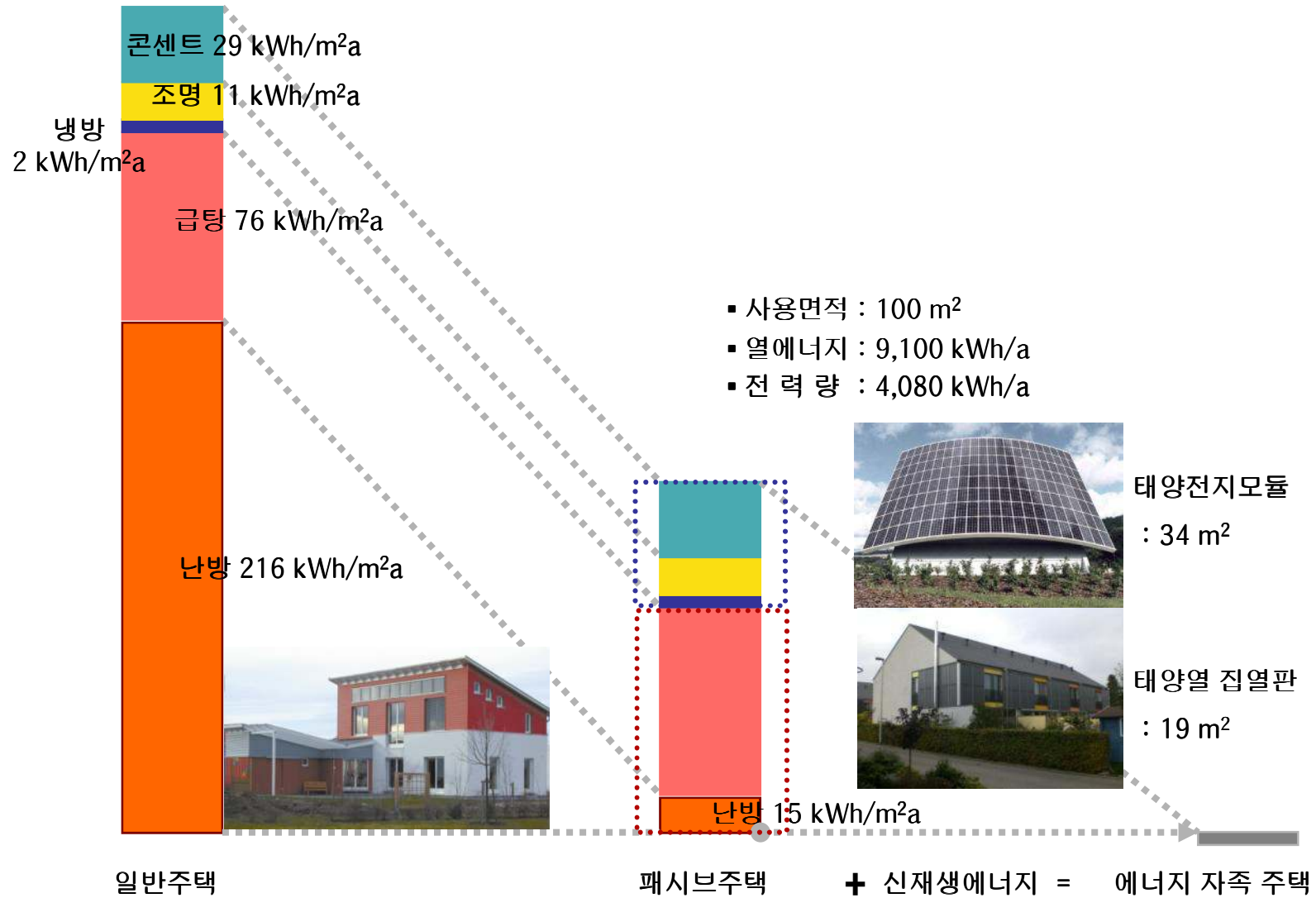
## ■ 설계 프로세스

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



BUILDING & ENERGY

## ■ 국내 주거용 건축물의 에너지 사용량과 제로에너지

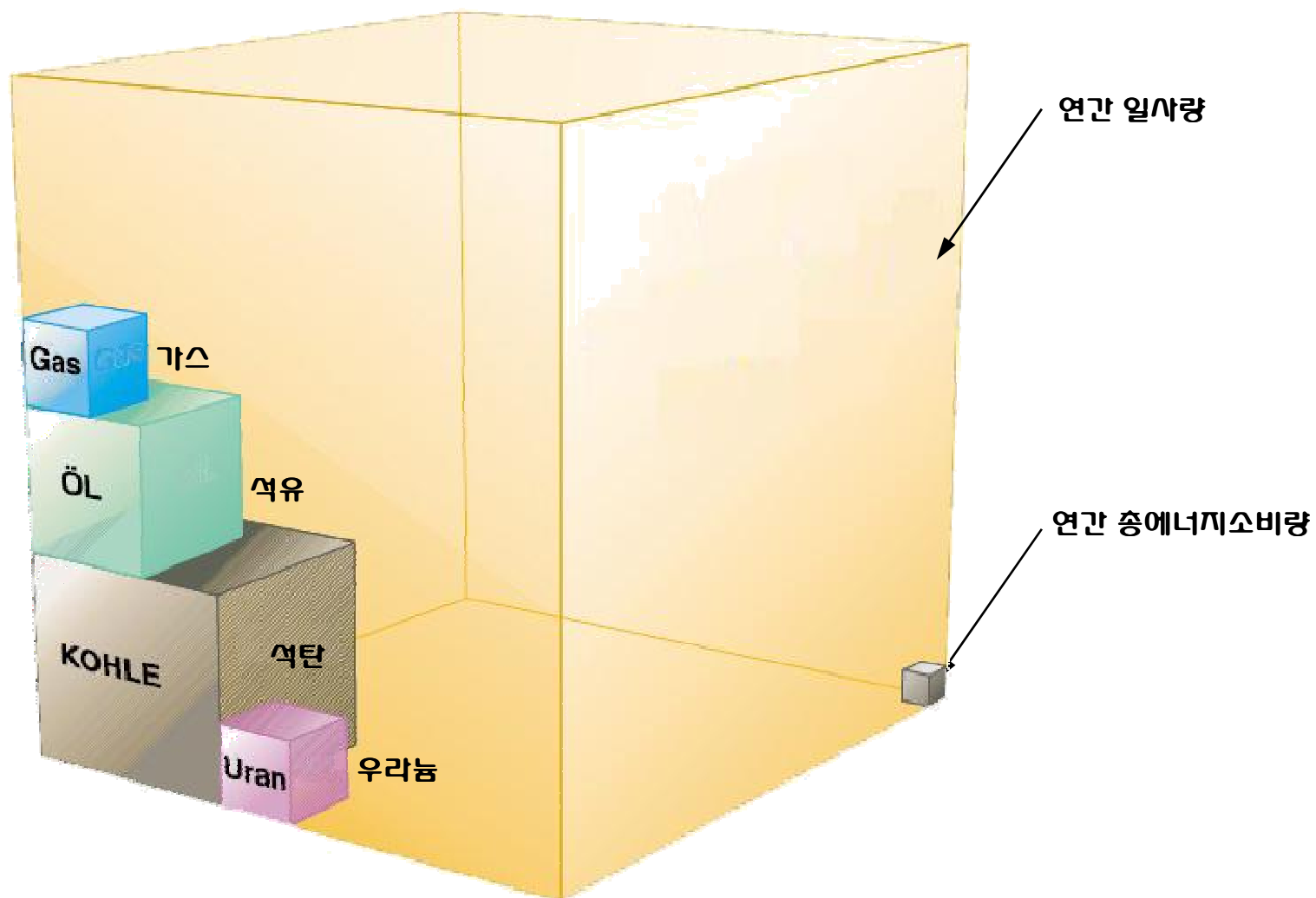


BUILDING & ENERGY

**Passive**

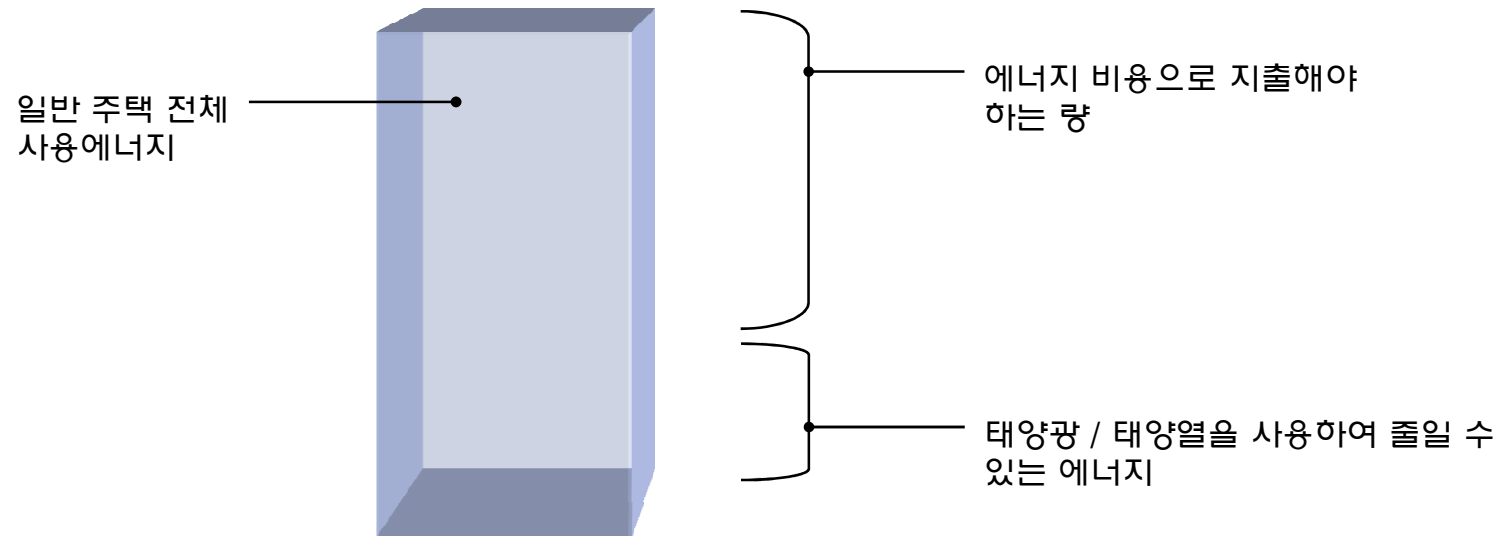
---

■ 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 – 1번 사진)

태양광 -> 전기를 만드는 시설 -> 태양광 발전  
(판으로 이루어짐 – 2번 사진)

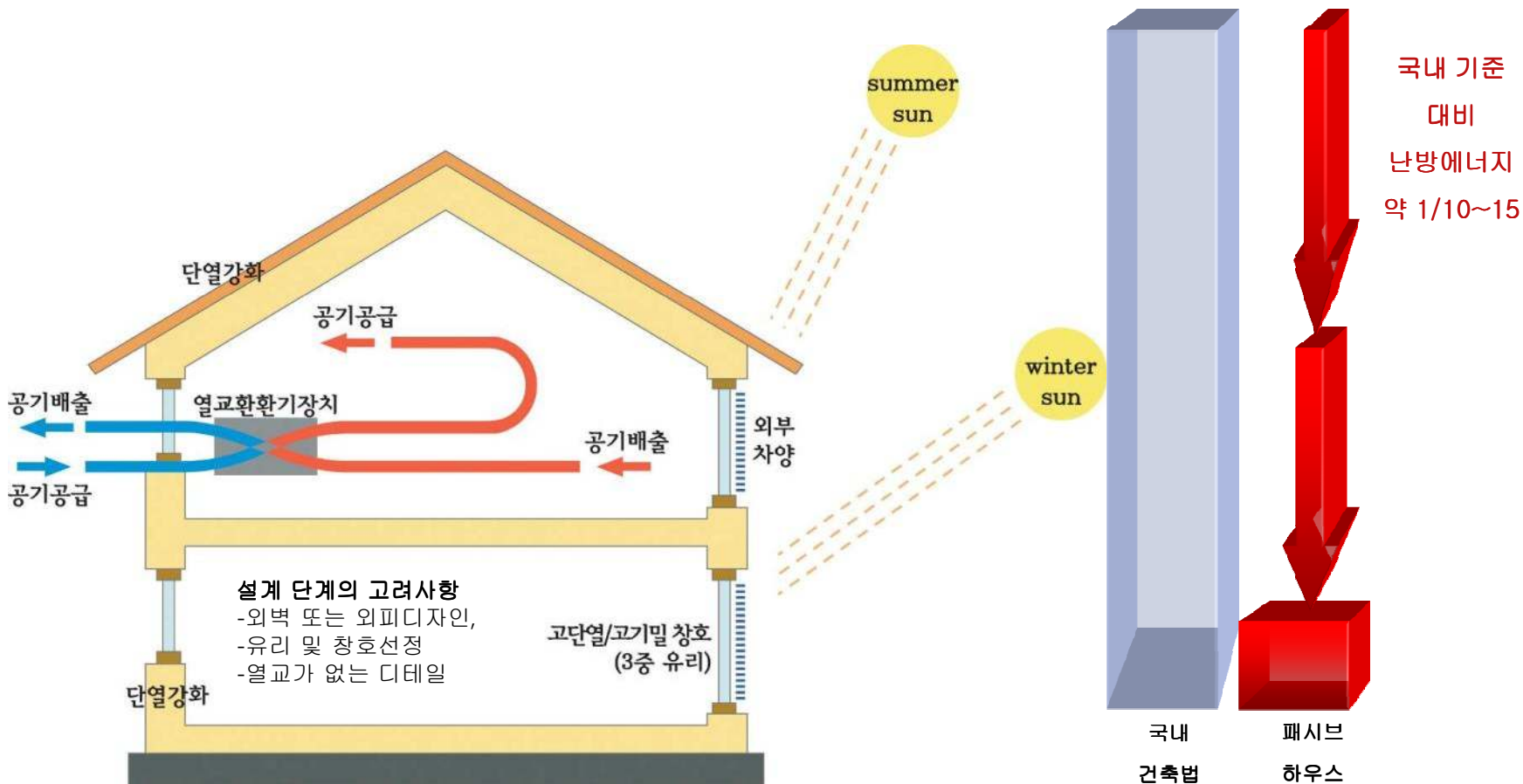
- 잘못된 표현 : 태양광급탕(x), 태양열발전(x)





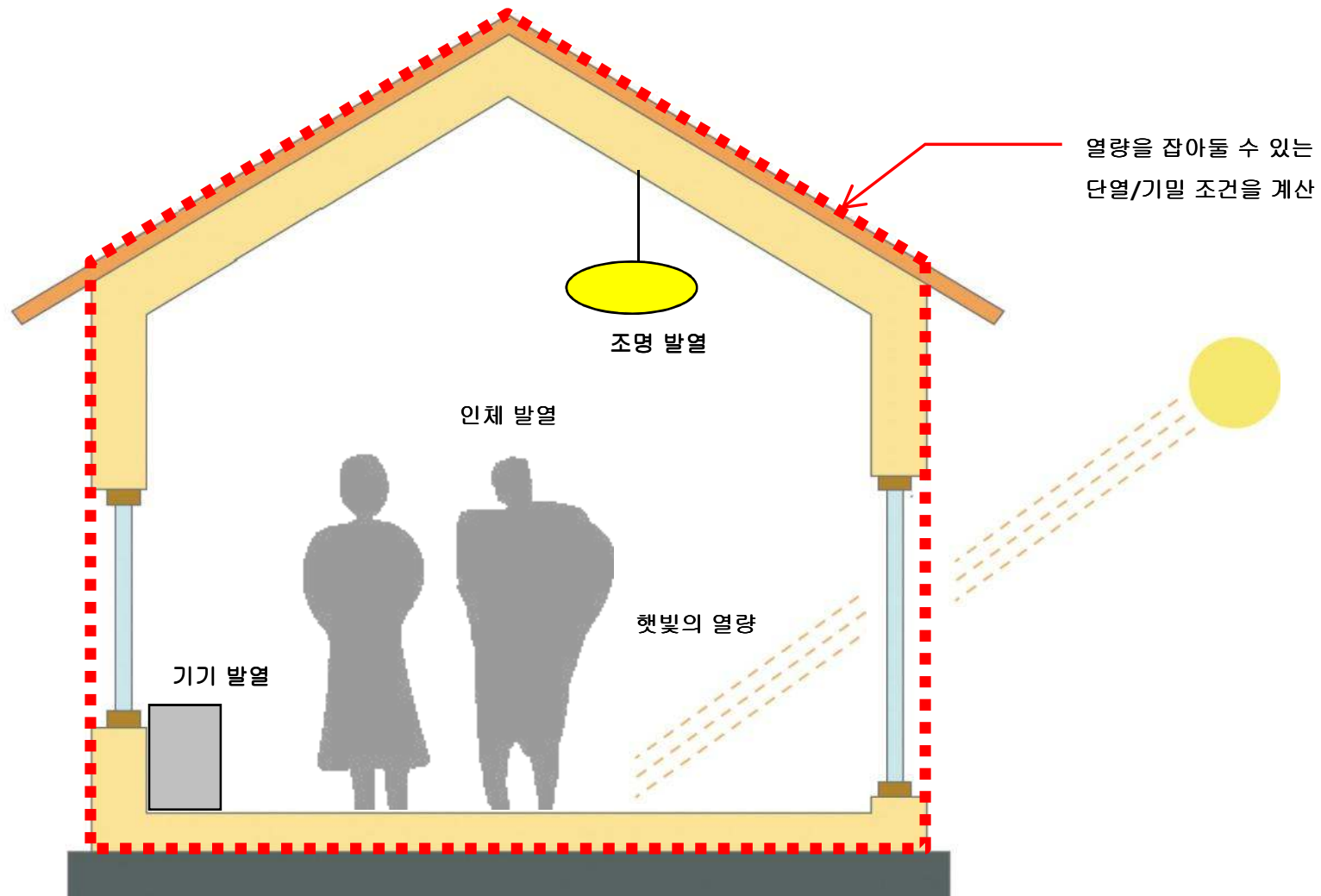
## ■ 패시브건축물이란?

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



BUILDING & ENERGY

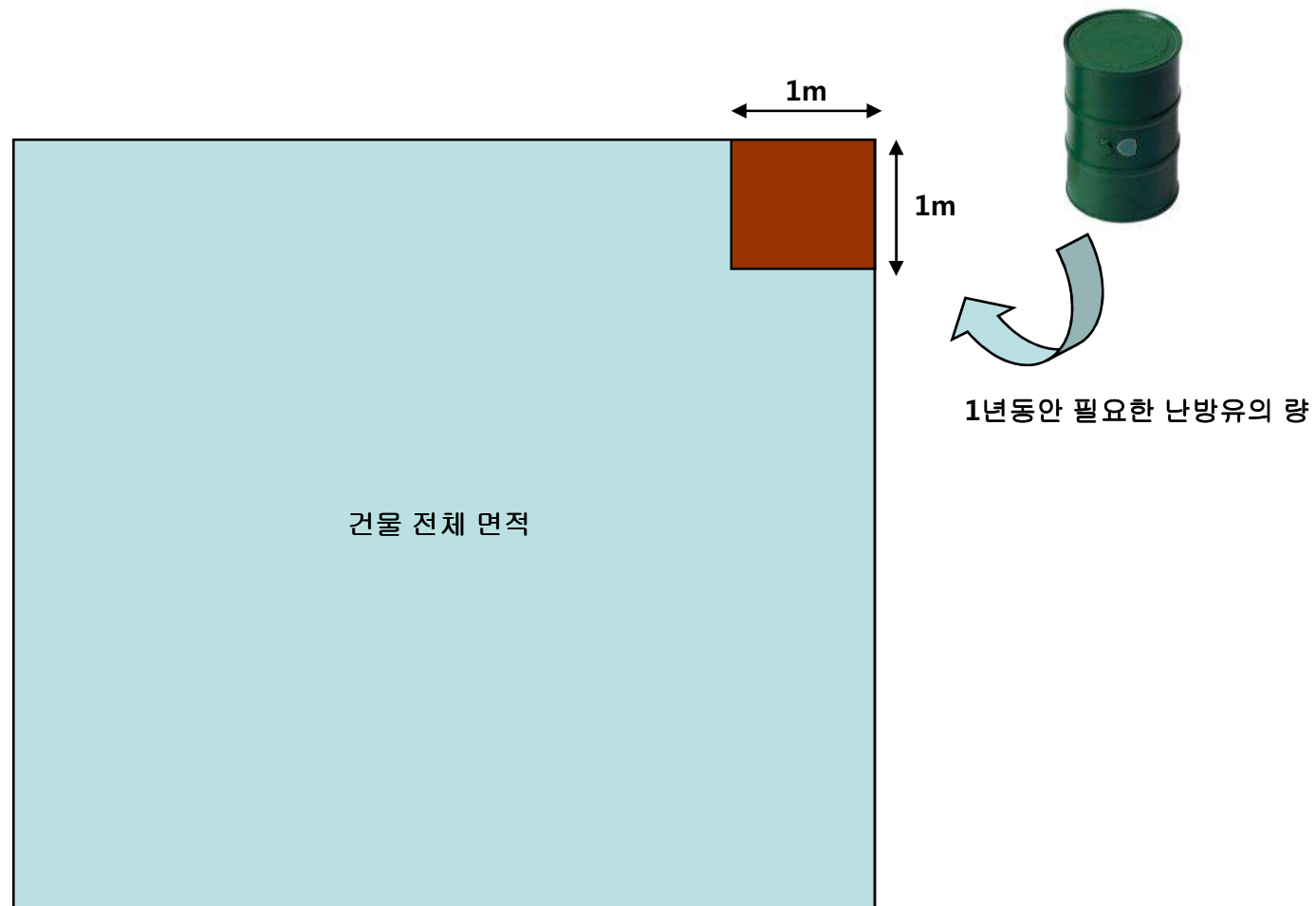
■ 패시브건축물의 원리



## ■ 건물의 에너지 등급

- 1㎡ 당 1년 동안 사용되는 난방 등유의 양으로 결정

ex) 10 리터주택 = 1㎡ 당 1년에 10리터의 등유를 사용해야만 하는 집



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

## ■ 건물의 에너지 등급

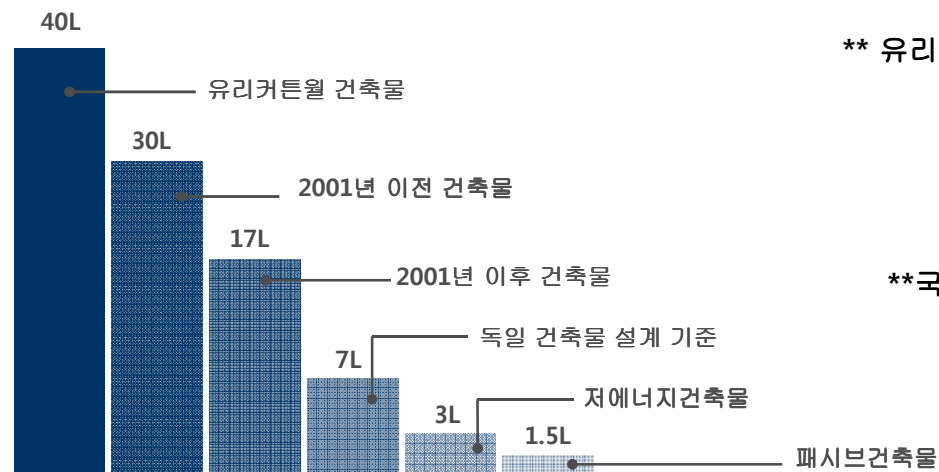
- 1㎡ 당 1년 동안 사용되는 난방 등유의 양으로 결정

ex) 10 리터주택 = 1㎡ 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

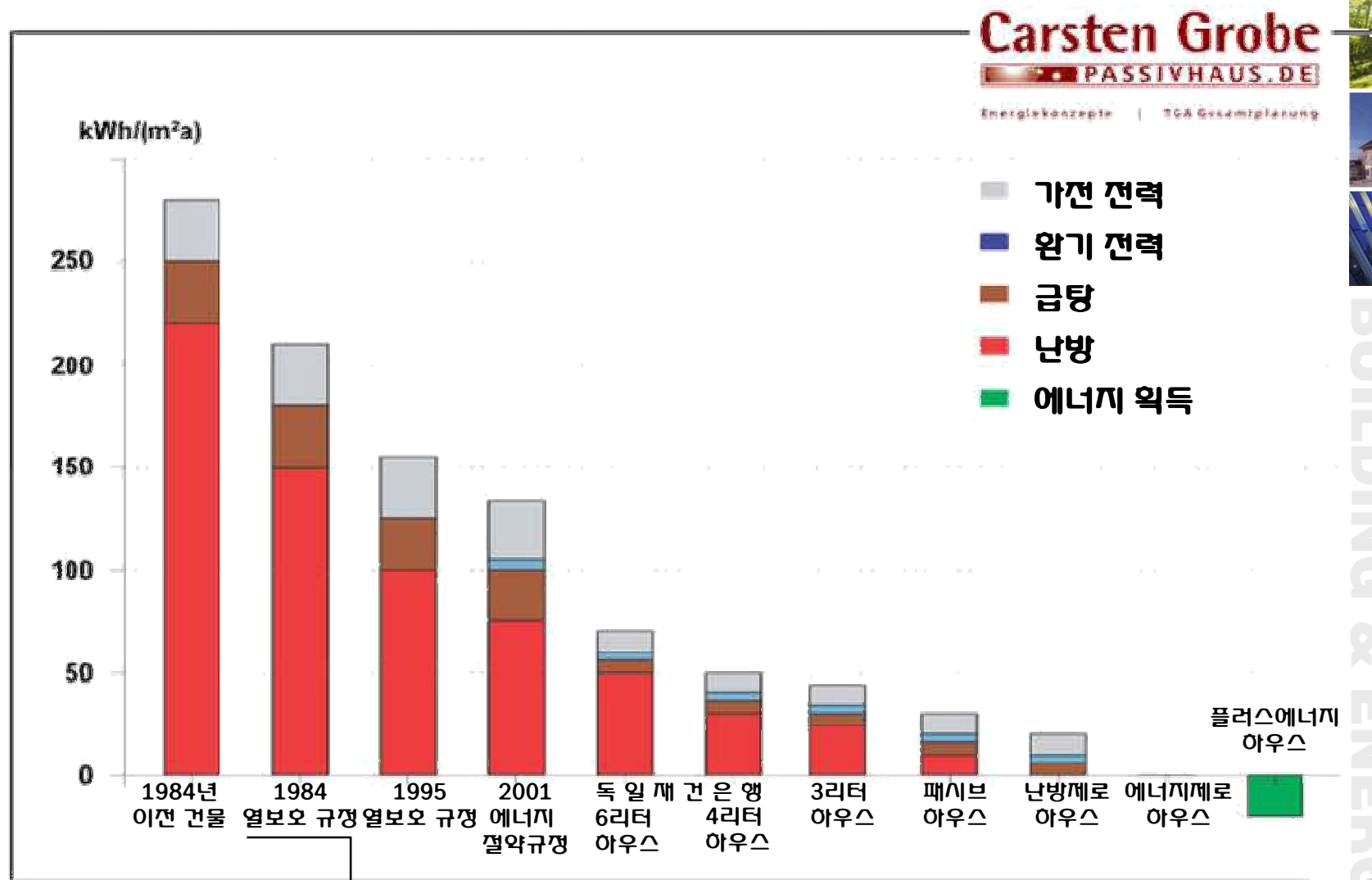


\*\*국내 200㎡ (60평) 단독주택 : 연간 3400리터 사용  
약 340만원



BUILDING & ENERGY

## ■ 단열기준과 주택의 에너지 사용량의 변화 - 독일의 경우



현재의 국내 주택 수준  
(독일에 비해 25년 이상 뒤쳐져 있음)

자료제공 : 한국건설기술연구원



BUILDING & ENERGY

## ■ 패시브 건물의 주요 요소

### 1. 향을 고려한 배치 설계

### 2. 고단열

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

Korea Testing & Research Institute

한국화학시험연구원

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

## 시험 성적서

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

시료명 : 에스코트(AT-N)

시험결과				
시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
열전도율(평균온도:20±5℃)	W/m.K		0.039	KS L 9016 : 2005(평판열류계법)
※ 측정 시 밀도:77 kg/m³				

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 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

원본대조필

Chang-Hyun Lee  
시험원 : 이창현  
Tel : 052-220-3186

Un-Kyu Park  
기술책임자 : 박언규  
E-mail : ukp@ktr.or.kr

2008년 02월 15일

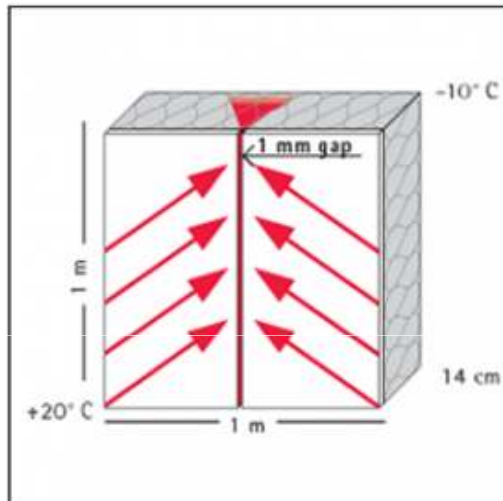
한국화학시험연구원장





## 3. 고기밀

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

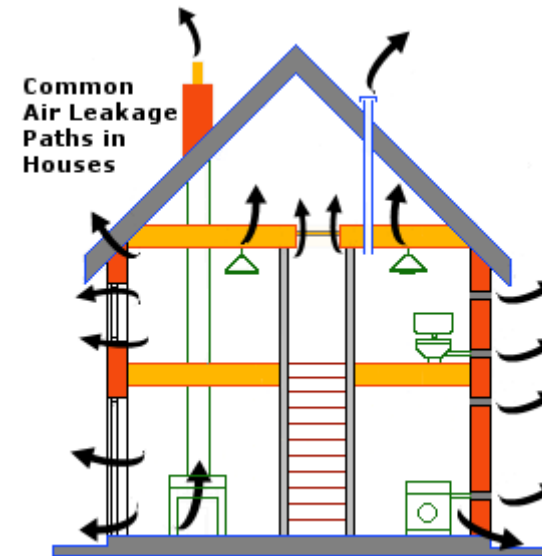


실험조건 : 실내 +20°C, 실외 -10°C  
압력 : 20 Pa (2-3 m/s)

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>



출처 : low energy house



## 4. 고성능 창호

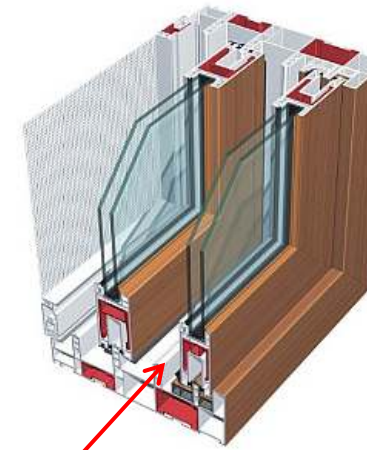
- 고단열 고성능 창호 프레임 사용
- 열 관류율 :  $0.80 \text{ W/m}^2\text{k}$  이하
- 기밀성능  $0.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$

→ 단열과 기밀성능을 모두 고려



## 참고사항 - 창호의 선택

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



1.재질 : 플라스틱	
2.유리 : 5mm CL + 6mm Air + 5mm CL	
가. 기 자 재 명 : 고기밀성단열창호	
나. 형 식 : 4Track Sliding	
다. 모 델 명 : 발코니 이중창	
라. 용 량 : 프레임폭 280mm	
마. 호 순 열저항 $0.856 \sim 0.860 \text{ m}^2\text{k/W}$ 기밀성 $1.02 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$	
→ $1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$	
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>

BUILDING & ENERGY

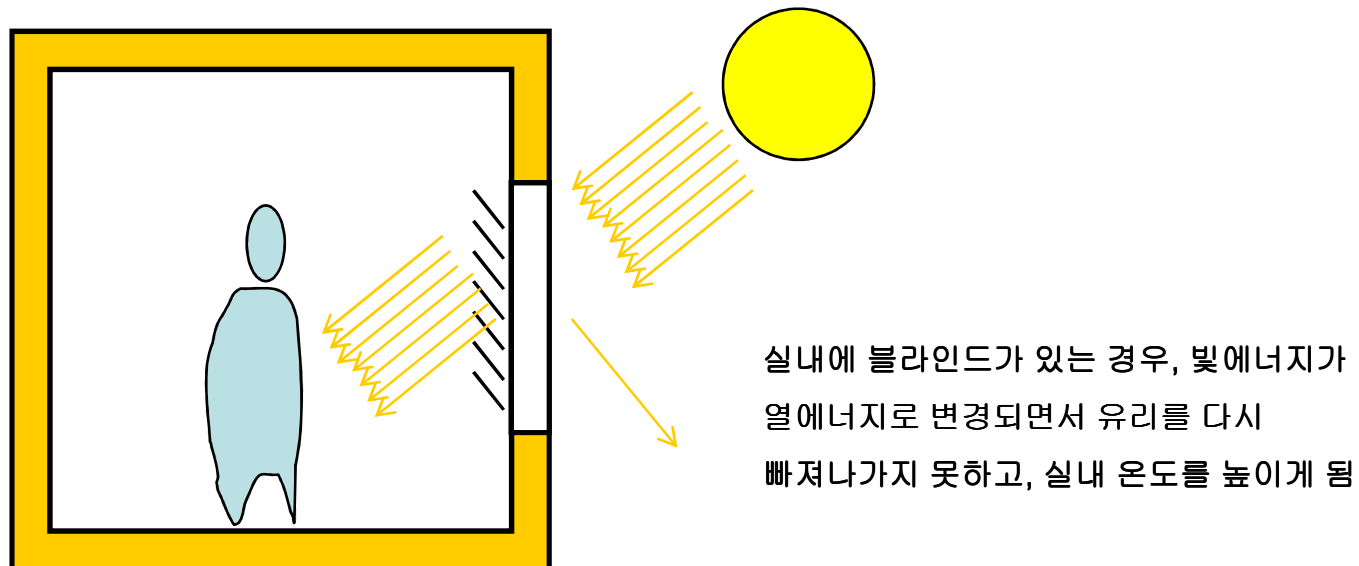


## 5. 외부 차양

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

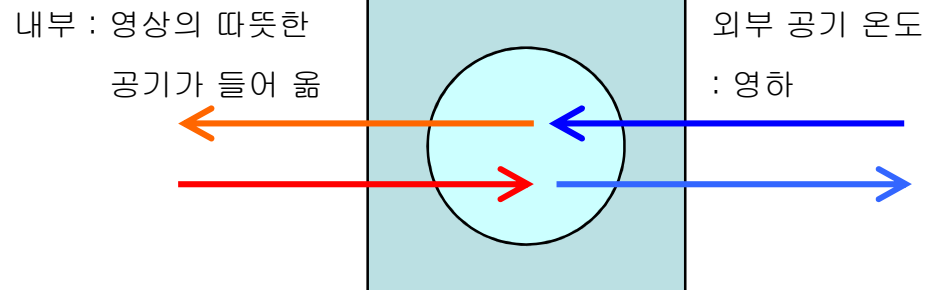


BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY



## 6. 열교환 환기 장치

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



참고사항 - 열교환환기장치의 선택  
온도교환효율이 높은 제품을 사용 (난방기준)

폐열회수형환기장치 제154호 유효기간 : 2008.04.17~2011.04.16

**고효율에너지기자재 인증서**  
고효율기자재

◎ 인증기자재

제품의 특징	
1. 제품크기(W*H*D) :	700 * 380 * 640 (mm)
2. 온도교환효율(%) :	71.0/83.4(냉방/난방)
3. 에너지계수 :	8.10/15.11(냉방/난방)

가. 기 자 재 명 : 폐열회수형환기장치  
나. 형 식 : Duct형  
다. 모 델 명 : SPH-250  
라. 용 량 : 250CMH  
마. 효 율 전열(%) : 51.7/74.9(냉방/난방)

지식경제부고시 제2008-11호의 규정에 따라 고효율에너지기자재임을 인증합니다.

2008년 4월 17일  
**에너지관리공단 이 사**

<최초인증일자> 2008.04.17

이 인증서의 유효기간은 지식경제부고시 제2008-11호의 규정에 따라 인증서 발급일로부터 3년 이므로 유효기간 만료일 90일전부터 연장신청을 하여야 합니다.



BUILDING & ENERGY

## 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 문틀과 문짝사이의 틈을 기밀재(모헤어)로 겹겹이 막아 단열, 방풍을 극대화한 제품입니다.

2. 내부분작은 알미늄에 목무늬 래핑을 하여 충분한 내풍안성을 지니며 인테리어 기능도 가미된 창호입니다.

3. 특유의 기밀판, 풍지판사용으로 밀폐성을 배가시킨 창호입니다.

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

측정항목(압력단위)	1mmAq	3mmAq	5mmAq	10mmAq
AZON단열 이중창	19 ?	41 ?	56 ?	82 ?
일반 알미늄 이중창	31 ?	88 ?	121 ?	357 ?
개 선 효 과 (%)	30 %	54 %	54 %	79 %

측정항목(압력단위)	창틀의 열관류율	창호 전체의 열관류율
AZON단열 이중창	0.79 ?	2.95 ?
일반 알미늄 이중창	1.77 ?	3.98 ?
개 선 효 과 (%)	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

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

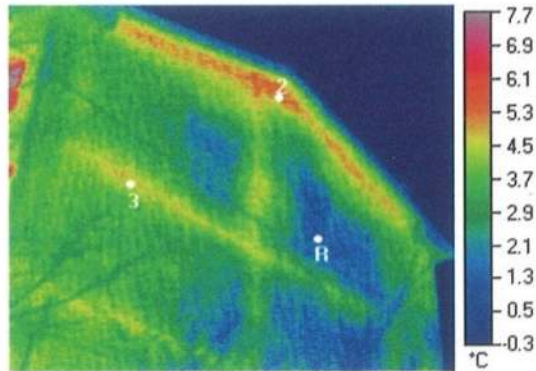
열관류율 = 열전도율(W/mk)/재료두께 (ex, 열전도율이  $0.03 \text{ W/mk}$  인 단열재  $15\text{cm}$ 의 열관류율 =  $0.03/0.15 = 0.2 \text{ W/m}^2\text{k}$ )



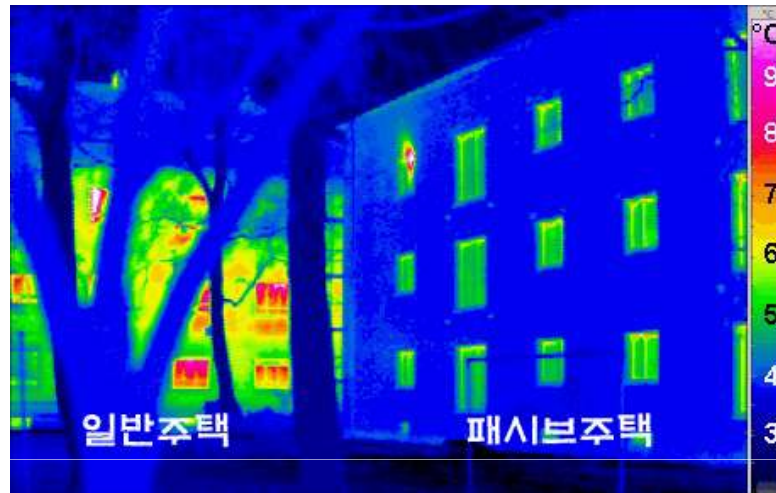


## ■ 준공 확인

- 열추적카메라, 표면 열측정기, 블로어도어 측정기

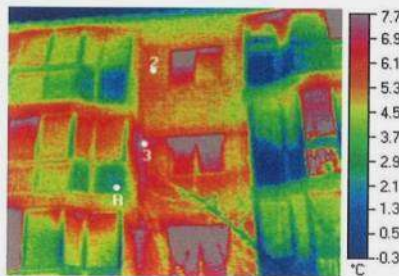
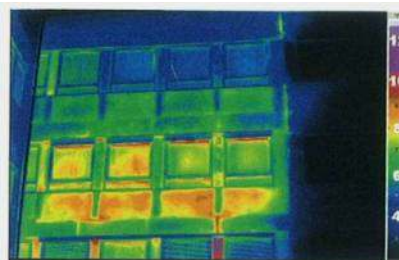


기존 공동주택 측벽

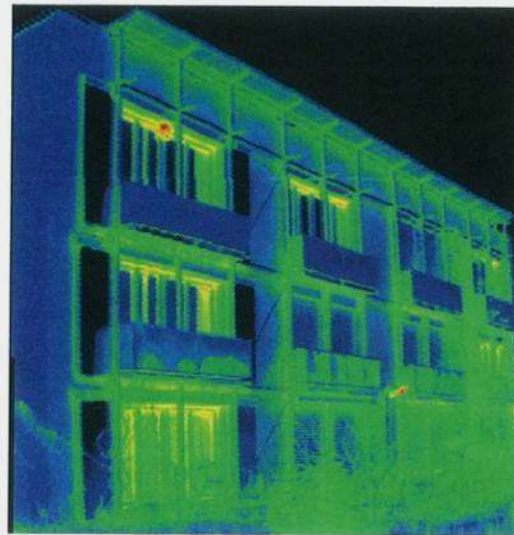


일반주택

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

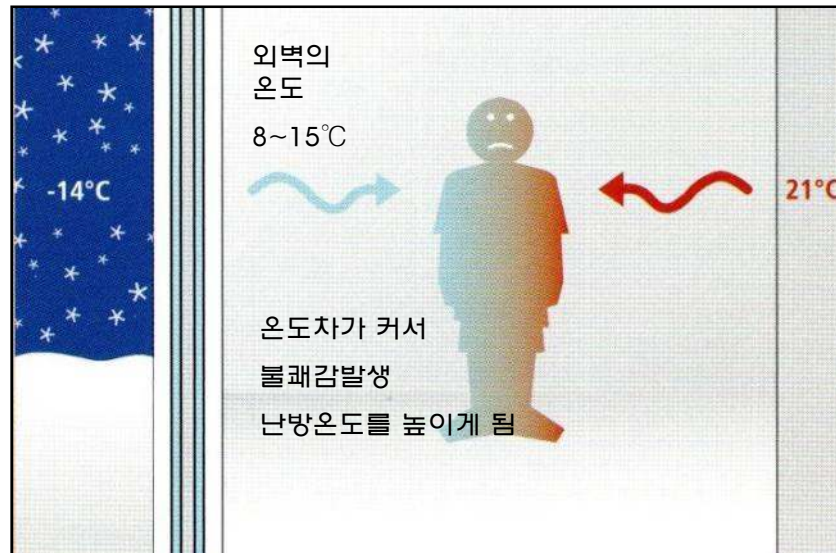
### 공기 쾌적성

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

취침시 밀폐도가 높아진 상태에서 CO2 증가로 인한 불쾌감 해소



기존 건물



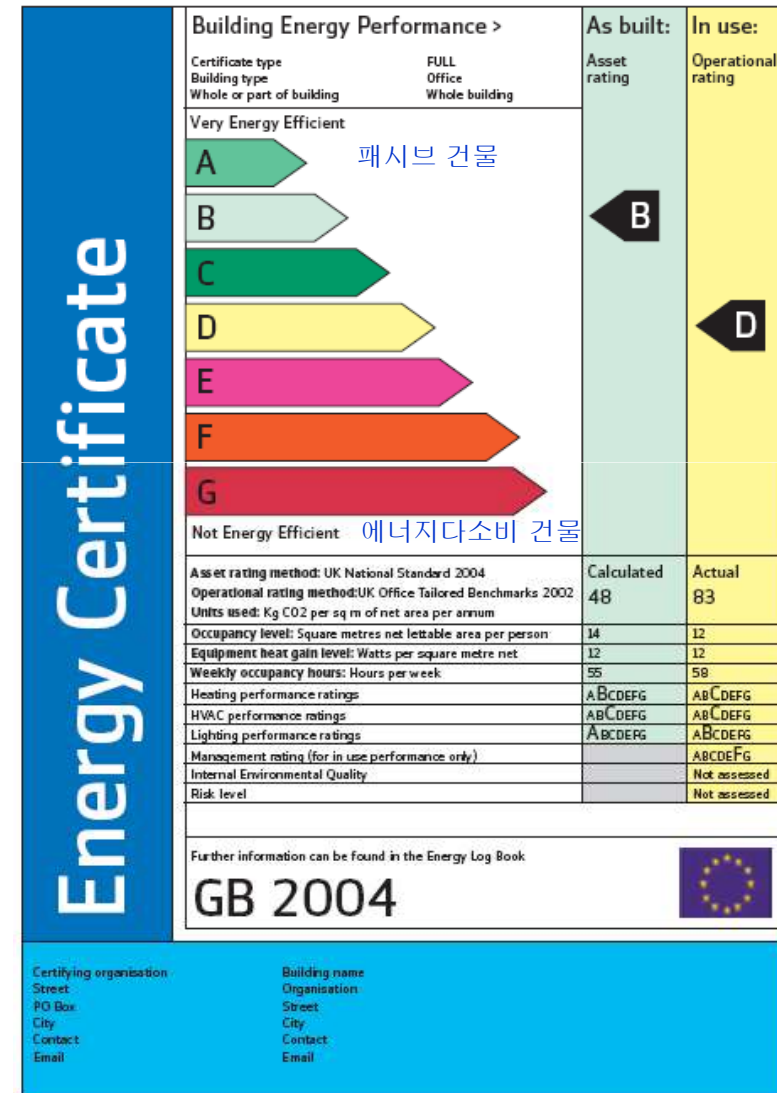
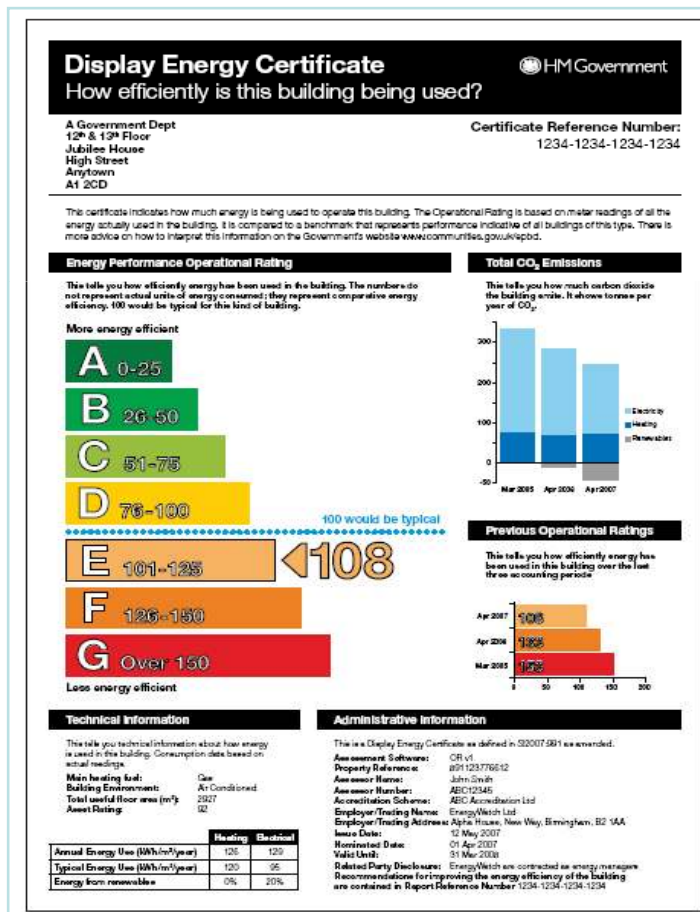
패시브 건물



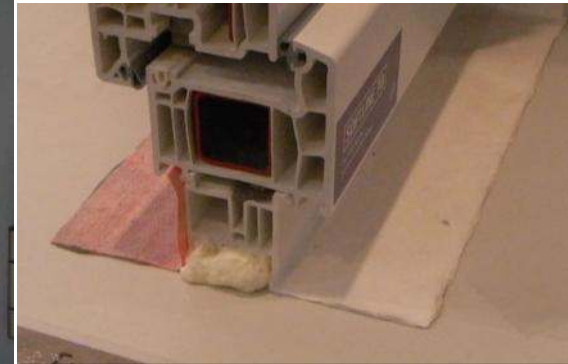


## ■ 패시브 건물의 인증

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



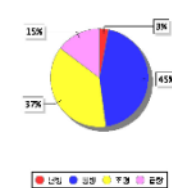
BUILDING & ENERGY



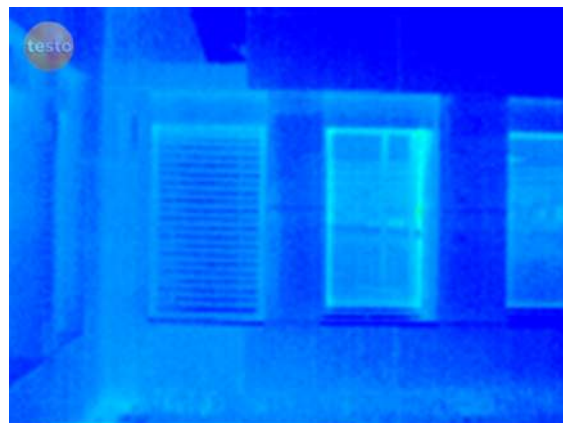
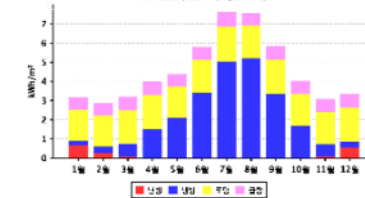
연간 에너지요구량 데이터

연간 에너지요구량		54.8 [kWh/(m² a)]
난방 에너지요구량	1.6 [kWh/(m² a)]	난방면적 420.4 [m²]
냉방 에너지요구량	24.6 [kWh/(m² a)]	냉방면적 420.4 [m²]
조명 에너지요구량	20.5 [kWh/(m² a)]	조명면적 511.4 [m²]
급탕 에너지요구량	8.1 [kWh/(m² a)]	급탕면적 420.4 [m²]

연간 에너지요구량 분포도



월별 에너지요구량 분석



BUILDING & ENERGY



## ■ 공사비 분석

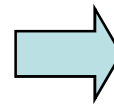
### - 패시브기법 추가 건설비용 (주거시설-단독주택)

평당 40~70만원 선

(연면적과 외피면적에 따라 차등)

내/외장재의 조정 : 성능베이스

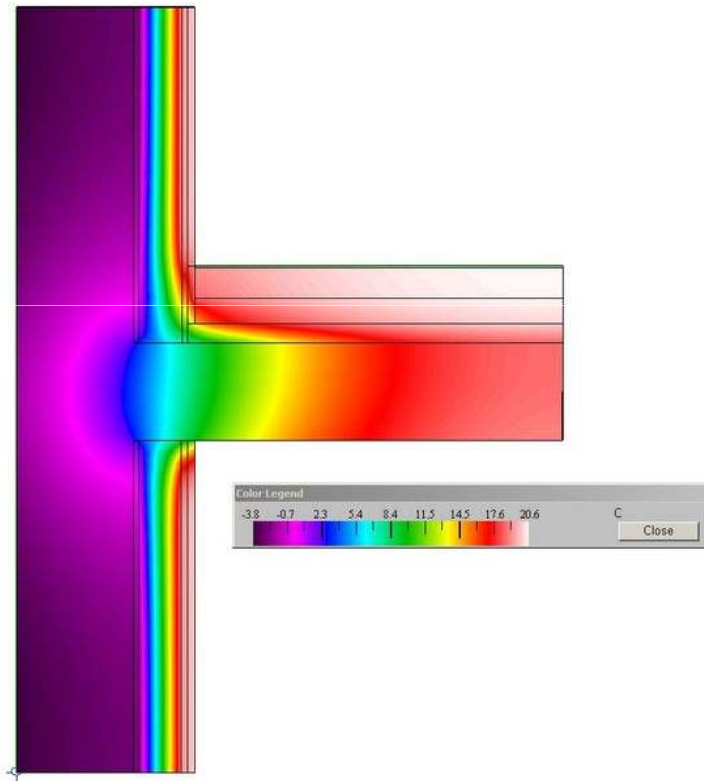
합리적 가격 (회수기간 7년내외)의 패시브주택 가능



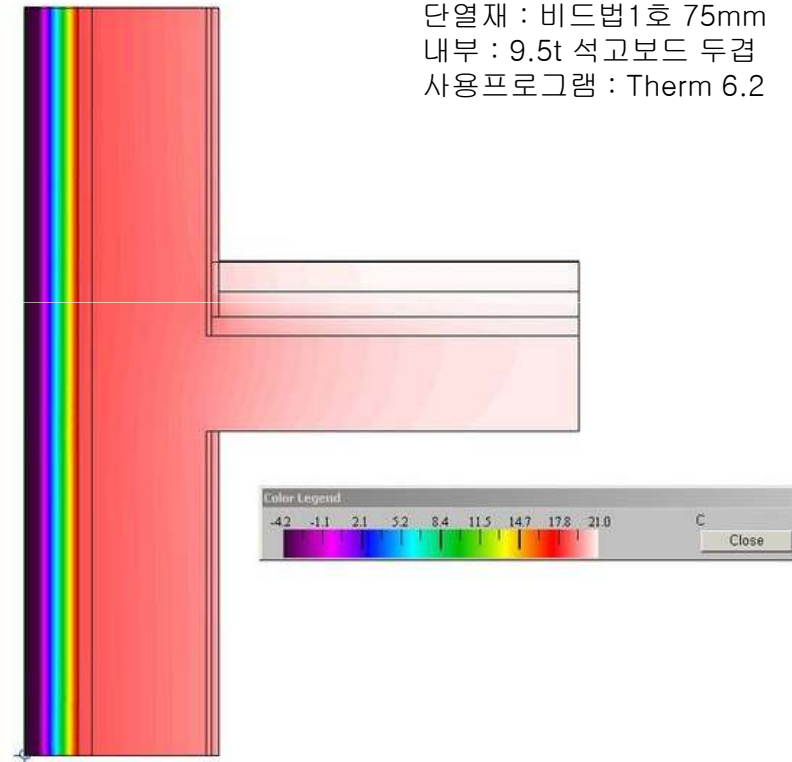
BUILDING & ENERGY



## ■ 내단열, 외단열



<내단열 시뮬레이션>



<외단열 시뮬레이션>

### 조건

구조체 : 콘트리트

외기:  $-5^{\circ}\text{C}$ , 내부  $20^{\circ}\text{C}$

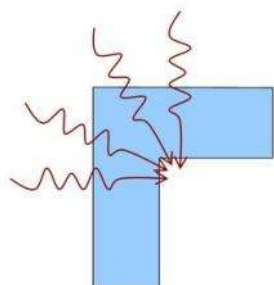
단열재 : 비드법1호 75mm

내부 : 9.5t 석고보드 두겹

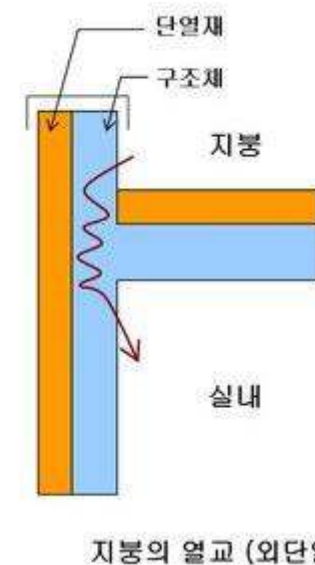
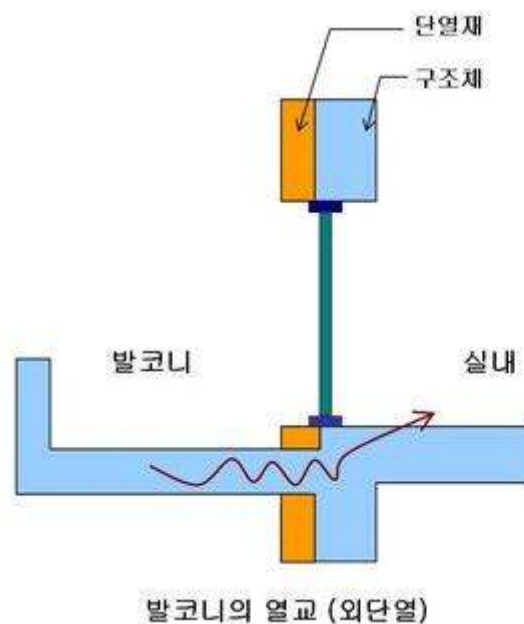
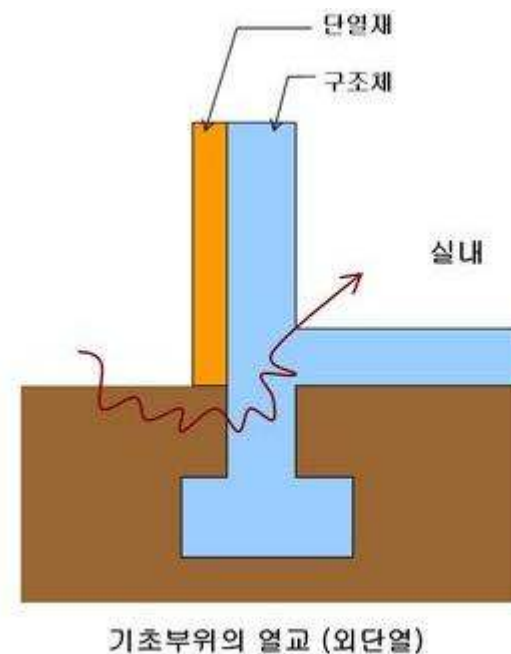
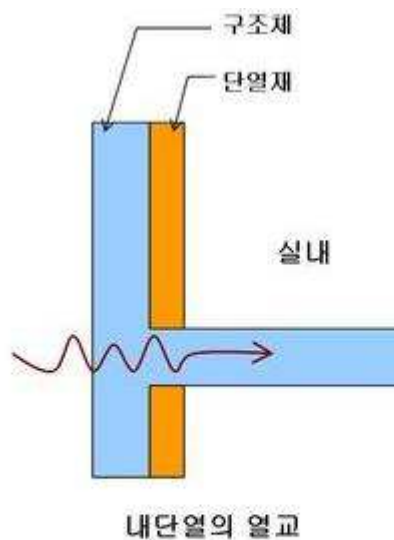
사용프로그램 : Therm 6.2



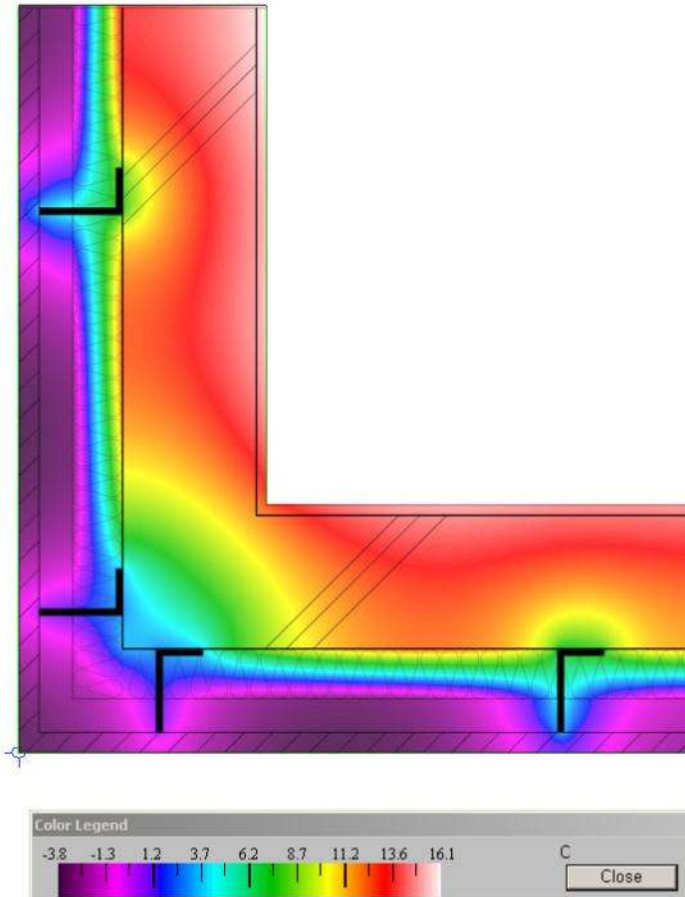
■ 단열과 열교(熱橋)



<기하학적 열교>



■ 외장재와 열교(熱橋)

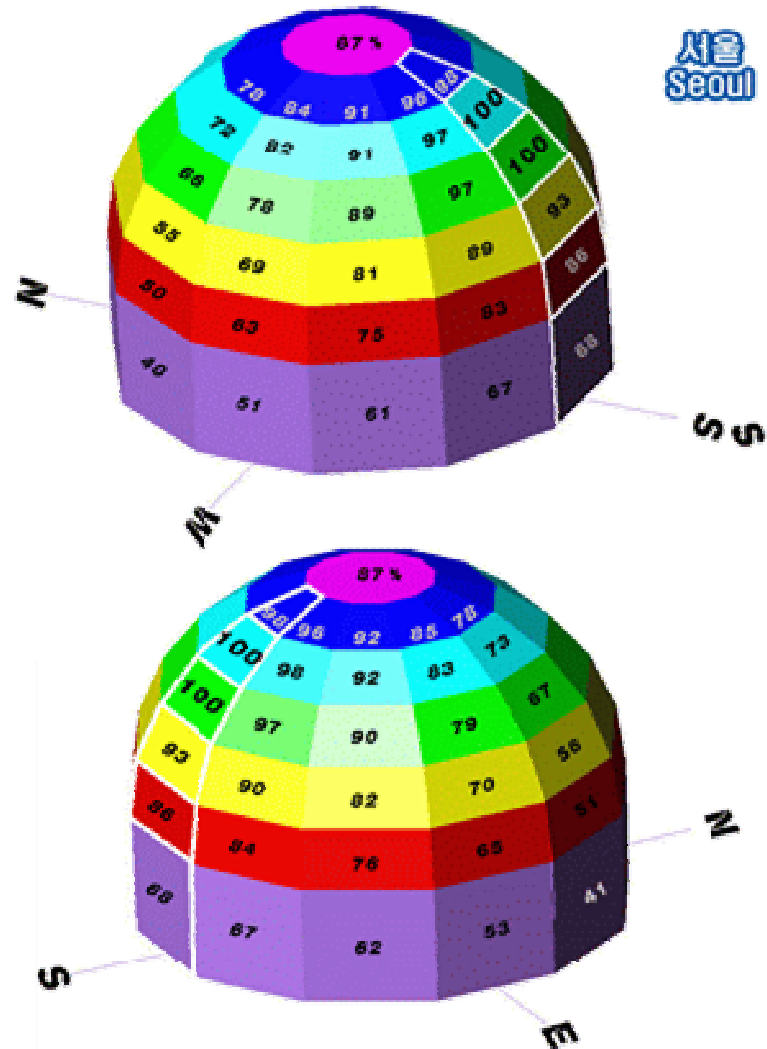


BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

**Active**

---

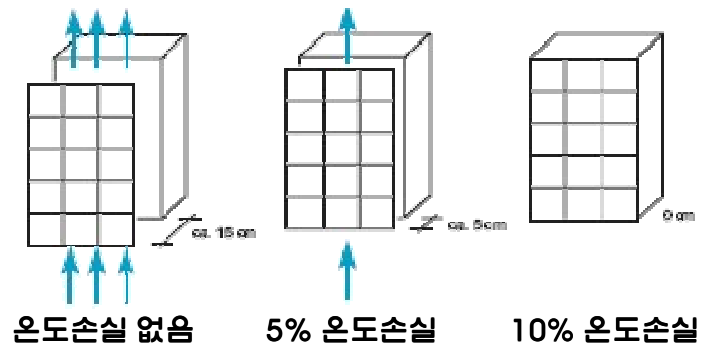
## 태양광 발전



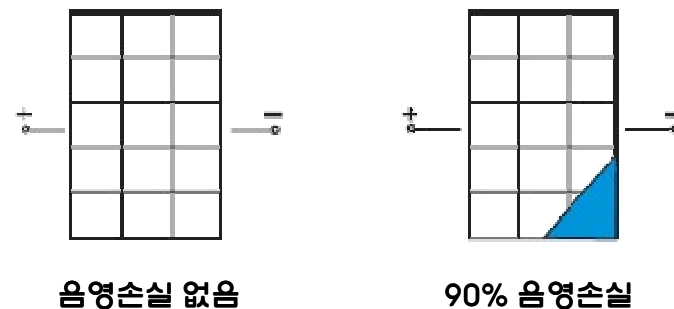
### ● 10m<sup>2</sup> 에 약 1kw 발전



### ● 배면 환기 중요 - 온도상승 억제



### ● 작은 음영이라도 큰 영향을 미침

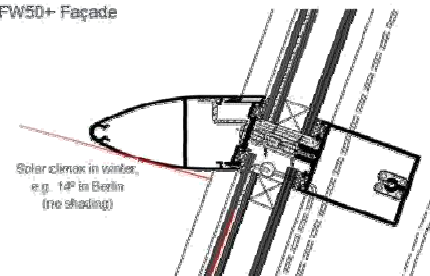


BUILDING & ENERGY

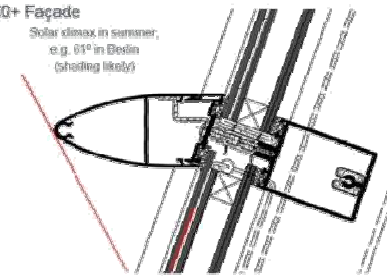




FW50+ Façade



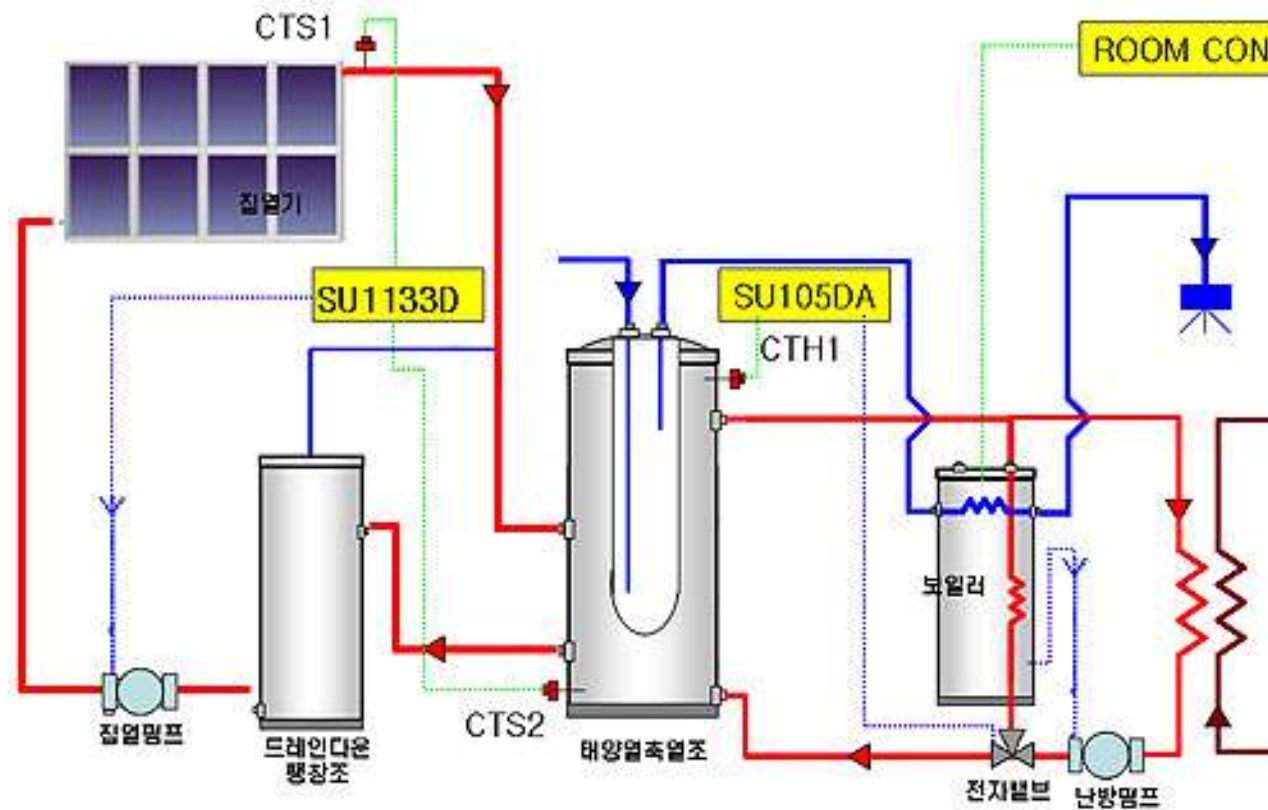
FW50+ Façade



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

30

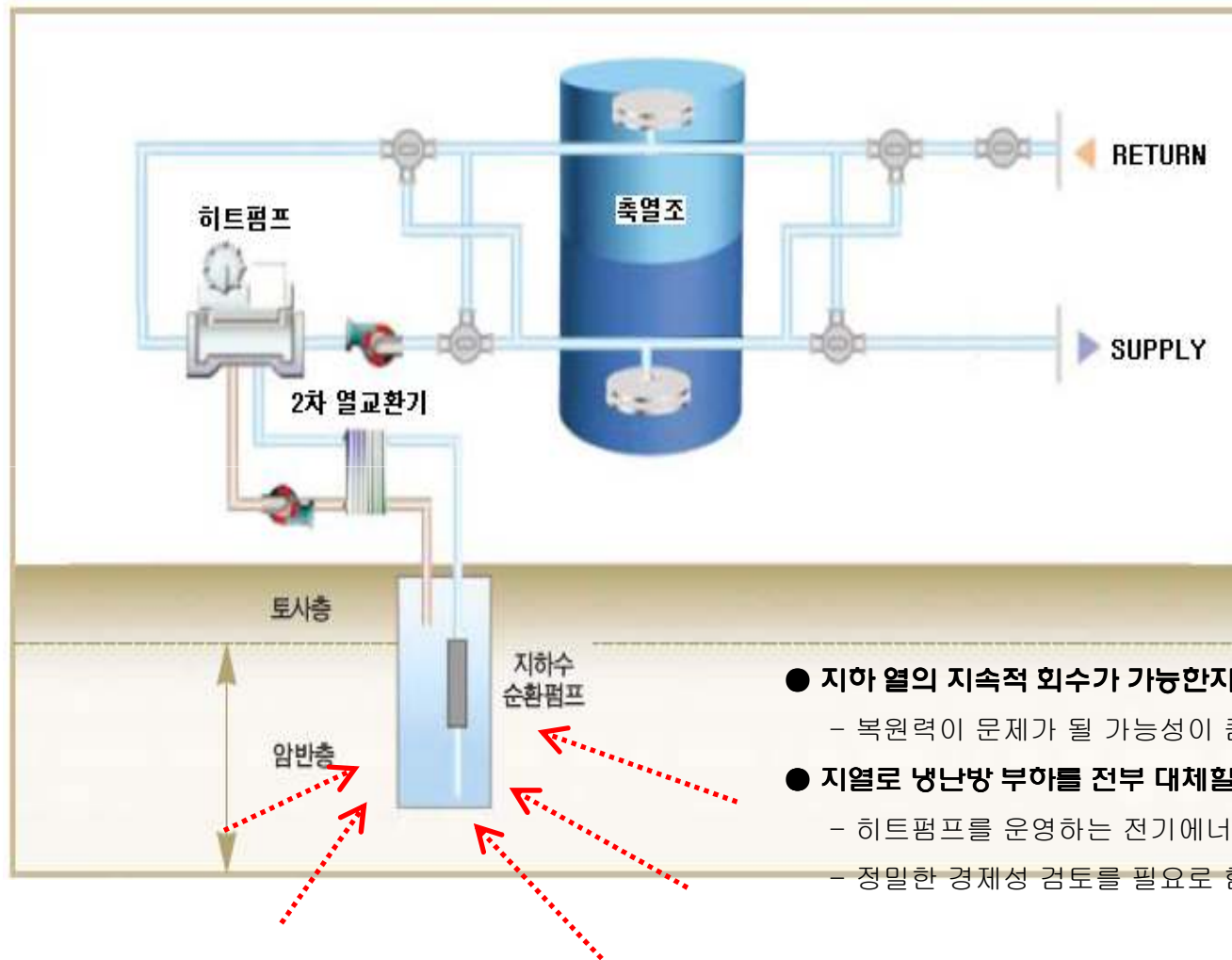
## ■ 태양열급탕, 난방



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



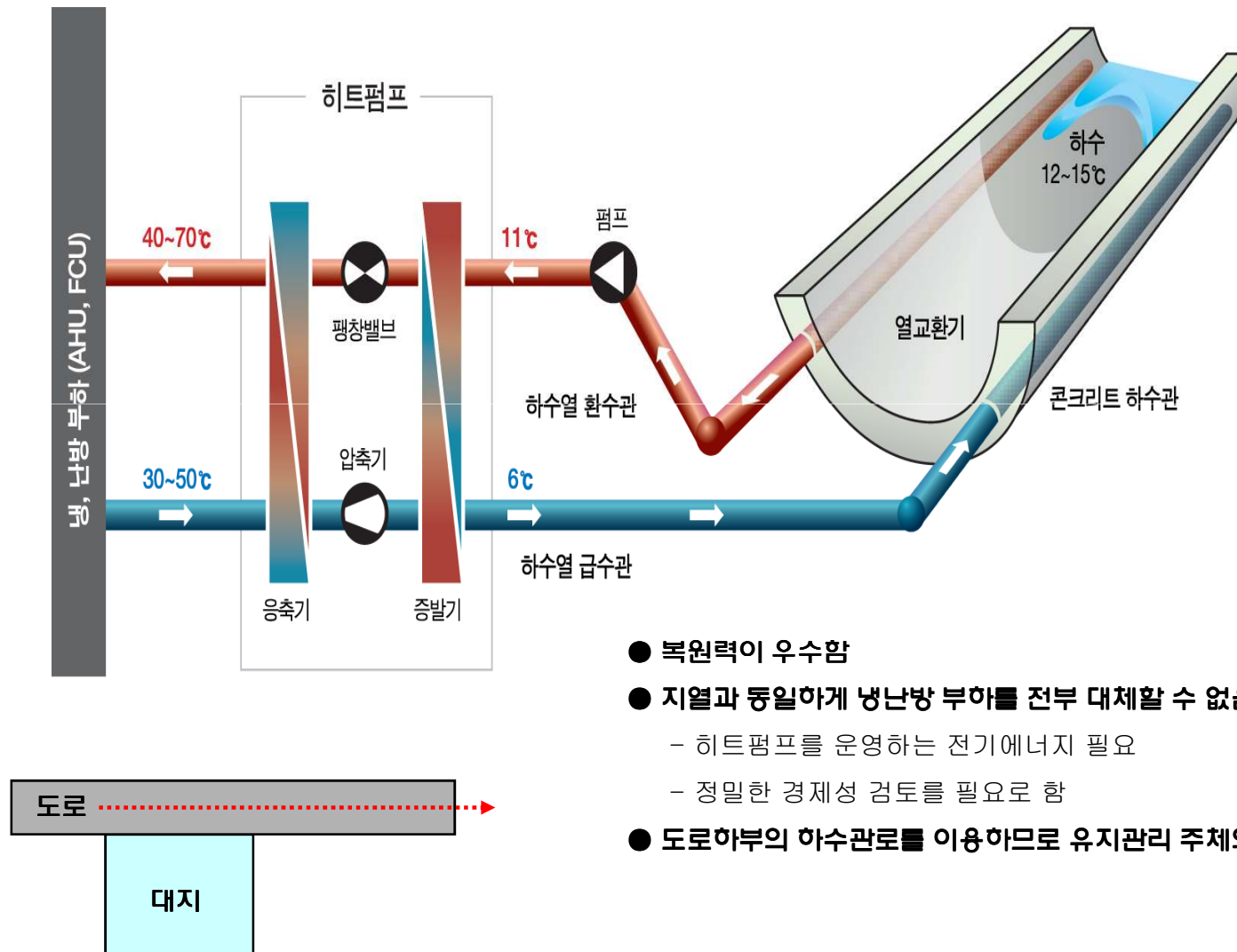
## 지열



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY



## 하수열



- 복원력이 우수함
- 지열과 동일하게 냉난방 부하를 전부 대체할 수 없음 (40% 내외)
  - 히트펌프를 운영하는 전기에너지 필요
  - 정밀한 경제성 검토를 필요로 함
- 도로하부의 하수관로를 이용하므로 유지관리 주체의 논란 소지



## ■ 펠릿(pellet)보일러



BUILDING & ENERGY  
34

- 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

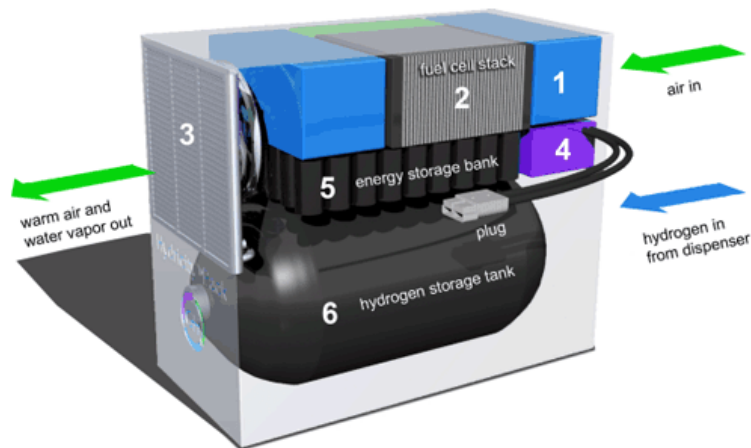
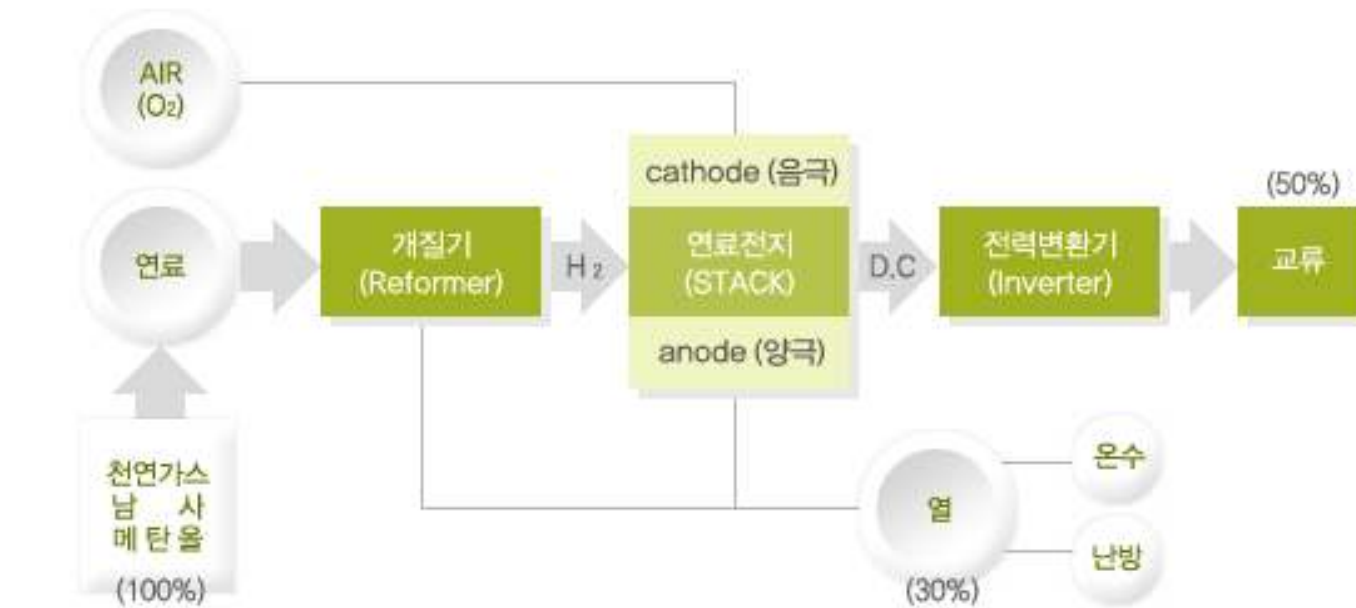
- 600w (최소 3m/s, 적정 10.5 m/s)
- 1KW (최소 3.2m/s, 적정 12.2 m/s)
- 높이 6M 이상

### ● 현재 대부분이 수입품이거나, 핵심부품이 수입에 의존



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

## 연료전지



### ● 현재는 고가격으로 인해 연료로 가스를 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



BUILDING & ENERGY



## ■ 소형 열병합발전



<열병합발전시스템 운전에 의한 개선효과>

구분		단위	A	B	C	D	E	합계(평균)
1차 에너지	절감율	%	16.9	10.9	14.5	16.3	14.0	14.5
	절감량	toe/년	223	325	412	756	375	2,091
에너지비용	절감율	%	36.2	26.2	29.8	34.1	27.3	30.6
	절감액	백만원/년	283	412	434	876	421(307)	2,426(2,312)
상환금액		백만원/년	280	475	425	866	523	2,569
에너지비용 잉여 절감액		백만원/년	3	-	9	10	-(284)	22(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 창출율		%	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 높임

- 남은 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)

건 築 부 문	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 향상의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급에 의한 통기량, 단위 $m^3/hm^2$ )
	6.자연채광용 개구부(수영장, 주된 거실에 개폐가능한 외기에 면한 창 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 방풍실을 설치 하거나 방풍구조로 함
	9.공동주택 각 세대의 현관에 방풍실 설치
	10.대합동의 높이에 대한 인동간격비 주5) (단일 동으로서 대합동이 없는 경우는 0.8점 배정)

기 계 부 문	기름보일러	
	가스보일러	중앙난방방식
		개별난방방식
	원심식(에너지효율, kw)	
	흡수식 (성적계 수, COP)	㉑1중효율
		㉒2중효율 ㉓3중효율, ㉔냉·온수기
	2.냉동기	
	3.공조용 송풍기의 효율(%)	
	4.냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%) 주7)	
	5.이코노마이저시스템 등 외기냉방시스템의 도입	
전 기 부 문	6.폐열회수환기장치	
	7.기기, 배관 및 덕트 단열 ※건축기계설비 표준시방서에서 정하는 기준의 20%이상 단열재 적용여부	
	8.열원설비의 대수분할, 비례제어 또는 다단계에 운전	
	9.공기조화기 팬에 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택 ※공기조화기를 전체 팬 동력의 60% 이상 적용 여부	
	10.보일러 또는 공조기의 폐열회수설비 주8)	
	11.생활배수의 폐열회수설비	
	12.축냉식 전기냉방 또는 가스이용 중앙집중 냉방설비 (주간 최대냉방부하 담당 비율, %)	
	13.심야전기기용 급탕용축열설비(급탕 부하의 20%이상)	
	14.급탕용 설비형태양열시스템(급탕 부하의 20%이상)	
	15.난방 또는 냉난방순환수 펌프의 대수제어 또는 가변속제어 등 에너지절약적 제어방식 채택 ※전체 동력의 60% 이상 적용 여부	
전 기 부 문	16.급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에 너지절약적 제어방식 채택 ※급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용 여부	
	17.기계환기시설의 지하주차장 환기용 팬에 에너지절약적 제어 방식 설비 채택 ※지하주차장 환기용 팬 전체 동력의 60% 이상 적용 여부	
	18.컴퓨터에 의한 자동제어 시스템 또는 네트워크가 가능한 현장 제어장치등을 채택한 시스템 설치	
	19.각 실별 또는 존별 실내온도자동조절장치 설치 (공동주택에 한함)	
	20.컴퓨터에 의한 자동제어 시스템 또는 네트워크가 가능한 현장 제어장치등을 채택한 시스템 설치	

20.	-지역난방방식 또는 소형가스 열병합 발전시스템을 채택하여 1번, 8번, 10번 항목의 적용이 불가능한 경우 의 보상점수 ※지역난방 적용에 한함
	-개별난방 또는 개별냉난방방식 주9)를 채택하여 8 번, 10번, 15번 항목의 적용이 불가능한 경우의 보상 점수(단, 개별냉난방방식을 적용할 경우 10번 제 외)

전 기 부 문	1.고효율 유도전동기 (전동력 시설용량에 대한 적용 비율,%)
	2.간선의 전압강하(%)
	3.변압기를 대수제어가 가능토록 뱅크 구성
	4.수전전압 25kV이하의 수전설비에 적절강압방식
	5.최대수요전력 관리를 위한 최대수요전력 제어설비
	6.실내 조명설비에 대해 군별 또는 회로별 자동제어 설비를 채택
	7.수배전 설비의 자동제어 설비채택
	8.옥외등은 고휘도방전램프(HID 램프)를 사용하고 격동 조명과 자동 점멸기에 의한 점소등이 가능하도록 구성
	9.승강기 구동용 전동기의 에너지절약적 제어방식 채택
	10.층별 또는 임대 구역별로 전력량계를 설치
전 기 부 문	11.역률개선을 콘덴서를 집합설치할 경우 역률자동조절장치를 채택
	12.공동주택의 지하주차장에 300㎡이내 마다 2㎡이상의 채광용 개구부를 설치하여(지하2층이하 제외), 조명시설은 주위 밝기에 따라 전등조별 자동점멸 또는 스케줄 제어가 가능토록 하여 조 명전력을 감소
	13.분산제어 시스템으로써 각 설비별 에너지제어 시스템에 개방 형 통신기술을 채택하여 설비별 제어시스템간 에너지관리 데이 터의 호환과 집중제어가 가능한 시스템
	14.지하주차장 설치되지 않은 경우의 기계부문 17번 및 전기부 문 12번에 대한 보상점수 ※공동주택에 한함
	평점 합계

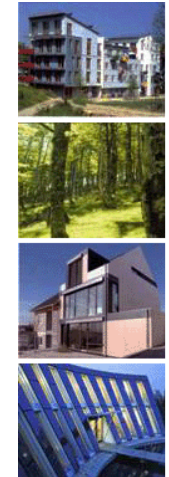
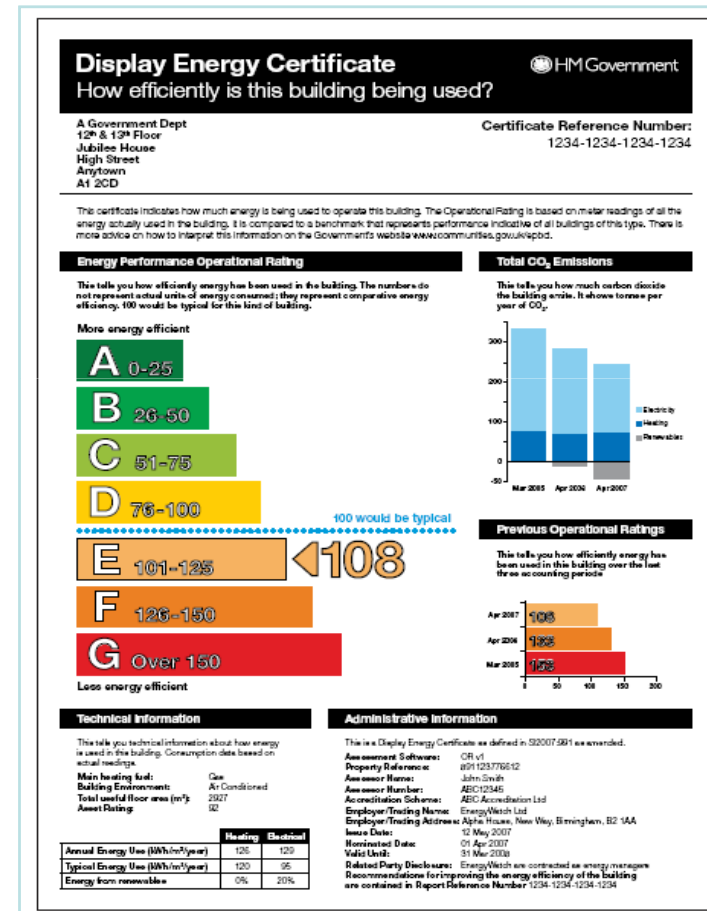
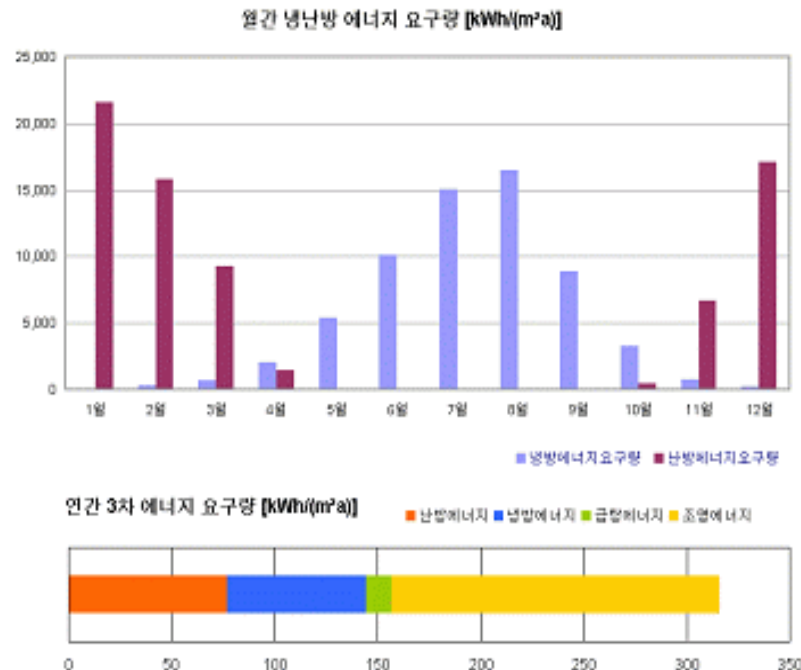


BUILDING & ENERGY

## ■ 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)



BUILDING & ENERGY



## 에너지 요구량 계산

### ● 외국의 에너지해석프로그램은 접근 자체가 쉽지 않음

- 외국어
- 용어의 해석
- 전문용어
- 표준기상데이터 부재

Ground Characteristics			Climate Data		
Thermal Conductivity	$\lambda$	2.0 W/(mK)	Av. Indoor Temp. Winter	$T_{i,w}$	20.0 °C
Heat Capacity	$\rho c$	2.0 MJ/(m³K)	Av. Indoor Temp. Summer	$T_{i,s}$	25.0 °C
Periodic Penetration Depth	$\delta$	3.17 m	Average Ground Surface Temp.	$T_{g,ave}$	10.0 °C
			Amplitude of $T_{g,ave}$	$T_{g,a}$	8.6 °C
			Length of the Heating Period	$n$	7.4 months
			Heating Degree Hours - Exterior	$G$	84.0 kKh/a

Building Data			Floor Slab U-Value		
Floor Slab Area	$A$	80.9 m²	Floor Slab U-Value	$U_f$	0.131 W/(m²K)
Floor Slab Perimeter	$P$	25.0 m	Thermal Bridges at Floor Slab	$\Psi_{gfl}$	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)		
<input type="checkbox"/> Heated Basement or Underground Floor Slab	<input checked="" type="checkbox"/> Unheated basement	
<input type="checkbox"/> Slab on Grade	<input type="checkbox"/> Suspended Floor	

For Basement or Underground Floor Slab		
Basement Depth	$z$	2.39 m
U-Value Belowground Wall	$U_{wg}$	0.600 W/(m²K)

Additionally for Unheated Basements		
Air Change Unheated Basement	$n$	0.20 h⁻¹
Basement Volume	$V$	120 m³

For Perimeter Insulation for Slab on Grade			For Suspended Floor		
Perimeter Insulation Width/Depth	$D$	m	U-Value Crawl Space	$U_{craw}$	W/(m²K)
Perimeter Insulation Thickness	$d_n$	m	Height of Crawl Space Wall	$h$	m
Conductivity Perimeter Insulation	$\lambda_n$	W/(mK)	U-Value Crawl Space Wall	$U_{gw}$	W/(m²K)
Location of the Perimeter Insulation: horizontal (check only one field)	<input type="checkbox"/>		Area of Ventilation Openings	$\sigma P$	m²
vertical	<input checked="" type="checkbox"/>		Wind Velocity at 10 m Height	$v$	4.0 m/s
			Wind Shield factor	$f_{wv}$	0.05

Additional Thermal Bridge Heat Losses at Perimeter		
Phase Shift	$\beta$	months
Steady-State Fraction	$\Psi_{p,stat}$	0.000 W/K
Harmonic Fraction	$\Psi_{p,ham}$	0.000 W/K

Groundwater Correction		
Depth of the Groundwater Table	$z_w$	3.0 m
Groundwater Flow Rate	$q_w$	0.05 m/d
Groundwater Correction Factor	$G_w$	1.03869
Transm. Belowground El. (w/o Ground)	$L_{eq}$	88.03 W/K
Relative Insulation Standard	$d_f/B'$	0.28
Relative Groundwater Depth	$z_w/B'$	0.46
Relative Groundwater Velocity	$IB'$	0.13

Basement or Underground Floor Slab		
Eq. Thickness Floor Slab	$d_f$	3.1 m
U-Value Floor Slab	$U_{bf}$	0.28 W/(m²K)
Eq. Thickness Basement Wall	$d_w$	3.33 m
U-Value Wall	$U_{bw}$	0.37 W/(m²K)
Steady-State Transmittance	$L_o$	46.69 W/K
Phase Shift	$\beta$	months
Exterior Periodic Transmittance	$L_{pe}$	19.22 W/K

### ● 국내의 표준기상데이터를 기본으로 갖춘 한글사용의 에너지해석 프로그램시장이 곧 열릴 것으로 보임

#### > 존 기본데이터 입력

* 존 명칭				* 존 타입	
				공조	
* 용도 프로파일				* 상세보기	
* 일일이용시간				* 설정온도(난방/냉방)	
24.0 h				20.0 / 26.0 °C	
* 일일운전시간(난방)				* 최소도입외기량	
24.0 h				2.1 m³/(h·m²)	
* 면적				* 찬정고	
* 벽체단열방식				* 벽체열저장능력 (중량, 일반, 경량)	
내단열				130 Wh/(m²·K)	
* 복사 냉난방방식 (물매체)				* 공기 냉난방방식 (공기매체)	
난방				냉방	
* 0시간 운전방식				* 주말 운전방식	
정상가동				정상가동	
* 열회수기 유무				%	
* 급탕에너지요구량				32.0 Wh/(m²·d)	

* 조명부하 산출방식		* 점등시간		* 조명밀도	
* 계산치		6.0 h		W/m²	
* 요구조도		300.0 lx		* 작업면 높이	
				0.5 m	
* 실깊이		* 실너비		* 실지수	
* 조명방식		* 조명종류		* 보수율 [0.65~0.85]	
직접		형광등			
* 조명기기효율		* 조명률		* 조명밀도	
65 lm/w				W/m²	

출처 : [www.kihoo.co.kr](http://www.kihoo.co.kr)

**Example**

---

## 한국 Passive 건축물 사례

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



BUILDING & ENERGY



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



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY



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



BUILDING & ENERGY  
45



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



BUILDING & ENERGY  
46

- 동탄 2L 패시브 그린생활시설 - 2009년 9월 준공 - 2리터성능 + 태양열집열 18,000 kcal  
 - 설계 : 명지대학교 이명주교수, ㈜건축사사무소탐



BUILDING & ENERGY





**BUILDING & ENERGY**  
**BUILDING & ENERGY**

48



- 파주 동패리 0.8 주택 - 2009년 10월 준공,
  - 0.8리터성능 + 태양광 3kw + 태양열집열 18,000kcal ≒ Zero Energy
  - 설계 : 명지대학교 이명주교수, (주)건축사사무소탐



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

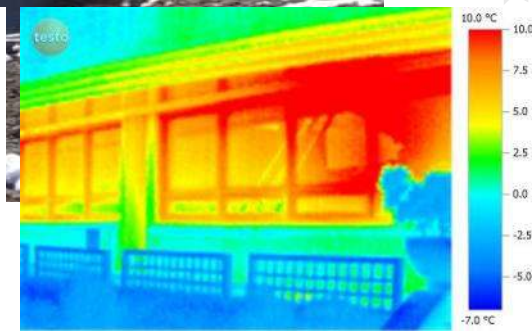
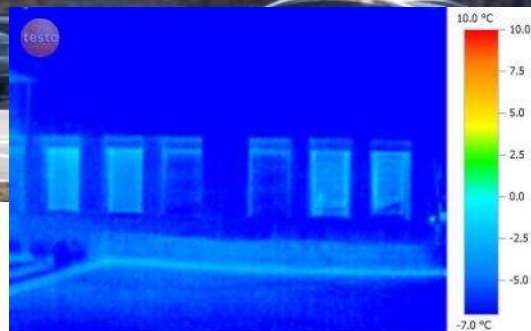
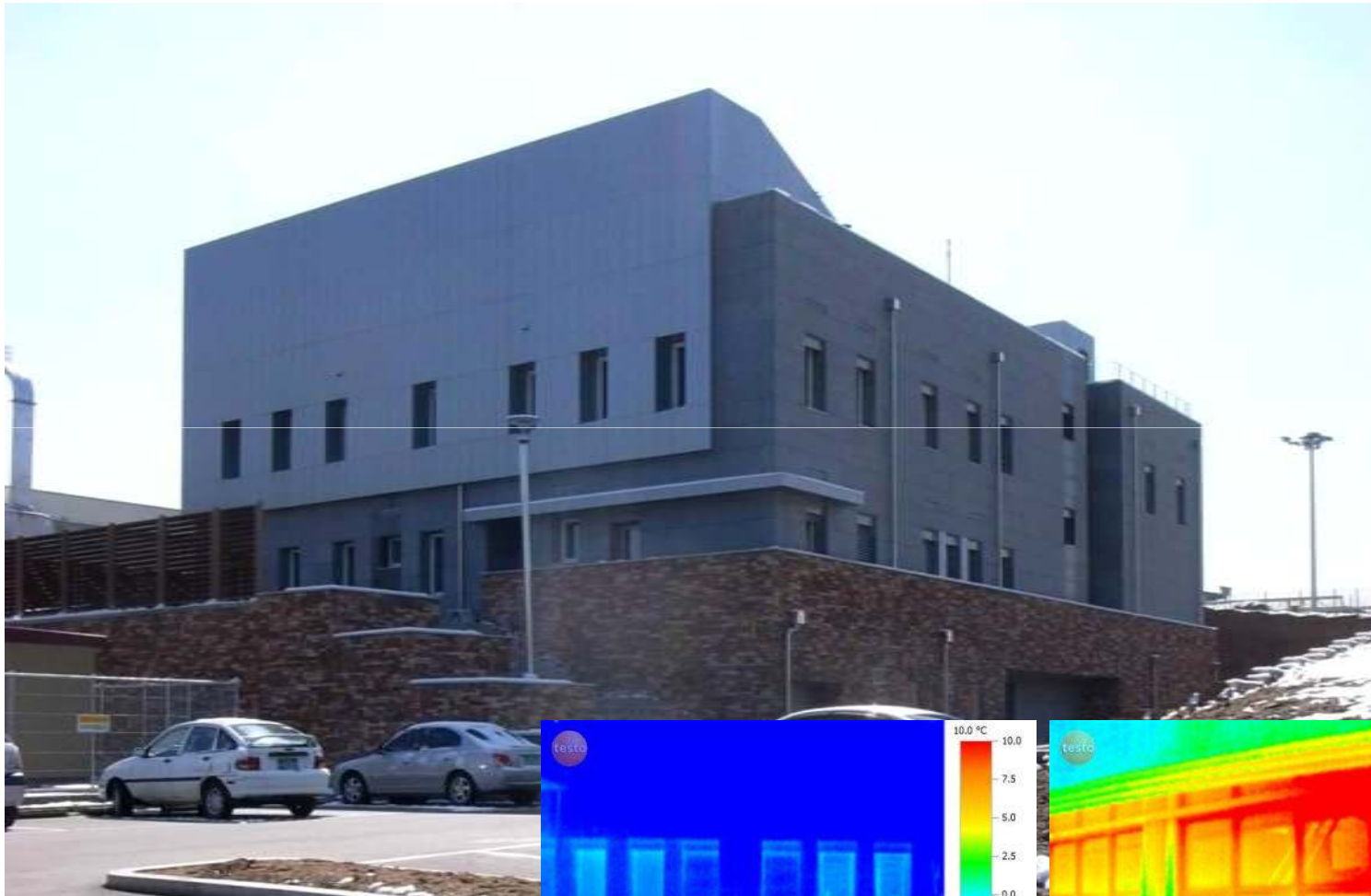




BUILD



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



BUILDING & ENERGY

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

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

- 설계 : 명지대학교 이명주교수, ㈜건축사사무소탑



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY



■ 양주시 봉양동 2.8리터 단독 주택 (공사중)

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



BUILDING & ENERGY  
BUILDING & ENERGY

■ 양평군 문호리 2.9리터 단독주택 (2010년 7월 준공예정)

- 설계 : 용상건축사사무소, 에스하임



BUILDING & ENERGY



- **삼평동 제로에너지우체국 - 제로에너지업무시설 (2010년 7월 착공, 2010년 12월 준공예정)**
- 1.7리터 성능 + 태양광발전 18 Kw - 설계 : (주)건축사사무소 탐

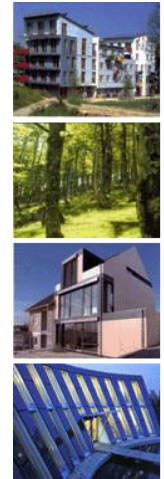


BUILDING & ENERGY



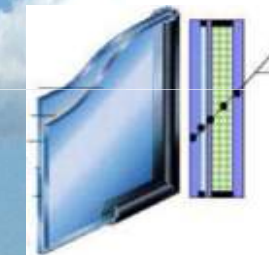
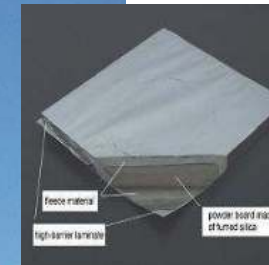


- 마산시 제로에너지업무시설 (2010년 7월 착공, 2011년 1월 준공예정)
  - 1.5리터 성능 + 태양광발전 + 폐열회수냉난방 - 설계 : ㈜건축사사무소 탐



BUILDING & ENERGY  
56

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



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

