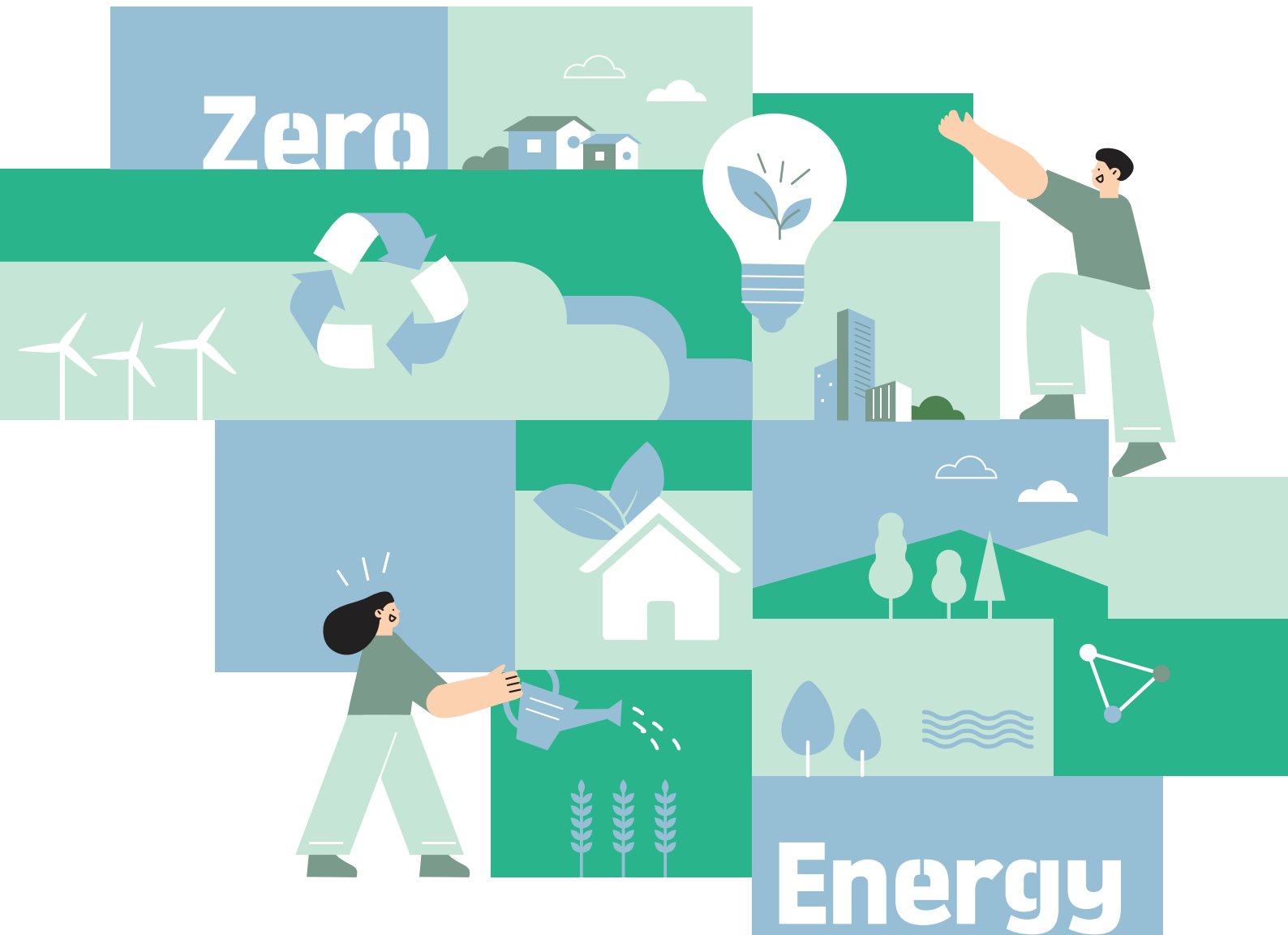


2026

건축물에너지평가사 실무교육



2026

건축물에너지평가사

실무교육

Contents

2026 건축물에너지평가사 실무교육



PART A

제도 및 사례

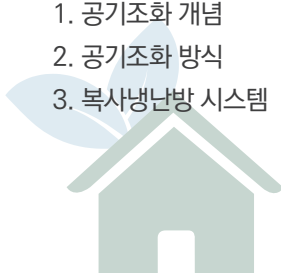
A.1	제로에너지건축물(ZEB) 제도 및 정책	10
	1. ZEB 개요	10
	2. ZEB 정책 동향	12
	3. ZEB 체계 및 추진방향	16
	4. ZEB 사례	22
A.2	ZEB 관련 지자체조례 및 친환경 인증기준	30
	1. 지자체 녹색건축물설계 및 환경	30
	2. 녹색건축인증 및 에너지절약 친환경주택	37
	3. 신재생에너지 설치기준	41
A.3	컨설팅 및 인증 사례	46
	1. 스마트 제로에너지시티	46
	2. 부산 에코델타 스마트빌리지 소개	47
	3. 제로에너지 주요 적용기술	56
	4. ZEB 운영이슈 및 개선과제	62
	5. ZEB의 에너지 자립률	70
	6. 공동주택 ZEB 인증사례	77
	7. 평가방법 개선(안) 안내	84
	8. 비주거 ZEB 인증사례	86
	9. 에너지관리시스템	95
A.4	공통윤리교육	100
	1. 청탁금지법	100
	2. 이해충돌방지법	106
	3. 갑질예방	115



PART
B

요소기술

B.1 단열기술	122
1. 기초단열	122
2. 옥상층 바닥단열	128
B.2 열교방지기술	142
1. 열교(Thermal Bridge)의 이해	142
2. 열교 평가 방법	150
3. 열교 방지 설계	162
B.3 창호, 커튼월 기술	174
1. 창(Window)과 커튼월(Curtain Wall)	174
2. 열전달 이론과 열성능 관련 규정	192
3. 열성능 향상 방법	205
B.4 기밀 확보 설계 및 시공기술	220
1. 기밀 시공의 이론 및 이해	220
2. 건축물의 기밀 시공방법_창호 기밀	236
B.5 에너지효율 향상 설비 기술	263
1. 시스템 효율향상 전략	263
2. 시스템 효율향상 요소기술	267
2. 자동제어를 활용한 효율 향상	276
B.6 공조설비 기술	282
1. 공기조화 개념	282
2. 공기조화 방식	285
3. 복사냉난방 시스템	291

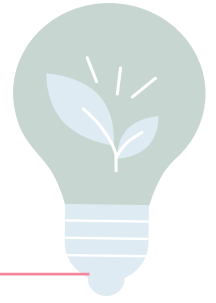


Contents

2026 건축물에너지평가사 실무교육



B.7 고효율 펌프/팬 기술	298
1. 유체역학 일반	298
2. 펌프의 성능평가 방법 및 인증제도	301
3. 송풍기의 성능평가 방법 및 인증제도	306
B.8 조명에너지 절감기술	313
1. 조명에너지의 기본 개념	313
2. 조명제어의 적용	321
3. 스마트 조명제어	326
B.9 태양광, BIPV 설비기술	332
1. 태양광발전 기초지식	332
2. ZEB와 태양광발전	344
3. 건물일체형 태양광발전(BIPV)	347
B.10 지열히트펌프 설비기술	364
1. 지열 히트펌프의 원리	364
2. 지중열교환기 이해와 종류	369
3. 지열 히트펌프의 설치	374



PART
C

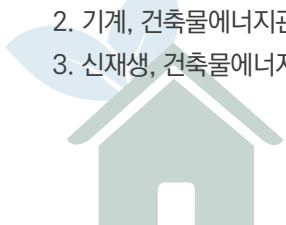
BEMS 운영

C.1 BEMS 기술 개요	384
1. BEMS 정의 및 원칙	384
2. BEMS 운영 기술	392
2. BEMS 검증 기술	402
C.2 BEMS 관련 평가사항	408
1. 에너지흐름도 검토	409
2. 관제점 현장 확인	414
3. BEMS 프로그램 확인	418

PART
D

ECO2 평가

D.1 기술 요소별 에너지해석-패시브	426
1. ZEB 패시브 기술요소	426
2. 패시브 기술 영향도 분석1	433
3. 패시브 기술 영향도 분석2	448
D.2 기술 요소별 에너지 해석-액티브/신재생	454
1. 액티브 시스템의 개념	454
2. 액티브 요소: 공조처리시스템	456
3. 액티브 요소: 냉·난방 설비	460
4. 액티브 요소: 신·재생 에너지	466
D.3 제출도서(건축/기계/전기/통신) 분석 방법	470
1. 건축/전기 도면	470
2. 기계 도면	479
3. 신재생 도면	488
4. 건물에너지관리시스템 보고서	493
D.4 예비인증평가 보완 사례 및 유형별 대응 전략	502
1. 건축, 전기	502
2. 기계, 건축물에너지관리시스템	515
3. 신재생, 건축물에너지관리시스템	525



건축물에너지평가사
보수교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART A

제도 및 사례

[A.1]

제도 및 정책

[A.2]

BEMS 기술 개요

[A.3]

컨설팅 및 인증 사례

[A.4]

공통윤리교육

A.1

제로에너지건축물(ZEB) 제도 및 정책

교육 목표

ZEB 제도 및 정책

- * ZEB 다양한 정의 및 법적 정의의 이해
- * ZEB 구성요소(Passive, Active, New & Renewable) 및 각 요소별 적용 기술에 대한 이해
- * 국내 정책 흐름 및 제로에너지건축물 보급 확산 배경 이해
- * 제로에너지건축물 로드맵 이해
- * ZEB 인증 운영체계 이해 및 보급 활성화를 위한 추진 방향
- * ZEB 사례를 통해 적용 기술 및 최적화 컨설팅 지원사업 이해

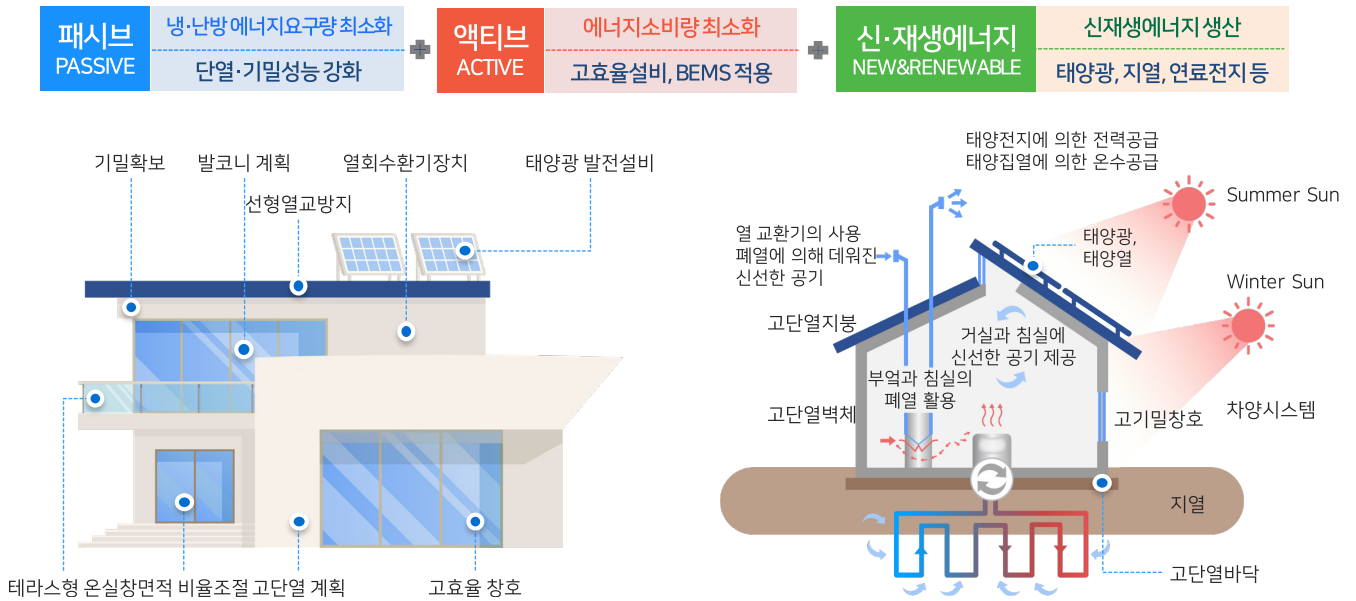
1 ZEB 개요

◎ 제로에너지건축물의 다양한 정의

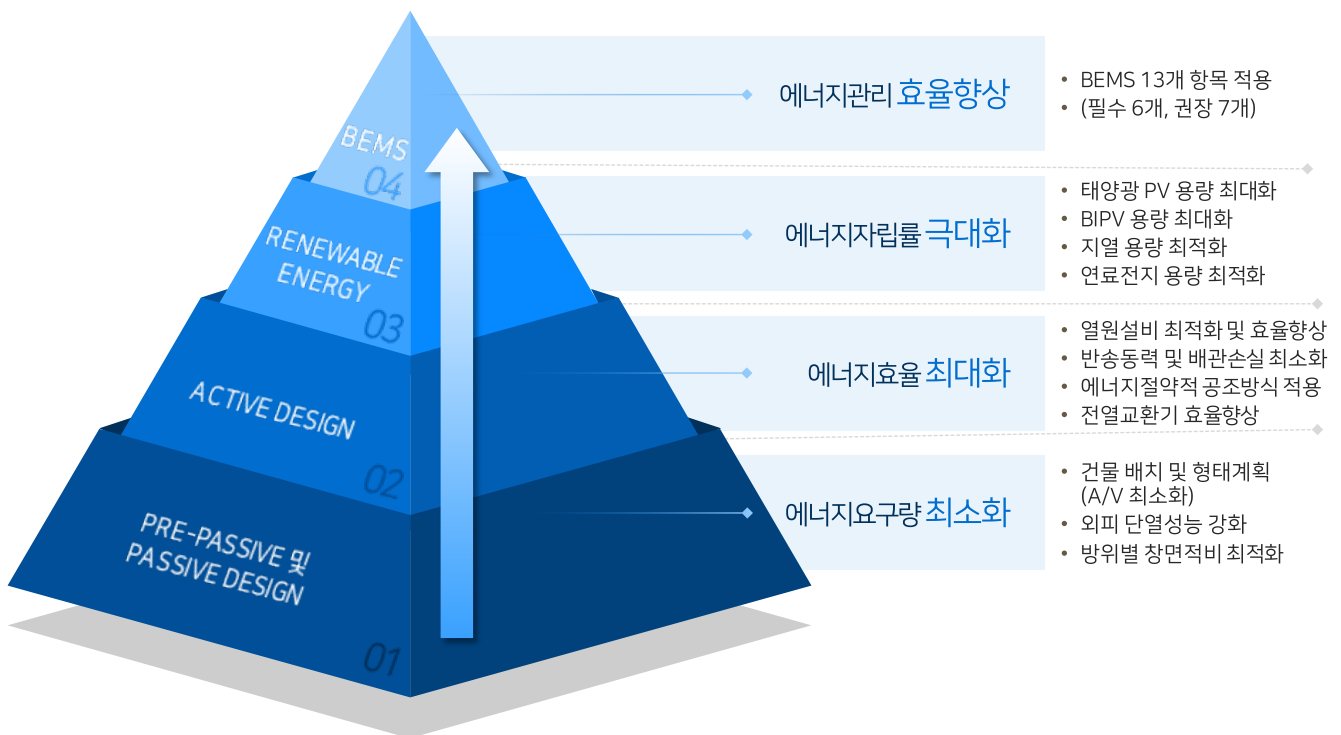
- 제로에너지건축물(Zero Energy Building, ZEB)에 대한 정의는 국가별 기술 및 경제적 여건에 따라 다르게 통용

제로에너지건축물 정의	[녹색건축물 조성 지원법 제2조(정의)] 제4호 “제로에너지건축물”이란 건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물을 말한다
제로에너지건축물 수준  ZEB Ready  nZEB  NZEB  Plus Energy Building	주요 국가    
신재생에너지를 제외한 저 에너지 수준의 건축물	
건축물에 사용하는 일부 에너지용도의 에너지사용량을 제로화하는 건축물	
연간 건축물에서 사용하는 에너지 사용량을 '0'으로 유지하는 건축물	
건물이 필요한 에너지보다 신재생에너지 발전을 통해 더 많은 에너지를 생산하는 건축물	

◎ 제로에너지건축물의 기술요소



◎ 제로에너지건축물 에너지 통합 설계

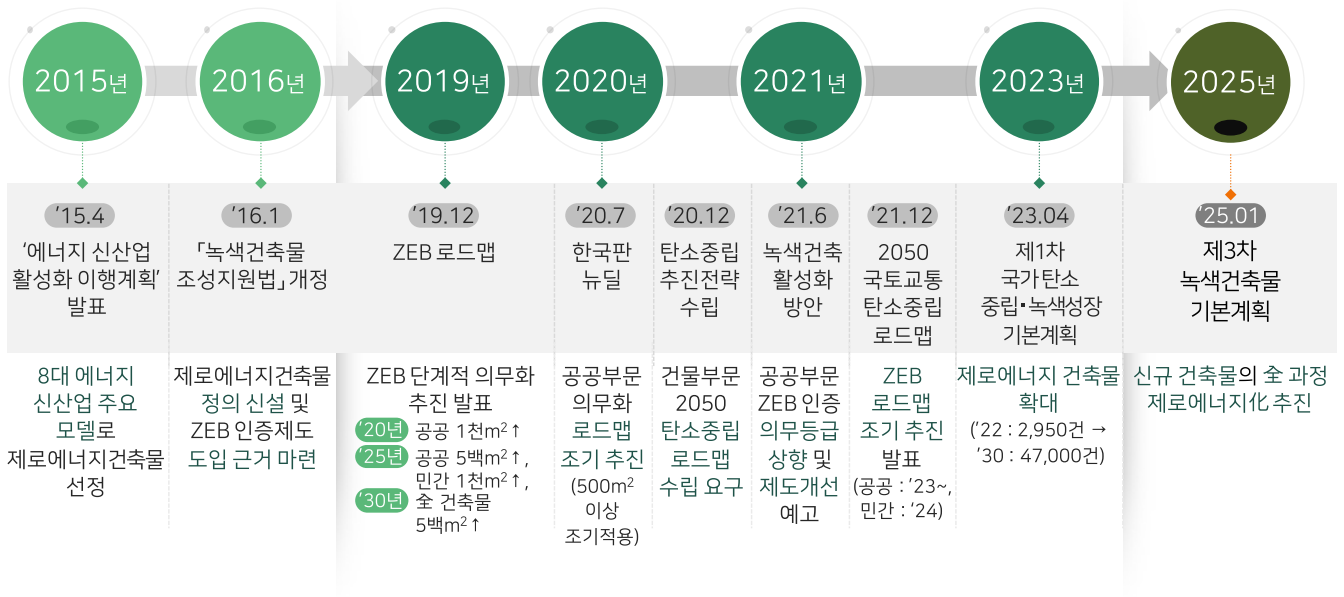


- 에너지 통합 설계의 네 단계 방안으로는 패시브 기술을 통한 에너지요구량 최소화, 액티브 디자인 기술을 통한 에너지효율 최대화, 신재생에너지 설비 용량 최적화를 통한 에너지자립률 극대화, 지속적인 에너지 관리를 위한 건물에너지모니터링시스템 설치가 있음

2 ZEB 정책 동향

◎ 국내 ZEB 정책 흐름

- 2017년에 ZEB 인증제도를 최초로 시행한 이후, ZEB 확산을 위한 단계적인 로드맵 수립과 제도 이행을 통하여 건물부문 국가 탄소중립 및 온실가스 감축 추진



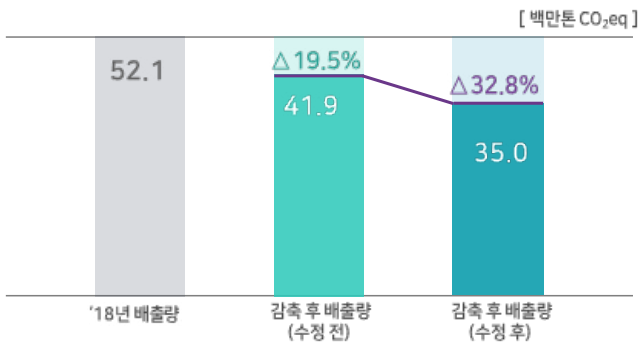
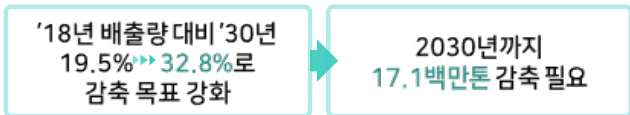
- 2050년까지 "국민의 생활 터전이 되는 모든 공간과 이동수단의 탄소 중립"을 목표로 건물, 교통, 국토와 도시, 국외 감축 분야에서 탄소 중립을 위한 다양한 과제를 추진하는 현행 적용 중인 의무화 로드맵
- 정부가 제로에너지건축물을 국가 건설부문 탄소 중립 및 온실가스 감축의 핵심 수단으로 여기고 있으며 보다 더 적극적인 노력으로 탄소 중립과 온실가스 감축하려는 정부의 의지가 내포되어 있음

◎ 제로에너지건축물 보급 확산 배경

- 2018년 배출량 기준에서 2030년까지 온실가스 감축 목표를 26.3%→40%로 상향하여 감축하는 도전적인 계획 발표
- 단순히 덜 쓰는 것이 아닌 건축의 최초 설계계획 단계부터 적극적으로 조치를 취해야 한다는 의미
- 건물은 한번 지으면 최소 30년 이상 유지되는 특성이 있어 초기에 건물 에너지 성능을 확보하는 것이 매우 중요

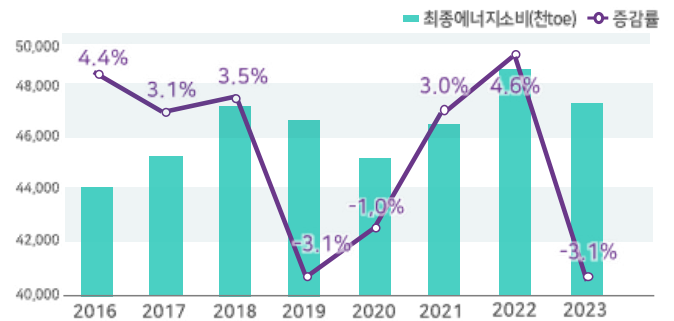
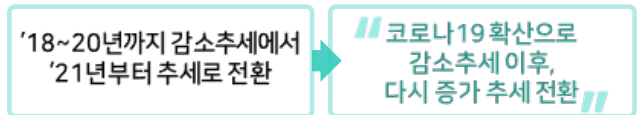
국가 NDC 상향 2018년 배출량 기준 2030년까지 온실가스 감축 26.3% ▶▶ 40%

건물부문 온실가스 감축 목표



NDC 상향에 따른 온실가스 감축 목표 증가

건물부문 에너지소비 현황

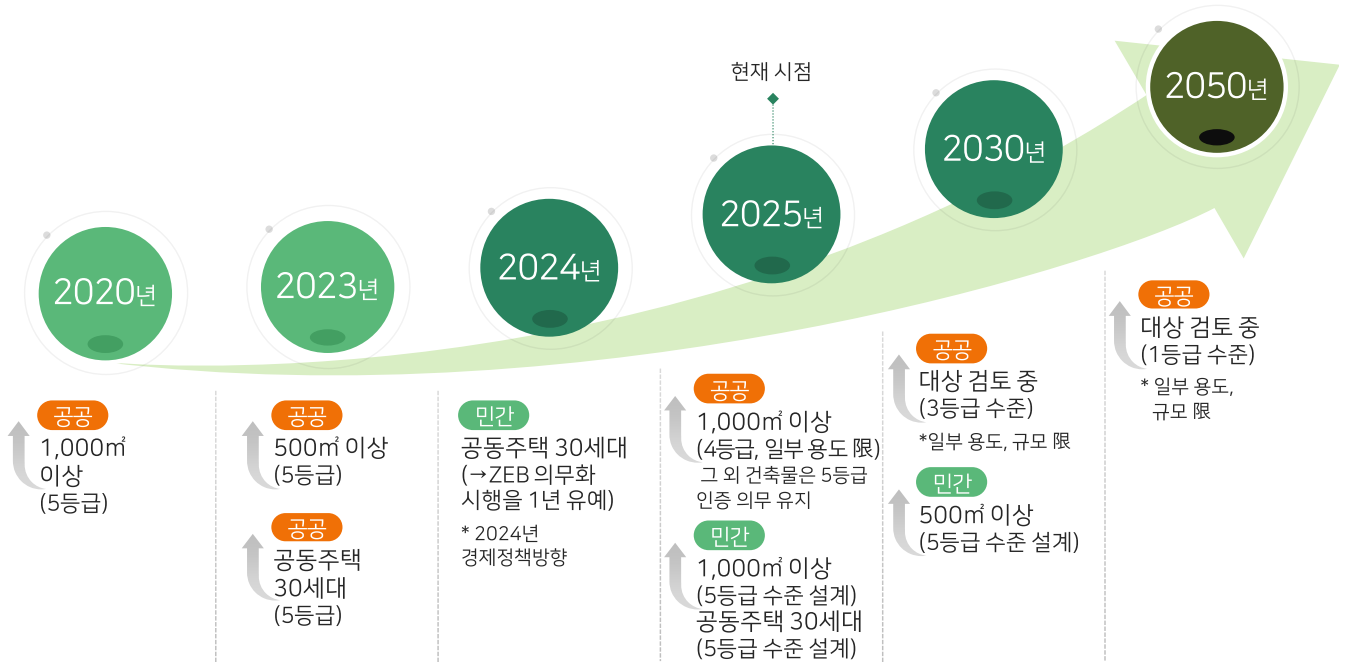


건물부문(가정·상업·공공) 최종에너지소비실적 추이

국가 NDC 달성과 에너지·경제적 측면에서 **한번 지으면 최소 30년 이상 유지되는 건축물 특성상 초기에 건물 에너지 성능을 확보하는 것이 중요**

◎ 제로에너지건축물 로드맵

- 정부는 2020년부터 연면적 1천m² 이상 신축 건물(공공 限)을 시작으로 단계적 의무화 추진
- 공공부문이 에너지절감 기술을 적극 활용하여 민간부문의 참여를 유도하는 방향으로 설계



◎ 참고서적 및 사이트

1. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do
2. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/new_main.asp
3. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/building_08.asp
4. 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵 수정안(18.7)」
5. 「제로에너지건축 보급 확산 방안(19.6)」
6. 「제2차 녹색건축물 기본계획(19.12)」
7. 「한국판 뉴딜 종합계획(20.7)」
8. 「탄소중립 선언」(20.10) 및 「2050 탄소중립 추진전략(20.12)」
9. 「국가 온실가스 감축목표 갱신 계획(20.12)」
10. 「제2차 녹색건축물 기본계획」 변경(21.04)」
11. 「2050년 탄소중립 달성을 위한 녹색건축 활성화 방안(21.06)」
12. 「탄소중립·녹색성장 국가전략 및 제1차 국가 기본계획」(23.04)
13. 「제3차 녹색건축물 기본계획」 변경(24.12)」

3 ZEB 체계 및 추진방향

◎ ZEB 인증 운영체계

- 제로에너지건축물 인증제도는 국토교통부, 산업통상자원부 주관 공동 운영, 한국에너지공단은 운영기관으로서 제도 운영 수행
- 실제 인증 업무를 수행하는 인증기관은 한국녹색기후기술원, 한국교육녹색환경연구원, 한국부동산원, 한국생산성본부인증원, 한국환경건축연구원, 한국건설생활환경시험연구원 등 총 6개 기관으로 지정되어 있음



- ZEB 인증의 법적 근거는 녹색건축물 조성지원법 제2조, 제17조, 제41조로 구성되어 있으며 취득에 따른 인센티브 및 인증대상 건축물, 의무대상 건축물 등은 동법 시행령에 나와 있음
- 건축물 에너지효율등급 인증과 ZEB 인증에 관한 규칙에는 인증기관의 지정, 인증 신청, 평가와 인증서 발급 등이 있으며 인증 신청 보완, 재인증 및 재평가 등은 건축물 에너지효율등급 인증 및 ZEB 인증 기준을 따름

구분	법규명	주요 내용
법률	「녹색건축물 조성 지원법」	(제2조) 제로에너지건축물의 정의 (제17조) 제로에너지건축물 인증제도 (제41조) 인증결과 미표시 및 사용승인 시 관련 서류 미첨부에 따른 과태료
대통령령	「녹색건축물 조성 지원법 시행령」	(제11조) 제로에너지건축물 건축기준 완화 (제12조) 인증 대상 건축물, 의무 대상 건축물
국토교통부령 산업통상자원부령	「제로에너지건축물 인증에 관한 규칙」	운영기관 및 인증기관의 지정 등 인증 신청, 평가, 기준, 발급 등 재평가 요청, 예비인증, 실태조사 등 인증운영위원회의 구성 및 운영 등
국토교통부 고시 산업통상자원부 고시	「제로에너지건축물 인증 기준」	인증신청 보완, 반려, 기준 및 등급 등 재인증 및 재평가, 위원회 운영 등

◎ 현행 ZEB 인증 기준

- ZEB 인증 취득을 위해서는 제1호 또는 제2호와 제3호를 만족하여야 함
- 인증 등급은 제1호 또는 제2호 중 높은 등급 산정 기준을 ZEB 인증 등급으로 함
- 에너지자립률은 건축물의 단위 면적당 1차에너지 소비량 대비 1차에너지 생산량의 비율

제로에너지건축물 인증기준

제 1호
단위면적당
1차 에너지 소요량

- 건축물의 단위면적당 전체 1차에너지소요량 산출 및 평가

등급	[kWh/m ² -y]	
	주거용	비주거용
ZEB +등급	-10 미만	-70 미만
ZEB 1등급	10 미만	-30 미만
ZEB 2등급	30 미만	10 미만
ZEB 3등급	50 미만	50 미만
ZEB 4등급	70 미만	90 미만
ZEB 5등급	90 미만	130 미만

제2호
에너지자립률
20% 이상

- 건축물의 단위면적당 1차에너지 소비량 대비 1차 에너지생산량의 비율로, 20%이상 달성해야 함

- 냉방/난방/급탕/조명/환기 소비량 및 신·재생에너지 생산량 평가

등급	[%]	
	자립률	
ZEB +등급	120이상	
ZEB 1등급	100이상 120미만	
ZEB 2등급	80이상 100미만	
ZEB 3등급	60이상 80미만	
ZEB 4등급	40이상 60미만	
ZEB 5등급	20이상 40미만	

제3호
건축물에너지관리시스템
(BEMS) 설치 여부 확인

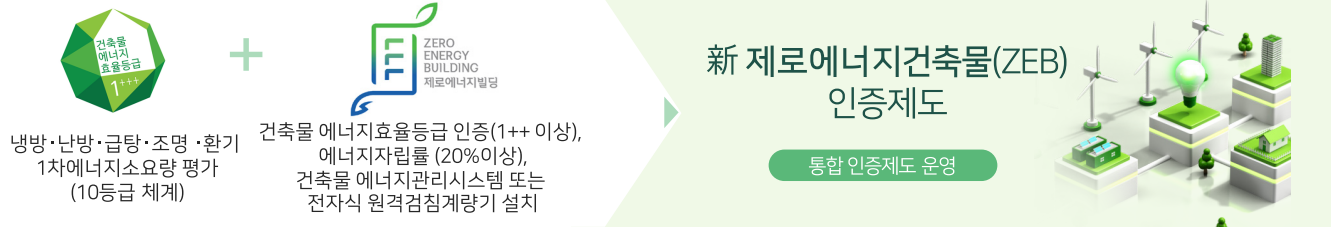
- 건축물 에너지효율화를 위한 기능을 갖추고 지속적으로 운영 및 관리되고 있는지 평가

시스템별 평가항목

건물에너지관리시스템 (BEMS) 13개 항목 (필수 6개, 권장 7개)

◎ (참고) 통합 ZEB 인증제도(2026.1.1.~)

- 2026년 1월 1일부터 신규 건축 허가를 받는 건축물은 통합된 '제로에너지건축물 인증제도' 적용



통합 제로에너지건축물(ZEB) 인증 기본 방향

방향 1	방향 2	방향 3
<p>최소한의 변화</p> <p>✓ 現 인증 기준인 ①에너지자립률은 유지하되, ② 1차에너지소요량 기준을 추가하여 제도 수용성 강화 * 신청자가 기준을 선택하여 인증 취득</p>	<p>등급체계 간소화</p> <p>✓ 건축물에너지효율등급 인증제도 內 실효성과 수요가 없는 하위등급 삭제 * 건축물 에너지효율등급 : 7등급 ~ 1+++ 등급</p>	<p>ZEB 등급체계 확장</p> <p>✓ 진취적인 ZEB 확산을 위한 ZEB Plus 등급 신설 (에너지자립률 120% 이상)</p>

통합 제로에너지건축물(ZEB) 인증제도의 세부 평가기준은 ZEB 홈페이지(<https://zebenera.or.kr>)에서 확인 가능

◎ ZEB 인증 기준

에너지소요량 = 건축물에 설치된 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에서 소요되는 에너지량 (5종 용도별평가)

에너지 소요량 산정방법(단위면적당)

$$\Sigma(\text{해당 에너지소요량} \div \text{해당 에너지가 요구되는 공간의 바닥면적})$$

[난방에너지]

+

[냉방에너지]

+

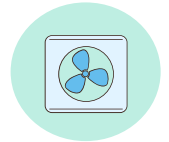
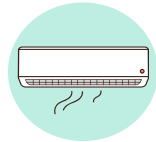
[급탕에너지]

+

[조명에너지]

+

[환기에너지]



난방에너지소요량

난방에너지가 요구되는 공간의바닥면적

냉방에너지소요량

냉방에너지가 요구되는 공간의바닥면적

급탕에너지소요량

급탕에너지가 요구되는 공간의 바닥면적

조명에너지소요량

조명에너지가 요구되는 공간의 바닥면적

환기에너지소요량

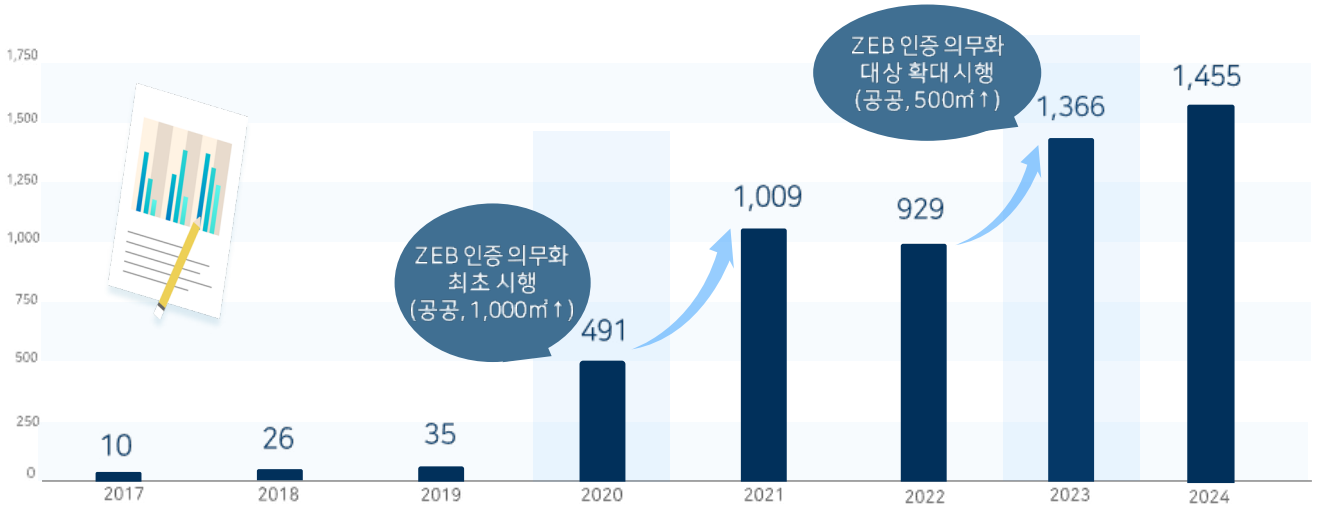
환기에너지가 요구되는 공간의 바닥면적

- ※ 냉방설비가 없는 주거용 건축물(단독주택 및 기숙사를 제외한 공동주택)의 경우는 냉방 평가 항목을 제외
- ※ 단위면적당 1차에너지소요량 = 단위면적당 에너지소요량 × 1차에너지환산계수
- ※ 신·재생에너지 생산량은 에너지소요량에 반영되어 효율등급 평가에 포함

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/m ² ·년)	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/m ² ·년)
ZEB +등급	-10 미만	-70미만
ZEB 1등급	10 미만	-30 미만
ZEB 2등급	30 미만	10미만
ZEB 3등급	50 미만	50 미만
ZEB 4등급	70 미만	90 미만
ZEB 5등급	90 미만	130 미만

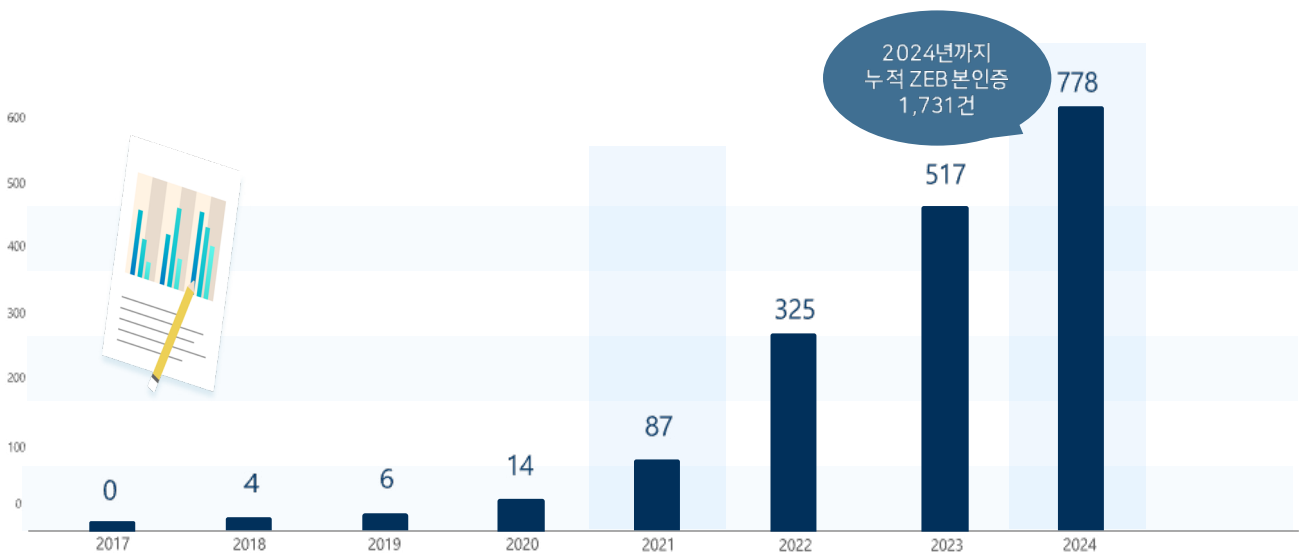
◎ ZEB 인증 현황 | 예비인증 현황

- 2017년 ZEB 인증제도 시행 이후, '20년 공공부문에 대한 ZEB 의무화 시행 시점을 기준으로 인증 건수 증가
- '21년 많은 증가를 보이며 '22년 안정화되어 예비인증 건수 다소 감소
- '23년 의무 대상 확대 시행되며 인증 건수 대폭 증가



◎ ZEB 인증 현황 | 본인증 현황

- 2017년 ZEB 인증제도 시행 이후, '21년부터 본격적인 건축물의 준공이 시작되어 인증 증가 추세
- 평균 공사 기간인 2년을 간격으로 본인증 건수 증가



◎ ZEB 인증 현황

ZEB 인증 현황 '20년 ZEB 인증 의무화 시행으로 증가(국토부 발표, ZEB로드맵에 따라 증가 예상)

연도별 제로에너지건축물 예비 및 본 인증 실적

구분	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	합계
예비 인증	10	26	35	491	1,009	929	1,366	1,455	5,321
본 인증	-	4	6	14	87	325	517	778	1,731
합 계	10 (0.14%)	30(0.42%)	41(0.58%)	505(7.16%)	1,096(15.54%)	1,254(17.78%)	1,883(26.70%)	2,233(31.66%)	7,052(100%)

공공 ZEB 의무화 최초 시행 (연면적 1,000㎡ 이상, 2020년 1월~) 공공 ZEB 의무화 대상 확대 (연면적 1,000㎡ → 500㎡ 이상, 2023년 1월~)

등급별 제로에너지건축물 예비 및 본 인증 실적

구분	ZEB 1	ZEB 2	ZEB 3	ZEB 4	ZEB 5	합계
예비 인증	165	145	412	1,245	3,354	5,321
본 인증	116	93	242	498	782	1,731
합 계	281(3.98%)	238(3.37%)	654(9.27%)	1,743(24.72%)	4,136(58.65%)	7,052(100%)

ZEB 4등급 이상이 전체의 약 40%

→제로에너지건축물인증시스템홈페이지 (<https://zebenergy.or.kr>) 내실시간 조회가능

4 ZEB 사례

◎ 판교 제2테크노밸리 기업지원허브

- 국내 최초 제로에너지건축물 본인증 취득 사례
- 연면적 약 8만㎡의 대형 건축물을 제로에너지화



건물명	판교 제2테크노밸리기업지원허브	대지위치	경기 성남시 수정구 대왕판교로 815
건축주	한국토지주택공사	준공일	2017.10.17.
효율등급	1++	규모	지하2층, 지상8층
연면적	78,802.08 m ²		


구분	요구량	소요량	1차소요량	등급용1차소요량
난방에너지	34.7 W/m ² ·K	28.4 W/m ² ·K	46.1 W/m ² ·K	45.2 W/m ² ·K
냉방에너지	18.9 W/m ² ·K	18.7 W/m ² ·K	27.0 W/m ² ·K	26.5 W/m ² ·K
급탕에너지	12.2 W/m ² ·K	19.0 W/m ² ·K	15.8 W/m ² ·K	9.7 W/m ² ·K
조명에너지	11.0 W/m ² ·K	8.4 W/m ² ·K	23.2 W/m ² ·K	19.9 W/m ² ·K
환기에너지	0 W/m ² ·K	13.0 W/m ² ·K	35.6 W/m ² ·K	35.9 W/m ² ·K
신재생에너지	0 W/m ² ·K	-17.3 W/m ² ·K	-37.4 W/m ² ·K	0 W/m ² ·K
합계	76.9 W/m ² ·K	87.5 W/m ² ·K	147.7 W/m ² ·K	137.2 W/m ² ·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지지킴률
185.12 kWh/m ² ·년	37.39 kWh/m ² ·년	20.2% (6등급)

● 적용 기술


PASSIVE 적용기술

01. 로이삼중창 (법적기준 대비 38% ↑)




공기층
Low-E 코팅
알루미늄

02. 외단열 공법(단열성능 1.7배 강화)



TEST REPORT

03. 차양일체형 외피(냉방부하 0.3% ↓)




복합일체형 외피
일사차단 기능

단면도

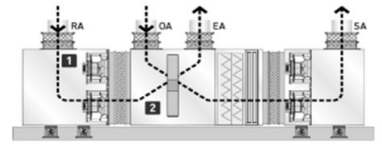
ACTIVE 적용기술

01. 외기냉방 공조 시스템



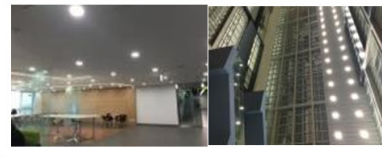
외기냉방용 덕트 신설
배기팬
실외기
서버실
동공회전기
외기냉방 배기

02. 공조기 전열교환기



RA, OA, EA, SA

03. 고효율 LED(4.18W/㎡)



신재생 설비

01. PV(612.75kWp), BIPV(13.44kWp) 설치



02. 지열히트펌프(2,931.96kW) 설치



03. UES(1,875Kva) 설치



Lithium Ion Battery

상시
UES 625KVA
UES 625KVA
UES 625KVA

예비
UES 625KVA


Server
1,875KVA
30분 공급

Peak-Cut
750KVA
2시간 방전

* UES = LPS + ESS
* LPS : 무정전 전원 공급장치(Uninterruptible Power Supply) * ESS : 에너지 저장장치(Energy Storage System)

◎ LG ThinkQ Home

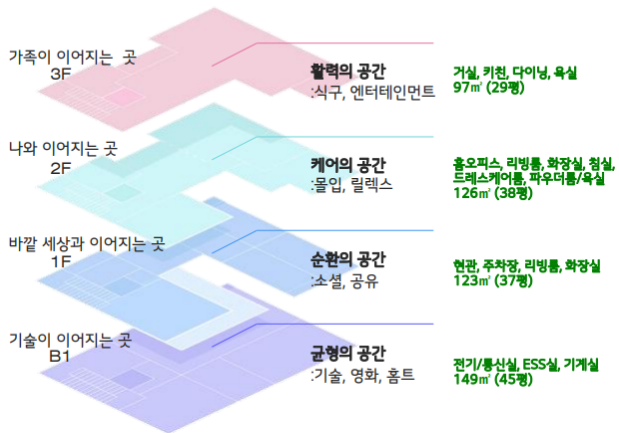
- 제로에너지건축물 인증제도 최초 1등급 취득 사례
- 단독주택 최초의 ZEB 인증 사례

건축주	(주)LG전자	
소재지	경기 성남시 분당구 산운로185번길 14-6	
대지면적	295.3056 m ²	
건축면적	128.54 m ²	
연면적	499.79 m ²	
규모	지하1층 / 지상3층	
주용도	단독주택	
준공일	2020년 11월	
인증경과	<ul style="list-style-type: none"> · 건축물에너지효율등급 예비인증 취득(1+++ 등급, '20.2.6) · ZEB 예비인증 취득(2등급, 자립률 85.05%, '20.2.12) · 건축물에너지효율등급 본인증 취득(1+++ 등급, '20.10.16) · ZEB 본인증 취득(1등급, 자립률 121.6%, '20.11.13) 	

※ 본인증 평가결과

건축물 에너지효율등급	1+++	제로에너지등급(자립률)	1등급(121.6%)
단위면적당 1차에너지소비량 (kWh/m ² ·년)	255.6	단위면적당 1차에너지생산량 (kWh/m ² ·년)	310.9
건물에너지관리 적용현황	건물에너지관리시스템		
주요Passive기술	<ul style="list-style-type: none"> · 창세트 커튼월(Low-E 삼중유리 사용) 적용 · 벽체, 지붕 외단열 시공(PF보드/준불연단열재) · 기밀 취약부위(창, 배관, 덕트, 전선 등) 기밀 시공 · 열손실 저감 위한 창면적비 최적화(방위별 특성 고려, 평균 창면적비 22.14%) 		
주요Active기술	<ul style="list-style-type: none"> · 통합배관방식(2관식) 지역난방 시스템(급탕, 난방 열교환기 적용) · 고효율 전열교환환기장치, LED조명(100%) 및 개별 조명제어 · BEMS 이용 자동제어장치(zone별 제어설비 적용) 		
주요 신재생 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕(경사·수평) 및 외벽 활용 태양광 발전(PV, BIPV/총 55.765kWp) · 연료전지 설치(1kW) 		

층별 컨셉/공간/건축 규모



홈에너지

BIPV, ESS, HEMS

스마트홈

홈통합게이트웨이, 복합센서,
스마트미러, 모바일 어플리케이션

유지관리

솔루션의 성능관리 및
업그레이드

홈 통합 솔루션

◎ 힐스테이트 레이크 송도

- 국내 최초 주거형(아파트) 제로에너지건축물 본인증 취득
- 고품형 제로에너지 시범단지



건물명	힐스테이트레이크송도	대지위치	인천광역시 연수구 송도동 397-11
건축주	송도랜드마크시티	준공일	2019.06.30.
효율등급	1++	규모	지하2층, 지상36층
연면적	155,833.02 m ²		

구분	요구량	소요량	1차 소요량	등급용 1차소요량
난방에너지	33.1W/m ² ·K	43.9W/m ² ·K	33.3W/m ² ·K	33.3W/m ² ·K
냉방에너지	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K	0W/m ² ·K
급탕에너지	30.7W/m ² ·K	37.5W/m ² ·K	27.8W/m ² ·K	27.8W/m ² ·K
조명에너지	9.6W/m ² ·K	4.3W/m ² ·K	11.8W/m ² ·K	11.8W/m ² ·K
환기에너지	0W/m ² ·K	1.8W/m ² ·K	4.9W/m ² ·K	4.9W/m ² ·K
신재생에너지	0W/m ² ·K	-8.6W/m ² ·K	-23.7W/m ² ·K	0W/m ² ·K
합계	73.4W/m ² ·K	87.4W/m ² ·K	77.8W/m ² ·K	77.8W/m ² ·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지자립률
101.50 kWh/m ² ·년	23.72 kWh/m ² ·년	23.37% (5등급)

● 적용 기술

PASSIVE 적용기술

01. 로이이중창 (법적기준대비 42% ↑)

02. 경질우레탄 (법적기준대비 42~58% ↑)

03. 전 세대 기밀성능 2.0회/h 미만

ACTIVE 적용기술

01. LED 조명기기 (조명밀도5.11W/m²)

02. 고효율 전열교환기 (난방73.5%, 냉방66.6%)

03. 지역난방 콤팩트 설치

난방 : 6,063.95kW
급탕 : 3,088.37kW

신재생 설비

01. PV(773.52kWp) 설치 (효율 20.3%)

02. 연료전지(1kW) 설치 (효율 86.12%)

제품 인증서

신재생에너지지원사업

◎ 동탄7동 도서관(왕배푸른숲 도서관)

- 국내 최초 공공부문 제로에너지건축 1등급 취득 사례
- 예비인증 단계 5등급 인증 계획, 컨설팅을 통해 본인증 1등급 상향 취득



구분	내용
건물명	동탄7동 도서관(왕배푸른숲 도서관)
대지위치	경기도 화성시 동탄 택지지구 제 14호 근린공원
용도	교육연구시설(도서관)
대지면적	282,284.00㎡
건축면적	1,237.12㎡
연면적	2,195.54㎡
규모	지상2층

● ZEB 예비인증서 및 본인인증서

예비인증서 제로에너지 5등급

제로에너지건축물 예비인증서	
인증번호	20250622-1231-0171
발기자	이우영
발급일자	2025.06.30
발급기관	한국녹색기후기술원
주소	경남 창원시 마산합포구 동진동 1224-1번지 1214호
주 소	한국에너지공단
용도	사무용업 또는 사용검사 완료됨
연면적	653.28 (㎡)
인증 등급	제로에너지건축물 인증 등급 : 5 등급
에너지 자립률(%)	합 계 : 24.99 %
대지 내	24.99 %
대지 외	0.00 %
연간 단위면적당 1차 에너지 소비량(kWh/㎡·년)	172.0 kWh/㎡·년

연간 단위면적당 1차 에너지 소비량

172.0 kWh/㎡·년

에너지 자립률

24.99%

제로에너지건축물 등급

5등급

* 해당 인증결과는 국제규격에 따라 건축물의 냉방·난방·급탕·조명·환기에너지 성능을 정량 평가 (Asset Rating)한 결과로 실제 사용 환경에 따른 에너지 사용량과 다를 수 있습니다.

본인증서 제로에너지 +등급

제로에너지건축물 인증서	
인증번호	20250430-2241-0127
발기자	김항기
발급일자	2025.05.30
발급기관	한국녹색기후기술원
주소	경기 고양시 일산서구 107번길 33
주 소	한국에너지공단
용도	사무용업 또는 사용검사 완료됨
연면적	499.47 (㎡)
인증 등급	제로에너지건축물 인증 등급 : + 등급
에너지 자립률(%)	합 계 : 130.99 %
대지 내	130.99 %
대지 외	0.00 %
연간 단위면적당 1차 에너지 소비량(kWh/㎡·년)	-41.5 kWh/㎡·년

연간 단위면적당 1차 에너지 소비량

-41.5 kWh/㎡·년

에너지 자립률

130.99%

제로에너지건축물 등급

+등급

* 해당 인증결과는 국제규격에 따라 건축물의 냉방·난방·급탕·조명·환기에너지 성능을 정량 평가 (Asset Rating)한 결과로 실제 사용 환경에 따른 에너지 사용량과 다를 수 있습니다.

1차에너지소비량 172.0kWh/㎡y

에너지 자립률 24.99%

1차에너지소비량 -41.5kWh/㎡y

에너지 자립률 130.99%

한국녹색기후기술원

한국녹색기후기술원

◎ 제로에너지건축물 기술요소 참고서 및 우수사례집

- ZEB 보급과 확산을 위한 한국에너지공단 건설링 지원사업 관련 간행물

제로에너지건축물 인증 홈페이지(<https://zeb.energy.or.kr>) → “공지사항”

ZEB 인증
기술요소 참고서



2022.03 최초 발간
(2024.04 최신본 게시 중)

ZEB 건설링 지원
우수사례집



2022.03 최초 발간
(2024.04 최신본 게시 중)

◎ 참고서적 및 사이트

1. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do
2. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/new_main.asp
3. https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/ener_efficiency/building_08.asp
4. 녹색건축물 조성 지원법 및 시행령
5. 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙
6. 제로에너지건축물 인증 기준
7. 건축물의 에너지절약 설계기준

A.2

ZEB 관련 지자체 조례 현황

교육 목표

ZEB 관련 지자체 조례 현황

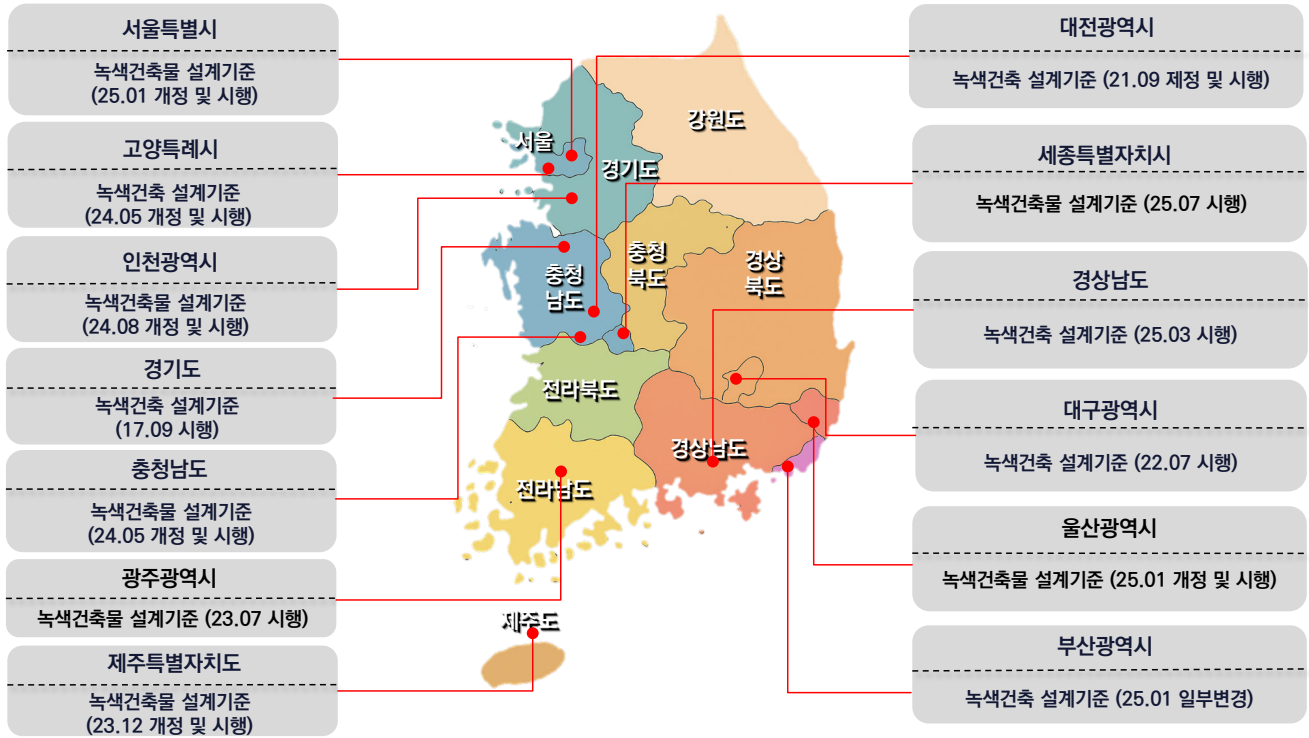
- * 녹색건축물 조성지원법 시행령에 따른 ZEB 인증 의무대상 건축물 외 지자체별 인증기준 확인
- * 지자체별 녹색건축물설계기준 세부 내용에 대한 이해
- * 지역별 환경영향평가 내용에 대한 이해
- * 녹색건축물인증 제도에 대한 이해
- * 에너지절약형 친환경주택성능의 건설기준 평가기준에 대한 이해
- * 친환경주택과 ZEB 인증평가 결과의 상관관계에 대한 이해
- * 신재생에너지 설치 기준에 대한 이해
- * 신재생 의무비율과 ZEB 인증평가 결과의 상관관계에 대한 이해

1 지자체 녹색건축물 설계 및 환경 영향 평가 기준

◎ 사업 진행 단계별 친환경 건축 업무 절차

건축/경관심의	인허가(사업승인)	인허가 (사업승인) 이후	착공신고 이전	준공 (사용승인)
<ul style="list-style-type: none"> • 지자체 녹색건축 설계기준 협의 • 환경영향평가 협의 • 신재생에너지 설치계획서 제출 	<ul style="list-style-type: none"> • 일조환경분석 • 에너지사용계획협의 • 에너지절약친환경주택 • 에너지절약계획서 • 범죄예방건축기준 • 건강친화형주택건설기준 • 장수명주택건설인증 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축 예비인증 (공동주택성능등급서) • 제로에너지건축물 예비인증 • 장애물없는생활환경 예비인증 • 지능형건축물 예비인증 • CPTED 디자인인증 	<ul style="list-style-type: none"> • 공동주택 결로방지 성능평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색건축 본인증 • 제로에너지건축물 본인증 • 장애물없는생활환경 본인증 • 지능형건축물 본인증 • CPTED 시설인증

◎ 지자체별 녹색건축 설계기준 추진 동향



◎ 지자체별 녹색건축 설계기준 적용기준

● 2025년 9월 1일 기준

서울		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	3천미만
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1++	1+	1	2
신재생 (2025)	주거	11%	10.5%	10%	-
	비주거	15%	14%	13%	-

대전		1	2	3	4
주거/세대		1,000	500	30	-
비주거/연면적		10만	1만	3천	3천미만
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1+	1	2	-
신재생 (2025)	주거	9%	8%	-	-
	비주거	11%	9%	-	-

대구		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	3천미만
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1+ 이상			-
신재생 (2025)	주거	10%	10%	-	-
	비주거	14%	14%	-	-

부산		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	3천미만
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		ZEB 5등급 권장			-
신재생 (2025)	주거	10%	10%	8%	-
	비주거	12%	12%	10%	-

충청남도		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	-
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1+	1	2	*
신재생 (2025)	주거	10%		-	-
	비주거	14%		-	-

경상남도		1	2	3	4
주거/세대		1,000	500	30	-
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		ZEB 5등급 권장			-
신재생 (2025)	주거	8%		-	-
	비주거	10%		-	-

*공공건축물 연면적 500m² 이상 ZEB 4등급 의무

경기도		1	2	3	4
주거/세대		-	500이상	500미만	-
비주거/연면적		10만	1만	3천	3천미만
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1	2	3	-
신재생 (2025)	주거	1%		-	-
	비주거			-	-

제주도		A	B	C
주거/세대		500	300	30
비주거/연면적		1만	3천	5백
녹색	등급	3	4	환경성능 관리
예효 및 ZEB		1	2	-
신재생 (2025)	주거	-		-
	비주거	-		-

울산		가	나	다	라
주거/세대		1,000	500	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		-			
신재생 (2025)	주거	-			
	비주거	-			

광주		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1+	1	2	-
신재생 (2025)	주거	9%	8%	6%	-
	비주거	11%	9%	7%	-

인천		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	1	2	4	-
에효 및 ZEB	주거	1+, 1등급	1등급, 2등급		-
	비주거	1+	1	2	
신재생 (2025)	주거	9%	8.5%	8%	-
	비주거	11%	9%	7%	-

세종		가	나	다	라
주거/세대		1,000	300	30	30미만
비주거/연면적		10만	1만	3천	500
녹색	등급	2	3	4	-
에너지효율등급		1+	1	2	-
신재생 (2025)	주거	10%	9.5%	9%	-
	비주거	12%	11%	10%	-

◎ 서울시 녹색건축물 설계기준 세부내용

- 서울특별시고시 제2025-7호, 2025년 1월 2일 시행
- 적용대상 및 방법
 - 가. 적용대상: 「건축물의 에너지절약설계기준」 (국토교통부고시) 적용 대상인 다음에 해당하는 건축물
 - 1) 「녹색건축물 조성 지원법」 제14조에 따른 에너지 절약계획서 제출 대상 건축물
 - 2) 「주택법」 제15조에 따른 사업계획승인 대상 공동주택
 - 나. 적용대상의 구분: 용도와 규모에 따라 다음과 같이 구분
 - 1) 신축, 별동 증축, 전면 개축, 전면 재축, 이전의 경우

구분	주거	비주거
㉠	1,000세대 이상	연면적 합계 10만㎡ 이상
㉡	300세대 이상 ~ 1,000세대 미만	연면적 합계 1만㎡ 이상 ~ 10만㎡ 미만
	30세대 이상 ~ 300세대 미만	연면적 합계 3천㎡ 이상 ~ 1만㎡ 미만
㉢	30세대 미만	연면적 합계 3천㎡ 미만

- 2) 제1호나목 1)에 해당하지 않는 다음의 행위

구분	내용
전면 대수선 ¹⁾	건축물 용도와 규모에 따른 등급에서 한 등급 씩 낮추어 적용(㉠→㉡, ㉡→㉢, ㉢→㉣, ㉣→㉤)
수직 또는 수평 증축, 일부 개축, 일부 재축	건축물 규모에 관계없이 ㉢를 적용하며, 행위가 이루어지는 부위에 대해 적용
용도변경, 건축물대장의 기재내용 변경, 전면 대수선에 해당하지 않는 대수선	건축물 규모에 관계없이 ㉣를 적용하며, 열손실의 변동이 발생하는 부위에 대해 적용 ²⁾

- 1) 전면 대수선: 건축물의 단열을 포함한 외피 및 설비시스템 전체를 철거 후 성능 개선을 시행하는 공사 (전면 대수선과 수직 또는 수평 증축, 일부 개축, 일부 재축, 용도변경, 건축물대장의 기재내용 변경이 함께 이루어지는 경우 전면 대수선으로 적용)
- 2) 열손실의 변동이 없는 경우 또는 열손실의 변동이 있는 부위가 포함된 실(공간)의 바닥면적 합계가 500㎡ 미만인 경우에는 미적용

● 적용기준

구분	평가내용	적용기준		
		대상	주거	비주거
환경 성능	녹색건축인증	㉠	그린 2등급	
		㉡	그린 3등급	
		㉢	그린 4등급	
에너지 성능	건축물 에너지효율등급 인증	㉠	1++등급 이상	
		㉡	1+등급 이상	
		㉢	1등급 이상	
에너지 관리	에너지 모니터링 및 데이터 분석 ① 세대별 에너지원별 모니터링 ¹⁾ 기능 ② 공용부분 에너지원별 모니터링 기능 ③ 데이터 분석 기능, ④ 동별 에너지원별 모니터링 기능 ⑤ 동별 5종 이상 에너지 용도별 ²⁾ 모니터링 기능 ⑥ BEMS 설치	㉠	① + ② + ③	③ + ④ + ⑤ + ⑥
		㉡	① + ②	③ + ④ + ⑤
		㉢	①	③ + ④

1) 에너지원별 모니터링은 건물에 사용되는 모든 에너지(전기, 가스, 지역냉난방, 수도 등)를 대상으로 한다.

2) 5종 선택 : [필수 3] 난방, 냉방, 급탕 / [선택 2] 공조용 팬, 펌프(열원용, 급탕용, 급수용), 전등, 전열, 엘리베이터

구분	평가내용	적용기준											
		대상	주거					비주거					
신재생 에너지	신재생에너지 의무설치 ^{3),4),5),6)}	년	'23	'24	'25	'26	'27	'23	'24	'25	'26	'27	
		공공	32%	34%	34%	36%	36%	32%	34%	34%	36%	36%	
		민간	[가]	10%	10.5%	11%	11.5%	12%	14%	14.5%	15%	15.5%	16%
			[나]	9.5%	10%	10.5%	11%	11.5%	13%	13.5%	14%	14.5%	15%
			[다]	9%	9.5%	10%	10.5%	11%	12%	12.5%	13%	13.5%	14%

3) 산출방식은 「신재생에너지 설비의 자원 등에 관한 규정」(산업통상자원부고시) 및 「신재생에너지 설비의 자원 등에 관한 지침」(한국에너지공단 신·재생에너지센터고시)을 따르되 **공동주택은 용도별 단위에너지사용량을 230kWh/m²로 반영**한다. 또한 별표 1에 따른 대체 비율은 의무설치 비율의 최대 50% 미만까지 인정한다.

4) 연면적의 합계 3만㎡ 이상 비주거 건물은 **지하개발면적의 50% 이상을 지열로 설치**하거나, **신재생에너지 의무설치 비율의 50% 이상을 지열·수열로 설치**하여야 한다. 단, 시장이 설치부지가 부족하거나 지하에 지장물이 있는 등 현장 여건상 의무기준 준수가 불가하다고 인정하는 경우, 지열·수열 의무설치 비율을 완화하거나 면제할 수 있다. 5) 태양광 설비는 별표 2의 설치기준을 따른다. 6) 지열·수열 설비는 별표 3의 설치기준을 따른다.

※ 제로에너지건축물(ZEB) 인증 취득 시에는 제1항의 에너지 성능, 에너지 관리, 신재생에너지 평가를 제외한다.

◎ 서울특별시 환경영향평가

- 서울특별시 환경영향평가 조례 제9368호, 2024.09.30 일부개정 및 시행
- 정의: 개발사업 시행 시 환경에 미치는 해로운 영향을 최소화하는 방안을 모색하고, 사업계획에 반영토록 하는 제도
- 대상사업

구분	사업종류	
도시개발	(1) 도시개발사업, 공공지원민간임대주택 개발사업 (7만5천~25만m ²)	(4) 주택건설사업, 대지조성사업 (9만~30만m ²)
	(2) 정비사업 (9만~30만m ²)	(5) 택지개발사업, 공공주택지구조성사업 (9만~30만m ²)
산업입지 및 공업단지의 조성	(3) 도시계획시설사업 - 유통업무설비시설 (10만~20만m ²) - 주차장시설 (10만~20만m ²) - 시장 (7만5천~15만m ²)	(6) 공동집배송센터조성사업 (10만~20만m ²) (7) 여객자동차터미널 설치 (10만~20만m ²) (8) 물류터미널, 물류단지개발사업 (10만~20만m ²) (9) 건축물 건축 (연면적 10만m² 이상)
	(1) 산업단지개발사업, 산업단지재생사업 (7만5천~15만m ²)	(3) 공업용지조성사업 (7만5천~15만m ²)
	(2) 단지조성사업 (7만5천~15만m ²)	(4) 산업기술단지조성사업 (7만5천~15만m ²)
	에너지 개발	(1) 지상송전선로 설치 (345kW 이상, 5~10km) (2) 저유시설 설치 (5만~10만 k) (3) 석유비축시설 설치 (5만~10만 k)
도로의 건설	도로의 신설 또는 확장 (신설 2~4km, 확장 5~10km/2차로 이상)	
철도의 건설	(1) 삭도사업 (1~2km)	
하천의 이용 및 개발	하천공사 (3~10 km)	
관광단지의 개발	(1) 관광사업(15만~30만m ²) (2) 공원사업 (5만~10만m ²)	(3) 공원시설설치사업 (5만~10만m ²) (4) 묘지공원설치사업 (12만5천~25만m ²)
산지의 개발	산지 시행사업 (6만~20만m ²)	
체육시설의 설치	체육시설의 설치공사 (12만5천~25만m ²)	
폐기물처리시설의 설치	소각시설 (50~100톤/일)	
국방·군사시설의 설치	국방·군사시설사업 (16만5천~33만m ²)	

● 에너지절감 및 온실가스 저감 대책 수립

평가사항	평가기준																		
신·재생에너지 등 에너지 생산시설 설치 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 각 평가기준에 따른 세부사항은 ‘서울특별시 신·재생에너지 생산량 산정지침’을 따름 • 신재생에너지 생산량 산정기준(2022년까지는 선택적용) <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>2022년</th> <th>2023년</th> <th>2024년~</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>신·재생에너지 공급의무비율</td> <td>20%</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>신·재생에너지법</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">에너지 자립률</td> <td>(주거) 1,000 세대 이상 (비주거) 10만m² 이상</td> <td>15%</td> <td>20%</td> <td rowspan="2">녹색건축물 조성지원법</td> </tr> <tr> <td>(주거) 1,000 세대 미만 (비주거) 10만m² 미만</td> <td>15%</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	구분	2022년	2023년	2024년~	비고	신·재생에너지 공급의무비율	20%	-	-	신·재생에너지법	에너지 자립률	(주거) 1,000 세대 이상 (비주거) 10만m ² 이상	15%	20%	녹색건축물 조성지원법	(주거) 1,000 세대 미만 (비주거) 10만m ² 미만	15%	20%
	구분	2022년	2023년	2024년~	비고														
신·재생에너지 공급의무비율	20%	-	-	신·재생에너지법															
에너지 자립률	(주거) 1,000 세대 이상 (비주거) 10만m ² 이상	15%	20%	녹색건축물 조성지원법															
	(주거) 1,000 세대 미만 (비주거) 10만m ² 미만	15%	20%																
「녹색건축물 조성 지원법」 관련 인증	<ul style="list-style-type: none"> • 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 아래 인증 등급 이상 획득 <ul style="list-style-type: none"> - 녹색건축인증 : 최우수(그린 1등급) - 제로에너지건축물 인증 : 5등급 이상 ^{주1)} <small>주1) 2023.0.01부터 적용(단, 주거 1,000세대 미만 및 비주거 10만m² 미만은 2024.01.01부터 적용)</small> • 건축물의 1차에너지소요량은 아래 기준 미만으로 적용 <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>2022년</th> <th>2023년</th> <th>2024년~</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">주거</td> <td>1,000세대 이상</td> <td>105 kWh/m²·년 미만</td> <td>90 kWh/m²·년 미만</td> </tr> <tr> <td>1,000세대 미만</td> <td>105 kWh/m²·년 미만</td> <td>90 kWh/m²·년 미만</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">비주거</td> <td>10만m² 이상</td> <td>170 kWh/m²·년 미만</td> <td>140 kWh/m²·년 미만</td> </tr> <tr> <td>10만m² 미만</td> <td>170 kWh/m²·년 미만</td> <td>140 kWh/m²·년 미만</td> </tr> </tbody> </table>	구분	2022년	2023년	2024년~	주거	1,000세대 이상	105 kWh/m ² ·년 미만	90 kWh/m ² ·년 미만	1,000세대 미만	105 kWh/m ² ·년 미만	90 kWh/m ² ·년 미만	비주거	10만m ² 이상	170 kWh/m ² ·년 미만	140 kWh/m ² ·년 미만	10만m ² 미만	170 kWh/m ² ·년 미만	140 kWh/m ² ·년 미만
	구분	2022년	2023년	2024년~															
주거	1,000세대 이상	105 kWh/m ² ·년 미만	90 kWh/m ² ·년 미만																
	1,000세대 미만	105 kWh/m ² ·년 미만	90 kWh/m ² ·년 미만																
비주거	10만m ² 이상	170 kWh/m ² ·년 미만	140 kWh/m ² ·년 미만																
	10만m ² 미만	170 kWh/m ² ·년 미만	140 kWh/m ² ·년 미만																
	<ul style="list-style-type: none"> - 1차에너지소요량은 건축물에너지효율등급 인증 산정 시 활용되는 기준 적용 - 평가 시, 1차에너지소요량 시뮬레이션 결과 제출 																		

◎ 경기도 환경영향평가

- 경기도 환경영향평가 조례 제6974호, 2021.05.04 개정 및 시행
- 목적: 「경기도 환경영향평가 조례」 제3조제1항 및 [별표1]에 따른 환경영향평가 대상사업이 환경영향평가가서 초안을 작성할 때 적용하며, 동 지침에 규정되지 않은 사항은 「환경영향평가등 작성 등에 관한 규정」 등에 따라 작성
- 대상: 「경기도 환경영향평가 조례」 제3조제1항 및 [별표1]에 따른 환경영향평가 대상사업 (3개분야, 17개 사업)

구분	사업종류	
도시개발	(1) 도시개발사업, 공공지원민간임대주택 개발사업 (12만5천~25만m ²) (2) 정비사업 (15만~30만m ²) (3) 도시 근계획시설사업 - 유통업무설비시설 (10만~20만m ²) - 주차장시설 (10만~20만m ²) - 시장 (7만5천~15만m ²) (4) 주택건설사업, 대지조성사업 (15만~30만m ²) (5) 택지개발사업, 공공주택지구조성사업 (15만~30만m ²)	(6) 공동집배송센터조성사업 (10만~20만m ²) (7) 여객자동차터미널 설치 (10만~20만m ²) (8) 물류터미널, 물류단지개발사업 (10만~20만m ²) (9) 학교 (10) 공공하수처리, 개인하수 처리시설 (처리능력 5만~10만m ² /일) (11) 마을정비구역 조성사업 (10만~20만m ²) (12) 역세권 개발사업 (12만5천~25만m ²) (13) 건축물 건축 (연면적 10만m² 이상)
에너지 개발	(1) 전원개발사업 - 태양력 풍력발전소 (발전 용량 5만~10만kW) - SRF 발전소 (발전 용량 0.5만~1만kW 또는 처리량 50톤/일 이상)	(2) 전원개발사업 - 태양력 풍력발전소 (발전 용량 5만~10만kW) - SRF 발전소 (발전 용량 0.5만~1만kW 또는 처리량 50톤/일 이상)
폐기물 분뇨 처리시설 및 가축분뇨처리 시설의 설치	(1) 전원개발사업 - 폐기물매립시설 (15만~30만m ² 또는 매립용적 165만~330만 m ² 미만) - 지정폐기물 처리시설 (2만5천~5만m ² 또는 매립용적 12만5천~25만 m ² 미만) - 소각시설 (처리능력 50~100톤/일)	(2) 분뇨 또는 가축분뇨 처리시설 - 분뇨처리시설 (처리용량 50~100톤/일) - 처리시설-공공처리시설 (처리용량 50~100톤/일) - 음식물류 폐기물 처리시설 (처리용량 50~100톤/일)

- 협의기준: 사업별 최종 협의기준은 정량적 평가 기준을 바탕으로 지역 여건을 고려하여 검토기관과 협의 결정

항목	주요내용
토지이용	생태면적률 기준: 건축물 일반지역 기준 35% 이상정비사업 일반지역 기준 45% 이상 자연지반녹지율: 건축물 기준 생태면적률의 30% 이상 또는 사업 부지면적의 20% 이상그 외 생태면적률의 40% 이상
동·식물상	조류충돌 방지대책 수립 현존식생도 기반의 보전 가치 판단과 사업 진행에 따른 보전·복구·복원 계획 수립 산림, 하천, 농지 등의 연결성 확보방안과 대안의 적절성
대기질	친환경 건설기계 80% 이상 사용 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」에 따라 비상저감조치 발령 단계별 비상저감조치 이행계획 수립
온실가스	「녹색건축물 조성 지원법」 관련 인증 - 제로에너지건축물(ZEB) 5등급 이상 (연도별 의무 에너지자립률 만족 필요) ※ 대체비용은 신·재생에너지 공급비율을 청함 - 녹색건축물 최우수(그린1) 등급 이상, 단 리모델링 사업의 경우 그린 리모델링 산정기준 적용 전력에너지 절감 - LED 조명기기 등 고효율 조명설비 설치 비율: 100%(단, 고효율 조명 설치가 불가능한 경우 사유 제외) - 대기전력자동차단장치: 80% 이상 (비율 산정 시 전력을 사용하는 시설 제외) 전기자동차 등 환경친화적 자동차 전용 주차구역 - 환경친화적 자동차 전용 주차구역: 주차대수 대비 10% 이상 (전기, 전기저속차(고정식+이동식) 충전시설 포함(단, 고정식은 5% 이상) - 고정식 충전시설의 20% 이상은 급속충전시설로 설치하며, 판매시설 등 다중이용시설은 50% 이상 급속충전시설 설치

2 녹색건축인증 및 에너지절약형 친환경주택

◎ 녹색건축인증 제도

● 개념: 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리 폐기 등 전 과정을 대상으로 에너지 및 자원의 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적한 거주환경 조성 등 환경에 영향을 미치는 요소 등을 평가하기 위한 제도로써 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환 관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경의 7개 전문분야의 평가 항목별 점수를 합산하여 등급을 인증



● 인증등급별 점수 기준

구분		최우수 (그린1등급)	우수 (그린2등급)	우량 (그린3등급)	일반 (그린4등급)
신축	주거용건축물	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
	단독주택	74점 이상	66점 이상	58점 이상	50점 이상
기존	비주거용 건축물	80점 이상	70점 이상	60점 이상	50점 이상
	주거용 건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상
그린 리모델링	비주거용 건축물	75점 이상	65점 이상	55점 이상	45점 이상
	주거용 건축물	69점 이상	61점 이상	53점 이상	45점 이상

● 전문분야(7개)



● 녹색건축인증 인증심사 기준(신축 비주거용)

분야	인증 항목	구분	배점	일반	업무	학교	판매	숙박
1. 토지이용 및 교통	1.1 기준대지의 생태학적가치	평가	2	●	●	●	●	●
	1.2 과도한 지하개발 지양	평가	3	●	●	●	●	●
	1.3 토공사 절성토량 최소화	평가	2	●	●	●	●	●
	1.4 일조권 간섭방지 대책의 타당성	평가	2	●	●	●	●	●
	1.5 적정 일조권 확보를 위한 배치계획	평가	1	●	●	●	●	●
	1.6 대중교통의 근접성	평가	2	●	●	●	●	●
	1.7 자전거주차장설치	평가	2	●	●	●	●	●
2. 에너지 및 환경오염	2.1 에너지 성능	필수	12	●	●	●	●	●
	2.2 시험, 조정, 평가(TAB) 및 커미셔닝 실시	평가	2	●	●	●	●	●
	2.3 에너지 모니터링 및 관리지원 장치	평가	2	●	●	●	●	●
	2.4 조명에너지 절약	평가	4	●	●	●	●	●
	2.5 신·재생에너지 이용	평가	3	●	●	●	●	●
	2.6 저탄소 에너지원 기술의 적용	평가	1	●	●	●	●	●
	2.7 오존층 보호를 위한 특정물질의 사용 금지	평가	3	●	●	●	●	●
	2.8 병행에너지 절감을 위한 일시조절계획 수립	평가	2	●	●	●	●	●
3. 재료 및 자원	3.1 환경성선언 제품(EPD)의 사용	평가	4	●	●	●	●	●
	3.2 저탄소 자재의 사용	평가	2	●	●	●	●	●
	3.3 자원순환 자재의 사용	평가	2	●	●	●	●	●
	3.4 유해물질 저감 자재의 사용	평가	2	●	●	●	●	●
	3.5 녹색건축자재의 적용 비율	필수	4	●	●	●	●	●
	3.6 재활용가능자원의 보관시설 설치	필수	1	●	●	●	●	●
4. 물 순환 관리	4.1 빗물관리	평가	5	●	●	●	●	●
	4.2 빗물 및 유출지하수 이용	평가	4	●	●	●	●	●
	4.3 절수형 기기 사용	필수	3	●	●	●	●	●
	4.4 물 사용량 모니터링	평가	2	●	●	●	●	●
	4.5 물 사용량 모니터링	평가	2	●	●	●	●	●
5. 유지관리	5.1 건설현장의 환경관리계획	평가	2	●	●	●	●	●
	5.2 운영·유지관리문서 및 매뉴얼 제공	필수	2	●	●	●	●	●
	5.3 운동성 먼지발생 억제	평가	1	●	●	●	●	●
	5.4 녹색건축인증 관련 정보제공	평가	3	●	●	●	●	●
6. 생태환경	6.1 연계된 녹지축 조성	평가	2	●	●	●	●	●
	6.2 자연지반 녹지율	평가	4	●	●	●	●	●
	6.3 생태면적률	평가	6	●	●	●	●	●
	6.4 비오톱 조성	평가	4	●	●	●	●	●
	6.5 생태학습원 조성	평가	1	●	●	●	●	●
	7.1 실내공기 오염물질 저방출제품의 적용	필수	3	●	●	●	●	●
	7.2 자연 환기성능 확보	평가	2	●	●	●	●	●
7.3 외기 급, 배기구의 설계	평가	2	●	●	●	●	●	
7. 실내환경	7.4 CO ₂ 모니터링시스템 운영 및 환기량 평가	평가	2	●	●	●	●	●
	7.5 자동온도조절장치 설치 수준	평가	2	●	●	●	●	●
	7.6 쾌적한 실내환경 조절방식 채택	평가	2	●	●	●	●	●
	7.7 객실 간 경계벽의 차음성능	평가	2	●	●	●	●	●
	7.8 교통소음(도로, 철도)에 대한 실내, 외소음도	평가	2	●	●	●	●	●
	7.9 적당일광 조절 및 현회 감소를 위한 차양설치	평가	2	●	●	●	●	●
	7.10 전용 휴게공간 조성	평가	1	●	●	●	●	●
1D 혁신적인 설계	1.토지이용 및 교통 대안적 교통 관련 시설의 설치	가산	1	●	●	●	●	●
	2.에너지및 환경오염 재료에너지건축물	가산	3	●	●	●	●	●
	3.재료 및 자원 건축물 전과정평가 수행	가산	2	●	●	●	●	●
	4.물순환 관리 기존 건축물의 주요구조부 재사용	가산	5	●	●	●	●	●
	5.유지 관리 중수도 및 하·폐수처리수 재이용	가산	1	●	●	●	●	●
	6.생태 환경 녹색 건설현장 환경관리 수행	가산	1	●	●	●	●	●
	7.실내 환경 표도재활용 비율	가산	1	●	●	●	●	●
혁신적인 설계	자연채광 성능 확보	가산	1	●	●	●	●	●
	녹색건축전문가 녹색건축전문가의 설계 참여	가산	1	●	●	●	●	●
	녹색건축 계획·설계심의를 통해 평가	가산	3	●	●	●	●	●

녹색건축 인증기준 2016-7 <신축건축물>

주거용 건축물(공동주택)

전문분야 | 2 에너지 및 환경오염
인증항목 | 2.1 에너지 성능

평가방법 | 1. 건축물의 에너지절약설계기준에 따른 에너지절약계획서의 에너지성능지표 검토서 평점 합계에 근거하여 평가
2. 건축물 에너지효율등급 (예비)인증서에 근거하여 평가
3. 에너지절약형 친환경주택의 건설기준의 절감률에 근거하여 평가

배점 | 12점 (필수항목, 최우수등급 최소평점 9.6점 / 우수등급 최소평점 7.2점)

산출기준 | 평가방법 1, 2, 3 중 유리한 점수로 적용

[평가방법 1] 에너지성능지표를 적용한 경우

• 평점 = $12 \times [0.4 + \{(에너지성능지표\ 평점합계 - 70) \div 25\} \times 0.6]$

[평가방법 2] 건축물 에너지효율등급을 적용한 경우

• 평점 = (가중치) × (배점)

[평가방법 3] 에너지절약형 친환경주택의 건설기준을 적용한 경우

• 평점 = (가중치) × (배점)

구분	건축물 에너지효율등급	가중치
1급	1++등급 이상	1.0
2급	1+등급	0.8
3급	1등급	0.6
4급	2등급	0.4

구분	에너지절약형 친환경주택의 건설기준을 적용한 경우	가중치
1급	69% 이상 절감한 경우	1.0
2급	66% 이상 69% 미만 절감한 경우	0.8
3급	63% 이상 66% 미만 절감한 경우	0.6
4급	60% 이상 63% 미만 절감한 경우	0.4

※ 제로에너지건축물 인증을 적용한 경우 모든 등급에 대해 1급으로 인정한다. (2025. 01. 01.)

녹색건축 인증기준 2016-7 <신축건축물>

주거용 건축물(공동주택)

전문분야 | 2 에너지 및 환경오염
인증항목 | 2.3 신 재생에너지 이용

평가방법 | 신 재생에너지 시설의 설치 비율로 평가

배점 | 3점(평가항목)

산출기준 | 평점 = (가중치) × (배점)

$$\text{신 재생에너지 시설의 설치비율(\%)} = \frac{\text{신 재생에너지 (난방용량 + 냉방용량 + 전기용량 + 급탕용량)}}{\text{전체 설비용량(난방 + 냉방 + 전기 + 급탕)의 합}} \times 100$$

구분	신 재생에너지 시설의 설치비율	가중치
1급	신 재생에너지 설치비율이 2.5% 이상인 경우	1.0
2급	신 재생에너지 설치비율이 2.0% 이상 2.5% 미만인 경우	0.8
3급	신 재생에너지 설치비율이 1.5% 이상 2.0% 미만인 경우	0.6
4급	신 재생에너지 설치비율이 1.0% 이상 1.5% 미만인 경우	0.4

- 대상 건축물 이외의 장소에 별도의 신 재생에너지 시설을 직접 설치하고 공급받는 경우 이를 인정할 수 있음

녹색건축 인증기준 2016-7 <신축건축물>		주거용 건축물(공동주택)
전문분야	ID	혁신적인 설계 : 에너지 및 환경요역
인증항목	-	제로에너지건축물
평가방법	제로에너지건축물 인증등급에 따라 평가	
배점	3점(가산항목)	산출기준 평점 = (가중치) × (배점)

구분	제로에너지건축물 인증 등급에 따라 평가	가중치
1급	제로에너지건축물 인증을 1등급 받은 경우	1.0
2급	제로에너지건축물 인증을 2등급 받은 경우	0.8
3급	제로에너지건축물 인증을 3등급 받은 경우	0.6
4급	제로에너지건축물 인증을 4등급 받은 경우	0.4
5급	제로에너지건축물 인증을 5등급 받은 경우	0.2

- 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한규칙 및 기준에서 정하는바에 따라 평가한 경우에 대하여 인정함

◎ 에너지절약형 친환경주택의 건설기준

● 제7조(설계조건)

- 제1항에 따라 성능기준 또는 시방기준 중 하나의 설계조건을 충족해야하고, 제2항에 따른 의무사항 이행

제1항	성능기준 (제1항제1호)	시방기준 (제1항제2호)	대체기준(제15조제3항)
평가기준	1차E소요량 100kWh/m ² .yr 미만	설계조건(신재생설비 점수 등) 충족	제로에너지건축물(ZEB) 인증 취득
평가방법	친환경주택 성능평가 프로그램 (ECO2-OD)	증빙자료 서류검토 (설계도면 등)	ISO 52016에 따라 제작된 프로그램 (ECO2)
관련서식	[별지 1] 친환경주택 에너지 절약성능 계획서	[별지 2] 친환경주택 에너지 절약계획서	[별지 제4호의2서식] ZEB 인증서 (제로에너지건축물 인증에 관한 규칙)
	<ul style="list-style-type: none"> (성능기준) “성능”을 최우선으로 고려하는 기준으로, 최종적으로 달성해야 할 에너지 절감 효과나 기능적인 성능만 정해두고, 그 방법은 자유롭게 선택할 수 있는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> (시방기준) “방법”을 최우선으로 고려하는 기준으로, 어떤 자재를 쓰고 어떤 방법을 사용할지 등 구체적인 절차와 방법을 미리 정해두는 방식 	
제2항	「건축물의 에너지절약설계기준」 등을 준용하여 건축, 기계, 전기 부문별 의무사항 이행		
의무사항	(건축) 단열조치, 기밀 및 결로방지	(기계) 외기조건, 반송설비, 보일러 등	수변전설비, 간선설비, 조명설비 등

● 지방기준(제1항 제2호 자목) 신재생에너지 배점사항

- 신·재생 에너지설비, 외단열공법에 대하여 별표 7에 따른 각 항목별 평가지표의 합계가 50점 이상을 충족하도록 설계할 것

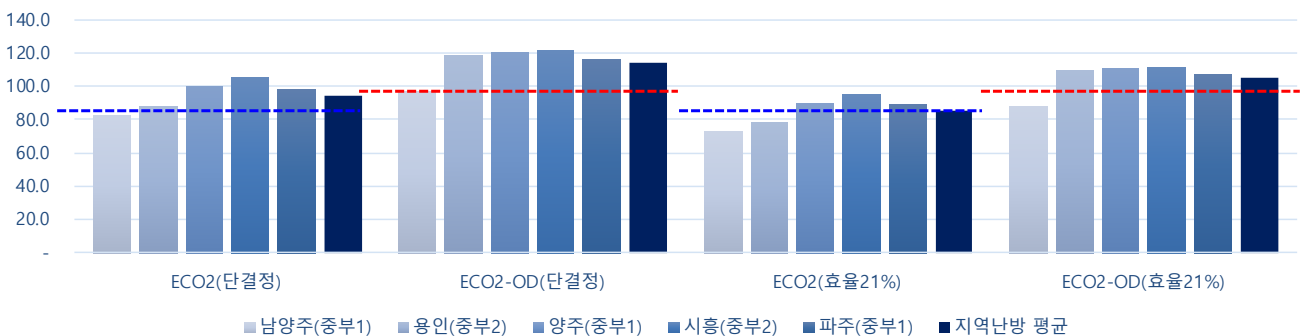
항목	기준	배점
난방에너지	신·재생에너지 용량 / 전체난방설비용량	1%당 1점
냉방에너지	신·재생에너지 용량 / 전체냉방설비용량	1%당 1점
급탕에너지	신·재생에너지 용량 / 전체급탕설비용량	2.5%당 1점
조명에너지	신·재생에너지 용량 / 전체조명설비용량 (조명용량 기준 135% 이상 PV 설치 시 만족)	2.7%당 1점

(지역난방) 열교환기용량으로 난방/급탕 용량 산정, (개별난방) 급탕용량이 난방용량보다크기 때문에 급탕용량 기준으로 산정
(조명용량) 거실에 설치되는 전체 조명기기의 용량(단열라인 내 공간에 설치된 조명도 포함하여산정-홀 등 공용부는 제외)
부대복리시설에 신재생에너지 설비가사업주체의 의해 설치되어 사용되는 경우에도 신재생배점 계산에 사용할 수 있음
- 단, 「건축물의 에너지절약설계기준」에서의 중복적용은 불가함

◎ 친환경주택과 ZEB 인증평가 결과비교

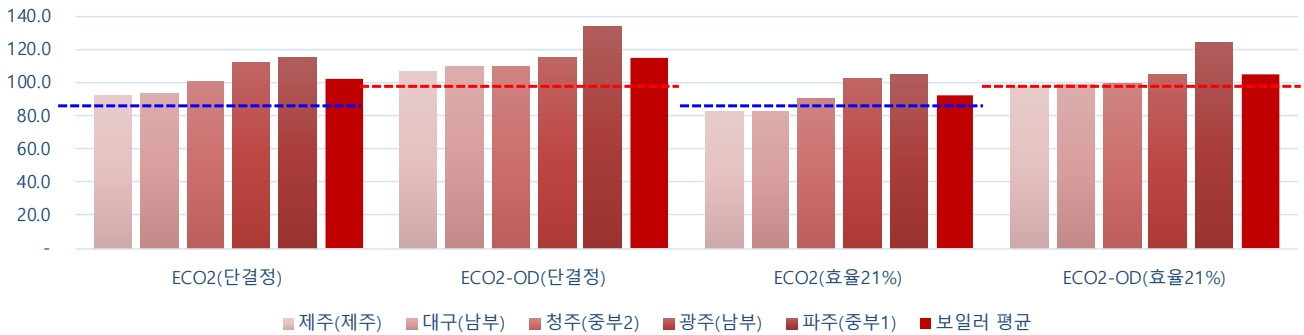
● 지역난방 적용 공동주택 ECO2 평가결과와 ECO2-OD 평가결과 비교 (국토교통부고시 제2025-313호 기준)

구분	지역 구분	총 전용면적 (㎡)	태양광 설치면적(㎡)	조명밀도 (W/㎡)	PV(단결정)			PV(효율21%)		
					ECO2		ECO2-OD	ECO2		ECO2-OD
					등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)		등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)	
A	남양주	39,489.11	1,487.36	3.97	82.3	13.0	97.4	73.1	22.7	88.3
B	용인	42,032.99	1,583.17	4.40	87.8	12.5	118.7	78.5	21.7	109.3
C	양주	62,978.41	2,372.08	6.45	99.5	11.2	120.2	90.1	19.6	110.9
D	시흥	24,035.57	905.30	5.46	105.0	10.6	121.2	95.6	18.6	111.8
E	파주	38,218.92	1,439.52	7.27	98.2	11.4	116.0	89.0	19.8	106.8
평균					94.6		114.7	85.3		105.4



● 개별보일러 적용 공동주택 ECO2 평가결과와 ECO2-OD 평가결과 비교 (국토교통부고시 제2025-313호 기준)

구분	지역 구분	총 전용면적 (㎡)	태양광 설치면적(㎡)	조명밀도 (W/㎡)	PV(단결정)			PV(효율21%)		
					ECO2		ECO2-OD	ECO2		ECO2-OD
					등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)		등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)	
A	제주	5,383.35	202.76	6.30	92.3	9.5	107.1	82.6	16.6	97.4
B	대구	70,780.45	2,665.95	5.87	93.1	10.5	109.1	82.4	18.3	98.6
C	청주	41,842.72	1,576.01	5.77	100.5	8.9	109.7	90.7	15.7	99.9
D	광주	24,581.24	925.85	5.95	112.1	8.4	114.8	102.0	14.7	104.7
E	파주	38,218.92	1,439.52	7.27	114.7	7.8	133.6	105.3	13.6	124.2
평균					102.5		114.9	92.6		105.0



3 신재생에너지 설치 기준

◎ 예상에너지 사용량 기준 산출방식

- 신재생에너지 설비의 지원등에 관한 규정 및 지침
- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법

제12조(신·재생에너지사업에의 투자권고 및 신·재생에너지 이용의무화등)

1. 국가 및 지방자치단체
2. 공공기관
3. 정부가 대통령령으로 정하는 금액 이상을 출연한 **정부출연기관**
4. 「국유재산법」 제2조제6호에 따른 **정부출자기업체**
5. 지방자치단체 및 제2호부터 제4호까지의 규정에 따른 공공기관, **정부출연기관 또는 정부출자기업체가 대통령령으로 정하는 비율 또는 금액 이상을 출자한 법인**
6. 특별법에 따라 설립된 법인

제15조(신·재생에너지 공급의무 비율 등) ① 법 제12조제2항에 따른 예상 에너지사용량에 대한 신·재생에너지 공급의무 비율은 다음 각 호와 같다. <개정 2013. 3. 23.>

1. 「건축법 시행령」 별표 1 제5호부터 제16호까지, 제23호가목부터 다목까지, 제24호 및 제26호부터 제28호까지의 용도의 건축물로서 **신축·증축 또는 개축하는 부분의 연면적이 1천제곱미터 이상인 건축물**(해당 건축물의 건축 목적, 기능, 설계 조건 또는 시공 여건상의 특수성으로 인하여 신·재생에너지 설비를 설치하는 것이 불합리하다고 인정되는 경우로서 산업통상자원부장관이 정하여 고시하는 건축물은 제외한다): 별표 2에 따른 비율 이상

[별표 2] 신·재생에너지의 공급의무 비율(제15조제1항제1호 관련)

해당연도	2022~2023	2024~2025	2026~2027	2028~2029	2030 이후
공급의무비율(%)	32	34	36	38	40

- 예상에너지 사용량 기준 산출방식
- 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 및 지침

신·재생에너지 공급의무 비율 산정기준 및 방법

$$\text{신·재생에너지 공급의무 비율} = \frac{\text{신·재생에너지 생산량}^2}{\text{예상 에너지사용량}^1} \times 100$$

1) 예상 에너지사용량

= 건축 연면적 × 단위 에너지사용량 × 지역계수

2) 신·재생에너지 생산량

= 원별 설치규모 × 단위 에너지생산량 × 원별 보정계수

건물의 용도별 단위 에너지사용량

구분	단위에너지사용량 (kWh/㎡·yr)	
공공용	교정 및 군사시설	392.07
	방송통신시설	490.18
	업무시설	371.66
문교 사회용	문화 및 집회시설	412.03
	종교시설	257.49
	의료시설	643.52
	교육연구시설	231.33
	노유자시설	175.58
	수련시설	231.33
	운동시설	235.42
	모지관련시설	234.99
	관광휴게시설	437.08
	장례식장	234.99
상업용	판매 및 영업시설	408.45
	운수시설	374.47
	업무시설	374.47
	숙박시설	526.55
	위락시설	400.33

지역계수

구분	지역계수
서울	1.00
인천	0.97
경기	0.99
강원 영서	1.00
강원 영동	0.97
대전	1.00
충북	1.00
전북	1.04
충남	0.99
세종	0.99
광주	1.01
대구	1.04
부산	0.93
경남	1.00
울산	0.93
경북	0.98
전남	0.99
제주	0.97

[별표 10] 단위에너지 생산량 및 원별 보정계수

신·재생에너지원	단위 에너지생산량	원별 보정계수
태양광	고정식	1,358
	추적식	1,765
	BIPV	923
태양열	평판형	596
	단일진공관형	745
	이중진공관형	745
	공기식무창형	487
	공기식유창형	557
지열에너지	수직밀폐형	864
	개방형	864
집광채광	프리즘	132
	광덕트	73
	실내루버형	184
연료전지	PEMFC	7,415
	SOFC	9,198
수열에너지	해수	864
	하천수	864
목재펠릿	322	
소형풍력	2,375	

$$\text{신·재생에너지 공급의무 비율} = \frac{\text{신·재생에너지 생산량}^2}{\text{예상 에너지사용량}^1} \times 100$$

1) 예상 에너지사용량

= 건축 연면적 × 단위 에너지사용량 × 지역계수

2) 신·재생에너지 생산량

= 원별 설치규모 × 단위 에너지생산량 × 원별 보정계수

● 예상에너지 사용량 기준 산출방식 예시

• 예상에너지사용량산출

용도	단위에너지사용량 (kWh/m ² . yr)	지역	지역계수	연면적 (m ²)	예상에너지사용량(kWh)
교육연구시설	231.33	경기	0.99	1,000.00	229,016.70

• 신재생에너지적용용량

구분	설치용량 (kW)	단위에너지생산량 (kWh/m ² . yr)	보정계수	총 생산량(kWh)
태양광 고정식	60.36	1,358.0	0.95	77,865.68

• 신재생에너지적용비율

$$\frac{77,865.68}{229,016.70} = 34.00\%$$

◎ 설치용량 비율 기준 산출방식

● 설치용량 비율 기준 산출방식

- 녹색건축인증운영세칙 및 경기도 녹색건축 설계기준

① 평가방법 : 신·재생에너지 시설의 설치 비율로 평가

$$\text{신·재생에너지 시설의 설치 비율 산출기준} = \frac{\text{신·재생에너지 (난방용량+냉방용량+전기용량+급탕용량)}}{\text{전체 설비용량(난방+냉방+전기+급탕)의 합}} \times 100$$

② 용어의 해설

용어	해설
신·재생에너지	산업통상자원부 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법에서 정하는 신·재생에너지를 말함
냉방설비용량	설계되는 건축물에 설치된 전체 냉방설비용량
난방설비용량	설계되는 건축물에 설치된 전체 난방설비용량
전기설비용량	설계되는 건축물의 전체 변압기용량
급탕설비용량	설계되는 건축물에 설치된 전체 급탕설비용량

◎ 신재생 의무비율에 따른 ZEB 등급 영향검토

● 건물 개요

구분	용도	지역	연면적 (㎡)
ALT 1	교육연구시설	경기	15,995.97
ALT 2	문화및집회시설	경남	757.00
ALT 3	업무시설	전남	1,305.28
ALT 4	판매시설	전남	2,792.45

● 검토결과

- BIPV 적용 34%로 설계된 4개 용도 건물에 대하여 PV 34%로 태양광 용량 계산 시 필요 용량 약 5배 증가

BIPV (수평, 밀착형, 단결정)			
BIPV용량 (kW)	등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)	인증등급
212.85	92.3	28.88	ZEB5
18.00	122.5	25.45	ZEB5
30.24	102.0	28.26	ZEB5
70.47	96.6	48.55	ZEB4

PV (수평, 후면통풍형, 단결정)			
PV용량 (kW)	등급용1차 (kWh/㎡y)	자립률 (%)	인증등급
965.46	17.2	77.97	ZEB3(+2)
141.72	-39.9	124.3	ZEB1(+4)
126.57	-35.6	124.9	ZEB1(+4)
297.59	-103.0	154.7	ZEB1(+3)

◎ 참고서적 및 사이트

1. <https://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/522413>
2. <https://www.gg.go.kr/eiass/board/notice/21>
3. <https://eims.seoul.go.kr/eims/usr/main/index.do>
4. <https://www.gseed.or.kr/>
5. 녹색건축물 조성지원법 및 시행령
6. 에너지절약형 친환경주택의 건설기준
7. 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 및 지침

A.3

컨설팅 및 인증사례 -ZEB 건물 컨설팅 사례

교육 목표

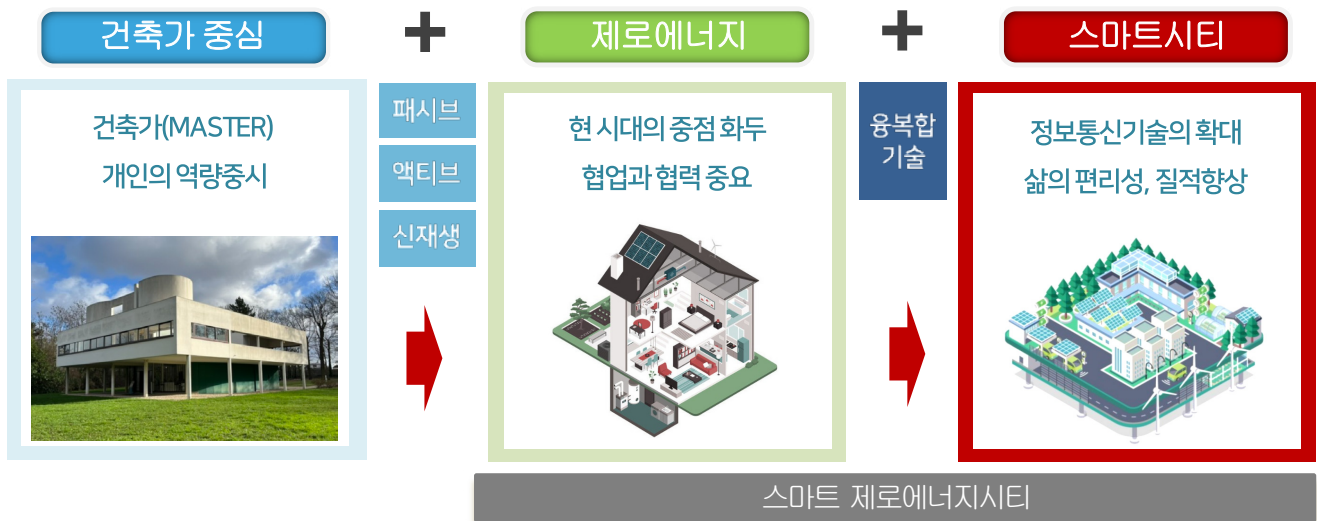
ZEB 건물 컨설팅 사례

- * 제로에너지건축물과 미래 스마트시티의 이해
- * 제로에너지건축물 1등급을 위한 제로에너지 주요기술 항목 및 성능 이해
- * 준공 후 제로에너지건축물 운영 이슈 및 향후 개선과제 이해

1 스마트 제로에너지시티

◎ 스마트시티

- 첨단 정보통신기술(ICT)을 이용해 도시생활 속에서 유발되는 교통, 환경, 주거, 시설비 효율 등을 해결해 시민들이 편리하고 쾌적하게 살 수 있도록 조성된 똑똑한 도시



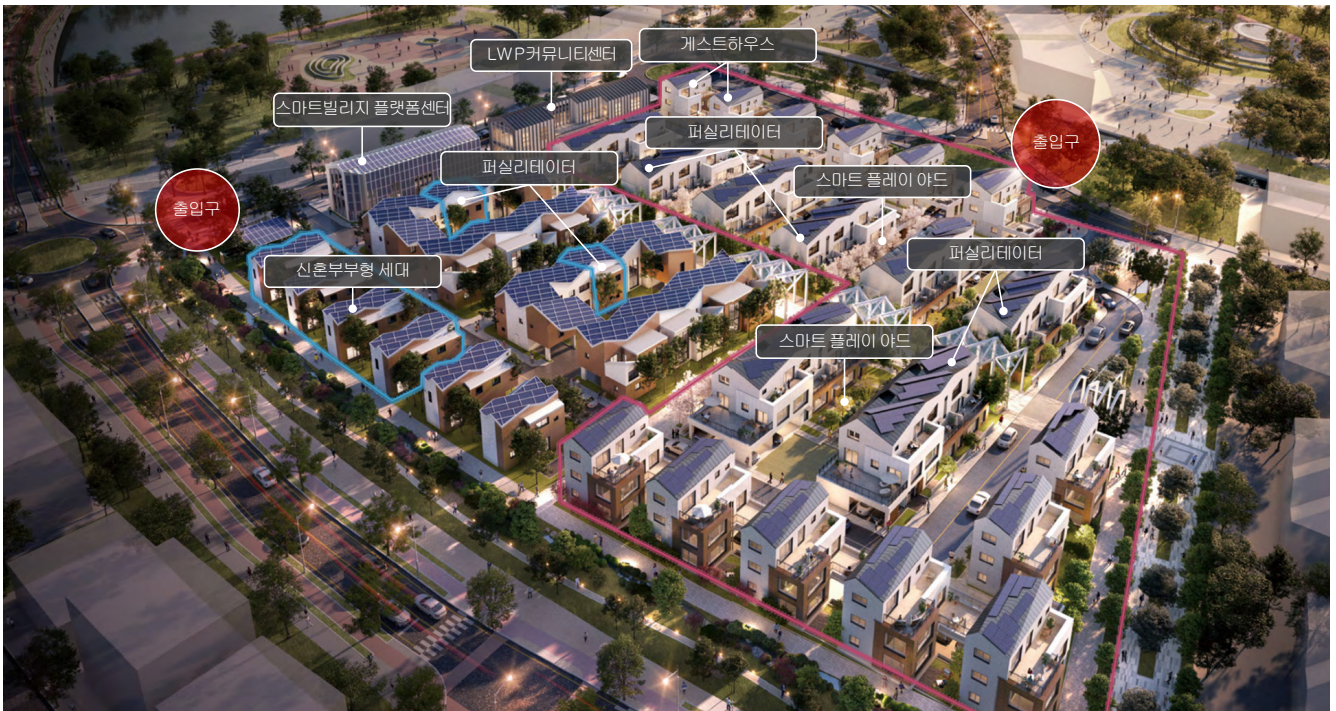
제로에너지 건축물을 넘어 첨단정보통신기술이 결합된 스마트 시티로의 전환

지구온난화 문제로 환경과 에너지의 중요성이 커지며 최근 제로에너지가 화두가 되고 있다.

2 부산 에코델타 스마트빌리지

◎ 건립 목적

- 에코델타 스마트시티에 구현될 미래생활과 새로운 기술을 미리 만나볼 수 있는 실증단지 구현
- 시민이 직접 거주하며 도입될 혁신기술을 미리 경험해 보고, 피드백 해 개발 검증 및 양산을 돕는 실험적 공간



부산 에코델타시티 스마트빌리지 전경

◎ 개요

- 입주민이 5년간 거주하며 공공(R&D) 및 민간기업과 함께 스마트 혁신기술을 중심으로 리빙랩 운영

◎ 구성

- 면적 : 0.02km²(약 0.6만평)
- 계획인구 : 약200명 (54세대 - 입주민, 2세대: 체험세대-홍보투어 진행)

구분	관리세대	특별세대	일반세대	체험세대
법률	6세대	12세대	36세대	2세대
구분	퍼실리테이터	다양한 가구 유형	인구 구성별	빌리지 체험
구성	6대 과제 연구	청년, 신혼, 장애인 등	2~3인/4인/다인가구	스마트기술체험

◎ 주요 현황사진



◎ 실증단지 구성

- 스마트빌리지 19세대 + 37세대 + 플랫폼센터 + 커뮤니티 센터 등



실증단지에는 에코델타 스마트빌리지 외 어반테크하우스, 청년작가정원, 3D 프린팅 하우스, 스마트 정수장 등 위치

◎ 19세대 구성

- 2층형 주거공간: 1인부터 2~3인 가구까지 다양한 형태의 가족 구성 수용 가능

블록형 주동타입

6세대가 모여 스마트 블록 구성, 블록과 블록 사이
마주보는 6개 유닛의 **퍼블릭한 공유 공간** 형성



- 세대 **합벽계획**으로 외피면적 축소
- 세대별 주차장 계획/ 생활편의 확보
- **BIPV**를 적용한 친환경 스마트지붕



단독형 주동타입

IoT 기술과 친환경 기술이 집약되고
다채로운 공간구성으로 다양한 가족 형태를 수용



- 완충녹지인접한 친환경 주거환경
- 세대 단독 주차장 설치
- 남측에 세대 프라이빗 가든 계획



◎ 37세대 구성

- 3층형 주거공간: 4인가구를 위한 넓은 공간 구성으로 4가지 타입

블록형 주동타입

스마트 코리더와 연계한 스마트 야드에 공유마당을
두고 3세대형 8개동 (3층형)



- 세대 합벽 계획으로 외부공간 증대
- 보행자 위주의 스마트 플레이 야드
- 테라스 설치로 서비스 공간제공



단독형 주동타입

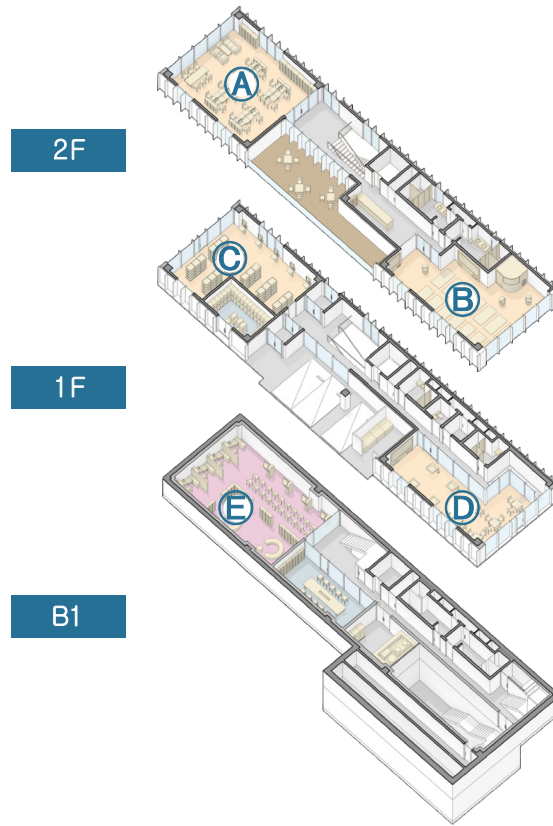
자연과 낭만을 즐길 수 있는 온전한
나만의 집을 제공



- 완충녹지변으로 열린 뷰 확보
- 주차상 상부 테라스 계획
- 복층형 거실과 넓은 침실 계획



◎ 커뮤니티 센터



A. 웰니스센터

입주자 건강을 관리하는 헬스케어센터



B. AI 피트니스센터



C. 무인편의점 및 택배보관소

입주민 생활편의 위한 무인서비스 제공



D. 스마트 카페



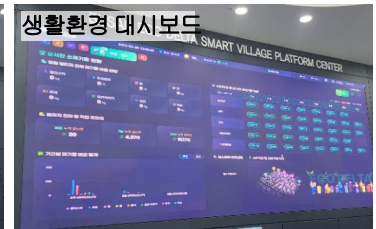
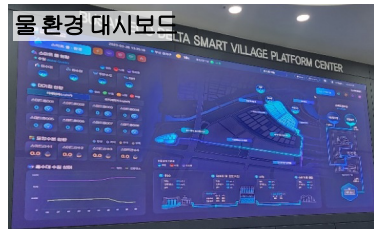
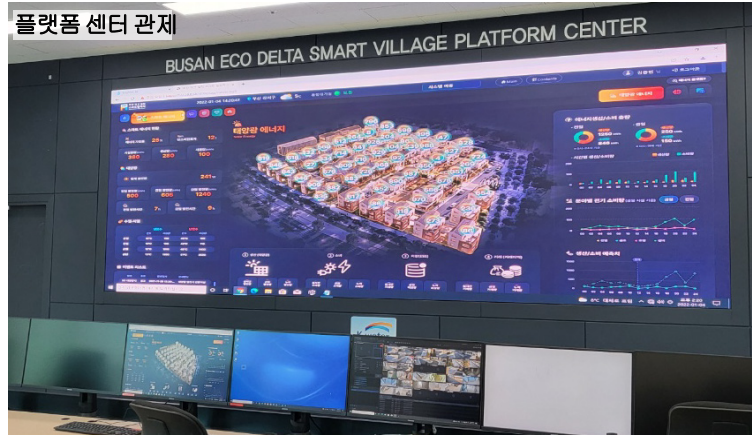
E. 메이커스페이스

다양한 종류의 생산활동을 지원하는 공간

- Learn, Work and Play!
한곳에서 즐기는 미래형 생활
- 무인편의점, 무인로봇스마트카페,
비대면 헬스케어센터,
스마트 피트니스센터

◎ 플랫폼센터 관제화면

- 효율적인 관제 실현을 위해 6개의 테마별 스마트 관제 대시보드 설계



홍보관 2층에 위치한 플랫폼 센터에서 에너지, 교통, 물, 건강 등 혁신 기술 범주별 통합관제 및 컨트롤

◎ 6가지 스마트 혁신 기술

- 시중에 적용되었거나 단일 신기술로 서비스되고 있는 기술들이지만 융복합 데이터 플랫폼으로 종합 관제



융복합데이터 플랫폼 기반으로 효율적인 관제 실현

◎ 에너지 | 주요 적용 사항

- 국내 최초 제로에너지 건축물 1등급 단독주택단지 조성

제로에너지1 등급

- 패시브 기술 및 융복합 시스템 적용
- 태양광 503.3kWp, 지열 시스템 282.9kW, 수열 시스템 505.1kW 적용
- 패시브, 액티브 계획을 통한 에너지효율등급 1+++등급 확보
- 신재생에너지 최적 설치로 제로에너지 건축물 1등급 주거 단독주택 단지계획

저에너지 주택단지 조성으로 탄소중립 실천

에너지 자립률 100% 이상 확보로 국내 최초 제로에너지 1등급 단독주택단지 조성

◎ 제로에너지 1등급 확보

- 신재생에너지 도입을 통해 에너지효율등급 1+++, 제로에너지 건축물 인증 1등급 달성



Passive 기술 적용

Passive 기술 적용을 통해 건축물의 단열 및 기밀 성능을 강화하여 냉난방 에너지 절감



융복합시스템 적용

태양광 발전과 국내 최초 수열&지열 융복합시스템을 통해 전기, 열에너지 생산



1. 에너지관제플랫폼



다양한 신재생에너지 활용, 지속가능한 저탄소 제로 에너지하우스

2. 태양광



건물지붕, 홍보관 등에 태양광 발전설비 설치로 **전력** 생산

3. 열에너지(수열·지열)



지중열과 인근하천 (**낙동강, 평강천**)의 열원을 활용한 **냉난방에너지** 공급

4. 에너지 절감 기술



전열교환 환기장치, 열교차단, 고기밀 시공 등 열손실 최소화

3 제로에너지 주요 적용기술

◎ 단계별 제로에너지 주요 적용기술

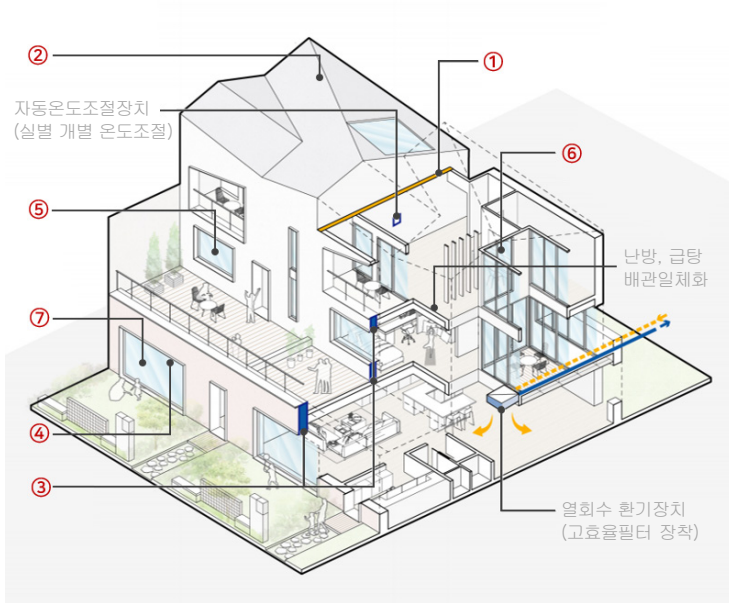


에코델타 스마트빌리지 제로에너지건축물 1등급 달성

제로에너지건축물 1등급 목표 달성을 위해 설계 초기단계부터 에너지요구량 저감 노력

◎ 패시브 기술 주요사항

- 세대간 합벽 배치, 단위세대 평면 요철 최소화, 외단열 공법, 외부 전동 블라인드 적용 등



1 세대간 합벽배치

합벽배치로
외피면적 감소

2 세대 요철 최소화

요철 최소화로
외피면적 감소

3 외단열 공법

외단열 공법 적용으로
열교 최소화

4 외부 전동블라인드

실내일사 차단
냉방부하 저감

◎ 패시브 기술 | 성능별 민감도 검토

- 단열성능 강화(공동주택 중부1 기준 대비 향상), 로이아르곤 복층유리, 창호 일사차폐성능 강화, 남측면 창 면적 증가

5 부위별 단열성능 강화(공동주택 중부1 대비 향상)

외벽(직접)	바닥(간접)	창호
열관류율 0.150W/㎡K 열관류율 0.102W/㎡K	열관류율 0.210 W/㎡K 열관류율 0.117W/㎡K	열관류율 0.900W/㎡K 열관류율 0.674W/㎡K

단열성능 강화

6 창호 일사차폐성능 강화

로이 코팅
실외 실내

0.516 → 0.348

7 남측면 창면적 증가

30% → 45%

자립률

101.3 102.2
0.140 0.102
W/㎡·K W/㎡·K

자립률

101.0 102.2
0.175 0.117
W/㎡·K W/㎡·K

자립률

101.7 102.2
0.880 0.674
W/㎡·K W/㎡·K

단열성능을 강화할수록 자립률이 향상되지만 일정수준 이상부터 효과는 미미함

자립률

98.96 102.2
SHGC SHGC
0.516 0.348

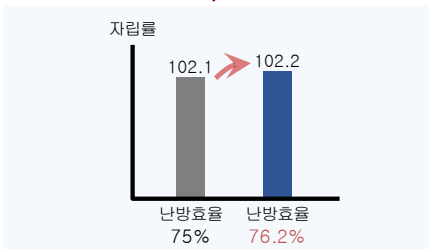
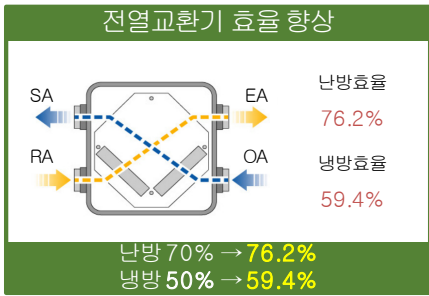
자립률

101.1 102.2
창면적비 창면적비
30% 45%

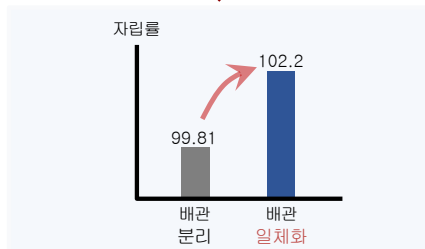
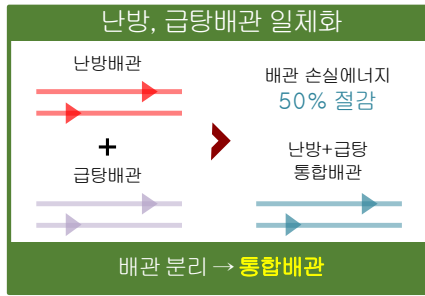
SHGC를 낮출수록 난방에너지 저감은 불리하지만 상대적으로 냉방에너지 절감량이 커서 자립률 향상에 유리함

◎ 액티브 기술 | 항목별 민감도 검토

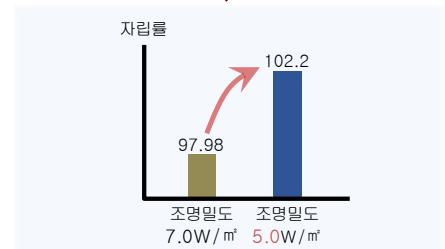
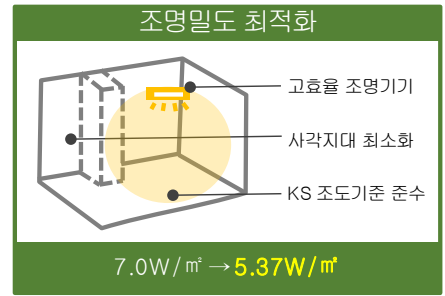
- 전열교환기 효율 향상, 난방, 급탕배관 일체화 시공, 조명 밀도 최적화



냉, 난방효율 향상으로 인한 자립률 향상 효과는 미비함



배관 일체화를 통한 배관길이 축소로 자립률 향상에 효과가 큼



조명밀도가 낮아질수록 자립률 향상 효과가 크지만 실내 조도와 동시 고려 필요

◎ 신재생에너지 주요사항

- 태양광 발전(PV/BIPV), 지열 냉난방시스템, 수열시스템, ESS



태양광 발전(PV)

436.65kWp

태양광 발전(BIPV)

66.65kWp

지열/수열 시스템

연간 15°C 지열이용

지열 282.9kW / 수열 505.1kW

ESS

리튬이온 배터리

PCS EMS&PMS

400kW

◎ 신재생에너지 | 태양광 민감도 검토

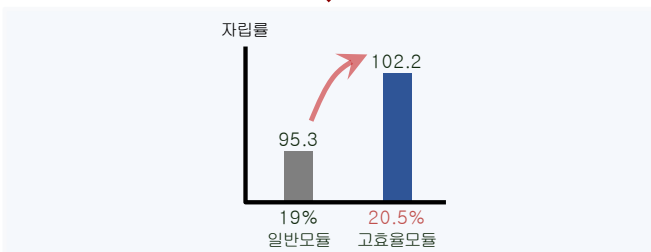
- 고효율 태양광 모듈 적용, 패널 각도 최적화

고효율 태양광 모듈

효율 19% → 효율 20.5%

패널 각도 최적화

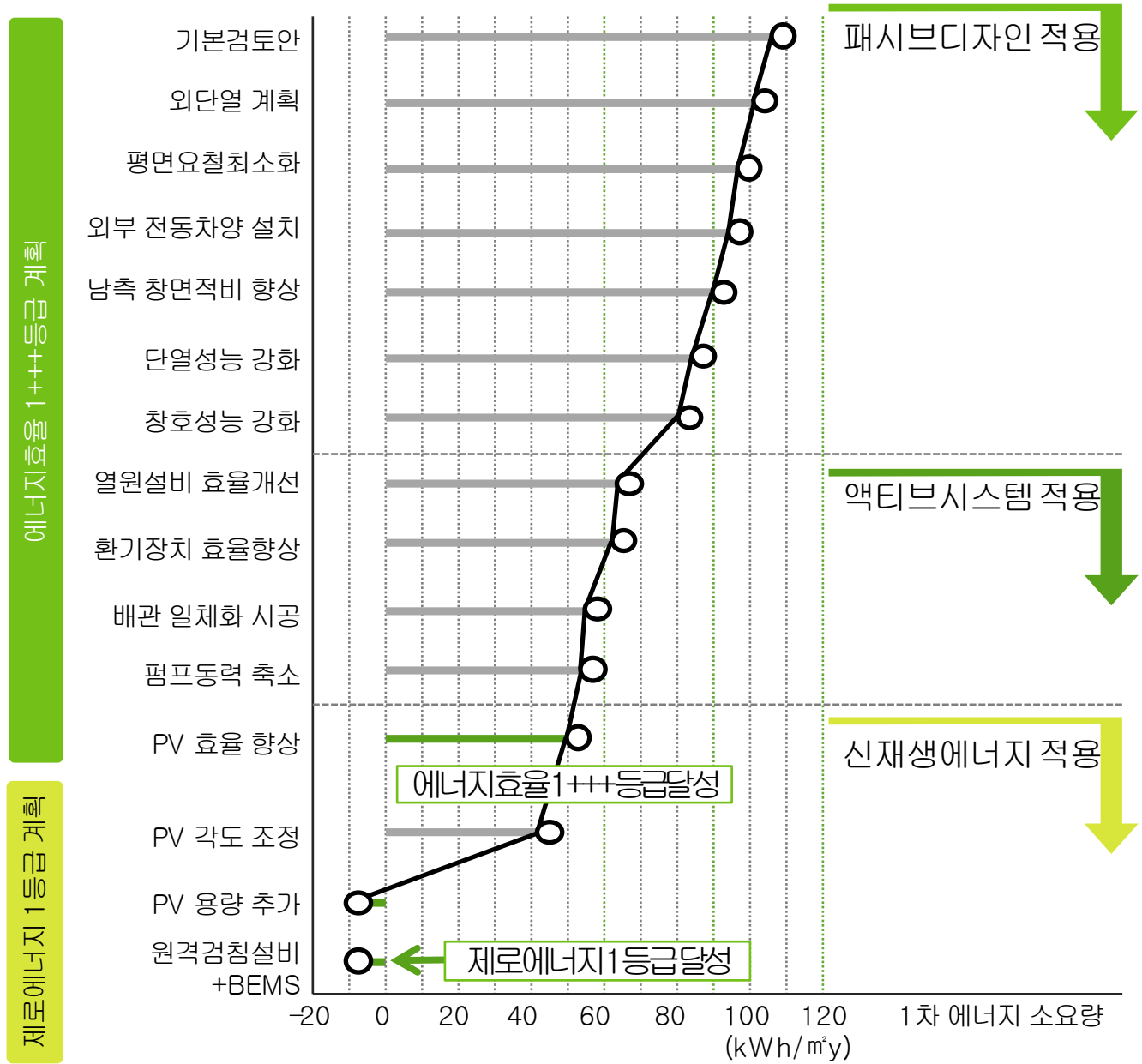
0도(수평) → 25도



동일 패널면적 대비 고효율 모듈 적용시 에너지 자립률 향상 효과 큼

자립률 향상을 위해서 패널 각도 수평 대비 최소 22.5도 이상 각도 적용이 유리함

◎ 1차에너지소요량 분석 결과 및 에너지 자립률



◎ 1차에너지소요량 분석 결과 및 에너지 자립률

*37세대 기준

사전 검토

1 차너지소요량: 118.0kWh/m²yr
에너지자립률: **48.56** %
“제로에너지 4등급” 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

패시브디자인 적용

1 차너지소요량: 106.8kWh/m²yr
에너지자립률: **51.05** %
“제로에너지 4등급” 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

액티브시스템 적용

1 차너지소요량: 92.7 kWh/m²yr
에너지자립률: **54.58** %
“제로에너지 4등급” 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

신재생에너지 적용

1 차너지소요량: -4.7 kWh/m²yr
에너지자립률: **102.2** %
“제로에너지 1등급” 확보
(태양광 세대당 : 8.2 kWp 적용)

4 ZEB 운영이슈 및 개선과제

◎ 에너지 자립률 100%의 의미

- 에너지 자립률의 법적 정의

$$\text{에너지자립률(\%)} = \frac{\text{단위면적당 1 차에너지생산량}}{\text{단위면적당 1 차에너지소비량*}} \times 100$$

*단위면적당 1 차에너지소비량 = 단위면적당 1 차에너지소요량** + 단위면적당 1 차에너지생산량
 ** 단위면적당 1 차에너지소요량 = 단위면적당 에너지소요량*** × 1 차에너지환산계수
 *** 단위면적당 에너지소요량 = 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 에너지를 해당 바닥면적으로 나누고 합산한 값



- 제로에너지건축물 인증에서의 에너지 자립률 기준 및 100%의 의미

→ 전열부하가 제외된 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 에너지에 대한 자립률이며 이 수치가 '0'을 의미

- 에너지 사용스케줄 기준 확인 필요

→ 온도조건은 난방 20도, 냉방 26도이며, 주거공간의 사용프로필 확인 필요

- ECO2 프로그램 주거공간 용도 프로필

구분	값	단위
사용시간과 운전 시간		
사용시작시간	00:00	hh:mm
사용종료시간	24:00	hh:mm
운전시작시간	00:00	hh:mm
운전종료시간	24:00	hh:mm
열발열원		
사람	53	Wh/(m²d)
작업보조기기	52	Wh/(m²d)

구분	값	단위
실내공기온도		
난방설정온도	20	℃
냉방설정온도	26	℃
	∴	
설정요구량		
최소도입 외기량	1.1	m³/(m²h)
급탕 요구량	84	Wh/(m²d)
조명시간	5	h

◎ 태양광(PV) 설치 이슈

- 태양광 설치 용량 개요(본인증 용량 기준)

구분	용량	비고
총 용량	503.3 kW	-
주택 지붕(56세대)	316.9 kW	19세대 90.4 + 37세대 226.5
주차장, 보행로	68.1 kW	-
비주거 지붕 및 입면	118.3 kW	PV 51.65 + BIPV 66.65

ZEB1 등급 확보를 위한 태양광 용량은 냉방기기 포함 시
전용면적 평균 **115㎡** 공동주택에서

→ 세대 당 **15~18kW** 예상 (순수한 패널 면적만 **75~90㎡** 수준)



에코델타 스마트빌리지 평균전용면적 115㎡

- 에코델타 스마트빌리지에서의 태양광

· 지열냉난방 시스템으로 인해 태양광용량 절반 수준으로 ZEB 1등급 가능 (세대 당 8.2kW 이하)

- ZEB 1등급은 현시점에서 3층 이하 저층 공동주택일 때 적합

· 기본 설계단계부터 설치용량 확보를 위한 지붕디자인이 중요

- 저층형 주거단지에서 ZEB 1등급이 보편화 되기 위해서는

· 일반 직사각형 모듈형태를 벗어난 지붕 PV디자인 모듈이 함께 연구되어야 함

새로운 가능성을 제시하고 있는
연결된 디자인의 태양광 지붕



제한된 패널 모듈 구성 및 사이즈로 설치가 불가능해 남는 면적에 대한 고민이 필요한 시점

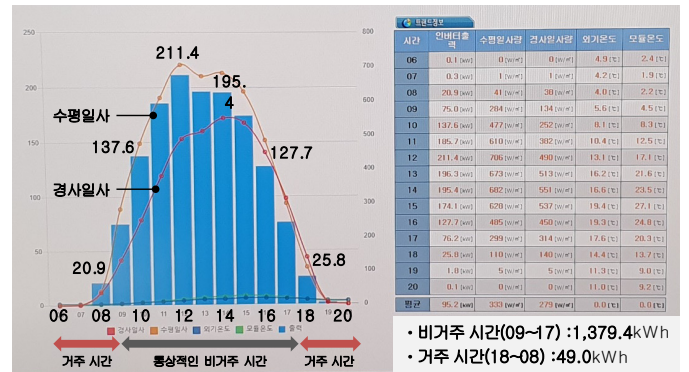
☉ 태양광 잉여전력 해결

◆ 월간 태양광 발전량 → 4,5월 높음

월	발전량(kWh)	월	발전량(kWh)
1월	-	7월	18,612
2월	-	8월	16,708
3월	16,444	9월	15,129
4월	22,159	10월	17,465
5월	24,356	11월	14,862
6월	18,106	12월	15,448



◆ 일간 태양광 발전량 → 낮 시간 높음

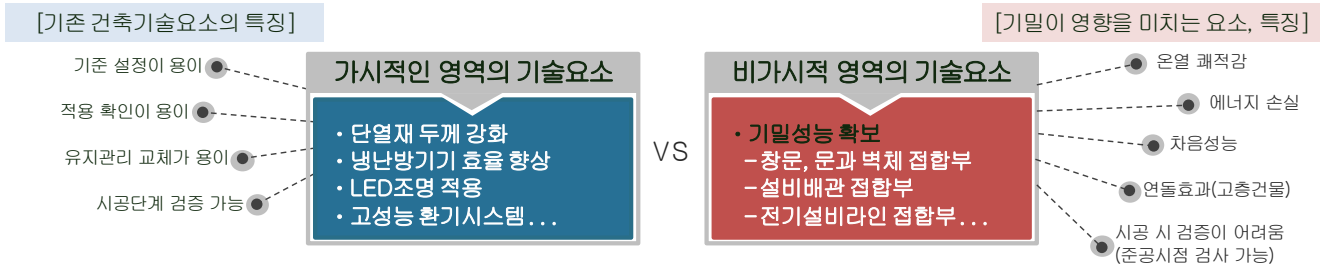


월간 발전량을 고려한 태양광 이슈
&
일간 발전량을 고려한 태양광 이슈

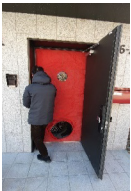
- ▶ 잉여전력에 대한 해법이 필요하며 연구목적으로 ESS 장비가 설치되어 있으나 화재이슈, 유지관리 등으로 사용보류하고 있으며 한전과 상계거래를 진행하고 있음.
- ▶ 상계거래는 현재 태양광 발전용량 1,000kW까지만 신청가능해 스마트 제로에너지 단지 규모 계획시 중요 고려사항임.
(현재 56세대→PV503kW 설치 / if)120세대→ PV 1200kW(1,000kW 초과하여 상계거래 불가→ 잉여전력 발생)

◎ 기밀성능의 중요성

- 기밀성능은 고단열, 고효율 기기를 넘어서는 기술요소
- 단열 및 기기성능은 이미 한계수준에 도달해 성능향상과 함께 품질향상을 위해서는 기밀성능이 중요



◆ 에코델타 스마트빌리지 기밀성능



본인증 단계 기밀측정 결과(37세대)
116~155타입 : 1.61~2.36 회/Hr

- ▶ 준공단계 측정 결과값은 일반적인 공동주택(3~6회/Hr) 대비 우수하나 향후 3~5년 후 성능도 검증이 필요함

◆ 현재 대규모 현장 기밀성능 확보 시 유의점

기밀테이프

- ▶ 현실적으로 대형 공사현장은 현장의 분진, 작업자 손의 먼지 등 시공 시 문제발생 우려가 높아 밀실한 우레탄 충전도 함께 진행요구

기밀 측정

- ▶ 현재 : 에너지효율등급 본인증 단계에서 1회 수행 (창호or 설비?)
- ▶ 향후 : 창호공사 이후 1회 검증 추가 및 준공 5년 후 검증 필요

- 수치적인 결과를 넘어 실질적으로 체감 가능한 ZEB 1등급 건물을 위한 방안

1. 기밀성능 확보를 위한 세심한 시공
2. 지속적 성능 유지를 위한 모니터링
3. 기밀자재의 성능 향상

◎ 태양광 패널 유지관리

- 태양광은 에너지생산에 직결되는 만큼 설치 위치부터 주기적인 청소계획까지 고려하여 설치하여야 함



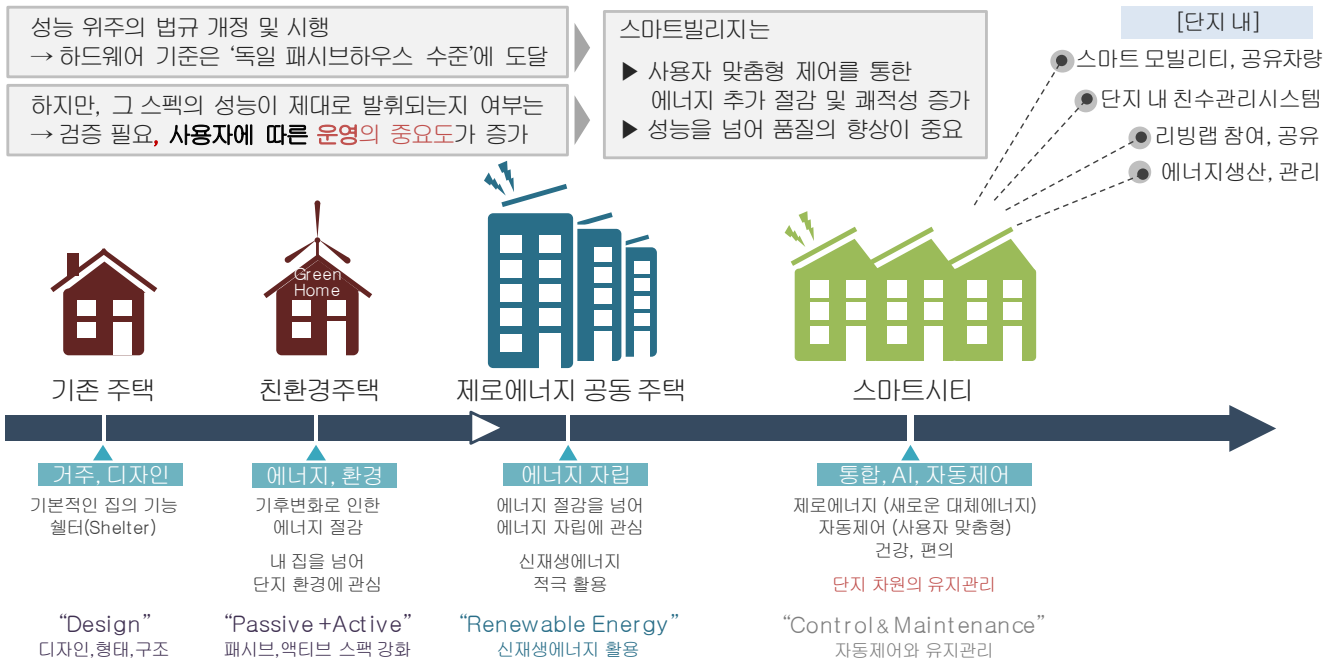
◎ 스마트빌리지 태양광 패널 모니터링

- 개별세대에 앞서 스마트시티로 냉난방 설비 등이 통합되어 있음
- 단지 전체의 발전량 및 이상 유무 확인 가능한 단지 차원의 태양광 발전 모니터링 반드시 필요



◎ 스마트시티 빅데이터 구축 요구

- 스마트단지, 스마트시티가 안정되기 위해서는 유지관리에 대한 빠른 대응과 모니터링이 요구됨



◎ 참고서적 및 사이트

1. 공식홈페이지 <https://busan-smartvillage.com/>
2. <https://www.kharn.kr/news/article.html?no=14481>
3. 부산 EDC 스마트 빌리지에 적용된 친환경 기술 / 조우진

A.3

컨설팅 및 인증 사례
-ZEB 건물 인증 사례(주거)

교육 목표

ZEB
건물 인증 사례(주거)

- * 에너지자립률의 이해
- * 인증사례를 통한 ZEB 구현 방안
- * 인증제도 통합 관련 이슈와 개선사항 공유

5 ZEB의 에너지 자립률

$$\text{에너지자립률(\%)} = \frac{\text{단위면적당 1차에너지생산량}}{\text{단위면적당 1차에너지소비량}}$$

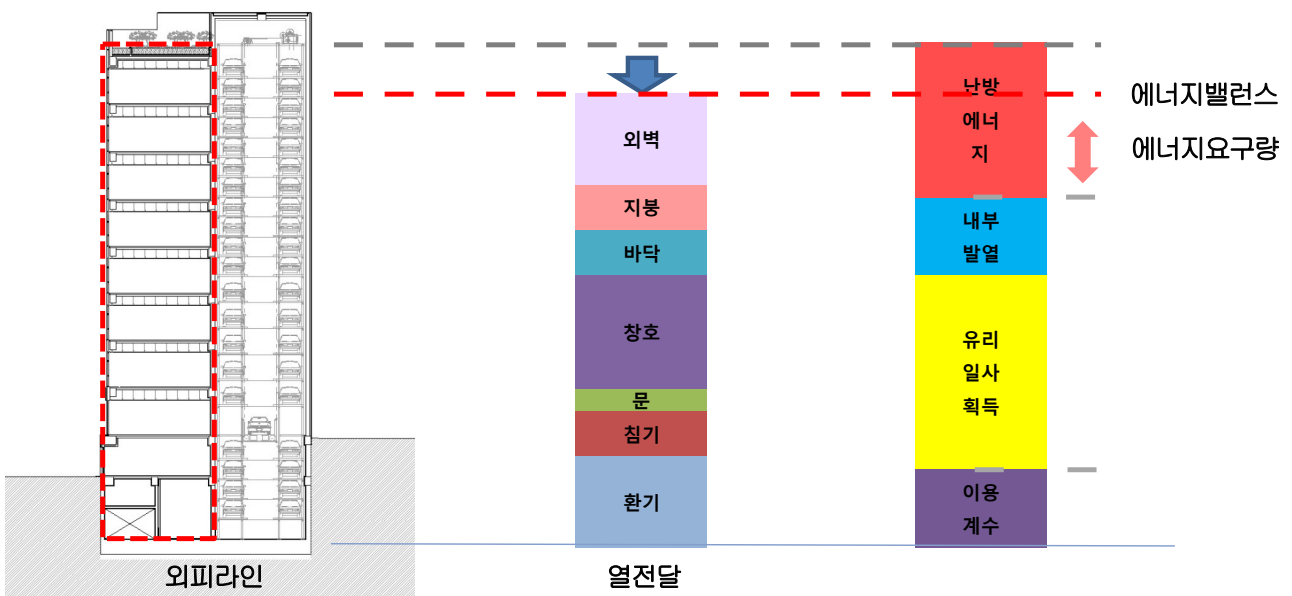
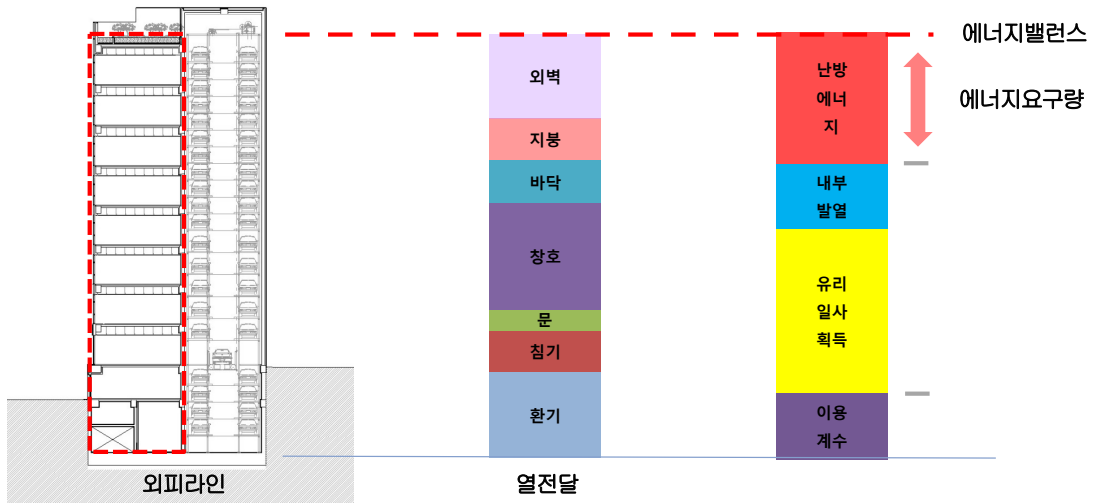
◎ 용어의 정의

- 에너지요구량
: 건축물의 냉방, 난방, 급탕, 조명 부문에서 표준 설정 조건을 유지하기 위하여 해당 공간에서 필요로 하는 에너지량
- 에너지소요량
: 에너지요구량을 만족시키기 위하여 건축물의 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 부문의 설비기기에 사용되는 에너지량
- 1차에너지소요량
: 연료의 채취, 가공, 운송, 변환, 공급 등의 과정에서의 손실분을 포함한 에너지
- 에너지생산량
: 건축물의 대지 내와 대지 외에서 공급되는 신·재생에너지 생산량에서 신·재생에너지 생산에 필요한 에너지소비량을 감한 에너지량
- 에너지소비량
: 에너지소요량에 건축물의 대지 내와 대지 외에서 공급되는 신·재생에너지 소비량과 신·재생에너지 생산에 필요한 화석에너지소비량을 더한 에너지량

1차 에너지	환산계수
연료	1.1
전력	2.75
지역난방	0.728
지역냉방	0.937

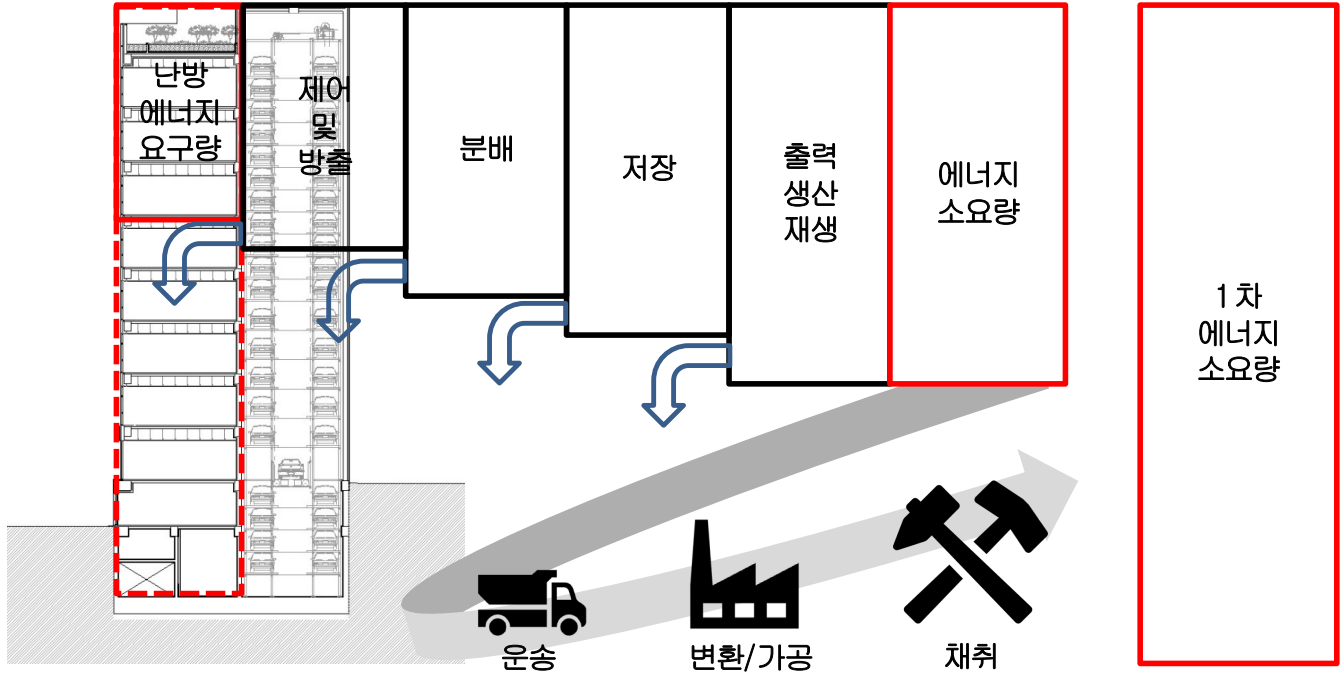
◎ 에너지요구량

- 난방 에너지요구량



◎ 에너지소요량

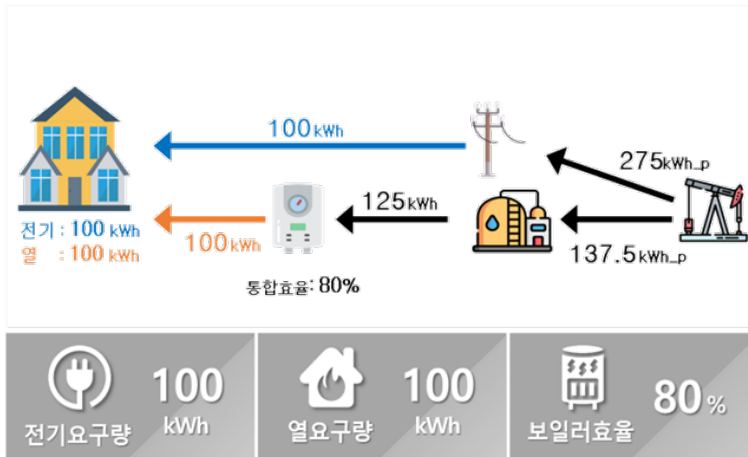
- 난방 에너지소요량



◎ 에너지자립률



자료: 한국에너지공단 ZEB 인증안내서



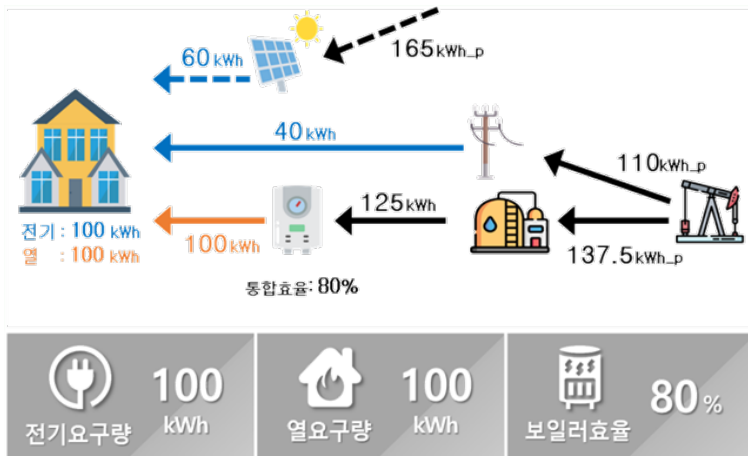
연료소요량 : 100kWh ÷ 0.8 (효율) = 125kWh

[신재생 미반영]

1차 에너지 생산량
-없음

1차 에너지 소비량
-전기 : 100 × 2.75 = 275.0 kWh
-열 : 125 × 1.1 = 137.5 kWh
-합계 : 275.0 + 137.5 = 412.5 kWh

에너지자립률
-0 ÷ 412.5 × 100 = 0 %



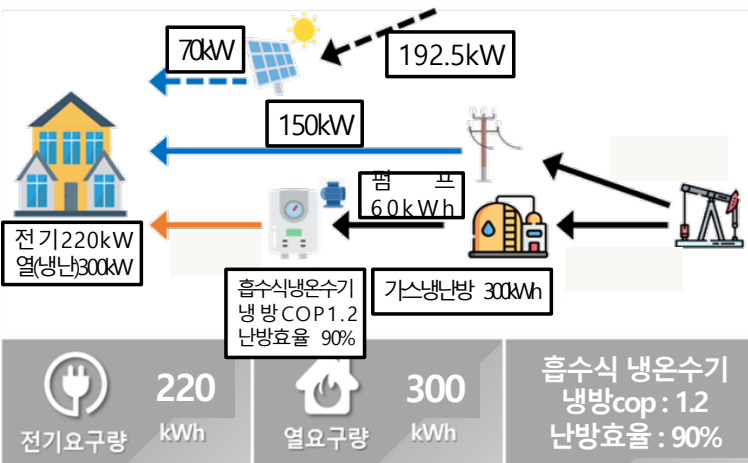
연료소요량 : 100kWh ÷ 0.8 (효율) = 125kWh

[태양광 시스템]

1차 에너지 생산량
-태양광 : 60 × 2.75 = 165.0 kWh

1차 에너지 소비량
-전기 : 40 × 2.75 = 110.0 kWh
-열 : 125 × 1.1 = 137.5 kWh
-태양광 : 165.0 kWh
-합계 : 110.0 + 137.5 + 165.0 = 412.5 kWh

에너지자립률
-165.0 ÷ 412.5 × 100 = 40.0 %



연료소요량
냉방 : 100kWh
난방 : 200kWh

[태양광 시스템]

1차 에너지 생산량
-태양광 : 70 × 2.75 = 192.5 kWh

1차 에너지 소비량
-전기 : (70 + 150 + 60) × 2.75 = 770 kWh
-연료 : 300 × 1.1 = 330 kWh
-합계 : 770 + 330 = 1,100 kWh

에너지자립률
-192.5 ÷ 1100 × 100 = 17.5 %

◎ 유사제도 비교

ZEB 인증 에너지자립률

독색건축물 조성지원법」제17조
건축물의 에너지효율등급인증및 제로에너지
건축물 인증

ex1) 태양광 1차에너지생산량 계산방법

- 태양광패널 면적(m²) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m²) × 2.75

ex2) 지열히트펌프(전기) 1차에너지생산량 계산방법

- [히트펌프 열생산량(kWh) × 1] - [(히트펌프 운전동력(kW) + 지중순환펌프동력(kW)) × 가동시간(h) × 2.75]

ex3) 태양열 1차에너지생산량 계산방법

- [태양열 집열판면적(m²) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m²) × 1] - [솔라펌프동력(kW) × 가동시간(h) × 2.75]

ex4) 연료전지(수소개질) 1차에너지생산량 계산방법

- [연료전지 열생산량(kWh) × 1 + 연료전지 전기생산량(kWh) × 2.75] - [가스소비량(kWh) × 1.1]

자료 : 한국에너지공단 ZEB 인증 안내서

에너지자립률 = 1차생산량 / 1차소비량
에너지생산을 위해 소비된 에너지량은 제외
기기 효율값을 반영한 평가프로그램(ECC2) 계산값

공공기관 설치의무화제도공급의무비율

신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」
공공 1,000㎡ 이상 건축물 신재생공급의무

신·재생에너지 공급의무비율 = $\frac{\text{신·재생에너지 생산량}}{\text{예상 에너지사용량}} \times 100$

신·재생에너지원	단위	에너지생산량	원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	0.95
	추적식	1,765	1.47
	BIPV	923	6.12
태양열	평관형	596	1.78
	단일관공관형	745	1.42
	이중관공관형	745	1.42
	공기식무장형	487	1.53
	공기식유장형	557	2.87

신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 (별표10))

신재생공급비율 = 생산량 / 사용량
단위 설치규모에서 연간 생산되는 에너지의 양
(원별설치규모 × 단위에너지생산량 × 원별보정계수)

녹색건축 인증기준 신재생 설치비율

독색건축물 조성 지원법」제16조
녹색건축의 인증

· 평점 = (가중치) × (배점)

신재생에너지 시설의 설치비율(%)
= $\frac{\text{신재생에너지 (난방용량 + 냉방용량 + 전기용량 + 급탕용량)}}{\text{전체 설비용량(난방 + 냉방 + 전기 + 급탕)의 합}} \times 100$

구분	신재생에너지 시설의 설치비율	가중치
1급	신재생에너지 설치비율이 5% 이상인 경우	1.0
2급	신재생에너지 설치비율이 4% 이상 5% 미만인 경우	0.8
3급	신재생에너지 설치비율이 3% 이상 4% 미만인 경우	0.6
4급	신재생에너지 설치비율이 2% 이상 3% 미만인 경우	0.4

- 의무대상 건축물의 경우, 위 기준에서 1위를 추가로 설치하는 경우 인정함
- 신에너지 및 재생에너지(신재생에너지)란 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에서 정의하는 식유, 석탄, 원자력 및 천연가스가 아닌 태양에너지, 바이오에너지, 풍력에너지 등을 말함
- 대상 건축물 이외의 장소에 별도의 신재생에너지 시설을 직접 설치하여 공급받는 경우 이를 인정할 수 있음
- 신재생에너지설비 인증을 받은 채광설비는 전기(조명)설비 용량으로 인정함

자료 : 녹색건축 인증기준 해설서

신재생 설치비율 = 신재생용량 / 전체설비용량
신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에 해당하는 설비
인증 채광설비도 인정, 수익목적외부판매시 인정X

☉ 태양광 설치각도 비교

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-13.0	20.3	13.2	5.8	9.5	2.3	51.1
1차소요량	-35.7	22.4	36.3	15.9	26.1	6.4	107.1
CO2발생량	0.0	4.1	6.2	2.7	4.5	1.1	18.6
등급용1차소요량	0.0	22.4	36.3	15.9	26.1	6.4	107.1

에너지자립률(전체): **25.00** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): **35.7** 단위면적당 1차에너지소비량 : **142.8**
 에너지자립률(대지외): **0.00** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): **0.0**

설치각도 : 45도
모듈방위 : 남



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-11.9	20.3	13.7	6.0	9.8	2.4	52.2
1차소요량	-32.6	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2
CO2발생량	0.0	4.1	6.4	2.8	4.6	1.1	19.0
등급용1차소요량	0.0	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2

에너지자립률(전체): **22.83** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): **32.6** 단위면적당 1차에너지소비량 : **142.8**
 에너지자립률(대지외): **0.00** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): **0.0**

설치각도 : 수평
모듈방위 : 없음



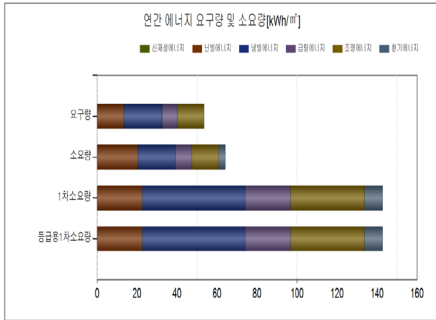
	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-7.9	20.3	15.4	6.8	11.1	2.7	56.3
1차소요량	-21.6	22.4	42.3	18.6	30.5	7.5	121.3
CO2발생량	0.0	4.1	7.2	3.2	5.2	1.3	21.0
등급용1차소요량	0.0	22.4	42.3	18.6	30.5	7.5	121.3

에너지자립률(전체): **15.12** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): **21.6** 단위면적당 1차에너지소비량 : **142.9**
 에너지자립률(대지외): **0.00** % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): **0.0**

설치각도 : 수직
모듈방위 : 남



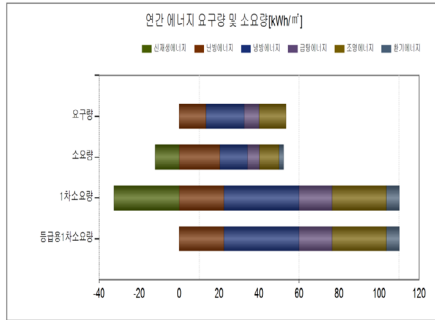
◎ 에너지자립률



	신재생에너지	난방에너지	상층에너지	급탕에너지	조명에너지	전기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	0.0	20.4	18.7	8.2	13.5	3.3	64.1
1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8
002발방량	0.0	4.1	8.8	3.9	6.3	1.5	24.6
등급용1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8

에너지자립률(준계): 0.00 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0 단위면적당 1차에너지소요량: 142.8
 에너지자립률(대지외): 0.00 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0

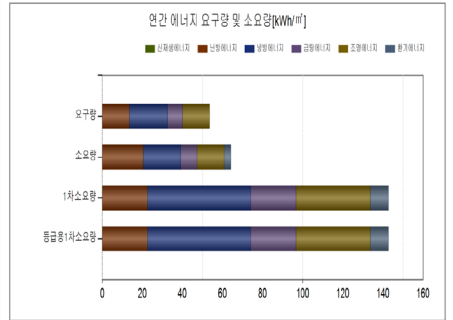
<신재생 미반영>



	신재생에너지	난방에너지	상층에너지	급탕에너지	조명에너지	전기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-11.9	20.4	13.7	6.0	9.8	2.4	52.3
1차소요량	-32.6	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2
002발방량	0.0	4.1	6.4	2.8	4.6	1.1	19.0
등급용1차소요량	0.0	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2

에너지자립률(준계): 22.83 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 32.6 단위면적당 1차에너지소요량: 142.8
 에너지자립률(대지외): 0.00 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0

<태양광 대지 내 설치>



	신재생에너지	난방에너지	상층에너지	급탕에너지	조명에너지	전기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	0.0	20.4	18.7	8.2	13.5	3.3	64.1
1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8
002발방량	0.0	4.1	8.8	3.9	6.3	1.5	24.6
등급용1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8

에너지자립률(준계): 15.97 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 0.0 단위면적당 1차에너지소요량: 142.8
 에너지자립률(대지외): 15.97 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 32.6

<태양광 대지 외 설치>

대지 내 에너지자립률	~10% 미만	10% 이상~15% 미만	15% 이상~20% 미만	20% 이상~
대지 외 생산량 가중치	0.7	0.8	0.9	1.0

태양광시스템 대지 내 설치 / 대지 외 설치 비교
 대지 외 설치여부 체크 시 생산량 보정 계수 반영
 대지 외 생산량은 1차에너지소요량에서 차감X → 에너지자립률에만 영향
 자립률계산 예) $32.6 \times 0.7 \div 142.8 = 15.97\%$

6 공동주택 ZEB 인증사례

◎ 공동주택 유형



소형 타입

중대형 타입

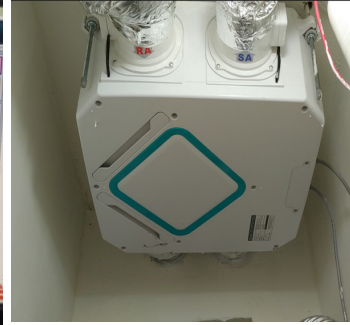
복층/다락 타입

◎ 공동주택의 에너지절감



난방제어 상태 및 설정

난방운전	온도제어	온도제어설정	햇수제어	모드설정	
시동운전	정지	실외온도	45.0℃	모드상태	양막차운전
원프상태		환기개도	0.0%		
원프1상태	정지	안버터제어	안버터설정	원프제어	원프제어설정
원프2상태	정지	실외압력1	1.0bar	급변시간	80초
		안버터압력1	0.0%	원프1운전	정지
		실외압력2	1.0bar	원프2운전	정지
		안버터압력2	0.0%	원프1운전시간	484h
온도감시		안버터급전	3.0%	원프2운전시간	193h
외기온도	24.8℃				
난방공급온도	24.1℃				
난방환수온도	23.2℃	올바른온도	관리		
난방공급압력	5.7bar	원프온전(동력)	5.8%		
난방환수압력	5.8bar	원프온전(동력)	3.0%		

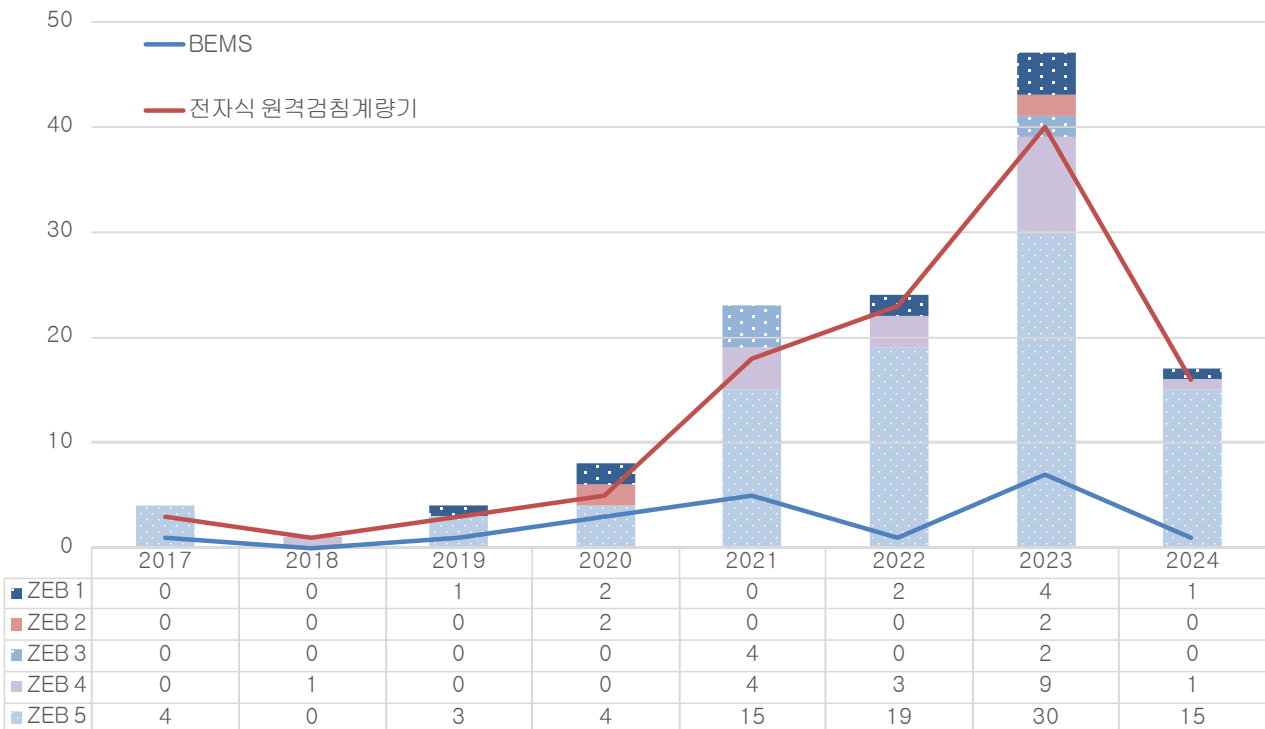


◎ 공동주택 등급 비교(효율)



◎ 공동주택 등급 비교(제로)

총 128건(2024. 6. 14. 기준)



◎ 공동주택 ZEB 사례

※ 태양광 제외 시

항목(대)	A공동주택	B공동주택3	C공동주택	D공동주택	E공동주택
전용면적	81943.66	72345.7	25955.88	6842.34	1770.45
세대수	965	1305	697	200	19
형태	고층형	고층형	중층형	저층형	단독형
거실 주방위	남동향	남향	남동향	남향	남동향
타입(주타입)	84(84)	49~59(59)	29~49(36)	24~44(24)	29~105(98)
에너지요구량	76.4	83.4	87.1	101.8	125.2
등급..용 1차에너지소요량	77.1 ※100.1	81.7 ※100.8	52.9 ※129.2	78.2 ※137.6	-24.4 ※231.0
기밀성능	6	6	6	6	11.4
온열원설비	지역난방	지역난방	지열	지역난방	히트펌프
냉열원설비	-	-	지열	에어컨	지열
급탕설비	지역난방	지역난방+연료전지	지역난방	지역난방	히트펌프
전열교환기	100%	100%	100%	100%	100%
조명밀도	3.7	5.1	5.3	4.7	7.2
태양광용량	631.1 ※ 삭제	517.9 ※ 삭제	966.1 ※ 삭제	101.9 ※ 삭제	137.2 ※ 삭제
태양광각도	수평	수평	수평	45도	45도
에너지효율등급	1++등급 ※ 1+	1++등급 ※ 1+	1+++등급 ※ 1	1++등급 ※ 1	1+++등급 ※ 4
신청지역	경기	서울	서울	세종	부산
에너지자립률	22.9 ※ 0	20.5 ※ 2.9	62.6 ※ 8.6	43.1 ※ 0	109.8 ※ 6.9
전용면적 100 당 태양광 용량	0.8	0.7	3.7	1.5	7.8
세대 당 태양광 용량	0.65	0.40	1.39	0.51	7.22

◎ 공동주택 조건 비교



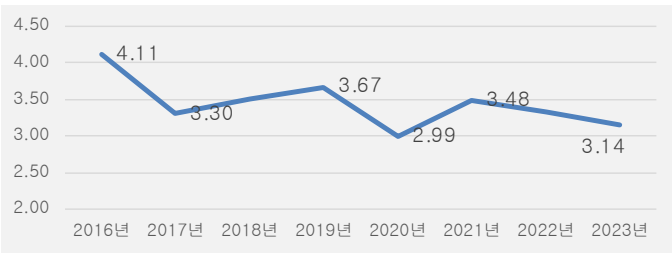
난방방식

구조

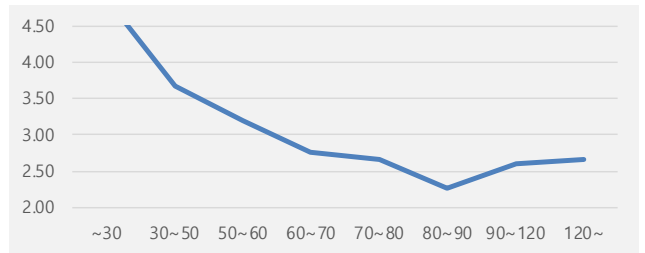
규모

지역

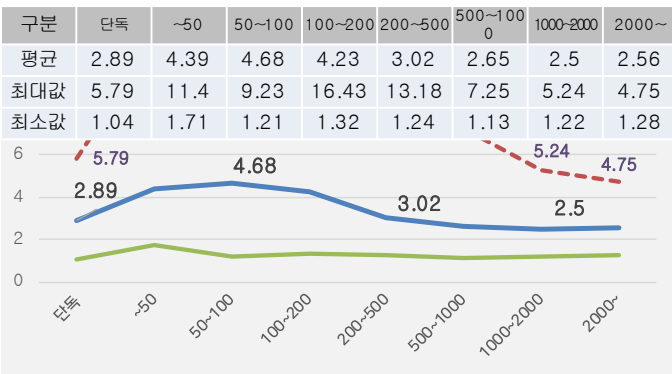
◎ 공동주택 기밀성능



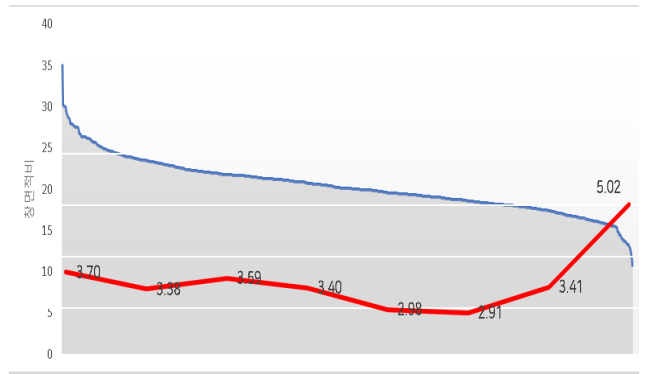
연도별 기밀성능



전용면적별 기밀성능

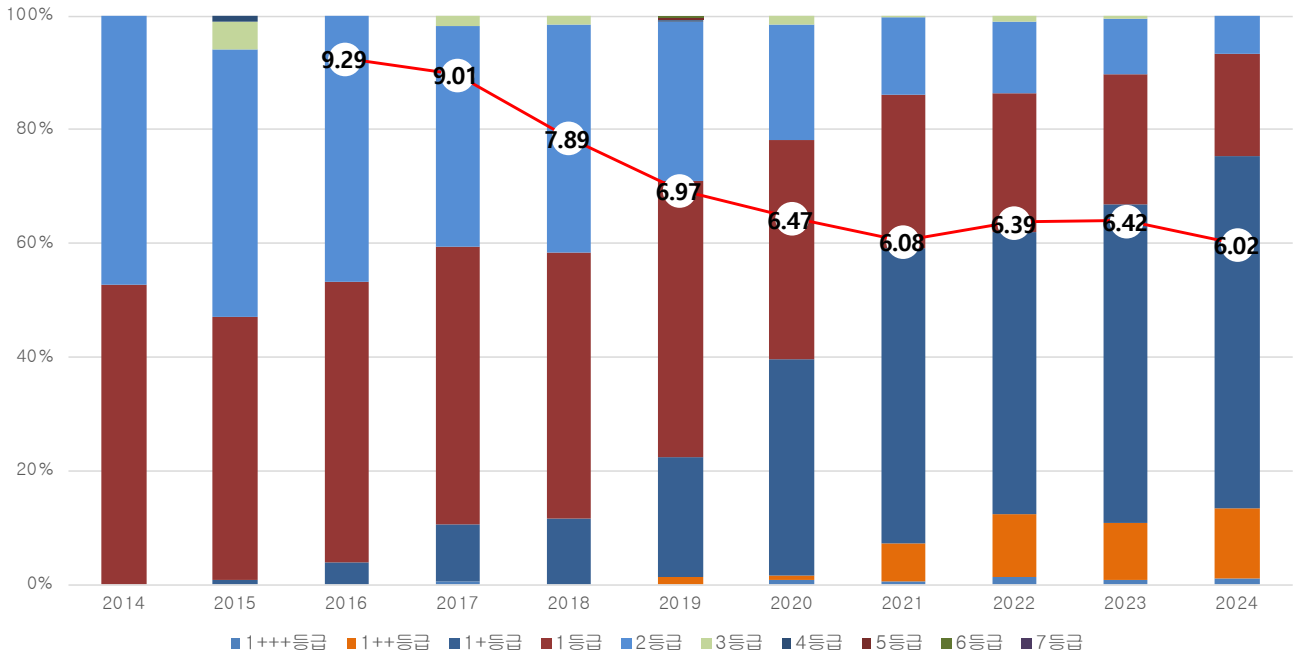


규모별(세대수) 기밀성능



창면적비별 기밀성능

◎ 공동주택 조명밀도



※ 등급별 평균조명밀도 5.67 5.04 5.89 7.30 8.31 8.64

7 평가방법 개선(안) 안내

◎ 주거용 냉방평가 개선

설계 도면 상 냉방기기가 없을 시 **냉방설비 기본값 적용**

냉방설비 기본값

- 에너지 효율등급 인증을 받은 건축물 데이터 분석 및 연구보고서로 산출
- 기존 건축물 에너지효율등급 하위 10% 로 기본값 설정
→ **평균효율 대비 낮은 기준으로, 고효율 기기 도입 시 냉방에너지 추가 절약 가능**

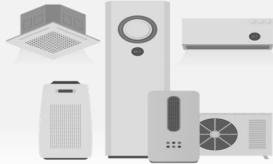
공동주택 냉방평가 개선(안)

“냉방설비 기본값이 평가 프로그램 상 자동 적용”

구분	단위	내용
냉동기 방식	-	압축식
냉동기 종류	-	실내공조시스템
냉방용량	kW	0.1801*전용면적
냉방효율	COP	2.894
실내기방식	-	멀티분리시스템
제어방식	-	ON/OFF제어
냉방시간	시간	3.8

현행 제도 평가 기준

설계도서에 냉방설비가 적용되지 않은 주거용 건축물은 냉방에너지 평가 제외



냉동기 방식 및 종류

관련 연구(외부, 공단)의 자료조사 및 분석 결과

냉방 용량

기존 효율등급 인증건의 세대별 면적당 냉방용량의 추세식

냉방 효율

기존 효율등급 인증건의 세대 별 COP 하위 10% 값

실내기, 제어 방식

기존 효율등급 인증 데이터 및 스탠드형 보급률(0.7) 활용

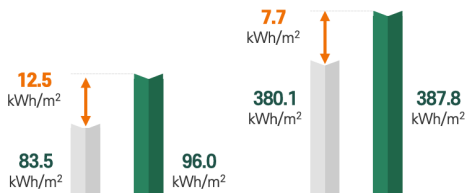
냉방 시간

표본 세대의 현장계측 데이터 산술평균

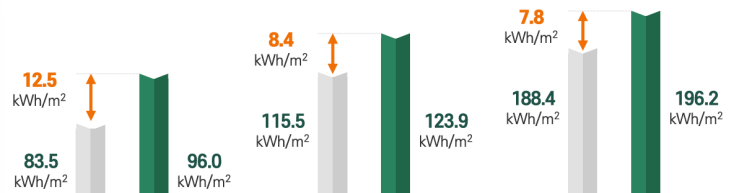
제도개선 영향도

- 기분값 적용 시 : 에너지소요량은 약 5.7%(평균 7.8kWh/m²) 증가(1차 에너지소요량, 적용하지 않은 건축물 대비)
→ 고효율 냉방기기로 설계 시 효율이 증가하여 추가적인 절감 가능
- 기 인증받은 건물(30건) 분석 결과 등급 변동 없음

1차 에너지소요량 기준 분석

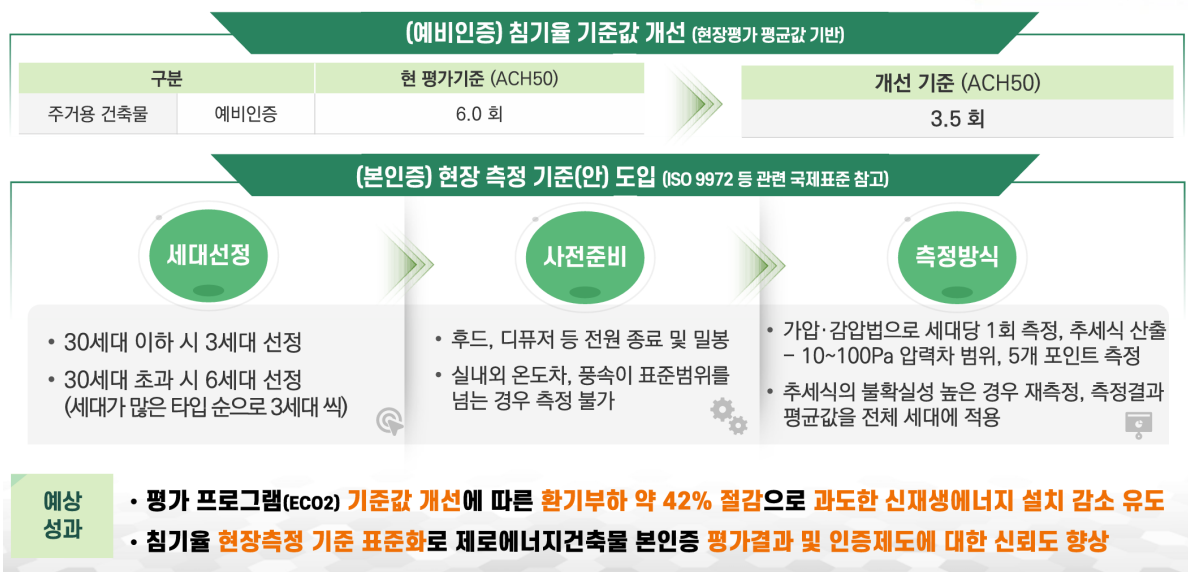


등급변경 건 세부내용



ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)

◎ 주거용 기밀성능 개선



ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)

◎ 참고서적 및 사이트

1. Zero Energy Building 인증안내서 2020 ver2
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침
4. 건축물에너지효율등급인증시스템 <https://beec.energy.or.kr>
5. 제로에너지건축물인증시스템 <https://zeb.energy.or.kr>
6. ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)
7. <https://pixabay.com/>

A.3

컨설팅 및 인증사례 ZEB 건물 운영 사례(비주거)

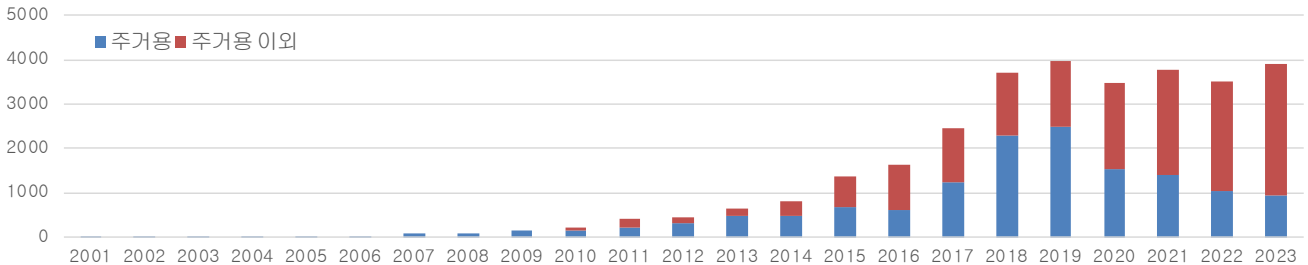
교육 목표

- ZEB * 인증사례를 통한 ZEB 구현 방안
- 건물 운영 사례(비주거) * ZEB 에너지관리시스템 운영

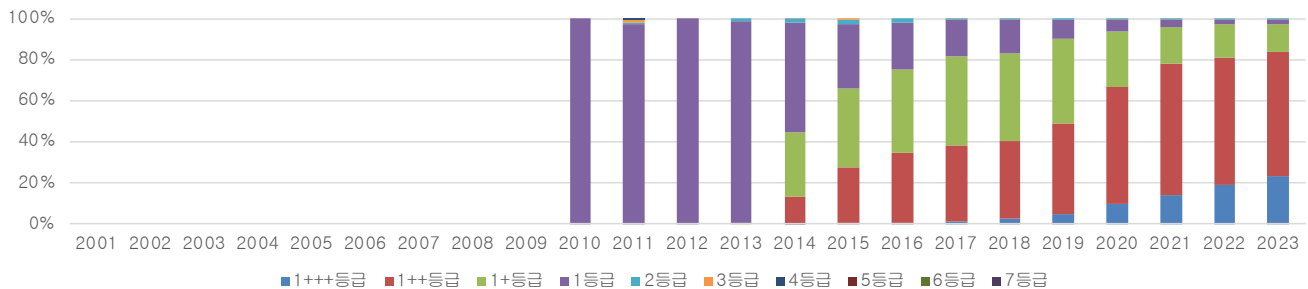
8 비주거 ZEB 인증사례

◎ 용도별 인증 통계(효율)

● 총 인증 수량

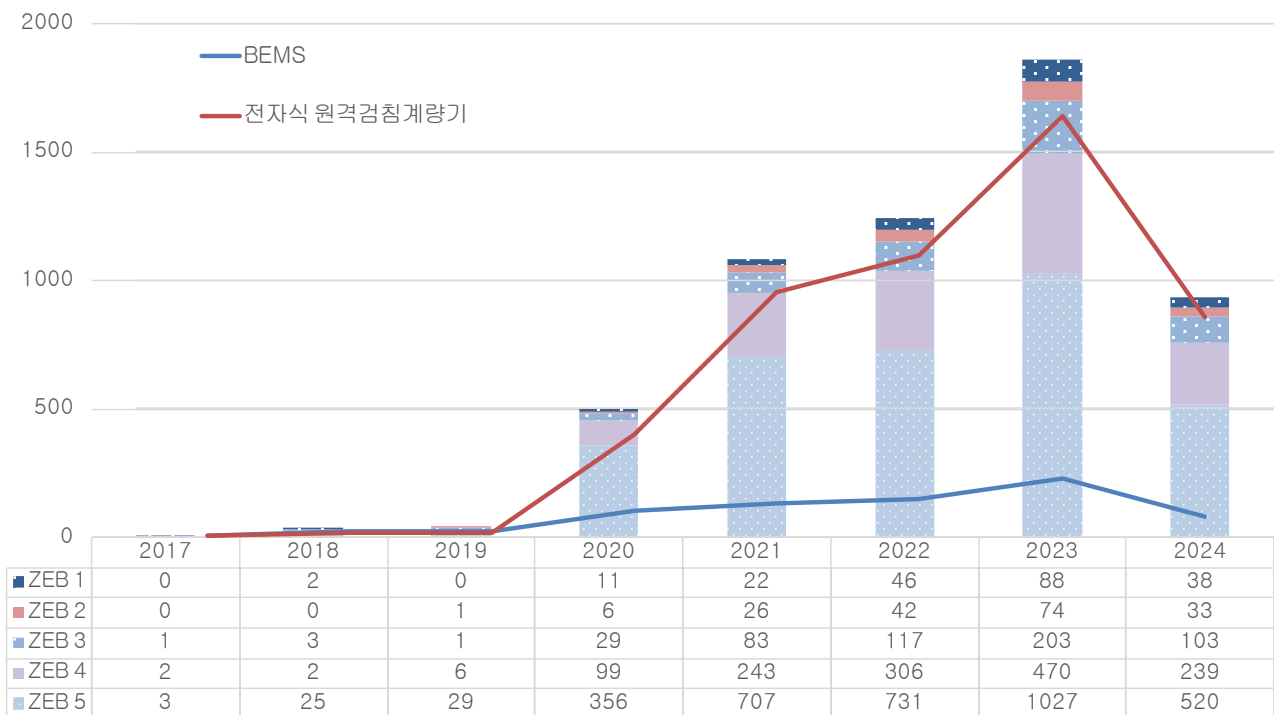


● 비주거(주거용 이외) 등급 비교



◎ 비주거 등급 비교(제로)

총 5,694건(2024. 6. 14. 기준)



프로필 비교

구분	단위	주거공간	소규모사무실	대규모사무실	회의실	강당	구내식당	화장실	그외채류	부속공간	창고,문서실	전산실	주방,조리실	병실	객실	교실(초중고)	강의실(대학)	매장	전시실	열람실	체육시설	구내식당(초중고)	주방,조리실(초중고)	체육시설(초중고)
사용시간과 운전시간																								
사용시작시간	[hh:mm]	00:00	9:00	9:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	7:00	00:00	8:00	00:00	21:00	8:00	9:00	8:00	10:00	8:00	8:00	11:00	8:00	9:00
사용종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	24:00	8:00	15:00	18:00	20:00	18:00	20:00	23:00	15:00	15:00	16:00
운전시작시간	[hh:mm]	00:00	7:00	7:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	7:00	00:00	8:00	00:00	21:00	8:00	9:00	8:00	10:00	8:00	8:00	11:00	8:00	9:00
운전종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	24:00	8:00	15:00	18:00	20:00	18:00	20:00	23:00	15:00	15:00	16:00
설정 요구량																								
최소도입외기량	[m³/(m³h)]	1.1	4	6	15	2	18	15	7	0.15	0.15	1.3	90	4	3	10	30	4	2	8	3	18	90	3
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	84	30	30	30	30	1250	0	30	0	0	30	0	82	82	30	30	30	30	30	220	1250	0	220
조명시간	[h]	5	6	9	11	11	7	11	11	11	11	12	7	12	4	6	6	12	8	12	15	4	7	7
열발열원																								
사람	[Wh/(m²d)]	53	30	55.8	96	36	177	0	96	0	0	15	56	108	70	100	420	84	28	168	60	177	56	60
작업보조기기	[Wh/(m²d)]	52	42	126	8	24	10	0	8	0	0	1800	1800	24	44	20	24	24	0	0	0	10	1800	0
실내공기온도																								
난방설정온도	[°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
냉방설정온도	[°C]	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
월간 사용일수																								
1월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	31	0	0	26	22	26	26	0	0	26
2월 사용일수	[d/mth]	28	19	19	19	19	19	19	19	19	19	28	19	28	28	14	0	23	19	23	23	14	14	23
3월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	31	23	20	25	21	25	25	23	23	25
4월 사용일수	[d/mth]	30	22	22	22	22	22	22	22	22	22	30	22	30	30	22	20	26	22	26	26	22	22	26
5월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	31	21	15	26	22	26	26	21	21	26
6월 사용일수	[d/mth]	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	30	30	20	20	24	20	24	24	22	22	24
7월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	31	15	5	26	22	26	26	15	15	26
8월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	31	3	0	26	21	26	26	3	3	26
9월 사용일수	[d/mth]	30	18	18	18	18	18	18	18	18	18	30	18	30	30	22	20	22	18	22	22	22	22	22
10월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	31	21	20	25	21	25	25	21	21	25
11월 사용일수	[d/mth]	30	21	21	21	21	21	21	21	21	21	30	21	30	30	22	21	26	21	26	26	22	22	26
12월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	31	15	9	25	21	25	25	15	15	25
용도별 보정계수																								
난방	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.503	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31
냉방	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.196	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31
급탕	-	1	1	1	1	1	0.024	0	1	0	0	0.685	0	0.251	0.251	1.25	1.667	0.833	1	0.833	0.114	0.03	0	0.114
조명	-	1	1.5	1	0.818	0.818	1.286	0.818	0.818	0.818	0.514	1.286	0.514	1.541	1.875	2.5	*수식	1.125	0.625	0.5	2.813	1.607	1.071	1.071
환기	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.314	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정 [별표 2] 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필

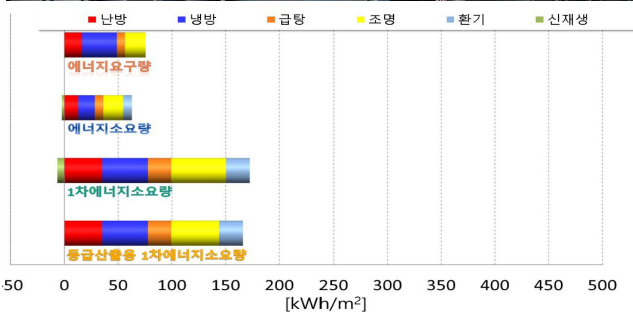
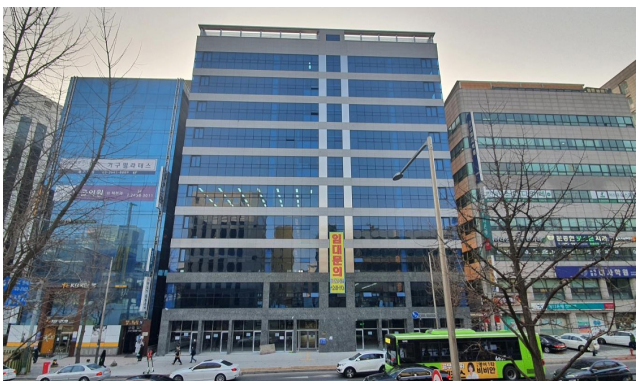
구분	주거공간	대규모사무실	구내식당	부속공간	전산실	교실(초중고)
사용시간과 운전시간						
사용시작시간	00:00	9:00	8:00	7:00	00:00	8:00
사용종료시간	24:00	18:00	15:00	18:00	24:00	15:00
운전시작시간	00:00	7:00	8:00	7:00	00:00	8:00
운전종료시간	24:00	18:00	15:00	18:00	24:00	15:00
설정 요구량						
최소도입외기량	1.1	6	18	0.15	1.3	10
급탕요구량	84	30	1250	0	30	30
조명시간	5	9	7	11	12	6
열발열원						
사람	53	55.8	177	0	15	100
작업보조기기	52	126	10	0	1800	20
실내공기온도						
난방설정온도	20	20	20	20	20	20
냉방설정온도	26	26	26	26	26	26
월간 사용일수						
1월 사용일수	31	22	22	22	31	0
-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-
8월 사용일수	31	21	21	21	31	3
-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-
12월 사용일수	31	21	21	21	31	15

◎ 보정계수 비교

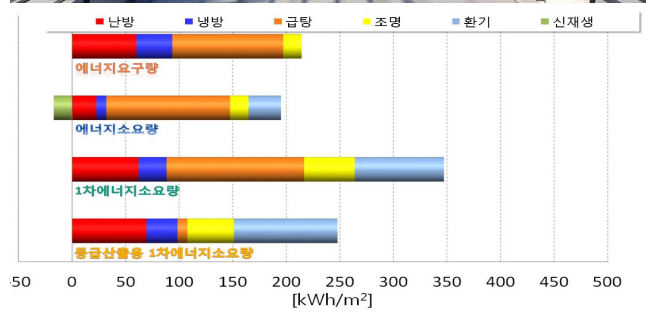
이전	구분	대규모 사무실	교실	전산실	2021. 2.25. 이후	구분	대규모 사무실	교실	전산실
	난방	1	1.964	0.314		난방	1	1.964	0.503
	냉방	1	1.964	0.314		냉방	1	1.964	0.196
	급탕	1	1.250	0.685		급탕	1	1.250	0.685
	조명	1	1.875	0.514		조명	1	1.875	0.514
	환기	1	1.964	0.314		환기	1	1.964	0.314

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정
[별표2] 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필

◎ 업무시설/연회장(식당)

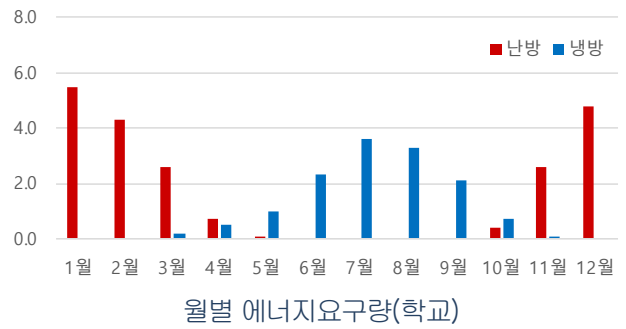
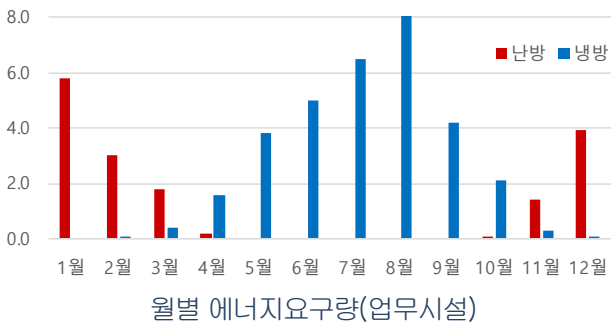


에너지요구량 및 소요량(업무시설)

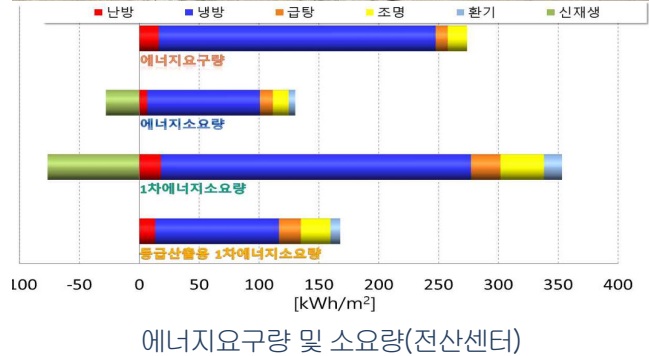
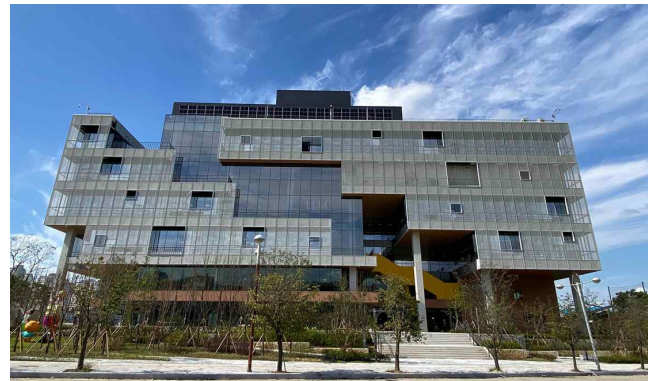
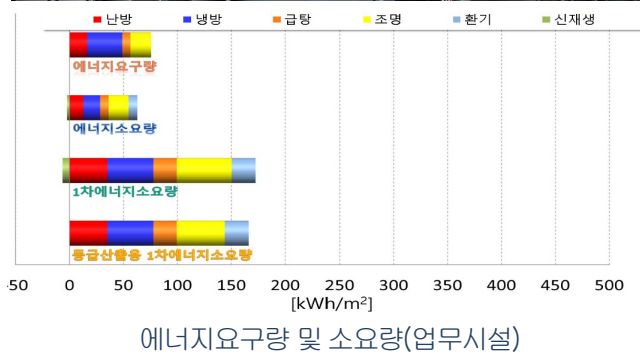


에너지요구량 및 소요량(식당)

◎ 업무시설/학교



◎ 업무시설/전산센터



◎ 데이터센터



전산실



향온향습기



밀폐형 냉각탑

구분	대규모사무실 (EHP)	전산실 (EHP)	구분	전기 히트펌프	향온향습기	구분	냉각탑 개방형	냉각탑 밀폐형
1차 소요량	130.9	880.6	1차 소요량	냉방 COP 차이만 편차	냉방 COP 차이만 편차	1차 소요량	1,575.4	1,645.0
등급용 1차 소요량	130.9	210.9	등급용 1차 소요량			등급용 1차 소요량	570.4	593.2

항목	A사설	B사설	C사설	D사설	E사설	F사설	G사설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평균면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	315.6	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	362.3	150.2	269.1	132.0
등급용 1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	461.7	81.9	173.9	87.0
등급용 1차소요량(합계)	138.0	165.8	267.5	570.4	255.7	246.8	145.3
전산실비율	49.9	-	8.4	50.3	-	36.9	11.5
냉난방방식	히트펌프	히트펌프	히트펌프+스크류압축	히트펌프+터보냉동기	지역난방, 흡수식	히트펌프	히트펌프+흡수식
공조기적용	0%	50%	50%	75%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	6.37	6.31	3.88	4.86
태양광 용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열 용량	-	714.4	452.1	-	376	-	2511.326
등급	1++등급	1+등급	2등급	6등급	1등급	1등급	1+등급
신청지역	전남	충남	세종	서울	인천	경기	경기
에너지지킴블	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평균면적 당태양광 용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.03	0.04

※ 전산실 비중 50% 건축물 비교

항목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평기면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	315.6	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	362.3	150.2	269.1	132.0
등급용1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	461.7	81.9	173.9	87.0
등급용1차소요량(합계)	138.0	165.8	267.5	570.4	255.7	246.8	145.3
전산실비율	49.9	-	8.4	50.3	-	36.9	11.5
냉난방방식	히트펌프	히트펌프	히트펌프+스크류압축	히트펌프+태보냉동기	지역난방, 흡수식	히트펌프	히트펌프+흡수식
공조기적용	X	50%	50%	75%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	6.37	6.31	3.88	4.86
태양광 용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열 용량	-	714.4	452.1	-	376.0	-	2511.3
등급	1++등급	1+등급	2등급	6등급	1등급	1등급	1+등급
신청지역	전남	충남	세종	서울	인천	경기	경기
에너지지킴블	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평기면적 당태양광 용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.03	0.04

※ 전산실 비중 50% 건축물 비교

항목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평기면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	306.5	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	343.7	150.2	269.1	132.0
등급용1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	79.8	81.9	173.9	87.0
등급용1차소요량(합계)	138.0	165.8	267.5	137.3	255.7	246.8	145.3
전산실비율	49.9	-	8.4	50.3	-	36.9	11.5
냉난방방식	히트펌프	히트펌프	히트펌프+스크류압축	(변경)히트펌프	지역난방, 흡수식	히트펌프	히트펌프+흡수식
공조기적용	0%	50%	50%	(변경)0%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	(변경)3.54	6.31	3.88	4.86
태양광 용량	121.5	-	58.8	(증설)550.0	-	1000.0	1107.3
지열 용량	-	714.4	452.1	-	376.0	-	2511.3
등급	1++등급	1+등급	2등급	1++등급	1등급	1등급	1+등급
신청지역	전남	충남	세종	서울	인천	경기	경기
에너지지킴블	31.8	4.5	12.6	34.3	0.2	9.6	30.7
평기면적 당태양광 용량	0.06	-	0.01	0.06	-	0.03	0.04

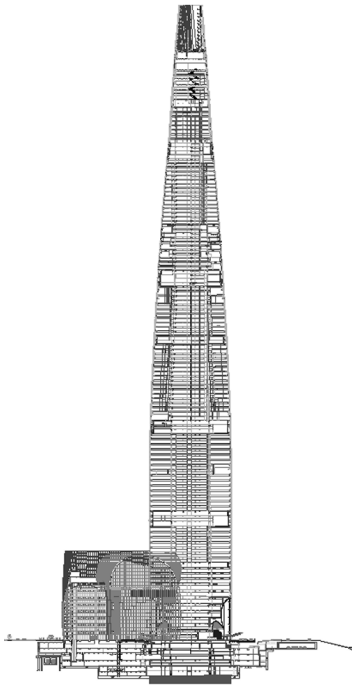
※ 규모가 유사한 건축물 비교

항 목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평기면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	315.6	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	362.3	150.2	269.1	132.0
등급용 1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	461.7	81.9	173.9	87.0
등급용 1차소요량(합계)	138.0	165.8	267.5	570.4	255.7	246.8	145.3
전산실비율	49.9	-	8.4	50.3	-	36.9	11.5
냉난방방식	히트펌프	히트펌프	히트펌프+스크류압축	히트펌프+터보냉동기	지역난방, 흡수식	히트펌프	히트펌프+흡수식
공조기적용	0%	50%	50%	75%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	6.37	6.31	3.88	4.86
태양광 용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열 용량	-	714.4	452.1	-	376.0	-	2511.3
등급	1++등급	1+등급	2등급	6등급	1등급	1등급	1+등급
신청지역	전남	충남	세종	서울	인천	경기	경기
에너지지킴블	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평기면적 당태양광 용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.033	0.036

※ 평가면적 1㎡ 당 0.06kW 적용

항 목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평기면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	315.6	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	362.3	150.2	269.1	132.0
등급용 1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	461.7	81.9	110.1	42.2
등급용 1차소요량(합계)	138.0	165.8	267.5	570.4	255.7	157.5	73.0
전산실비율	49.9	-	8.4	50.3	-	36.9	11.5
냉난방방식	히트펌프	히트펌프	히트펌프+스크류압축	히트펌프+터보냉동기	지역난방, 흡수식	히트펌프	히트펌프+흡수식
공조기적용	0%	50%	50%	75%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	6.37	6.31	3.88	4.86
태양광 용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000 > 1800	1107 > 1825
지열 용량	-	714.4	452.1	-	376.0	-	2511.3
등급	1++등급	1+등급	2등급	6등급	1등급	1+등급	1+++등급
신청지역	전남	충남	세종	서울	인천	경기	경기
에너지지킴블	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	42.50	63.7
평기면적 당태양광 용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.033 > 0.06	0.036 > 0.06

◎ 초고층 건축물



◆ 인증 사례

- 대지면적: 약 87,000㎡
- 건축면적: 약 36,000㎡
- 연면적: 약 806,000㎡
- 규모: 지하 6층, 지상 123층
- 구조: 철골 철근 콘크리트조, 철근 콘크리트조, 철골조
- 주 용 도: 판매시설, 문화 및 집회시설, 업무시설, 숙박시설 등
- 주 난방기기: 증기보일러, -주 냉방기기: 압축식 냉동기
- 신재생에너지: 태양광, 지열
- 인증 등급: **2등급**

※ 신· 재생에너지(태양광)만으로 자립률 20% 확보 시

◆ 태양광 필요면적

- 45도: 약 63,000㎡
- 수평: 약 70,000㎡
- 수직: 약 90,000㎡

1등급

1등급

1등급

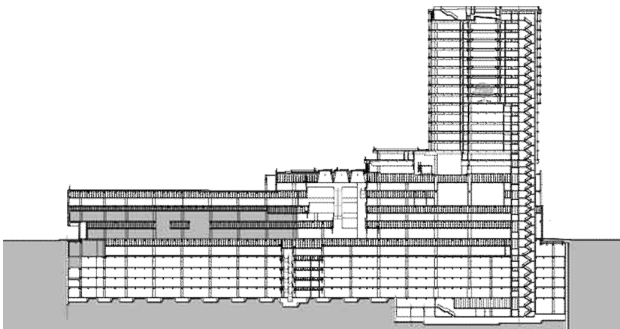
→ 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기, 신재생 모두 고려해야 ZEB 가능

◆ 인증 사례

- 대지면적: 약 130,000㎡
- 건축면적: 약 54,000㎡
- 연면적: 약 525,000㎡
- 규모: 지하 4층, 지상 15층
- 주 용 도: 숙박시설
- 인증 등급: **1+등급**



※ 태양광 16,000㎡ 추가(수평) 자립률 20%, **1++등급**



◆ 인증 사례

- 대지면적: 약 36,000㎡
- 건축면적: 약 21,000㎡
- 연면적: 약 301,000㎡
- 규모: 지하 6층, 지상 21층
- 주 용 도: 판매시설
- 인증 등급: **1+등급**

※ 태양광 13,000㎡ 추가(수평) 자립률 20%, **1++등급**

9 에너지관리시스템

◎ (현재) 에너지관리시스템

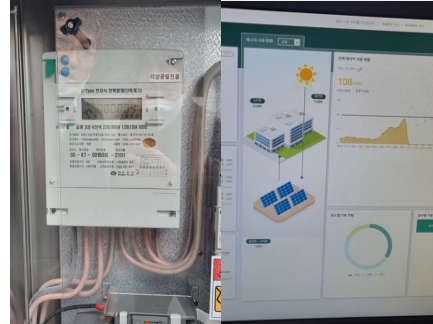
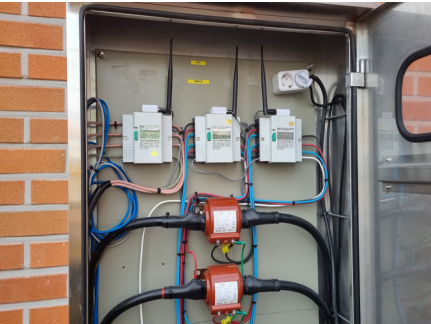


BEMS와 원격검침전자식 계량기

NO	평가항목	BEMS	원격검침
1	데이터 수집 및 표시	○	○
2	정보감시	○	권장
3	데이터 조회	○	○
4	에너지소비 현황 분석	○	○
5	설비의 성능 및 효율분석	○	권장
6	실내외 환경 정보 제공	○	-
7	에너지 소비량 예측	○	권장
8	에너지비용 조회 및 분석	○	○
9	제어시스템 연동	○	-
10	계측기 관리	-	○
11	데이터 관리	-	○

NO	평가항목	평가방법
1	데이터 수집 및 표시	건물 전체 에너지를 관리하고 표시하는 기능 평가
2	정보감시	수집되는 에너지 정보를 확인 및 관리 기능 평가
3	데이터 조회	건물에너지관리시스템(전자식 원격 검침시스템)을 통하여 수집된 정보의 조회 기능 평가
4	에너지소비 현황 분석	에너지 소비 현황 파악 및 증감 요인 분석 기능 평가
5	설비의 성능 및 효율분석	에너지 사용 설비의 효율을 분석하고 에너지 효율화 방안을 도출하는 기능 평가
6	실내외 환경 정보 제공	외기 및 실내의 온도와 습도 등 정보를 분석 및 제어에 활용하는 기능 평가
7	에너지 소비량 예측	건물의 운영에 따른 에너지소비량을 예측하는 기능 평가
8	에너지비용 조회 및 분석	에너지 비용을 파악하고 비용 절감 방안을 도출하는 기능 평가
9	제어시스템 연동	에너지 효율적인 방향으로 설비를 제어하는 기능 평가
10	계측기 관리	데이터를 제공하는 계측기의 관리 수준 평가
11	데이터 관리	데이터 관리 절차 등 수준평가

◎ (현재) 원격검침



◎ (현재) BEMS



◎ (변경안) 에너지관리시스템

‘건축물에너지관리시스템(녹색건축법 제6조의2제2항)’으로 명칭 개선

전자식 원격검침계량기

건축물에너지관리시스템

건축물에너지관리시스템

● 필수, ◐ 권장

[현 행]

• 산업부 공공 BEMS 설치확인 기준 및 KS 항목
• 국토부 ZEB 전자식 원격검침계량기 필수 6개, BEMS 필수 9개 항목

평가항목 구분		산업부		국토부		
		BEMS	KS	전자식 원격 검침계량기	BEMS	
공동	1	●	-	-	-	
	2	●	-	-	-	
설치확인	3	●	●	●	●	
	4	●	●	◐	●	
	5	●	●	●	●	
	6	●	●	●	●	
	7	●	●	◐	●	
	8	●	●	◐	●	
	9	●	●	●	●	
	10	●	●	-	●	
	11	●	●	-	●	
	운영성과 확인	12	●	-	-	-
		13	●	●	-	-
ZEB 기준	14	-	-	●	-	
	15	-	●	●	-	



[개 선]

건축물에너지관리시스템
필수 6개 항목, 권장 7개 항목

평가항목 구분	필수여부
1	●
2	●
3	●
4	◐
5	●
6	●
7	◐
8	◐
9	◐
10	◐
11	◐
12	●
13	◐

① 일반사항, 시스템 설치항목 추가
② 계측기 관리, 데이터 관리 항목 삭제
(종합 유지 관리로 변경)

ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)

필수·권장 항목 적용

필수항목	<ul style="list-style-type: none"> • 일반사항 등 6개 항목 의무 관리 • 단, 10,000㎡ 미만 건물은 ①에너지사용량(원별) ②신재생에너지생산량만 확인(기준 개선)
권장항목	<ul style="list-style-type: none"> • 정보감시 등 7개 항목은 건축물 규모, 에너지사용량, 설비의 복잡성에 따라 선택하여 관리

신설 항목 내용

신설항목	<ul style="list-style-type: none"> • (필수) 일반 사항 - 건물 유형 설비 종류 및 관제점 일람표 작성 등 공통사항 • (필수) 시스템 설치 - 계측기 관리 대장, 운영 매뉴얼, 관제점태그 생성규칙, 데이터 처리절차 문서화 등 • (필수) 종합유지관리 - 시스템 정상작동 및 데이터 수집 여부 확인 및 시정, 계측기이력관리 및 교정 • (권장) 시스템 확장성 - 설비 등 증개축에 따른 추가 데이터 축적 관리 가능성
------	---

ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)

◎ 참고서적 및 사이트

1. Zero Energy Building 인증안내서 2020 ver2
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침
4. 건축물에너지효율등급인증시스템 <https://beec.energy.or.kr>
5. 제로에너지건축물인증시스템 <https://zeb.energy.or.kr>
6. ZEB 인증제도 개선사항 안내(한국에너지공단, 2024. 5. 28.)
7. <https://pixabay.com/>

A.4

공통윤리교육

교육 목표

공통윤리교육

- * 청탁금지법 법령개요 이해
- * 부정청탁 금지 등 이해
- * 금품 등의 수수금지의 이해
- * 외부강의 등 사례금 수수 제한 이해
- * 이해충돌방지법 법령 개요 이해
- * 주요법령 1 (신고 · 제출의무) 이해
- * 주요법령 2 (제한 · 금지행위) 이해
- * 갑질 개념 및 판단기준 이해
- * 주요 유형별 갑질근절 가이드라인 이해
- * 갑질행위 대응

1 청탁금지법

◎ 청탁금지법 법령개요

- 청탁금지법의 정식명칭은 ‘부정청탁 및 금품등 수수의 금지에 관한 법률’로써 부정청탁과 금품등을 수수하는 금지하는 법률임
- 이는 공정한 직무수행을 보장하고, 공직사회에 대한 국민 신뢰성을 확보하는 데 있음

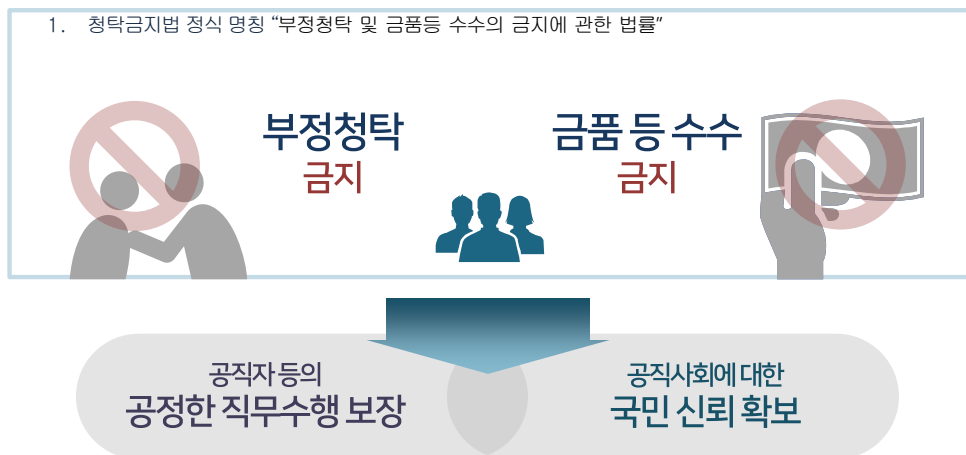


그림 출처 : 국민권익위원회

◎ 부정청탁 금지 등

- 누구든지 직접 또는 제3자를 통하여 14가지 대상직무에 대해 그 직무수행을 수행하는 공직자등에게 법령을 위반하여 또는 지위·권한을 남용하여 처리하도록 하는 행위를 금지

- | | | | |
|----|------------------------------------|----|--------------------------------|
| 1 | 인가·허가·특허·승인 등 처리 | 2 | 행정처분 또는 형벌부과 감면·면제 |
| 3 | 모집·선발·채용·승진·전보 등 인사개입 | 4 | 공공기관의 의사결정에 관여하는 직위 선정·탈락에 개입 |
| 5 | 공공기관이 주관하는 수상, 포상, 장학생 등 선정·탈락에 개입 | 6 | 입찰·경매·개발·과세 등 관련 직무상 비밀 누설 |
| 7 | 계약당사자 선정·탈락에 개입 | 8 | 보조금·출연금 등의 배정·지원 등에 개입 |
| 9 | 공공기관의 생산·공급·관리하는 재화·용역의 사용·수익·점유 등 | 10 | 입학·성적·논문심사 등 업무처리·조작 |
| 11 | 병역판정검사·부대배속·보직부여 등 병역 관련 업무 처리 | 12 | 공공기관이 실시하는 각종 평가·판정·인정 결과 조작 등 |
| 13 | 행정지도·단속·감사 결과 조작·묵인 등 | 14 | 사건의 수사·재판·형의 집행 등 업무 처리 |

- 부정청탁의 예외 사유

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 | 법령·기준에서 정한 절차와 방법에 따른 요구 |
| 2 | 공개적으로 특정 행위 요구 (SNS, 피켓시위) |
| 3 | 선출직 공직자 등이 공익 목적으로 제3자의 고충민원 전달 |
| 4 | 법정기한 내 업무 처리 요구 또는 진행상황 확인·문의 |
| 5 | 직무 또는 법률관계에 관한 확인·증명 등을 신청·요구 |
| 6 | 법령 또는 제도 등 설명·해석 요구 |
| 7 | 사회상규에 위배되지 않는 행위 |

● 위반 행위에 대한 제재

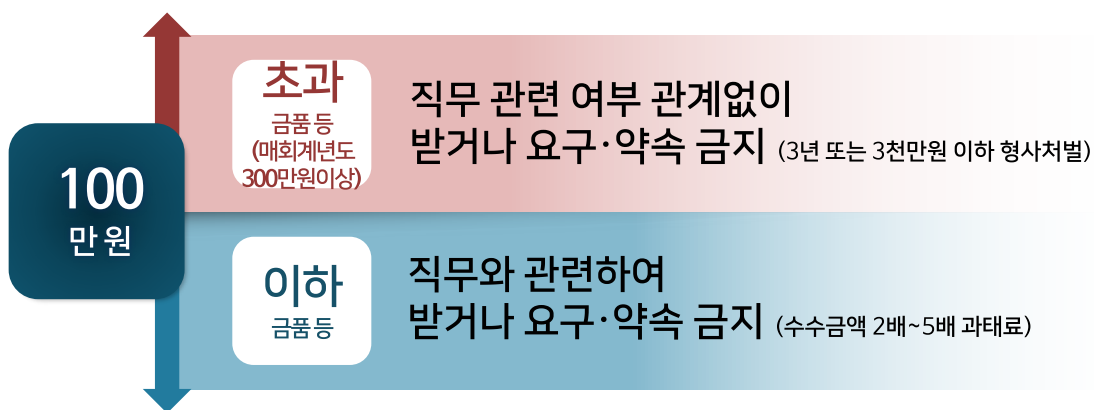


공직자등이 거절의 의사 표시를 명확히 하고, 동일한 부정청탁(신고의무공직자기준)을 받은 경우 소속기관장에게 신고한 경우 제재대상에서 제외

◎ 금품 등 수수 금지

- 누구든지 직접 또는 제3자를 통하여 14가지 대상직무에 대해 그 직무수행을 수행하는 공직자등에게 법령을 위반하여 또는 지위·권한을 남용하여 처리하도록 하는 행위를 금지

* 금품등 : 금전, 유가증권 등 일체의 재산적 이익, 음식물, 골프 등 접대·향응, 교통·숙박 등 편의제공, 채무면제 등 유형·무형의 경제적 이익



● ‘금품 등’의 의미

Q 공공기관 직원 A가 골프회원권을 가진 직무관련자 B와 골프를 치면서 B의 회원 우대혜택(동반자 그린피 10만원 할인)을 받아도 되나요?

A 직무관련자와 골프를 치면서 골프회원권이 동반자에게 주어지는 그린피 우대 등 할인은 금품등에 해당하므로, 사안의 A는 정가의 골프비(할인받지 않은 금액)를 지불해야 합니다.

● 금품 등 수수 금지 예외 사유

- 1 공공기관이나 상급 공직자가 제공하는 금품등
- 2 원활한 직무수행, 사고·의례, 부조 목적의 음식물·선물·경조사비
- 3 정당한 권원에 의해 제공하는 금품등
- 4 공직자등의 친족(배우자·4촌 이내 인척·8촌 이내 혈족)이 제공하는 금품등
- 5 직원상조회, 친목회 등의 기준, 장기적·지속적 친분에 따른 금품등
- 6 공식적인 행사에서 통상적, 일률적으로 제공하는 금품등
- 7 기념품 또는 홍보용품 등이나 경연·추첨을 통하여 받는 상품 등

● 음식물, 선물 경조사비 가액범위

음식물	선물	경조사비
5만원	5만원 농·축·수산물, 가공품 : 15만원	금액 : 5만원 회환·조화 : 10만원

제공자와 공직자등이 함께 하는 식사를 의미

금전, 유가증권(상품권* 제외)을 제외한 일체의 물품

결혼과 장례에 한정

* 상품권 :
물품 상품권(커피 기프트콘 등) 및
용역 상품권(공연관람권 등)

생일, 돌, 집들이, 승진,
전보 등은 경조사아님

가액기준 내라도 직무관련자로부터 제공받은 선물 등이 원활한 직무수행, 사고·의례, 부조 목적을 벗어나는 경우에는 허용되지 않음

◎ 외부강의 등의 사례금 수수 제한

- 공직자등은 외부강의등의 대가로서 일정 금액을 초과하는 사례금을 받아서는 안되며, 사례금을 받는 외부강의등을 할 때에는 마친 날부터 10일 이내에 신고
* 초과하는 사례금을 받은 경우 : 소속기관장에게 신고하고, 제공자에게 그 초과금액을 지체 없이 반환
- 외부강의 등 범위

해당 사례	해당하지 않는 사례
다수인을 대상으로 하거나 회의형태인 강의 · 강연	법령상 위원회 등 위원으로 회의 참석
다수인을 대상으로 하거나 회의형태인 발표 · 토론 · 심사 · 평가 · 의결 등	시험출제위원으로서 시험문제 출제
회의 형태로 이루어지는 자문회의 참석	방송 다큐멘터리 등 원고 작성
공청회 · 간담회 등	언론 인터뷰, 스포츠 해설, 방송 예능 프로그램 출연
온라인 동영상 강의	1:1이거나 회의형태가 아닌 용역 · 자문
신문 · 잡지 기고	방송사 아나운서의 행사 단순 진행

- 외부강의 등 사례금 상한액

1회 사례금 총액 한도 : 40만원
1일 최대 60만원 (1시간 상한액의 150/100)

초과 사례금 수수 시 신고 및 반환의무
위반 시 500만원 이하 과태료

- 외부강의 등 사례금 교통비, 숙박비, 식비 등 여비가 사례금에 포함 되나요?
- 상한액에는 강의료, 원고료, 출연료 등 명목에 관계없이 외부강의등 사례금 제공자가 관련하여 공직자등에게 제공하는 일체의 사례금을 포함
- 「공무원 여비 규정」 등 공공기관별로 적용되는 여비 규정의 기준 내에서 실비수준으로 제공되는 교통비, 숙박비 및 식비는 사례금에 포함되지 않음

◎ 참고서적 및 사이트

1. 「반부패 총괄기관」 국민권익위원회 (www.acrc.go.kr)
2. 법령집 '부정청탁 및 금품등 수수의 금지에 관한 법률'

2 이해충돌방지법

◎ 이해충돌방지법 개요

- 이해충돌방지법 목적: 직무수행과 관련한 사적 이익추구를 금지함으로써 공직자의 직무수행 중 발생할 수 있는 이해충돌을 방지 → 공정한 직무수행 보장, 국민신뢰 확보
- 이해충돌방지법 제정배경:
 - 새로운 부패유형에 대한 통제 필요
 - 실효성 있는 제재에 한계
 - 선진국들은 제도적 규제 추세
- 이해충돌: 공직자가 직무를 수행할 때에 자신의 사적 이해관계가 관련되어 공정하고 청렴한 직무수행이 저해되거나 저해될 우려가 있는 상황
- 직무관련자: 공직자가 법령·기준에 따라 수행하는 직무와 관련된 자

공직자의 직무수행과 관련하여 일정한 행위나 조치를 요구하는 개인/법인/단체	공직자의 직무수행과 관련하여 이익 또는 불이익을 직접적으로 받는 개인/법인/단체	공직자가 소속된 공공기관과 계약을 체결하거나 체결하려는 것이 명백한 개인/법인/단체	공직자의 직무수행과 관련하여 이익 또는 불이익을 직접적으로 받는 다른 공직자
---	--	--	--

◎ 신고·제출 의무

신고·제출 의무		제한·금지 행위	
1	사적이해관계자 신고 및 회피·기피 신청	1	직무 관련 외부활동의 제한
2	공공기관 직무 관련 부동산 보유·매수 신고	2	가족 채용 제한
3	직무관련자와의 거래 신고	3	수의계약 체결 제한
4	고위공직자 민간부문 업무활동 내역 제출	4	공공기관 물품 등의 사적 사용·수익 금지
5	퇴직자 사적 접촉 신고	5	직무상 비밀 등 이용 금지

● 사적 이해관계자 신고 및 회피·기피 신청

공직자는 업무처리 중 소관직무 수행과 관련하여
직무관련자(대리인 포함)가 사적 이해관계자임을 알게 된 경우 신고하고 회피를 신청

인가·허가·면허·특허·승인·검사·검정·시험·인증·확인, 지정·등록, 등재·인정·
증명, 신고·심사, 보호·감호, 보상 또는 이에 준하는 직무

신고·신청 방법

사적 이해관계자임을 안 날부터
14일 이내에 소속기관장에게 신고하고
회피를 신청

신고·신청 대상

사적 이해관계가 개입되어
이해충돌이 발생할 소지가 높은
신고대상 직무를 수행하는 공직자

- 사적 이해관계자의 정의 -

민법 제779조(가족의 범위)

1. 배우자, 직계혈족(자기의 직계존속과 직계비속) 및 형제자매
 2. 생계를 같이하는 직계혈족의 배우자, 생계를 같이하는 배우자의 직계혈족 및 배우자의 형제자매
- 공직자 자신 또는 그 가족이 임원·대표자·관리자 또는 사외이사로 재직하고 있는 법인 또는 단체
 - 공직자 자신이나 그 가족이 대리하거나 고문·자문 등을 제공하는 개인이나 법인 또는 단체
 - 공직자로 채용·임용되기 전 2년 이내에 공직자 자신이 재직하였던 법인 또는 단체
 - 공직자로 채용·임용되기 전 2년 이내에 공직자 자신이 대리하거나 고문·자문 등을 제공하였던 개인이나 법인 또는 단체
 - 공직자 자신 또는 그 가족이 대통령령으로 정하는 일정 비율 이상의 주식·지분, 자본금 등을 소유하고 있는 법인 또는 단체

- 사적 이해관계자의 신고 등에 대한 조치 -

신고, 회피·기피 신청을 받은 소속기관장은 해당 공직자의 직무수행에 지장이 있다고 인정하는 경우,
해당 공직자에게 다음 중 어느 하나의 조치를 해야 함

직무수행의
일시 중지 명령

직무 대리자 또는
직무 공동수행자의
지정

직무
재배정

전보

다음과 같은 경우 예외 인정

- 1 공직자를 대체하기가 지극히 어려운 경우
- 2 국가의 안전보장 및 경제발전 등 공익 증진을 위하여 직무수행의 필요성이 더 큰 경우

이해충돌방지담당관 또는 다른 공직자가 공정한 직무수행 여부를 확인·점검토록 조치

- 신고의무 위반자에 대한 조치 사항 -

위반자 조치 (제21조, 제26조, 제28조)

사적이해관계자
신고의무 위반시

징계 및 2천만원 이하의 과태료
소속기관장은 해당 공직자에게 위반사실 시정을 명하고,
불이행시 직무를 중지·취소하는 등 필요한 조치

환수조치 (제22조)

신고 의무를 위반하여 수행한 직무가
위법한 것으로 확정된 경우

공직자 또는
제3자가 얻은 재산상 이익도 환수조치

● 직무 관련 부동산 보유·매수 신고

공직자(배우자, 생계를 같이하는 직계존속·비속 등 포함)가
업무 관련 부동산을 보유·매수하는 경우, 그 사실을 소속기관장에게 신고

제6조제1항에서 규정

부동산을
직접 취급하는 공공기관에
소속된 모든 공직자

한국토지주택공사(LH), 새만금개발공사 등
대통령령으로 정하는 기관

제6조제2항에서 규정

택지개발 지구 지정 등
대통령령으로 정하는
부동산 개발 업무를 하는 공공기관에
소속된 모든 공직자

업무와 관련된 부동산을 보유한 사실을 알게 된 날 / 매수 후 등기를 완료한 날부터 14일 이내 서면 신고

● 직무관련자와의 거래 신고

공직자는 신고대상자(본인, 배우자, 직계존속·비속, 특수관계사업자등)가
공직자의 직무관련자와 사적 거래를 한다는 것을 알았을 경우, 그 사실을 신고

사전에 안 경우에는
안 날부터 14일 이내

사후에 알게 된 경우에는
알게 된 날부터 14일 이내

직무관련자와의 거래 신고대상자 | 제9조제1항

공직자 자신 및 배우자 | 공직자의 직계존속·비속 (배우자의 직계존속·비속으로 생계를 같이하는 경우 포함)
특수관계사업자 (공직자, 배우자, 직계존속·비속이 대통령령으로 정하는 일정 비율 이상의 주식·지분 등을 소유하고 있는
법인·단체)

- 신고대상 -

금전 및 유가증권 등	토지 또는 건축물 등 부동산	계약 체결
금전을 빌리거나 빌려주는 행위 및 유가증권을 거래하는 행위	토지, 건축물 등 부동산을 거래하는 행위	물품·용역·공사 등의 계약을 체결하는 행위

● 고위공직자 민간부분 업무활동 내역 제출

고위공직자는 임용(임기개시) 전 3년간의
민간부분 업무활동 내역을 임용되거나 임기를 개시한 날로부터 30일 이내에
소속기관장에게 제출하여야 함

기재 사항

임용 또는 임기개시 전 3년간의
민간분야에서의 업무활동 내역

1. 재직하였던 법인·단체 등과 그 업무 내용
2. 대리, 고문·자문 등을 한 경우 그 업무 내용
3. 관리·운영하였던 사업 또는 영리행위의 내용

● 퇴사자 사적 접촉 신고

공직자는 직무관련자인 소속기관의 퇴직자(공직자가 아니게 된 날로부터 2년 이내)와
골프, 여행, 사행성 오락을 하는 경우 소속 기관의 장에게 신고

예외

사회상규에 따라 허용되는 경우
퇴직자와 사적접촉 신고를 하지 아니함
예) 결혼, 고희, 돌 등

만약 공직자가 아니게 된 날로부터 2년이 경과하지 아니
한 직무관련 퇴직자와 식사를 하는 경우라면?

◎ 제한·금지 행위

● 직무관련 외부활동 제한

공직자의 직무수행 과정에서
공정성을 저해할 우려가 있는 직무 관련 외부활동을 금지

1. 직무관련자에게 사적으로 노무 또는 조언·자문 등을 제공하고 대가를 받는 행위
2. 소속 공공기관의 소관 직무와 관련된 지식이나 정보를 타인에게 제공하고 대가를 받는 행위
3. 공직자가 소속된 공공기관이 당사자이거나 직접적인 이해관계를 가지는 사안에서 소속기관의 상대방을 대리하거나, 그 상대방에게 조언·자문 또는 정보를 제공하는 행위
4. 외국의 기관·법인·단체 등을 대리하는 행위(소속기관장이 허가한 경우는 제외)
5. 직무와 관련된 다른 직위에 취임하는 행위(소속기관장이 허가한 경우는 제외)

● 가족 채용 제한

공공기관(산하기관, 자회사 포함)은
소속 고위공직자·채용업무 담당자 등의 가족을 채용할 수 없음 (민법 779조에 따른 가족)
공개경쟁채용시험 또는 경력 등 응시요건을 정해 다수인을 대상으로 하는 채용시험에 합격한 경우는 허용

가족 채용을 제한받는 고위공직자 등은 소속 공공기관(산하기관, 자회사 포함)에 자신의 가족이 경쟁절차 없이 채용되도록 지시·유도하거나 묵인하는 행위 금지

가족채용을 제한받는 공직자의 범위(법제11조제1항 각호)

- 소속 고위공직자
- 채용업무를 담당하는 공직자
- 해당 산하 공공기관의 감독기관인 공공기관 소속 고위공직자
- 해당 자회사의 모회사인 공공기관 소속 고위공직자

● 수의계약 체결 제한

공공기관(산하기관, 자회사 포함)은
소속 고위공직자 등 및 그 가족 등과 수의계약을 체결할 수 없음
(생산자가 1명뿐인 경우 등 대통령령으로 정하는 불가피한 사유가 있으면 허용)

1. 소속 고위공직자
2. 해당 계약업무를 법령상·사실상 담당하는 소속 공직자
3. 해당 산하 공공기관의 감독기관 소속 고위공직자
4. 해당 자회사의 모회사인 공공기관 소속 고위공직자

● 공공기관 물품 등의 사적 사용·수익 금지

공공기관이 소유·임차한 물품·차량·시설 등을
사적으로 사용·수익하거나 제3자로 하여금 사용·수익하게 하는 행위 금지

- ✓ 공공기관 소속 공직자가 인근식당에서 점심식사를 하는 데 관용차를 지속적으로 이용
- ✓ ○○공공기관 감사실장은 자녀 이삿짐을 나르기 위해 주말에 공용차량을 사용

● 직무상 비밀 등 이용금지

공직자(공직자가 아니게 된 날부터 3년이 경과하지 아니한 퇴직자 포함)가
직무수행 중 알게 된 비밀 또는 소속기관의 미공개 정보를 이용하여
재물 또는 재산상 이익을 얻거나 제3자로 하여금 취득하게 하는 행위 금지

미공개정보란?

재물 또는 재산상 이익 취득 여부의 판단에 중대한
영향을 미칠 수 있는 정보로서
불특정 다수인이 알 수 있도록
공개되기 전의 것

사적이익의 범위

유형·무형의 경제적 이익뿐만 아니라
비경제적 이익까지 모두 포함

재물·재산상 이익 취득이 없더라도
사적 이익을 위해
비밀이나 미공개 정보를 이용한
행위 자체가 처벌 대상

위반시 조치 및 제재 (제21조, 제26조, 제27조)

구분		금지행위 위반내용	처벌
공직자	재산상 이익 취득	직무상 비밀 또는 미공개정보 이용하여 본인 또는 제3자의 재물·재산상 이익을 취득한 공직자	7년 이하 징역/7천만원 이하 벌금
			재물·재산상 이익 몰수·추징
제3자	재산상 이익 취득	공직자로부터 직무상 비밀 또는 미공개 정보임을 알면서도 제공받거나 부정 취득한 비밀·미공개 정보를 이 용하여 재물·재산상 이익을 취득한 자	5년 이하 징역/5천만원 이하 벌금
			재물·재산상 이익 몰수·추징
공직자	사적 이용	사적 이익을 위해 직무상 비밀 또는 미공개 정보를 이용하거나 제3자가 이용하도록 한 공직자	3년 이하 징역/3천만원 이하 벌금

참고	신고·제한 대상 공직자에 대한 가족의 범위	
관련조문	가족의 범위	
사적 이해관계자 신고(제5조)	<ul style="list-style-type: none"> 공직자 자신 또는 그 가족(민법 제779조) ※ 「민법」 제779조(가족의 범위) 	
가족 채용 제한(제11조)		
직무관련자와의 거래 신고(제9조)	<ul style="list-style-type: none"> 공직자 자신 배우자 공직자의 직계존속·비속 배우자의 직계존속·비속으로 공직자와 생계를 같이하는 경우 	
수익계약 체결 제한(제12조)		
직무관련 부동산 보유·매수 신고(제6조)	<ul style="list-style-type: none"> 공직자 자신 배우자 공직자와 생계를 같이하는 직계존속·비속 배우자의 직계존속·비속으로 공직자와 생계를 같이하는 경우 	

◎ 참고서적 및 사이트

1. 「반부패 총괄기관」 국민권익위원회 (www.acrc.go.kr)
2. 법령집 '부정청탁 및 금품등 수수의 금지에 관한 법률'

3 갑질예방

◎ 갑질개념 및 판단기준

- '갑질'은 사회·경제적 관계에서 우월적 지위에 있는 사람이 권한을 남용하거나, 우월적 지위에서 비롯되는 사실상 영향력을 행사하여 상대방에게 행하는 부당한 요구나 처우를 의미
- '가해자'는 갑질을 행하는 사람. '피해자'는 갑질 피해를 입은 사람을 의미
- '사건관계인'은 갑질 행위를 목격하거나, 갑질 행위에 대해 알고 있는 사람을 의미
- 갑질 여부는 관련 법규, 당시 상황, 공사(公私)구분, 인권 존중의 원칙과 공동체 의식 등 종합적으로 고려하여 판단
- 공개된 장소 여부, 근무시간 여부, 대안이 없는 불가피한 행위 여부, 업무 내용, 그간 당사자와의 관계 등 판단

◎ 주요 유형별 갑질 근절 가이드라인

- 갑질 주요 유형
 - 법령 등 위반 유형
 - 사적 이익 요구 유형
 - 부당한 인사 유형
 - 비인격적 대우 유형
 - 기관 이기주의 유형
 - 업무 불이익 유형
 - 부당한 민원응대 유형
 - 기타 유형
- 법률 등 위반 유형
 - 법령, 규칙, 조례, 내부규정 등을 위반하여 자기 또는 타인의 부당이익을 추구하는 유형
 - 기관의 장 또는 소속 직원은 인·허가, 계약 등과 관련하여 관계 법령 등에 위반되는 조건이나 기준을 적용하는 등 특정인 또는 특정 사업자에게 유·불리하게 작용하도록 하여서는 안됨

<예시>

- 법령에 따라 예정가격을 산출하여야 하나 특정사업자에게 유리한 기준을 마련하여 예정가격을 산출하고, 해당기업이 부당한 이득을 취하게 하는 행위
- 하자담보기간이 1년임에도 하자 담보기간을 10년으로 설정하여 특정기업에게 불리하게 적용하는 행위
- (실제사례) 특별채용시 인사관계 법령에 따르지 않고 별도의 기준을 적용하여 다른 응시자들에 비해 객관적으로 경력이 부족한 자를 채용한 사실로 징계처분

● 사적이익 요구 유형

- 우월적 지위를 이용하여 금품, 향응, 기타 편의 등 사적 이익을 요구 · 수수하거나 제공받는 유형
- 기관의 장 또는 소속 직원은 우월적 지위를 이용하여 금품, 향응, 기타 편의 등을 요구 · 수수하건 제공받아서는 안됨 (정당한 이유, 합당한 이유 여부파악)

<예시>

- 공직자 A는 직원들과 단체 야구관람 때 먹을 간식을 거래처에 전화하여 사줄 것을 요구하고, 부하 직원들과 이를 나눠먹음
- 상급자가 개인 모임 장소에 직원을 동원하여 일을 시키는 행위
- 기관장이 직원에게 자녀 숙제, 개인이 필요한 자료 수집, 세차 등 업무와 무관한 일을 시킴
- (실제사례) 공직자 A는 양도소득세를 신고한 세무사에게 자금흐름 조사를 받지 않도록 해주겠다고 하면서 금품 100만원을 요구하여 징계처분

● 부당한 인사 유형

- 자기 또는 특정인의 이익을 위하여 채용, 승진, 성과평가 등 인사와 관련하여 부당하게 업무처리를 하는 유형
- 기관의 장 또는 소속 직원은 특정인을 승진시키기 위하여 임의로 성과를 평가하거나, 서열을 변경하거나, 부당하게 승진자를 사전에 내정 하여서는 안됨
- 기관의 장 또는 소속 직원은 산하기관 등에 감독 권한이 있는 우월적 지위를 이용하여 특정인의 채용을 강요 또는 유도하여서는 안됨

<예시>

- 채용공고 내용과 다르게 합격자배수를 임의로 3배에서 5배로 늘려 탈락대상자인 지인이 채용되도록 유도하는 행위
- 직원 채용공고 시 해당분야 자격증을 필수요건으로 공고하였음에도 자격증을 소유하지 않은 지인을 기관장이 합격자로 선정하는 행위
- (실제사례) 특별채용시험을 진행하는 과정에서 특정인을 채용하도록 시험진행 실무 담당자에게 부당한 지시와 압력을 행사한 사실로 징계처분

● 비인격적 대우 유형

- 외모와 신체를 비하하거나 욕설·폭언·폭행 등 상대방에게 비인격적 언행을 하는 유형
- 기관의 장 또는 소속 직원은 하급자 등의 인격이나 외모 등을 비하하는 행위를 하여서는 안됨

<예시>

- 입고다니는 옷을 지적하며 “싼티가 난다”, “외모를 관리하기 위해 돈을 써야한다”는 등 상대방을 비아냥거리는 행위
- 하급자에게 “밥 먹여주고 배부를 만큼 먹여주니 지들 맘대로 해?”라고 모욕적인 발언하는 행위
- (실제사례) 부하직원에게 ‘사랑한다’ 라는 문자메세지를 발송, 회식자리에서 술시중, 노래방에서 신체접촉, 밤 늦은 시간에 전화 또는 문자메세지 발송 등 성적수치심을 유발하게 한 사실로 징계처분

● 기관 이기주의 유형

- 발주기관이 부담하여야 할 비용을 시공사가 부담하게 하는 등 기관의 이익을 부당하게 추구하는 유형
- 기관의 장 또는 소속 직원은 상대방에게 부당하게 부담을 전가하는 등 불공정한 계약, 계약 외 부당한 요구를 하여서는 안됨

<예시>

- 발주기관이 공사 중 발굴된 문화재 처리비용을 미지급하여 시공자가 해당 비용을 부담하게 하는 행위
- 업무 위탁계약을 체결하면서 입찰가격을 해당기관 퇴직자를 고용한 법인으로 제한하여 특정사업자가 낙찰되도록 유도하는 행위
- 법령에 따라 필요한 건설기술자 배치 외 인건비 증액 없이 운영요원을 추가 배치하도록 특약을 설정하는 행위

● 업무 불이익 유형

- 사적 감정 등을 이유로 특정인에게 근무시간 외 불요불급한 업무지시를 부당하게 업무를 배제하는 유형
- 기관의 장 또는 소속 직원은 하급자나 산하기관에게 정당한 사유 없이 휴가기간, 심야 등 사회통념상 근무가 적절하지 않은 시간대에 업무지시를 하여서는 안됨

<예시>

- 상급자가 하급자의 휴가기간에 긴급한 상황이 아님에도 하급자에게 업무지시를 하여 근무를 강요하는 행위
- 상급자가 퇴근하지 않았다는 이유로 하급자 또는 산하기관 직원에게 퇴근하지 말고 대기할 것을 강요하는 행위
- 상급자가 하급자에게 정당한 사유 없이 심야시간에 업무지시를 하면서 익일 아침에 보고 하도록 강요하는 행위
- 상급자가 특정직원이 마음에 들지 않는다며 임의로 업무에서 배제하고, 다른 직원들에게 해당직원과 어울리지 말 것을 지시하는 행위

● 부당한 민원응대 유형

- 정당한 사유 없이 민원접수를 거부하거나 취하를 종용하고, 고의로 처리를 지연시키는 등의 유형

<예시>

- 민원을 접수하는 과정에서 조사를 하지 않고 민원을 처리할 수 없다는 이유를 들어 접수를 거부하는 행위
- 특정인을 상대로 정당한 사유 없이 접수된 민원을 취하하도록 유도하거나 강압적으로 합의를 종용하는 행위
- 처리하기 까다롭다는 이유로 관련성이 희박한 다른 직원·부서·기관 등에 민원서류를 떠넘기는 행위

● 기타 유형

- 따돌림, 부당한 차별행위, 모임참여 강요, 갑질 피해 신고방해 등 다양한 형태로 나타나는 유형

<예시>

- 모든 직원에게 업무 수행에 필요한 비품을 지급하면서 특정인에게 아무런 이유 없이 비품을 주지 않는 행위
- 상급자가 직원들에게 특정 종교행사에 참여하도록 강요하는 행위
- 상급자가 하급자에게 폭행하고 이를 외부로 알리지 못하도록 압력을 가하는 행위

◎ 갑질 행위 대응

- 갑질 근절 조직 운영
 - 갑질 근절 전담직원 지정 : 교육, 상담, 신고접수, 조사, 처리, 피해자 보호지원 등
 - 비밀 유지 : 피해자 인적사항 등 사건내용에 대해 비밀 누설하거나 목적 외 용도로 이용금지
- 피해자 대처 요령
 - 갑질행위 중지 요구
 - 심리치료 요청
 - 분리 요청
 - 법률지원 요청
- 피해자 보호대책
 - 불이익 처우 금지
 - 2차 피해 방지
 - 피해자 적응 지원
 - 분리조치 (휴가, 전보, 재택근무, 일정 조정 등)
- 사후 관리
 - 기관의 장은 갑질 행위로 피해자 및 가해자, 다른 구성원 모두 근로 제공이나 직장생활을 함에 있어 애로사항이 없는지 지속적으로 관리
 - 갑질 행위에 대한 처리 후 피해자의 업무복귀, 동료와의 관계복원, 기타 구성원을 대상으로 원활한 업무수행을 위해 모니터링을 실시
 - 기관의 장은 갑질 관련 조치 후 갑질 신고자 · 피해자를 상대로 갑질 피해 신고 처리과정 및 결과에 대해 만족도 평가 실시 (단, 당사자의 동의 필요)
- 기관별 대책
 - 자체 가이드라인 마련
 - 재발방지 대책
 - 상호 존중문화 조성
- 인식 개선
 - 예방교육
- 실태 파악
 - 설문조사
 - 모니터링 (소속기관, 산하기관, 거래처, 민원인 등)

건축물에너지평가사
보수교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART B

요소기술

[B.1]

단열기술

[B.2]

열교방지기술

[B.3]

창호, 커튼월 기술

[B.4]

기밀 확보 설계 및 시공기술

[B.5]

에너지효율 향상 설비 기술

[B.6]

공조설비 기술

[B.7]

고효율 펌프/팬 기술

[B.8]

조명에너지 절감기술

[B.9]

태양광, BIPV 설비 기술

[B.10]

지열히트펌프 설비기술

B.1

단열기술(기초 및 바닥)

교육 목표

- * 법적단열기준을 확인하고 사각지대인 기초 측면 단열의 중요성 확인
- * 기초 단열재의 위치 선정 및 위치에 따른 단열재 종류 선정
- * 기초 하부 동결 방지와 지중열을 활용하는 수평단열보강 방법 (insulation skirt)
- 단열기술(기초 및 바닥) * 법적 단열기준 확인 및 바닥난방시 온수배관 하부와 슬래브 사이 법적 열저항의 60%이상 확보
- * 방통물탈 타설시 열교 저감 방식
- * 내단열 적용시 단열재와 방습성능 규정
- * 외단열 시공시 주의사항

1 기초 단열

◎ 기초 바닥 단열 기준

- 지면과 접한 기초 바닥 단열 기준
- 제로에너지건축물 인증에서 열교는 고려하지 않음

[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

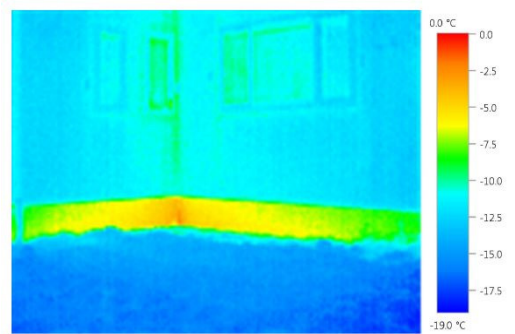
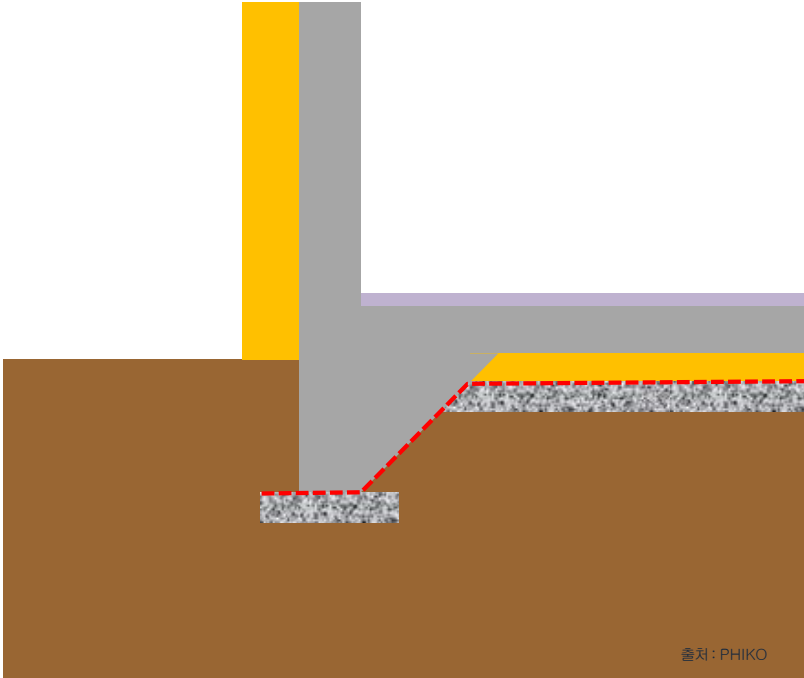
(단위 : W/m² · K)

건축물의 부위		지역	중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최 상 층 에 있는 거실 의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최 하 층 에 있는 거실 의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인	중간바닥		0.810 이하			

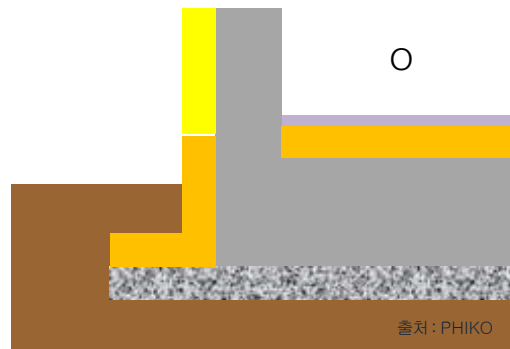
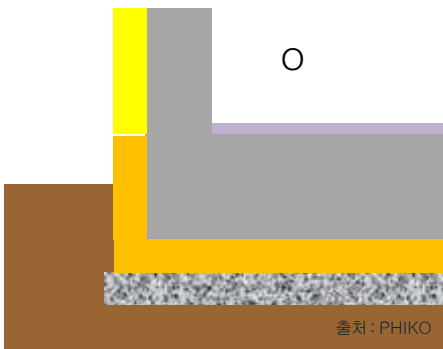
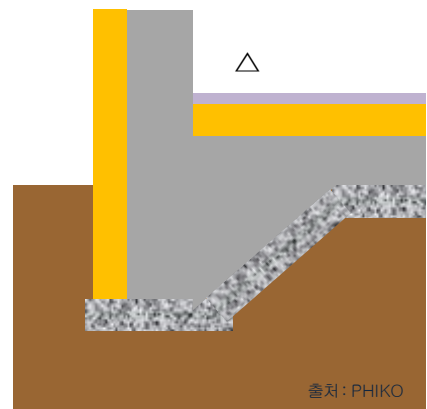
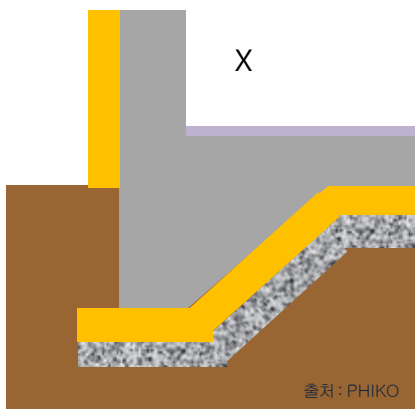
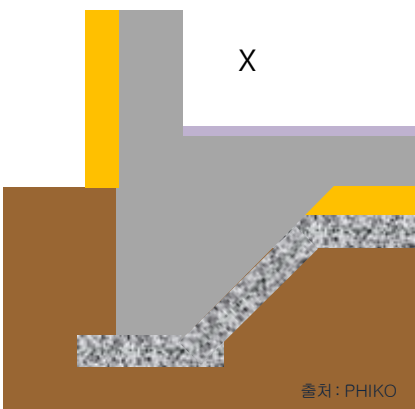
중부2지역 바닥난방인 경우 비드법1종2호 160mm 정도 필요

◎ 기초 바닥 단열 열교

- 지면표면 속의 기초 측면이나 내단열 건축물의 경우 기초 측면에 열교 발생
- 주로 바닥 난방을 하는 주거 시설의 경우 난방 에너지 손실이 큼



판교 주택단지 기초 측면 열화상 카메라 - 출처: PHIKO



◎ 단열재 압축강도 확인

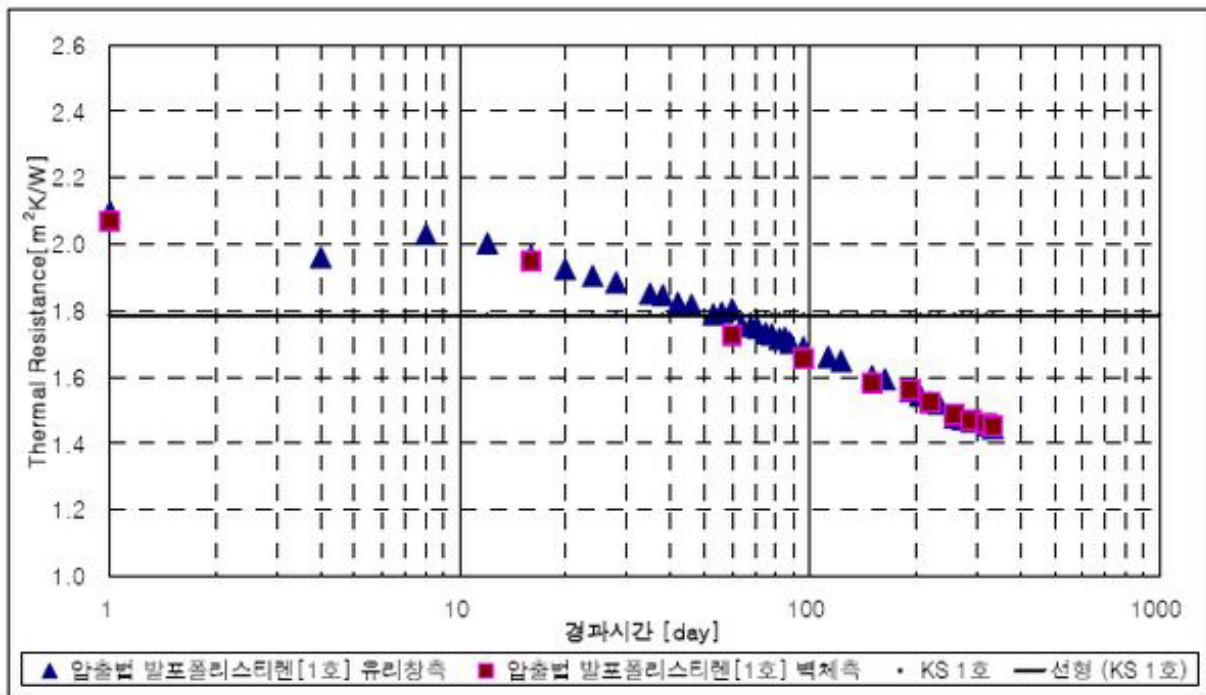
- 구조계산서에서 기초의 단위면적당 하중을 압출법 단열재가 버틸 수 있는지 확인 필요
- 일반적으로 철근콘크리트 2층 이하 건물의 경우 매트기초시 압출법단열재 배치 가능 (구조 확인 필수)
- 독립기초와 같이 집중하중을 받는 구조는 하부 단열 피함

종류	초기열전도율 (평균온도 23±2°C)(W/m·k)		굴곡강도 (N/cm ²)	압축강도 (N/cm ²)	연소성	(참고) 투습계수 (두께 25mm당) (ng/m ² ,s,PA)	
	초기 열전도율	장기 열전도율					
단열판	특호	0.027이하	0.029이하	45이상	25이상	연소시간 120초 이내이며 또한 연소길이 60mm 이하일 것	146이하
	1호	0.028이하	0.030이하	35이상	18이상		
	2호	0.029이하	0.031이하	35이상	14이상		
	3호	0.031이하	0.033이하	35이상	10이상		

압출법 단열재의 등급별 기준 / KS M iso 4898 개정으로 내용 재확인 필요

◎ 압출법 단열재의 경시변화

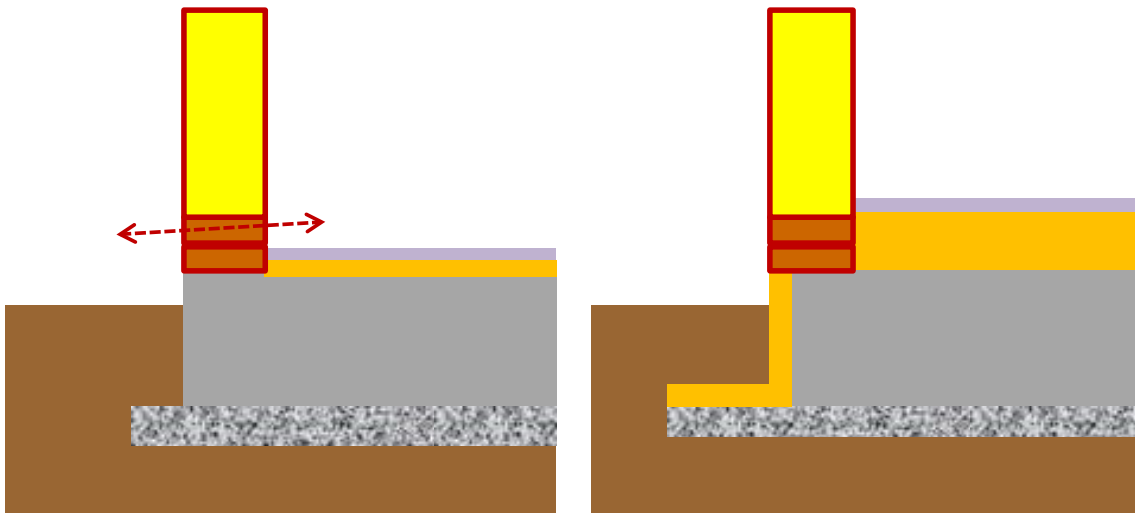
- 아래 실험에 사용된 압출법보온판은 실험 초기의 열전도율이 약 0.0238W/mk 에서 약120일 경과한 후의 열전도율은 0.0357W/mk로 기록되어 33%정도 단열성능이 낮아진 것으로 분석됨
- 수분 흡수가 되지 않는 부위는 경시변화를 고려하여 변화가 적은 단열재 선정하는 것이 유리



<출처: 이승언, 강재식, 정영선, 최현중, 환경 및 시간경과에 따른 건축용 단열재의 열전도율 변화에 관한 실험적연구, 대한건축학회논문집 19권 12호, 2003년 12월>

◎ 목조 건축에서 기초단열재 위치

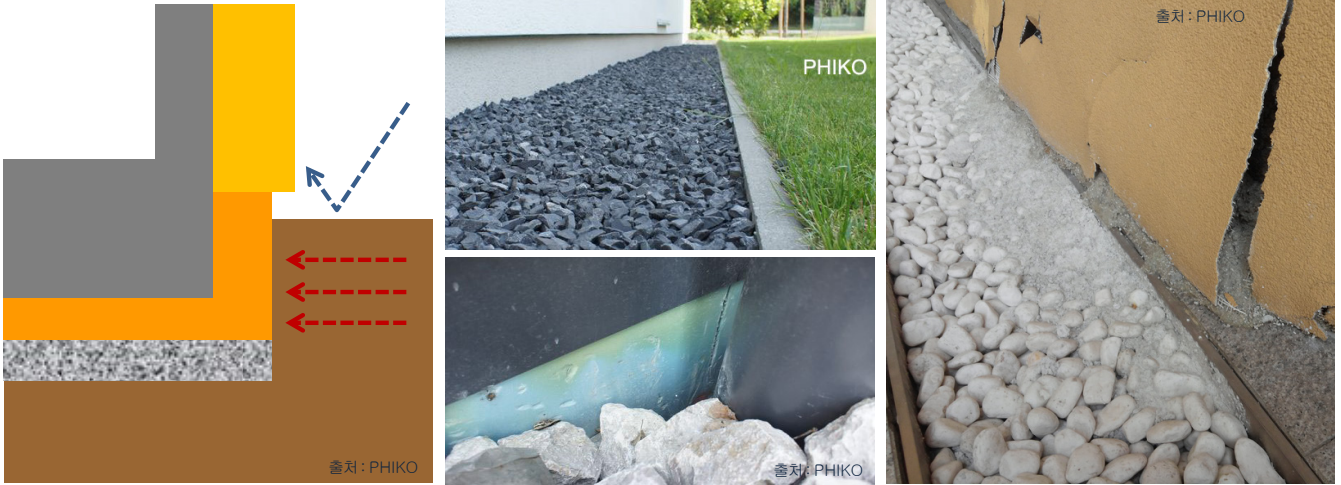
- 토대목 부분으로 열교 발생
- 스택드 사이에 단열재를 넣는 중단열 개념의 구조이므로 단열선이 끊기지 않도록 기초 상부에 주 단열선을 위치시키는 것이 유리함 (구조에 따른 적절한 검토 필요 : 스틸하우스의 경우 외벽 외단열+기초 외단열 유리)
- 지중열을 활용하고 기초 저면의 온도를 안정적으로 유지하기 위해 기초 측면 단열재 및 수평 단열 보강 추천



출처: PHIKO

◎ 수분 흡수율 고려한 단열재 선정

- 단열재에 수분 함수율이 많아질 경우 수분이 열을 전달하며 단열성능 하락
- 흡수된 수분이 겨울철 얼면서 부피가 팽창으로 단열재 손상
- 물이 흡수 될 수 있는 부위는 가급적 흡수율이 낮은 XPS단열재와 같은 종류를 사용하는 것이 좋음



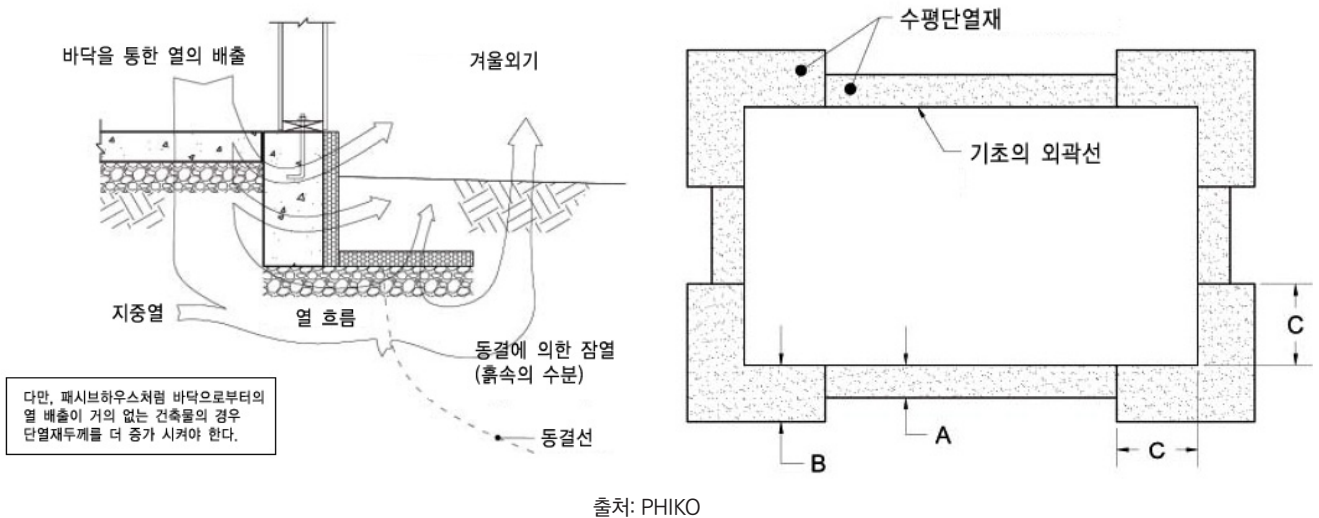
- EPS, PF보드, 유리섬유, 암면 등은 흡수율이 다소 지면과 접하는 곳에 사용하기는 부적합

단열재 종류	재질	흡수율(일반 범위, %)	비고
비드법 EPS (비드법 보온판)	발포 폴리스티렌 (Expanded PS)	2~6%	다공성 구조로 흡수율이 다소 있음 (동해 가능성)
압출법 XPS (압출법 보온판)	압출 발포 폴리스티렌 (Extruded PS)	0.3~1.5%	구조가 치밀하여 흡수율 낮음
PF 보드	페놀폼	1~5%	난연성 우수, 고단열
우레탄폼 (PU, PIR)	폴리우레탄, 폴리이소시아누레이트	0.1~1%	구조가 조밀하여 흡수율 낮음
유리섬유 (글라스울)	유리섬유	0.5~5% (방수처리 유무에 따라 차이 큼)	습기 취약 시 성능 저하 (처짐 발생 가능성 있음)
암면 (록울)	암석 섬유	1~5%	방습 성능은 낮은 편
진공단열재 (VIP)	진공 상태의 패널	거의 0%	물흡수 없음 (외피 손상 시 성능 급감)
에어로젤	실리카 기반 나노소재	0.1~0.3%	매우 낮은 흡수율, 고가

특정 제품에 따라 흡수율이 다를 수 있으며, 장시간 노출 되었을때의 비율임

◎ 수평단열보강

- 2008년 ‘구조물 기초설계기준’ 부터 동결지수에 따른 계산식 등의 내용이 삭제되고, ‘기초의 깊이는 지반의 동결 깊이보다 깊어야 한다.’라고 변경됨. 또한 ‘건축구조기준-KBC 2009’에도 기초의 저면은 온도변화에 의하여 지반이 체적변화를 일으키지 않아야 한다라고 되어 있음
- 미국에서 만들어 국제적인 주거시설의 건축 코드로 사용되고 있는 매뉴얼인 IRC기준으로 우리나라 거의 대부분 지역에서 측면단열 및 수평단열 보강시 기초깊이 300mm 정도로 하부 동결 방지 가능
(자세한 내용은 한국패시브건축협회 기술자료 4-05. 기초의 단열-다.기초의 외단열과 동결심도 참고)



◎ 참고 서적 및 사이트

1. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=74
2. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=106
3. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=112
4. 이승언, 강재식, 정영선, 최현중, 환경 및 시간경과에 따른 건축용 단열재의 열전도율 변화에 관한 실험적연구, 대한건축학회논문집 19권 12호, 2003년 12월

2 바닥/외벽 기술

◎ 바닥 단열 기준

- 최하층에 있는 거실의 바닥 열관류율 기준
- 외기에 직접 면하는 경우 (필로티)
- 외기에 간접 면하는 경우(지면접촉)
- 바닥 난방 여부 / 바닥 난방 층간 단열

[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

(단위 : W/m² · K)

건축물의 부위		지역	중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최 상 층 에 있는 거실 의 반자 또 는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최 하 층 에 있는 거실 의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥 난방 이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥 난방 이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하			

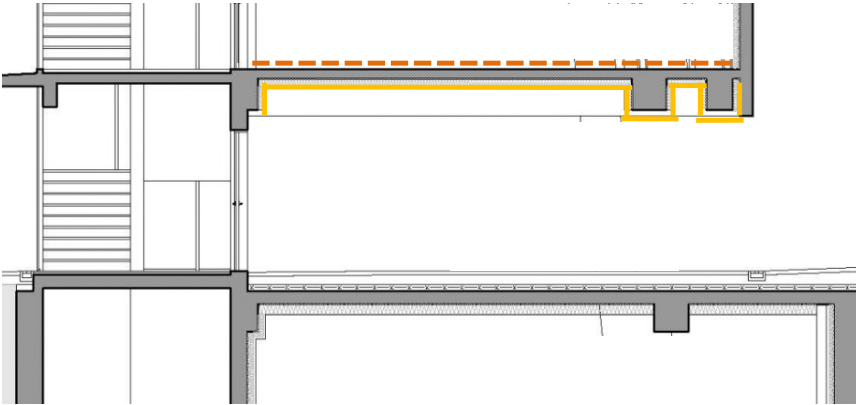
◎ 바닥 난방부위 단열

- 건축물의 에너지절약설계기준[시행 2025. 1. 1.] [국토교통부고시제2024-1026호, 2024. 12. 31]
- 제6조(건축부문의 의무사항) 제2조에 따른 열손실방지 조치 대상 건축물의 건축주와 설계자 등은 다음 각 호에서 정하는 건축부문의 설계기준을 따라야 함
- 3. 바닥난방에서 단열재의 설치
 - 가. 바닥난방 부위에 설치되는 단열재는 바닥난방의 열이 슬래브하부로 손실되는 것을 막을 수 있도록 온수배관(전기난방인 경우는 발열선) 하부와 슬래브사이에 설치하고, 온수배관(전기난방인 경우는 발열선) 하부와 슬래브 사이에 설치되는 구성 재료의 열저항의 합계는 해당 바닥에 요구되는 총열관류저항(별표1에서 제시되는 열관류율의 역수)의 60% 이상이 되어야 한다. 다만, 바닥난방을 하는 욕실 및 현관부위와 슬래브의 축열을 직접 이용하는 심야전기이용 온돌 등(한국전력의 심야전력이용기기 승인을 받은 것에 한한다)의 경우에는 단열재의 위치가 그러하지 않을 수 있다.

● 필로티 하부 외단열 적용할 경우 실수 하는 경우 많음

1. 필로티 상부 외단열 적용할 경우 슬라브 상부에 층간 바닥 정도의 단열만 적용한 경우 많음

중부2지역 외기에 직접 면하는 바닥난방인 경우 0.170W/m2K의 60%인 열저항 3.529 m2K/W는비드법 단열재 1종 2호 기준으로 0.283W/m2K이하 132mm 이상 적용 필요 (슬라브 다운 등의 조치 필요)



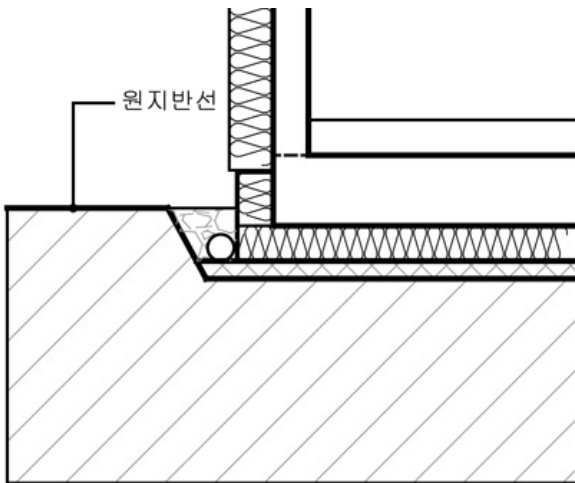
[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

건축물의 부위		지역	(단위 : W/m ² ·K)			
			중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	계 주 도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 외	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 외	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최 상 층 에 있 는 거 실 외 벽 또 는 지 붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최 하 층 에 있 는 거 실 의 바 닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥 난방 이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥 난방 이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하			

● 매트기초 하부로 단열재를 배치할 경우 실수 하는 경우 많음

1. 바닥난방의 경우 매트 기초 하부로 주 단열라인을 구성할 경우 슬라브 상부 단열재 법적 기준의 60% 이상 배치

중부2지역 외기에 간접 면하는 바닥난방인 경우 0.240W/m2K의 60%인 열저항 2.50 m2K/W는비드법 단열재 1종 2호 기준으로 0.400W/m2K이하 93mm 이상 적용 필요



[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

건축물의 부위		지역	(단위 : W/m ² ·K)			
			중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	계 주 도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 외	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 외	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최 상 층 에 있 는 거 실 외 벽 또 는 지 붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최 하 층 에 있 는 거 실 의 바 닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥 난방 이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방 인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥 난방 이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하			

◎ 방통몰탈 하부 열교저감 방안

- 결손 없는 단열 시공
- 방통몰탈 타설전 PE필름 설치하여 단열재 조인트 부분으로 몰탈이 들어가지 않도록 하여 열교 저감



출처: PHIKO



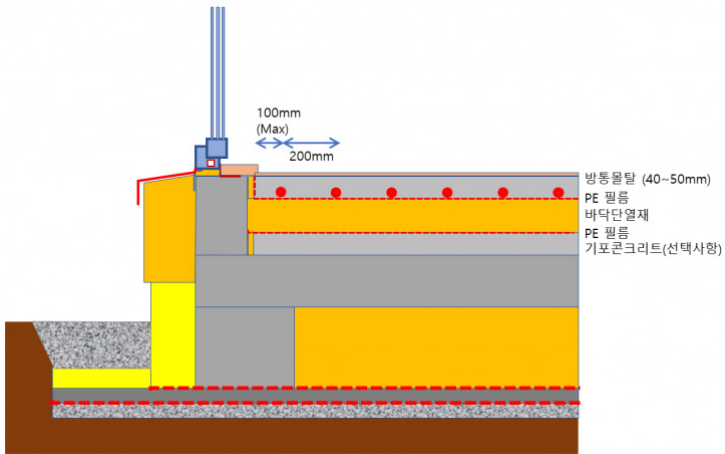
출처: PHIKO



출처: PHIKO

◎ 방통몰탈 하부 단열 사례

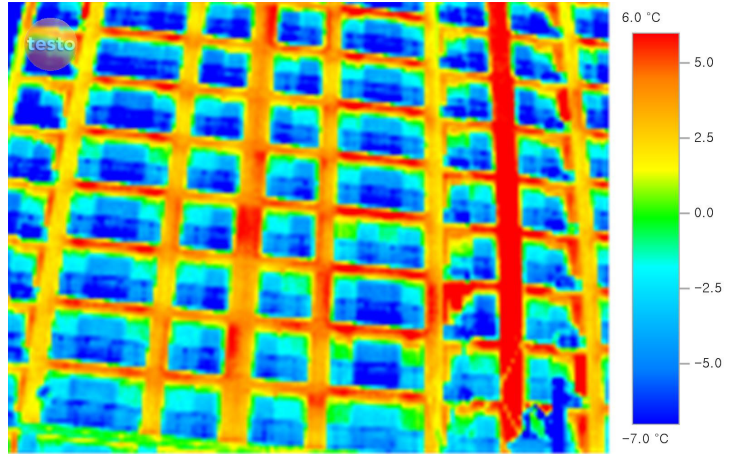
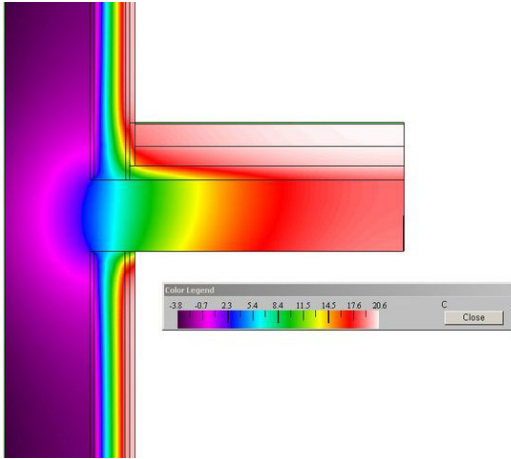
- 바닥단열재+바닥단열재 : 150mm 의 경우 50mm를 먼저 깔고 불가피하게 배관이나 배선이 바닥에 설치되어야 하는 부분 단열재 부분에 배치 / 상부에 100mm 단열재 통 줄눈이 생기지 않도록 배치
- PE 필름 설치 : 몰탈이 단열재 사이에 스며들어 열교가 발생하는것을 방지하고 몰탈이 함침 되는것을 예방
- 방통몰탈 타설전 측면에 완충재를 설치하여 방통몰탈의 열팽창 변이를 흡수할 수 있도록 하고 바닥 진동이 벽체로 전달되는것을 저감



출처: PHIKO

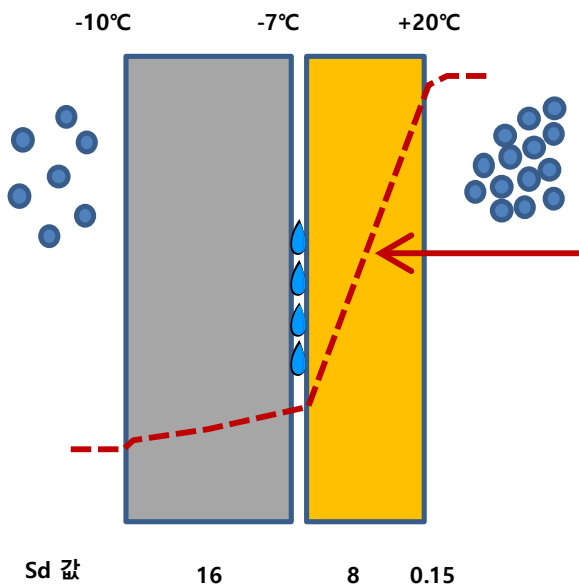
◎ 내단열 건물 하자 원인

- 내단열 건축물의 결로 및 곰팡이 발생원인 중 건전한 방습층이 형성되지 못해 발생하는 사례가 많음
- 외벽과 바닥 슬라브가 만나는 부분 열교



출처: PHIKO

- 내단열 건축물의 경우 겨울철에 내부의 습기가 수증기분압이 상대적으로 낮은 외부로 이동 중 sd값이 높은 콘크리트 벽에서 막히고 낮은 온도 조건에서 결로 및 곰팡이 발생



출처: PHIKO

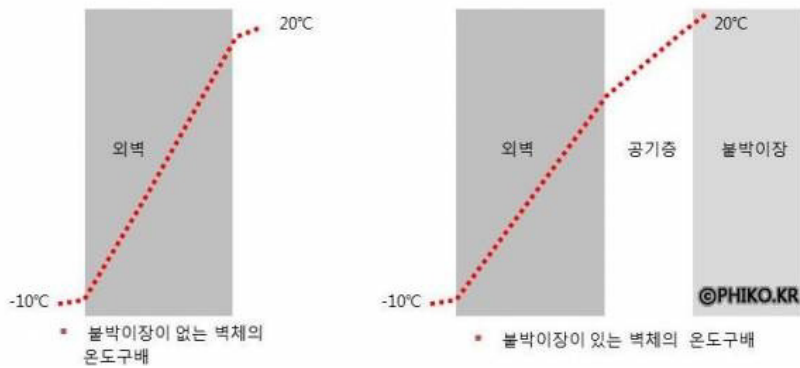
◎ 내단열 건물 하자 사례

- 노출콘크리트 건축물의 사례
 - 내부에 열반사 단열재만 적용
 - 내부의 습기가 콘크리트 표면에 결로 발생
 - 바닥으로 흘러내려 마루가 섞음
 - 노출콘크리트의 외벽 콜드조인트 부분으로 누수



출처: PHIKO

- 불박이장이 있는 경우 내부의 옷이나 이불, 공기층이 단열재 역할을 하여 외벽의 표면온도를 저하시킴 : 결로 및 곰팡이 발생 확률 증가
- 내벽부에 배치하거나 불박이장의 짧은 면을 외기와 만나도록 계획

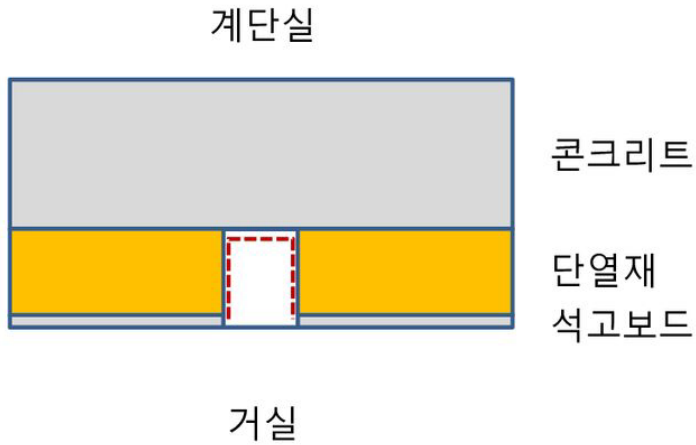


출처: PHIKO

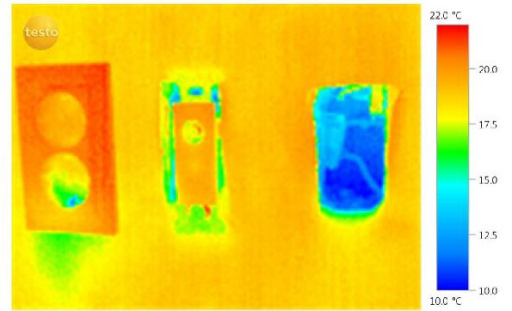


45D1

- 콘센트 박스나 설비관련 요소 설치하기 위해 단열 결손이 발생한 부위는 온도가 낮아져 결로발생 확률 증가
 - 콘센트의 경우 누전 위험 증가
 - 유기질 단열재가 인접하여 화재 위험 증가



콘크리트
단열재
석고보드



출처: PHIKO

◎ 단열재 특성으로 인한 하자 사례

- 목구조에서 OSB 외측에 열반사단열재 적용시 내부 습기가 정체되어 목재가 썩는 현상 발생
 - 내부의 방습층 없음
 - 외부에 배치되는 건축자재는 상대적으로 습기 투과성이 높은 자재를 배치하는 것이 바람직



출처: PHIKO

◎ 방습층 설치 의무

- 건축물의 에너지절약설계기준
- [시행 2025. 1. 1.] [국토교통부고시 제2024-1026호, 2024. 12. 31., 일부개정] 국토교통부(녹색건축과), 044-201-3771

제5조(용어의 정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다.

10. 건축부문

가. "방습층"이라 함은 습한 공기가 구조체에 침투하여 결로발생의 위험이 높아지는 것을 방지하기 위해 설치하는 투습도가 24시간당 30g/㎡ 이하 또는 투습계수 0.28g/㎡·h·mmHg 이하의 투습저항을 가진 층을 말한다.(시험방법은 한국산업규격 KS T 1305 방습포장재료의 투습도 시험방법 또는 KS F 2607 건축 재료의 투습성 측정 방법에서 정하는 바에 따른다) 다만, 단열재 또는 단열재의 내측에 사용되는 마감재가 방습층으로서 요구되는 성능을 가지는 경우에는 그 재료를 방습층으로 볼 수 있다.

제6조(건축부문의 의무사항) 제2조에 따른 열손실방지 조치 대상 건축물의 건축주와 설계자 등은 다음 각 호에서 정하는 건축부문의 설계기준을 따라야 한다.

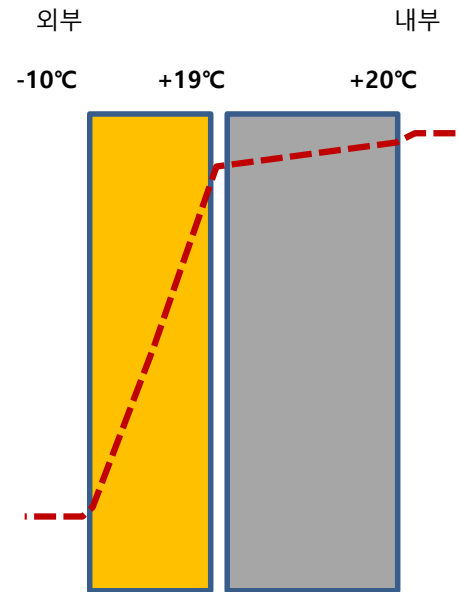
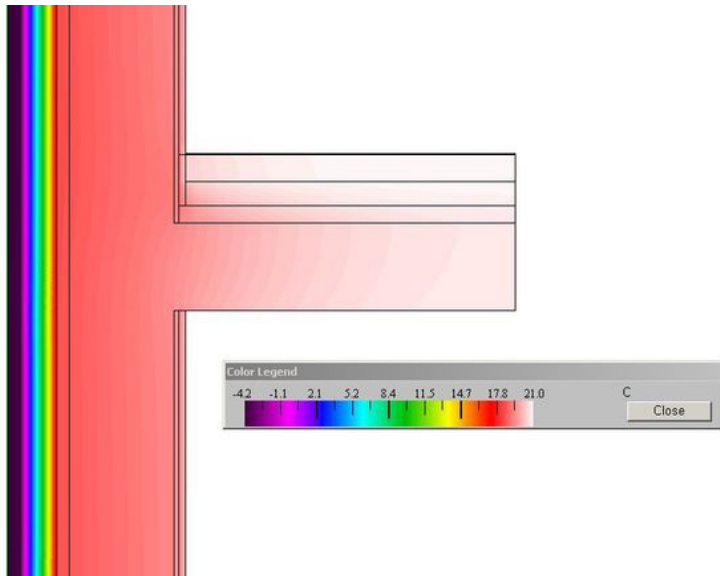
4. 기밀 및 결로방지 등을 위한 조치

나. 방습층 및 단열재가 이어지는 부위 및 단부는 이음 및 단부를 통한 투습을 방지할 수 있도록 다음과 같이 조치하여야 한다.

- 1) 단열재의 이음부는 최대한 밀착하여 시공하거나, 2장을 엇갈리게 시공하여 이음부를 통한 단열성능 저하가 최소화될 수 있도록 조치할 것
- 2) 방습층으로 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 이음부는 100mm 이상 중첩하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것
- 3) 단열부위가 만나는 모서리 부위는 방습층 및 단열재가 이어짐이 없이 시공하거나 이어질 경우 이음부를 통한 단열성능 저하가 최소화되도록 하며, 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 모서리 이음부는 150mm이상 중첩되게 시공하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것
- 4) 방습층의 단부는 단부를 통한 투습이 발생하지 않도록 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것

◎ 외단열의 장점

- 구조체로 인한 단열재 단절 부위 없음
- 철근콘크리트 구조가 방습층 역할을 하므로 벽체 내부로 습기 침투 저감
- 온도구배 안정화로 내부 콘크리트 표면에 결로 및 곰팡이 발생 가능성 저감
- 구조체의 온도 변화가 적어 수축팽창 균열 저감
- 산성비의 영향을 막아 콘크리트 중성화 저감



출처: PHIKO

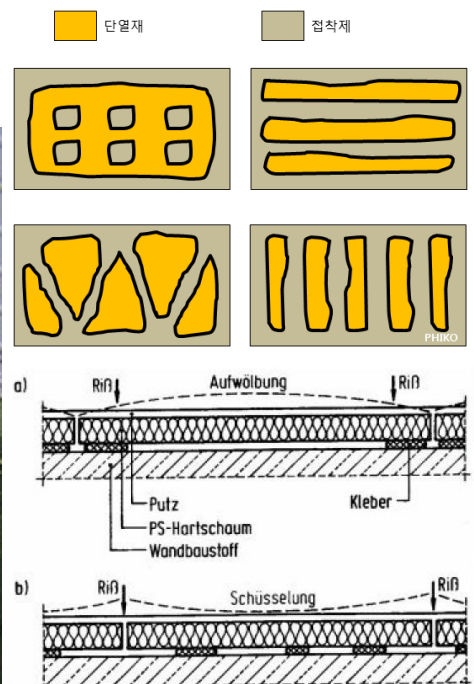
◎ 외단열 시공시 주의사항 | 단열재 부착

- 콘크리트에 단열재 부착시 공기 순환이 발생하지 않도록 정착



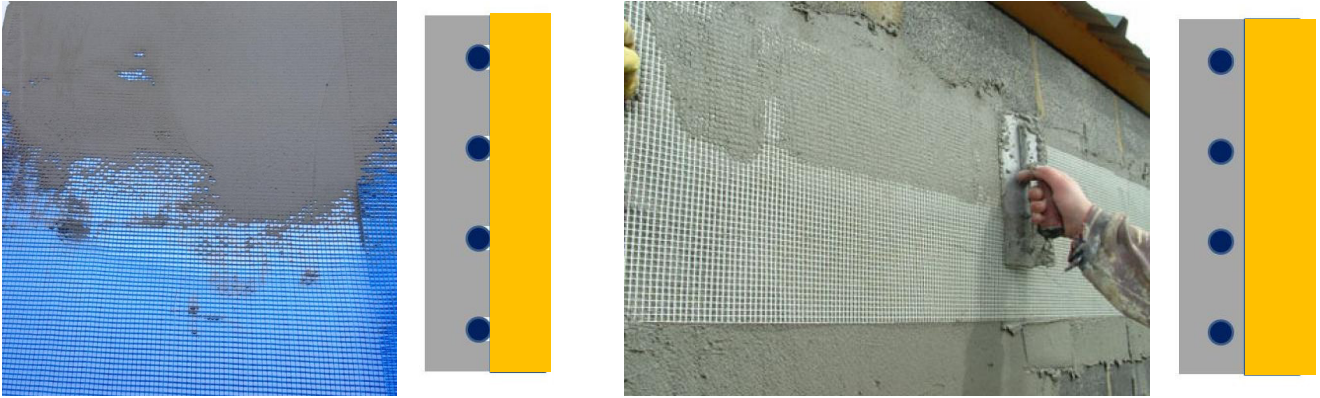
- 테두리에 정착 몰탈을 배치하여 공기가 순환되지 않도록 부착
- 단열재 면의 40% 이상 도포
- 단열재의 밴딩 및 크랙 저감

출처: PHIKO



◎ 외단열 시공시 주의사항 | 매쉬 미장 작업

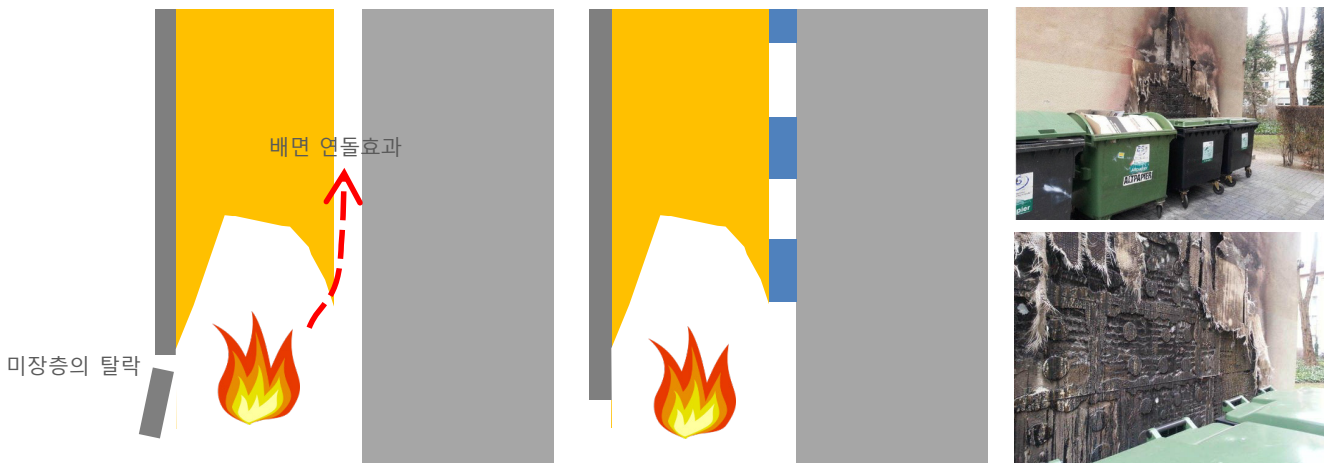
- 단열재 + 초벌미장 + 내알칼리성 매쉬 + 재벌미장 + 마감재
 - 초벌미장으로 시멘트 페이스트가 비드법단열재의 비드 틈으로 함침되어 접착력 증대
 - 매쉬가 미장면의 중앙에 위치하여 충분한 인장강도를 구현할 수 있도록 시공
 - 화재시 미장면이 탈락되지 않고 일정시간 유지되어 산소 공급을 막아 자연소화 될 수 있도록 유도



출처: PHIKO

◎ 외단열 시공시 주의사항 | 자기 소화성

- 단열재 + 초벌미장 + 내알칼리성 매쉬 + 재벌미장 + 마감재
 - 초벌미장으로 시멘트 페이스트가 비드법단열재의 비드 틈으로 함침되어 접착력 증대
 - 매쉬가 미장면의 중앙에 위치하여 충분한 인장강도를 구현할 수 있도록 시공
 - 화재시 미장면이 탈락되지 않고 일정시간 유지되어 산소 공급을 막아 자연소화 될 수 있도록 유도



출처: PHIKO

◎ 외단열 시공시 주의사항 | 외장재 고정 철물 열교

- 외단열 적용 + 중량 마감재 (벽돌 또는 석재 등) 구성의 경우 마감재를 고정하기 위한 철물로 열교 발생
 - 법적 단열재의 두께가 증가로 인한 하지 철물 두께 및 수량 증가
 - 단열작업자 외장재 작업자 협업이 어려움
 - 외단열 미장마감 또는 벽돌타일 마감이 경제적



출처: PHIKO

◎ 참고 서적 및 사이트

1. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=335
2. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=351
3. https://www.phiko.kr/bbs/board.php?bo_table=z3_01&wr_id=15

B.2

열교방지 기술

교육 목표

열교방지 기술

- * 건축물에서 열교의 정의와 발생 원인, 발생 부위를 이해한다
- * 선형 열교와 점형 열교의 정의를 이해한다
- * 열교 발생으로 인한 문제점과 열교 방지 설계의 필요성을 이해한다
- * 열교의 평가 지표 및 산출 방법, 국내 제도상 열교 평가 방법을 이해한다
- * 건물 에너지 평가 시 열교 부위 열손실의 반영 방법을 이해한다
- * 열교 방지 설계의 기본 원칙을 이해한다
- * 외단열 및 내단열 설계 시 열교 부위 및 열교 저감 방안에 대해 이해한다

1 열교의 이해

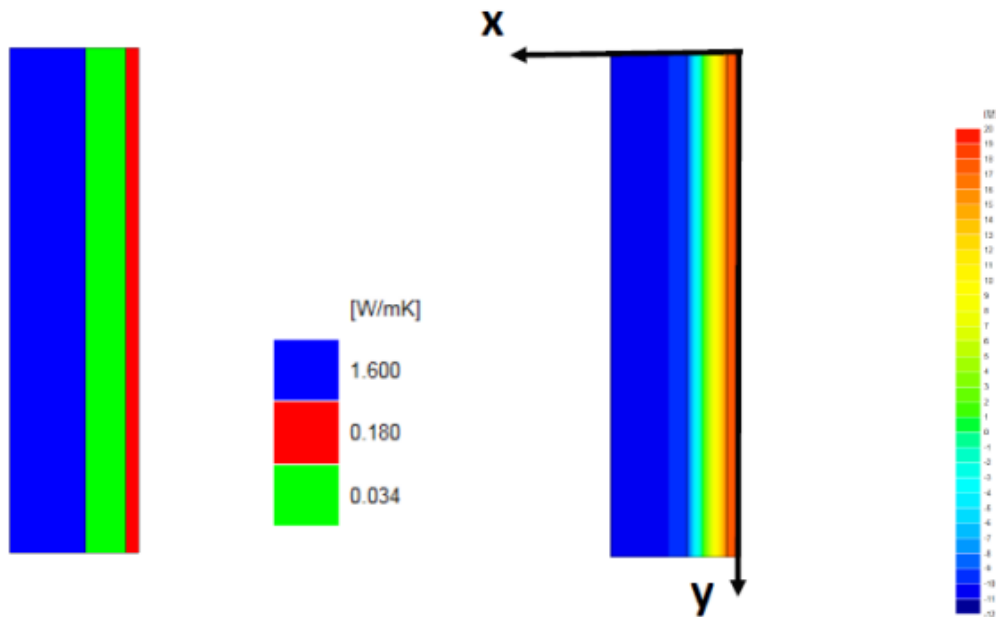
◎ 열교의 정의 (ISO 10211)

- 건물 외피에서 국부적으로 열류(heat flow)가 변화되는 부위를 의미
- Thermal bridge, cold/warm bridge로도 지칭됨 → "열이 이동하는 다리"
- ISO 10211*의 정의에 따르면 다음과 같음:

- “...**part of the building envelope where the otherwise uniform thermal resistance is significantly changed** by
 - ① full or partial penetration of the building envelope by materials with a different thermal conductivity and/or
 - ② a change in thickness of the fabric and/or ③ a difference between internal and external areas, such as occur at wall/floor/ceiling junctions...”

“...**열저항이 급격하게 변화하는 건물 외피의 일부**...① 다른 열전도율을 가진 재료가 외피 전체 혹은 부분을 관통하거나, ② 재료의 두께가 변화하거나, ③ 내부와 외부의 면적이 달라질 때 ...”

- 1차원 열류 (1-dimensional heat flow) : x축 방향으로만 열이 이동
- 설계 시 사용하는 열관류율(W/m²K, U-value)은 1차원 열류를 가정

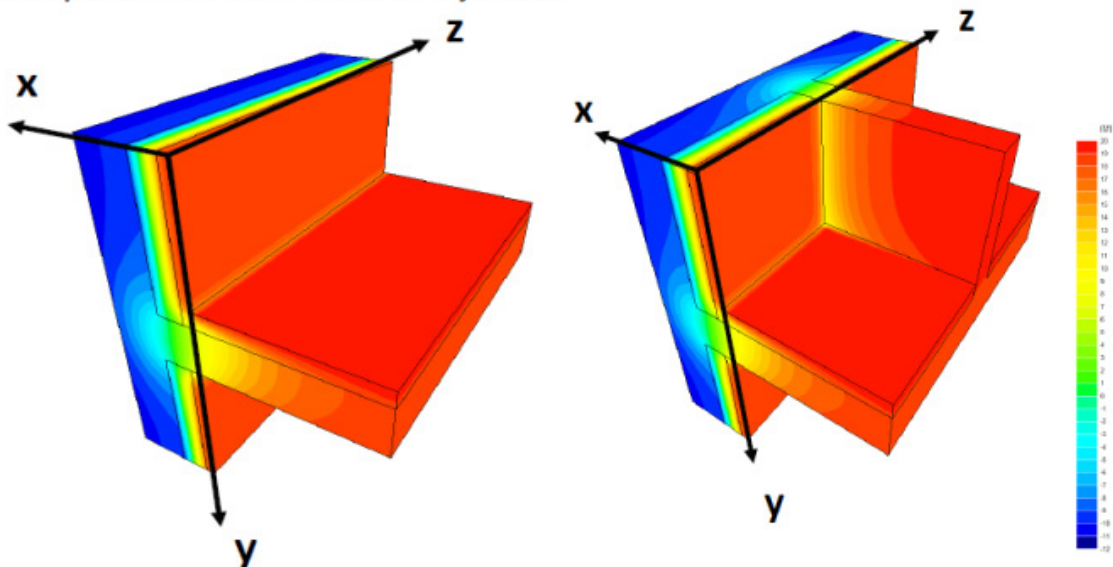


1차원 열전달 예시

*출처: Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conperence Proceeding

- 2차원, 3차원 열류 (2-, 3-dimensional heat flow)
- 실제 건물에서는 건물의 형태와 다양한 열교로 인해 y축, z축으로의 열류도 동시에 발생

Example of wall-floor and wall-wall junction



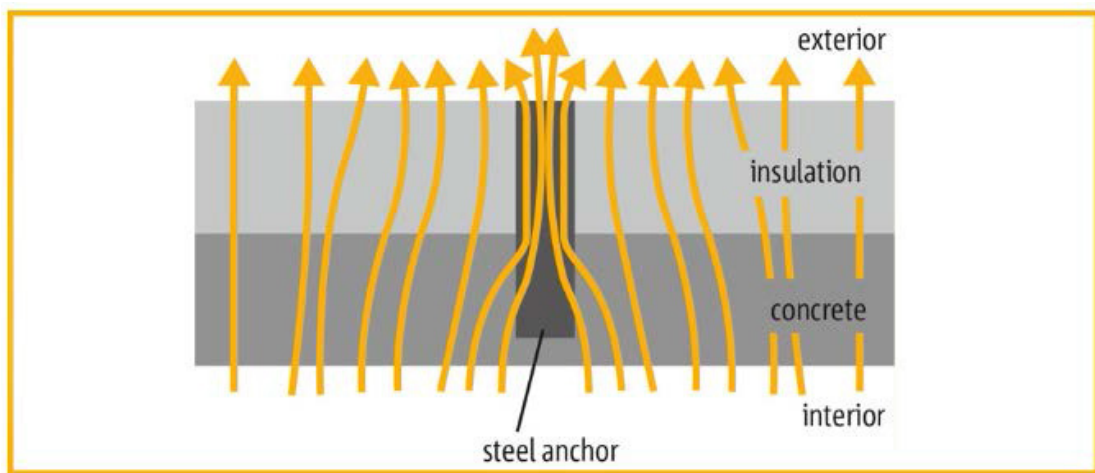
2차원 열전달 예시

3차원 열전달 예시

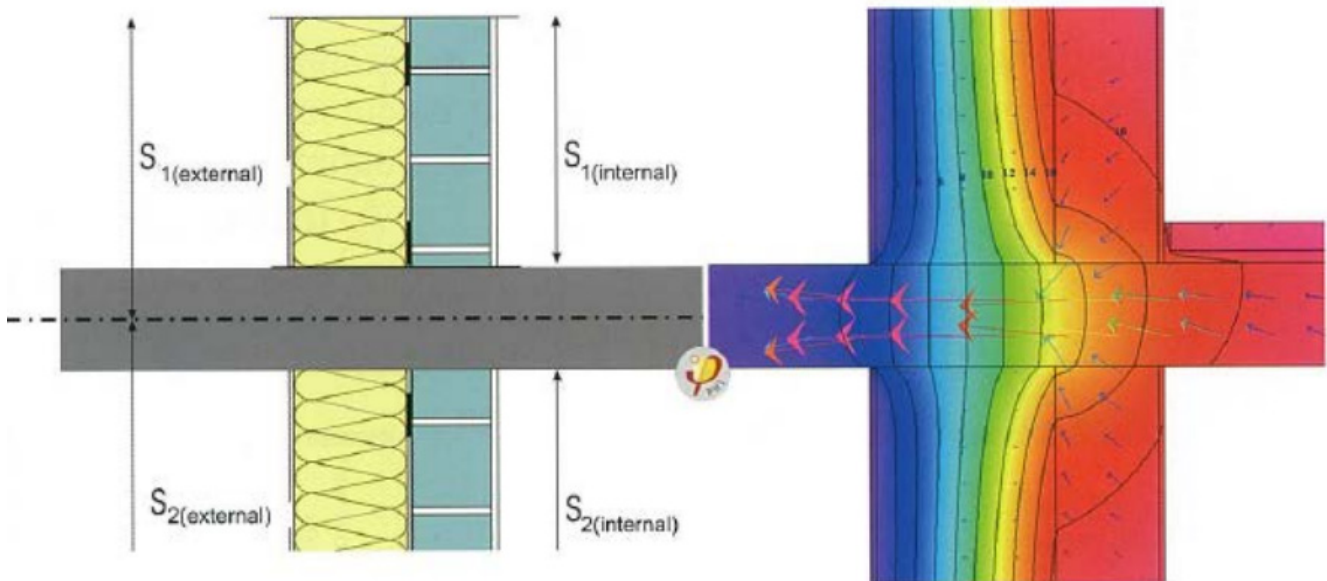
*출처: Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conperence Proceeding

◎ Construction(material) thermal bridge (구조적/재료적 열교)

- 단열재 등 열전도율(W/mK)이 낮은 부위를 열전도율이 상대적으로 높은 금속, 콘크리트 등의 요소가 관통하는 경우, 열전도율이 높은 부위를 통한 열류가 인접한 부위에 비해 증가
- 건축물에서 일반적으로 단열재가 불연속되는 부위이며, 이러한 부위를 최소화하여 설계, 시공하는 것이 요구됨

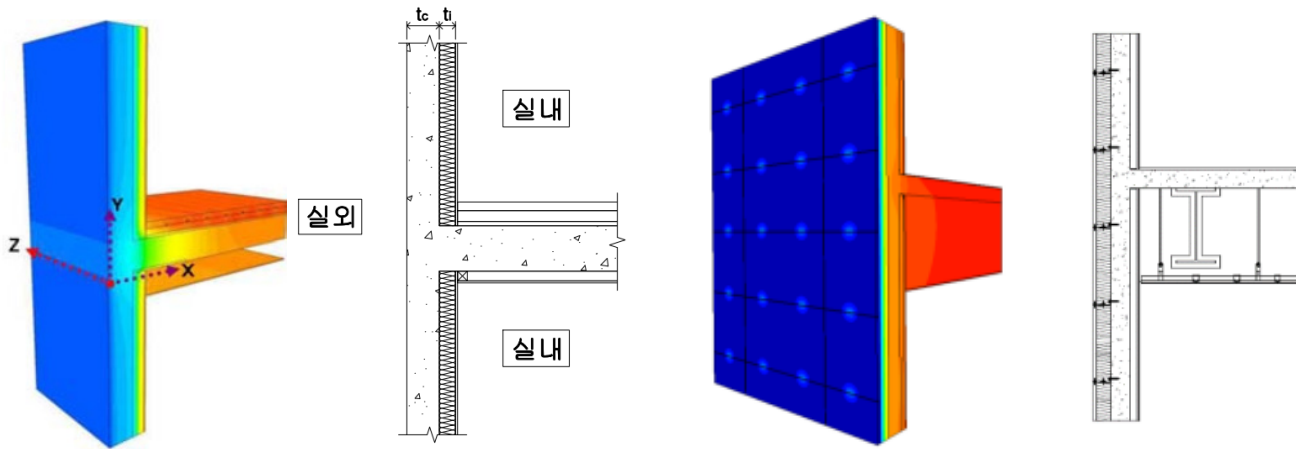


*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018



*출처 : Passive House Institute 교육 자료

● 사례1 : 내단열 공동주택의 벽-슬라브 접합부 열교 / 석재 마감 외단열 시스템의 앵커 고정 부위



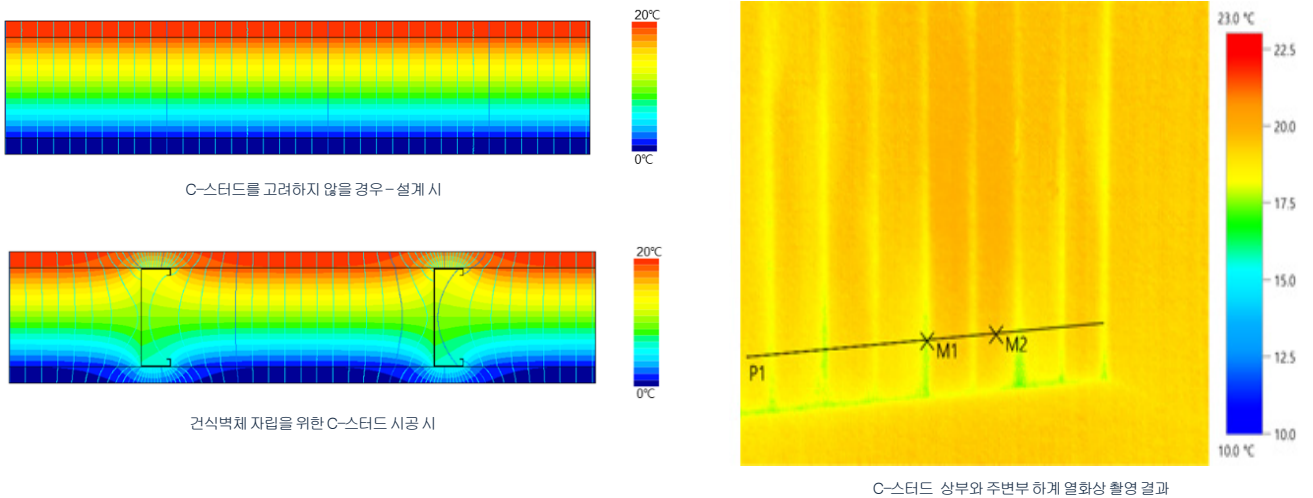
벽-슬라브 접합부 선형 열교 사례

석재 마감 외단열 시스템의 앵커 고정 부위 점형 열교 사례

(출처: 송승영 외, 2009, 정적 열부하 계산법에 의한 열교제거형 외단열 공동주택의 동단위 연간 난방 부하 절감 효과 분석, 대한건축학회)

(출처: Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conference Proceeding)

● 사례2 : 건식벽체 금속 스테드로 인한 열교 - 선형+점형 열교
- 스테드 부위를 통한 열교 발생되어, 스테드 부위 표면 온도 낮아짐

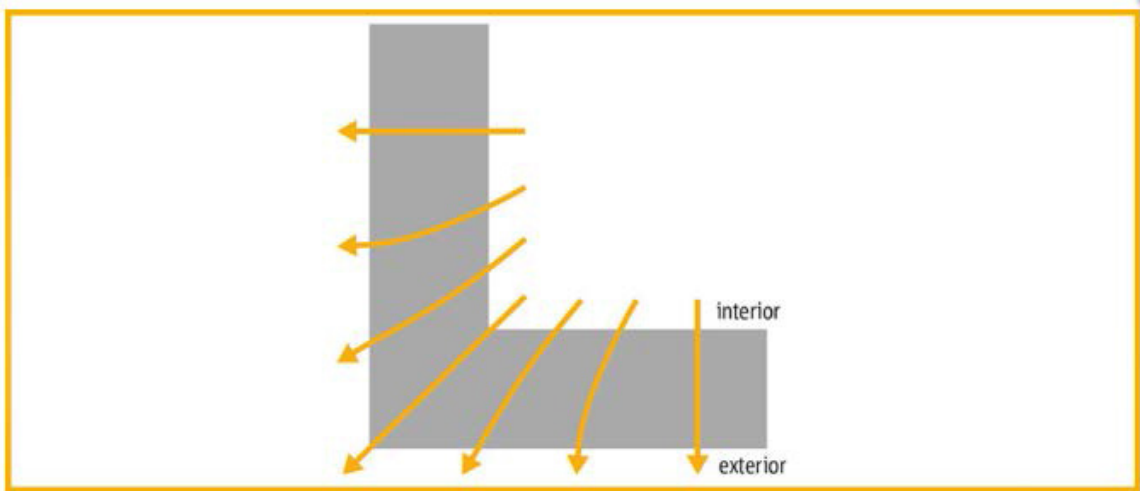


*출처: 송진희 외, C-스테드 이격용 클립을 적용한 석고보드 건식벽체 시스템의 단열 및 구조성능 평가, KIEAE Journal, 2022

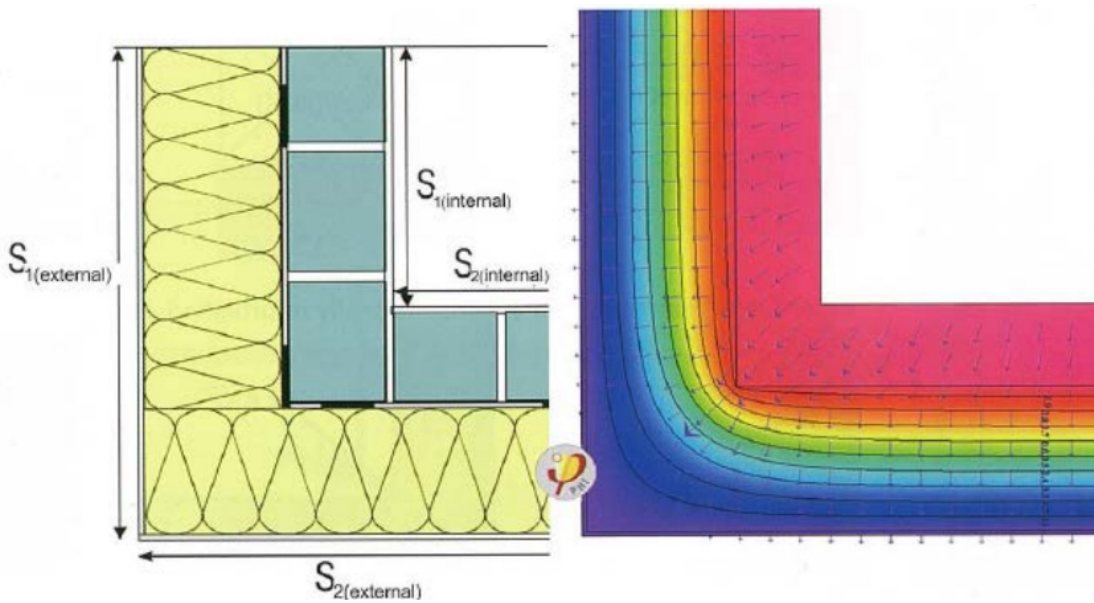
- C-스테드를 사용하는 석고보드 건식벽체에서, C-스테드를 고려하지 않았을 때와 고려하였을 때의 열이동(좌)
- 지중벽에 시공된 마감벽을 열화상 촬영한 것으로, C-스테드로 인해 선형으로 온도가 낮아지는 것 확인 가능(우)

◎ Geometric thermal bridge (기하학적 열교)

- 구조체 형태에 따른 구조체 형태에 따른 열교로 열이 흡수되는 면적과 방출되는 면적의 차이로 인함
- 내,외단열에 상관없이 단열재가 불연속되지는 않으나 건물의 특성 상 반드시 발생하는 열교 형태



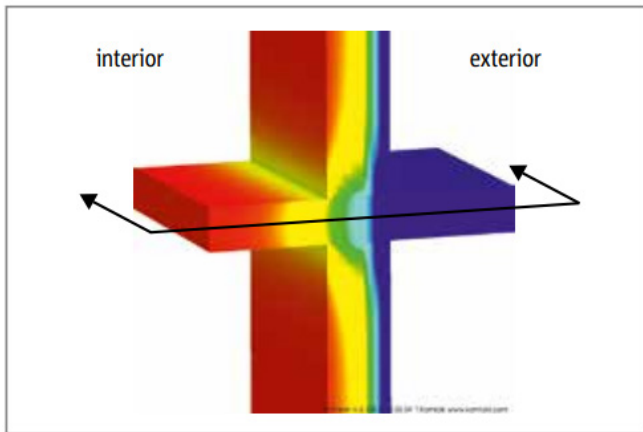
*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018



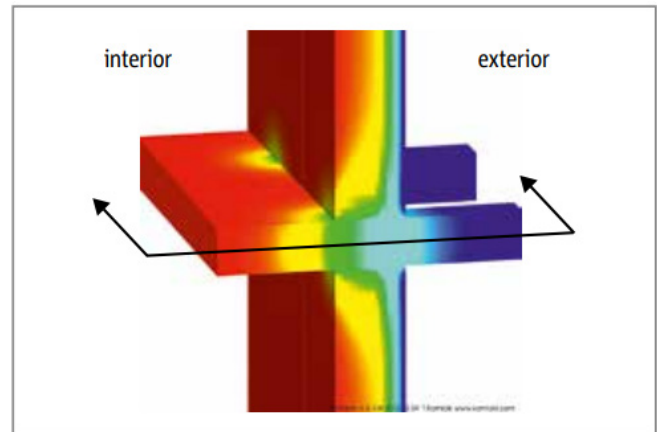
*출처 : Passive House Institute 교육 자료

◎ 선형 열교와 점형 열교

- 선형 열교 (Linear thermal bridge) : 공간상의 3개 축 중 하나의 축을 따라 동일한 단면이 연속되는 열교
 - linear thermal transmittance로 나타냄 (W/mK)
- 점형 열교 (Point thermal bridge) : 단일 부재 또는 개별 포인트로 인해 열적인 흐름이 달라지는 부위
 - point thermal transmittance로 나타냄 (W/K)



선형열교

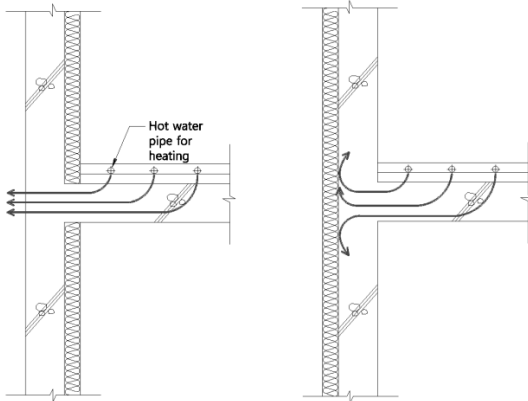


점형열교

*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

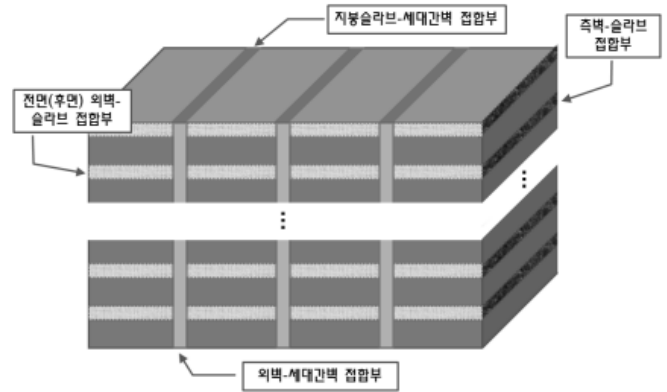
◎ 열교로 인해 발생하는 문제점

- 1. 외피 열손실 증가로 인한 난방부하 증가 및 난방 효율 감소
 - 내,외단열 단면도 열 흐름 비교 : 열교 유무에 따라 상이함
 - 외단열 공동주택의 연간 난방 에너지요구량은 내단열 공동주택 대비 8.5% 작음



(a) 내단열 시스템 (b) 외단열 시스템

내단열 vs. 외단열 열손실 비교



공동주택 열교 발생 부위

*출처: 송승영 외, 2009, 정적 열부하 계산법에 의한 열교제거형 외단열 공동주택의 동단위 연간 난방부하 절감 효과 분석, 대한건축학회

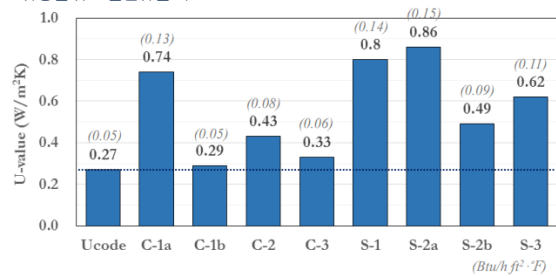
- 설계 시 의도하는 단열성능 대비 열교 부위로 인해 시공 후 실제 단열성능은 저하됨
- 동일한 설계 열관류율을 가지더라도, 건물 구조 형태 및 단열재의 시공 방식에 따라 유효 열관류율은 상이함

유형별 유효 열관류율 및 전열해석 결과

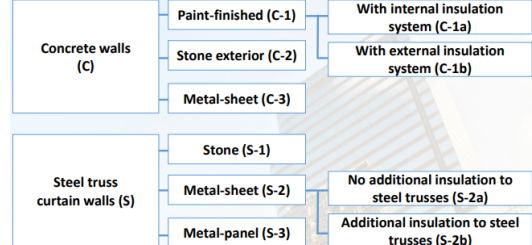
	Concrete wall			
	Paint-finished (C-1) Internal insulation system (C-1a)	External insulation system (C-1b)	Stone (C-2) (External insulation system)	Metal-sheet (C-3) (External insulation system)
Thermal Image				
U_{code}	0.27 W/m ² ·K (0.05) ¹⁾	0.27 W/m ² ·K (0.05)	0.27 W/m ² ·K (0.05)	0.27 W/m ² ·K (0.05)
Q_{air}	141.54 W (482.93) ²⁾	54.88 W (187.25)	82.53 W (281.59)	63.93 W (218.13)
U_{air}	0.74 W/m ² ·K (0.13)	0.29 W/m ² ·K (0.05)	0.43 W/m ² ·K (0.08)	0.33 W/m ² ·K (0.06)

	Steel truss curtain wall			
	Stone (S-1)	Metal-sheet (S-2) Without additional insulation of steel trusses (S-2a)	With additional insulation of steel trusses (S-2b)	Metal-panel (S-3)
Thermal Image				
U_{code}	0.27 W/m ² ·K (0.05)	0.27 W/m ² ·K (0.05)	0.27 W/m ² ·K (0.05)	0.27 W/m ² ·K (0.05)
Q_{air}	154.34 W (526.61)	165.94 W (566.19)	94.88 W (323.73)	119.71 W (408.45)
U_{air}	0.80 W/m ² ·K (0.14)	0.86 W/m ² ·K (0.15)	0.49 W/m ² ·K (0.09)	0.62 W/m ² ·K (0.11)

유형별 유효 열관류율 비교



분석 시스템 유형



*출처: Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conference Proceeding

● 2. 열교부위 실내측 표면온도 저하로 인한 결로 및 곰팡이 발생

- 표면 결로로 인한 마감재 훼손과 해당 부위 곰팡이 발생은 직접적으로 거주자에게 심리적, 육체적 악영향을 주게 됨

* 결로란, 건물 구조체 온도가 이에 면하는 습공기의 노점온도보다 낮을 때 구조체 내부 혹은 표면에 수증기가 응축되어 발생하는 현상

- 열교 부위 표면온도 및 주위의 공기온도가 낮아져 상대습도가 높아지고 곰팡이는 상대습도 70-80% 이상인 환경에서 증식



벽체 우각부 및 모서리 곰팡이 발생 사례



석고보드 표면 C-스터드 부위 마감 이색 사례

*출처: 송진희

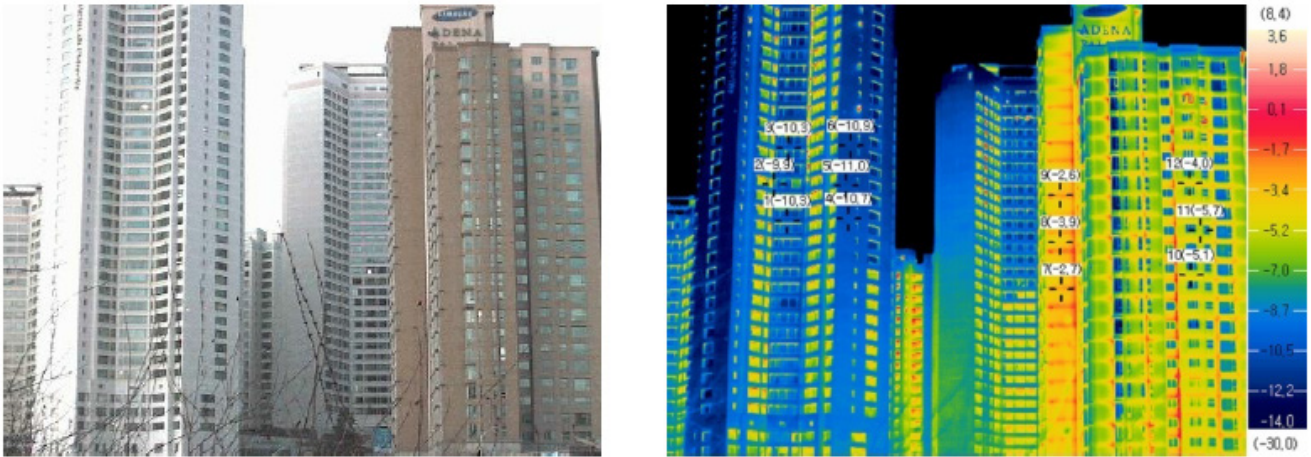
◎ 참고 서적 및 사이트

1. Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018 (www.schoeck.com)
2. Passive House Institute 교육 자료 (Passivhaus Institut (passivehouse.com))
3. Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conperence Proceeding
4. 송승영 외, 2009, 정적 열부하 계산법에 의한 열교제거형 외단열 공동주택의 동단위 연간 난방부하 절감 효과 분석, 대한건축학회

2 열교 평가 방법

◎ 열화상 촬영을 통한 시각적 진단

- 건물 외피 열교에 대해 직관적이고 시각적인 진단이 가능한 방법으로 실무에서 활용도가 높음
- KS F 2829 적외선 촬영법에 의한 건축물 단열성능 평가 방법
- 촬영 조건 : 일몰 후 최소 8시간 이후, 외기 풍속 3m/s 이하, 실내외 온도차 과거 3일간 평균 10K 이상
(정량적 활용은 표면 온도의 정밀도가 실제 표면 온도와 0.3°C 이내일 경우만 가능)

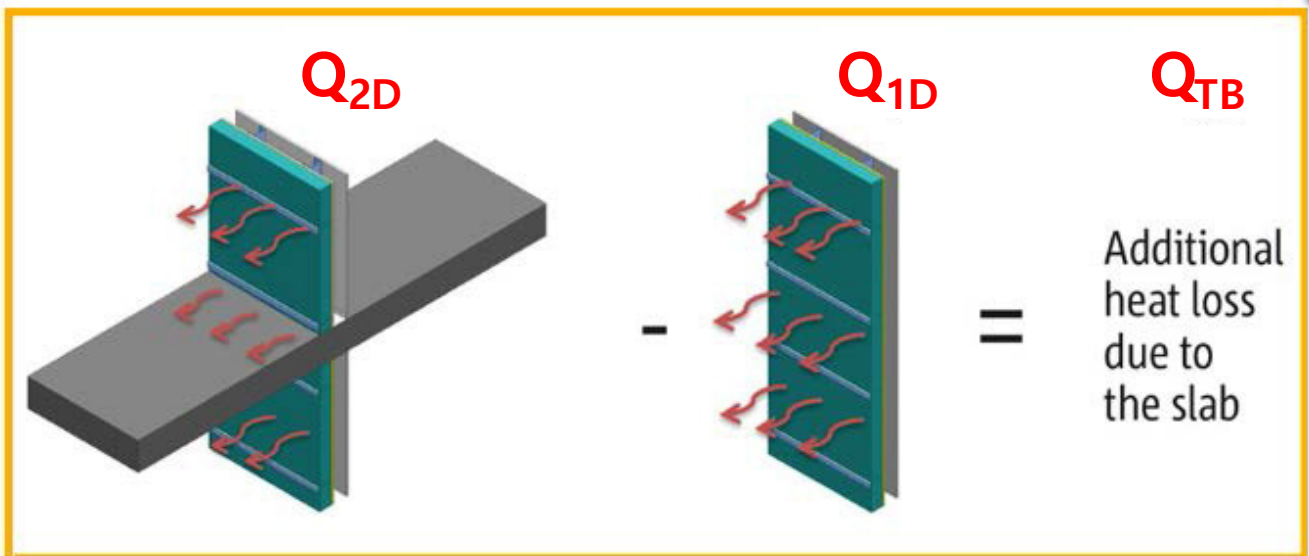


외단열 vs. 내단열 건물 열화상 촬영 사진

(출처: KPHI 기술강연회 발표 자료, 패시브형 공동주택의 단열과 열교방지, 이화여대건축공학과 교수 송승영)

◎ 선형 열교 평가 지표

- 선형 열관류율 (ψ , Linear thermal transmittance) : 열교에 대한 대표적인 정량적 평가 지표, W/mK
 - 열교 발생 부위를 포함한 외피의 총 전열량(Q_{2D})과 열교가 없을 경우의 외피의 총 전열량(Q_{1D})의 차이(Q_{TB})를 선형 열교의 길이로 나눈 단위 길이당 전열량, 클수록 열교로 인한 열손실이 크다는 의미



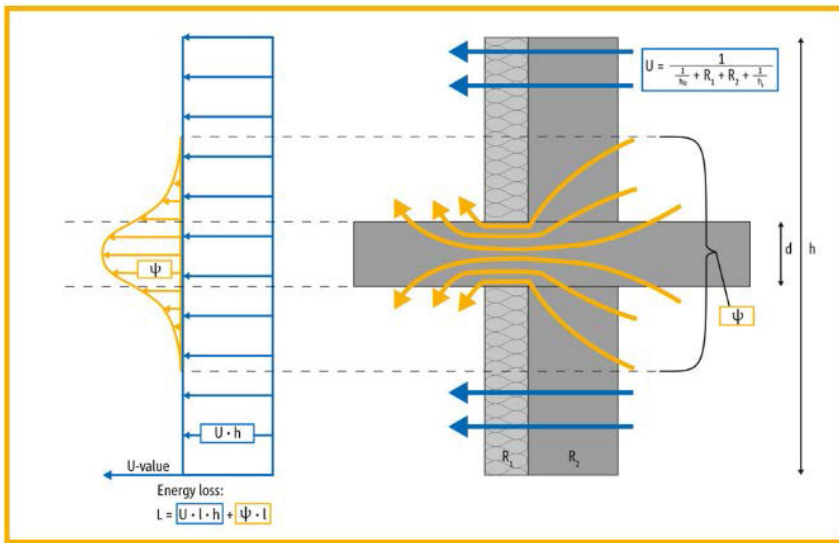
*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

◎ 선형 열교 산출

- 선형 열관류율 산출 수식

$$\psi = (Q_{2D} - Q_{1D}) / (\text{length} \times \Delta T)$$

- 치수체계 (external dimension or internal dimension) 선택
- 2차원 열류량 산출을 위한 전열해석 프로그램의 활용 (LBNL THERM, Physibel BISCO 등)



Energy loss:
 $L = U \cdot l \cdot h + \psi \cdot l$

Q_{2D} Q_{1D}

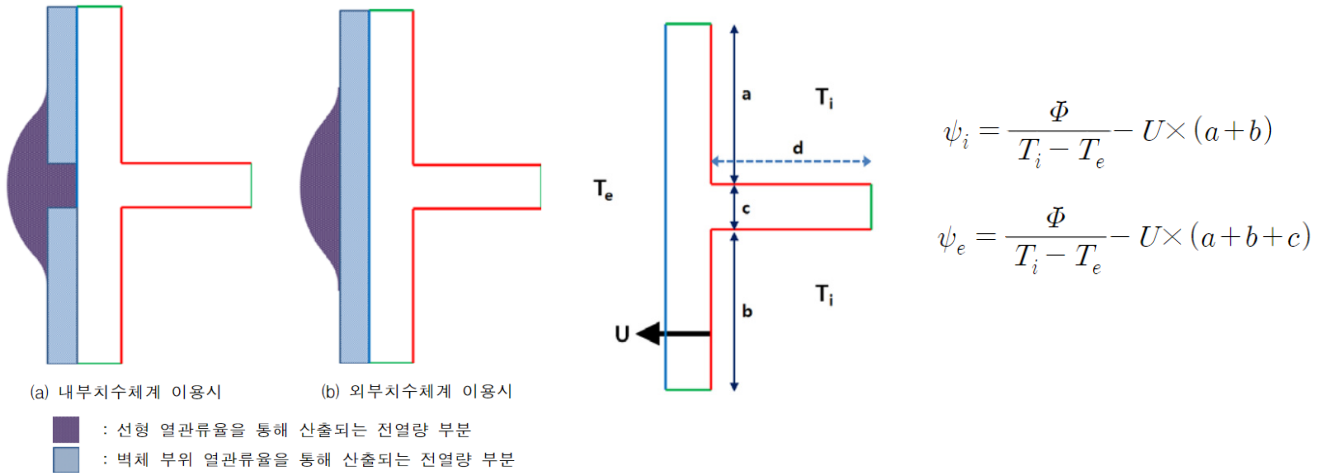
$Q_{1D} = U \cdot h$

$Q_{TB} = \psi \cdot l$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_1 + R_2 + R_{se}}$$

*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

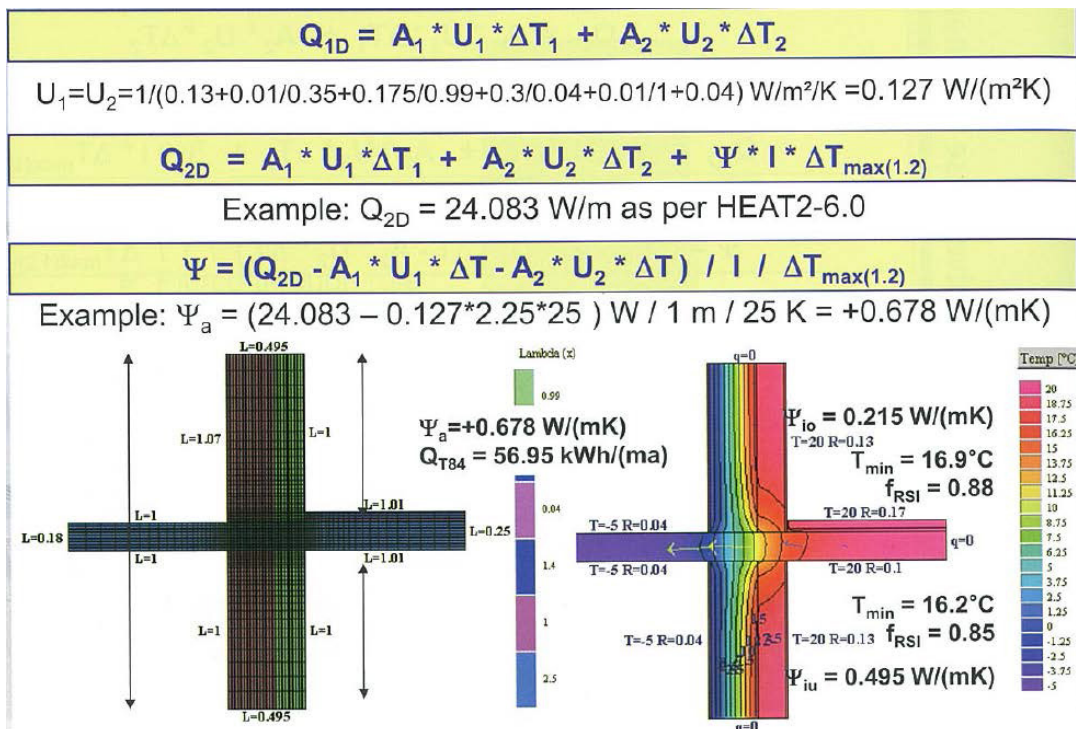
- 치수체계 (external dimension or internal dimension)
 - 외부 치수체계 혹은 내부 치수체계 중 어느 것을 선택해도 되나, 건물 전체적으로 하나의 치수체계를 사용
 - 치수체계에 따라 선형 열관류율 값은 다소 차이 있으나 건물 전체 외피 손실량은 동일하게 계산됨



*출처: 구보경 외, 내, 외단열 구조체의 열관류율 수준별 열교에 의한 단열성능 저하 정도 분석, 한국건축환경설비학회 학술발표대회 논문집, 2012.10, pp. 87-90

- 2차원 열류량 산출을 위한 전열해석 프로그램
 - 무료 프로그램 : LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)의 THERM
 - 유료 프로그램 : Physibel BISCO, HEAT 등
- 선형 열교 산출 예시

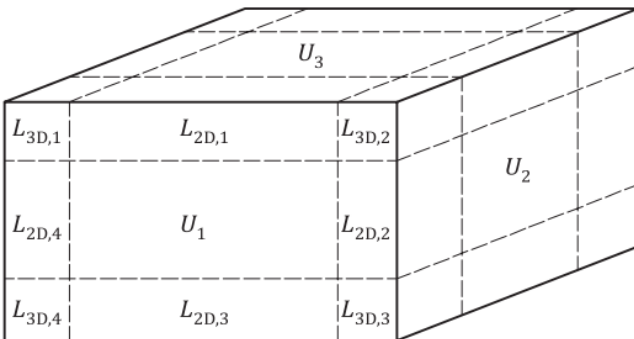
*출처: Passive House Institute 교육 자료



◎ 점형 열교 평가 지표 및 산출

- 점형 열관류율 (X, Point thermal transmittance) : 점형 열교에 대한 대표적인 정량적 평가 지표, W/K
 - 열교 발생 부위를 포함한 외피의 총 전열량(Q3D)과 열교가 없을 경우의 외피의 총 전열량(Q1D)의 차이(QTB)를 점형 열교 발생 개수로 나눈 전열량, 클수록 열교로 인한 열손실이 크다는 의미
- 점형 열관류율 산출 수식

$$X = (Q_{3D} - Q_{1D}) / (n \times \Delta T)$$



$$\chi = L_{3D} - \sum_{i=1}^{N_i} U_i \cdot A_i - \sum_{j=1}^{N_j} \Psi_j \cdot l_j$$

*출처 : ISO 10211 Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculation

◎ 국내 제도 - 건축물의 에너지 절약 설계 기준

● 국토교통부고시 제2024-1026호, 「건축물의 에너지절약 설계기준」, 2025.1.1 시행

□ 제7조(건축부문의 권장사항) 에너지절약계획서 제출대상 건축물의 건축주와 설계자 등은 다음 각 호에서 정하는 사항을 제15조의 규정에 적합하도록 선택적으로 채택할 수 있다.

3. 단열계획

가. 건축물 용도 및 규모를 고려하여 건축물 외벽, 천장 및 바닥으로의 열손실이 최소화되도록 설계한다.

나. 외벽 부위는 외단열로 시공한다.

다. 외피의 모서리 부분은 열교가 발생하지 않도록 단열재를 연속적으로 설치하고, 기타 열교부위는 별표11의 외피 열교부위별 선형 열관류율 기준에 따라 충분히 단열되도록 한다.

라. 건물의 창 및 문은 가능한 작게 설계하고, 특히 열손실이 많은 복층 거실의 창 및 문의 면적은 최소화한다.

마. 발코니 확장을 하는 공동주택이나 창 및 문의 면적이 큰 건물에는 단열성이 우수한 로이(Low-E) 복층창이나 삼중창 이상의 단열성능을 갖는 창을 설치한다.

바. 태양열 유입에 의한 냉·난방부하를 저감 할 수 있도록 일사조절장치, 태양열취득률(SHGC), 창 및 문의 면적비 등을 고려한 설계를 한다. 건축물 외부에 일사조절장치를 설치하는 경우에는 비,

바람, 눈, 고드름 등의 낙하 및 화재 등의 사고에 대비하여 안전성을 검토하고 주변 건축물에 빛반사에 의한 피해 영향을 고려하여야 한다.

사. 건물 옥상에는 조경을 하여 최상층 지붕의 열저항을 높이고, 옥상면에 직접 도달하는 일사를 차단하여 냉방부하를 감소시킨다.

(12쪽 중 제1쪽)

에너지절약계획 설계 검토서											
2. 에너지성능지표 ^{주1)}											
항 목	기본비점 (a)				비점 (b)					평점 (a+b)	등급
	비주거	주택		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점			
대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500-3,000㎡ 미만)	주택 1	주택 2								
건					적부 0.200미만	0.200-0.225미만	0.225-0.250미만	0.250-0.280미만	0.280-0.340미만		
속	4.외피 열교부위의 단열 성능 (U/WK) (단, 창 및 문 면적비가 50%미만일 경우에 한함)	4	6	6	6	0.400미만	0.400-0.440미만	0.440-0.475미만	0.475-0.515미만	0.515-0.550미만	
문	5.기밀성 창 및 문의 설치(KS)					1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	

- 외피 열교부위 단열성능을 산출하기 위해, 에너지절약설계기준 [별표11]에서 형상에 따른 선형 열관류율을 제시함
- 파란색은 단열보강을 의미하며, 보강 유무에 따라 선형 열관류율이 달라짐을 알 수 있음

[별표 11] 외피 열교부위별 선형 열관류율 기준 (※ 구성 재료 : □ 콘크리트 ▨ 단열재 ■ 단열보강)

구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)	구분	구조체 열교부위 형상	단열 보강 유무	선형 열관류율 (W/mK)
T-1		없음	0.520(0.800)	L-1		없음	0.530(0.820)
		①	0.485(0.760)			①	0.485(0.765)
		①+②	0.430(0.695)			①+②	0.435(0.710)
		③	0.440(0.730)			③	0.375(0.675)
		①+③	0.415(0.695)			①+③	0.345(0.640)
		①+②+③	0.370(0.640)			①+②+③	0.315(0.600)
T-2		없음	0.465(0.600)	L-2		없음	0.545(0.665)
		①	0.390(0.520)			①	0.450(0.565)
		②	0.445(0.585)				
		①+②	0.375(0.510)				
T-3		없음	0.545(0.705)	L-3		없음	0.520(0.605)
		①	0.450(0.605)			①	0.410(0.520)
		②	0.540(0.700)				
		①+②	0.450(0.605)				

- 열교 형상을 4가지 타입, 26가지 조건으로 구분하고 일반적인 조건에서 가능한 보강 부위에 따른 선형열관류율을 미리 계산함

T-7		없음	0.700	X-3		없음	0.730(1.000)
		① 또는 ②	0.650			① 또는 ②	0.720(1.000)
						①+②	0.710(0.975)
		①+②	0.600			①+②+③+④	0.645(0.895)
						①+②+⑤+⑥	0.580(0.850)
						①+②+③+④+⑤+⑥	0.530(0.790)
T-8		없음	0.605(0.740)	X-4		없음	0.700
		①	0.605(0.740)			① 또는 ②	0.650
		②	0.570(0.705)			①+②	0.600
		①+②	0.565(0.700)				
T-9		없음	0.580	X-5		없음	0.465(0.885)
		①	0.555			①	0.455(0.870)
		②	0.550			②	0.435(0.850)
		①+②	0.515			①+②	0.425(0.835)
						①+②+③	0.395(0.800)

● 단열보강의 일정한 열저항을 가지는 자재로 300mm 이상 적용하여야 인정함

※ 외측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 바깥쪽을 말하며, 내측은 단열시공이 되는 부위의 구조체를 기준으로 건축물의 안쪽을 말한다.

※ 외피 열교부위란 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외피의 열교발생 가능부위(외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위와 외기에 간접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 부위가 접하는 부위는 평가대상에 포함)를 말한다.
 주1) 'I'형 및 'L'형에서 단열시공이 연속적으로 된 부위, 커튼월 부위, 샌드위치 패널 부위는 평가대상에서 제외(커튼월 부위 또는 샌드위치 패널 부위가 벽식 구조체 부위와 복합적으로 적용된 건축물의 경우는 벽식 구조체 부위만 평가)

※ 외피 열교부위의 단열 성능은 외피의 열교발생 가능부위들의 선형 열관류율을 길이가중 평균하여 산출한 값을 말한다. (단, 외기에 직접 면하는 부위로서 단열시공이 되는 외벽면적(창 및 문 포함)에 대한 창 및 문의 면적비가 50% 미만일 경우에 한하여 외피 열교부위의 단열 성능점수 부여)

- 외피 열교부위의 단열 성능 계산식 =
$$\frac{[\sum(\text{외피의 열교발생 가능부위별 선형 열관류율} \times \text{외피의 열교발생 가능부위별 길이})]}{(\sum \text{외피의 열교발생 가능부위별 길이})}$$

※ 외단열 적용 시 건축 마감재 부작을 위해 단열재를 관통하는 절단을 삽입하는 경우에는 발호안의 값을 적용한다.

※ 별표 11의 구조체 열교부위 형상 이외의 경우에는 제시된 형상의 회전 또는 변형('T'형 → 'Y'형, 'L'형 → 'I'형 등)을 통하여 가장 유사한 형상을 적용을 원칙으로 한다. (단, 별표 11의 구조체 열교부위 형상의 회전 또는 변형에도 불구하고 적용이 어려운 경우에는 ISO 10211에 따른 평가결과 인정 가능)

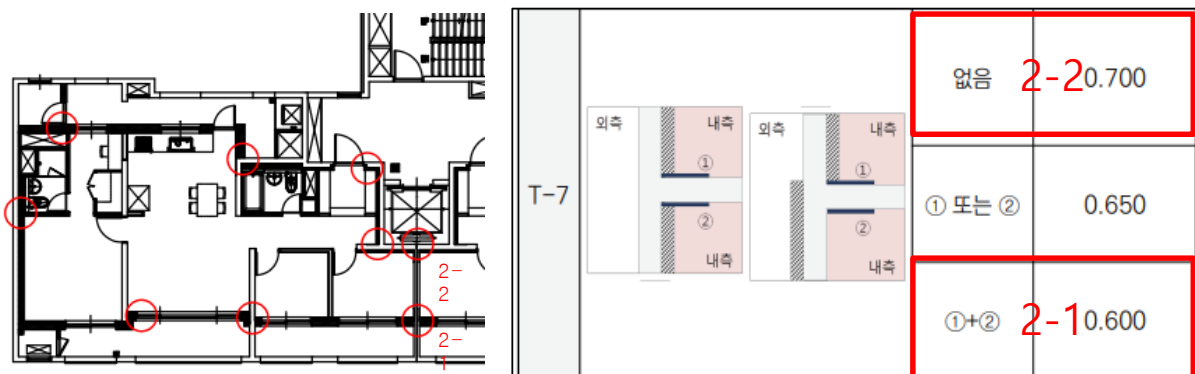
※ 외단열과 내단열이 복합적으로 적용된 건축물의 경우는 전체 단열두께의 50%를 초과한 부위의 선형열관류율을 적용하며, 외단열 두께와 내단열 두께가 동일한 경우에는 내단열 부위의 선형열관류율을 적용한다.

※ 단열보강은 열저항 0.27m²K/W, 길이 300mm 이상 적용
 - 단열보강 부위가 2면 이상일 경우에는 각각의 면이 열저항 기준 및 길이 기준을 모두 충족하여야함.
 - 단열보강을 하고자 하는 면의 단열보강 가능 길이가 300mm 미만일 경우는 해당 면 전체를 보강하는 경우에 한하여 인정

● 열교 부위 단열성능 산출 예시 : 공동주택 내단열 세대

(‘2-1’은 보강이 있고, ‘2-2’는 보강이 없다고 가정, 외기 직접 가정)

- ‘2-1’ 및 ‘2-2’는 [별표 11]의 T-7 타입을 좌측 혹은 우측으로 90도 회전한 경우
- ‘2-1’ 선형 열관류율은 1번, 2번 모두 보강을 하였으므로 0.600 W/mK
- ‘2-2’ 선형 열관류율은 보강이 없으므로, 0.700 W/mK
- 한 세대 기준으로 해당 열교가 지속되는 길이는 층고와 같음 (약 2.8m 가정)
- 열교 단열성능 = $\{(0.600 \text{ W/mK} \times 2.8\text{m}) + (0.700\text{W/mK}) \times 2.8\text{m}\} / \{2.8\text{m} + 2.8\text{m}\} = 0.650 \text{ W/mK}$



◎ 국내 제도 - 공동주택의 결로 방지를 위한 설계 기준

- 목적: 공동주택의 결로 저감을 유도하고 쾌적한 주거환경을 확보하는데 기여하기 위함
- 대상: 500세대 이상의 공동주택 / 출입문, 외기에 직접 면한 창호, 벽체 접합부
- 평가 지표: 온도차이비율 (TDR:Temperature Difference Ratio)
 - 정의: 실내와 외기의 온도차이에 대한 실내와 적용 대상부위의 실내표면의 온도차이
 - 법규에서 정한 실내외 온습도 기준 하에서 평가 부위의 “결로 방지 성능”을 평가하기 위한 지표
 - 아래의 계산식에 따라 그 범위는 0에서 1사이의 값으로 단위가 없는 상대적인 비율

$$\text{온도차이비율(TDR)} = \frac{\text{실내온도} - \text{적용 대상부위의 실내표면온도}}{\text{실내온도} - \text{외기온도}}$$

- 표준적인 실내외 환경조건: 실내 온도 25℃, 상대습도 50%
외기온도 (지역Ⅰ -20℃, 지역Ⅱ -15℃, 지역Ⅲ -10℃)
- 평가 방법: ① 물리적 시험 : KS F 2295 등의 시험방법으로 국가공인기관(KOLAS)에서 측정
② ISO 15099에 적합한 컴퓨터 프로그램을 활용한 시뮬레이션을 통해 산정

- 국토교통부, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인, 2014.
- 목적: 공동주택의 결로 발생 취약부위에 대한 결로 방지 상세도를 제시
- 주요 내용: 결로방지재 설계 지침, 주요 접합부 상세의 온도차이비율 제시
 - ① 단위세대에서 외기에 직/간접으로 면하는 모든 천장슬래브와 경계벽에 결로방지재(열전도율 0.036W/mK 이하)를 폭 300mm, 두께 10mm 이상으로 연속하여 시공 (지역 I, II 폭 450mm 이상 권장)
 - ② ①항을 만족하여도 만족여부 판단이 어려운 특이한 형상과 구조의 접합부는 전열해석 시뮬레이션을 수행하여 기준 만족여부를 평가
 - ③ ① 및 ②항의 경우, 거실의 외벽·최상층 반자 또는 지붕·최하층 바닥의 열관류율은 건축물의 에너지절약설계기준 [별표 1] 지역별 건축물 부위의 열관류율 기준 만족해야 함

결로 방지 성능을 확보하기 위한 TDR 기준

대상부위			TDR값 ^{주1), 주2)}			
			지역 I	지역 II	지역 III	
출입문	현관문	문짝	0.30	0.33	0.38	
	대피공간 방화문	문틀	0.22	0.24	0.27	
벽체접합부			0.25	0.26	0.28	
외기에 직접 접하는 창			유리 중앙부위	0.16 (0.16)	0.18 (0.18)	0.20 (0.24)
			유리 모서리부위	0.22 (0.26)	0.24 (0.29)	0.27 (0.32)
			창틀 및 창짝	0.25 (0.30)	0.28 (0.33)	0.32 (0.38)

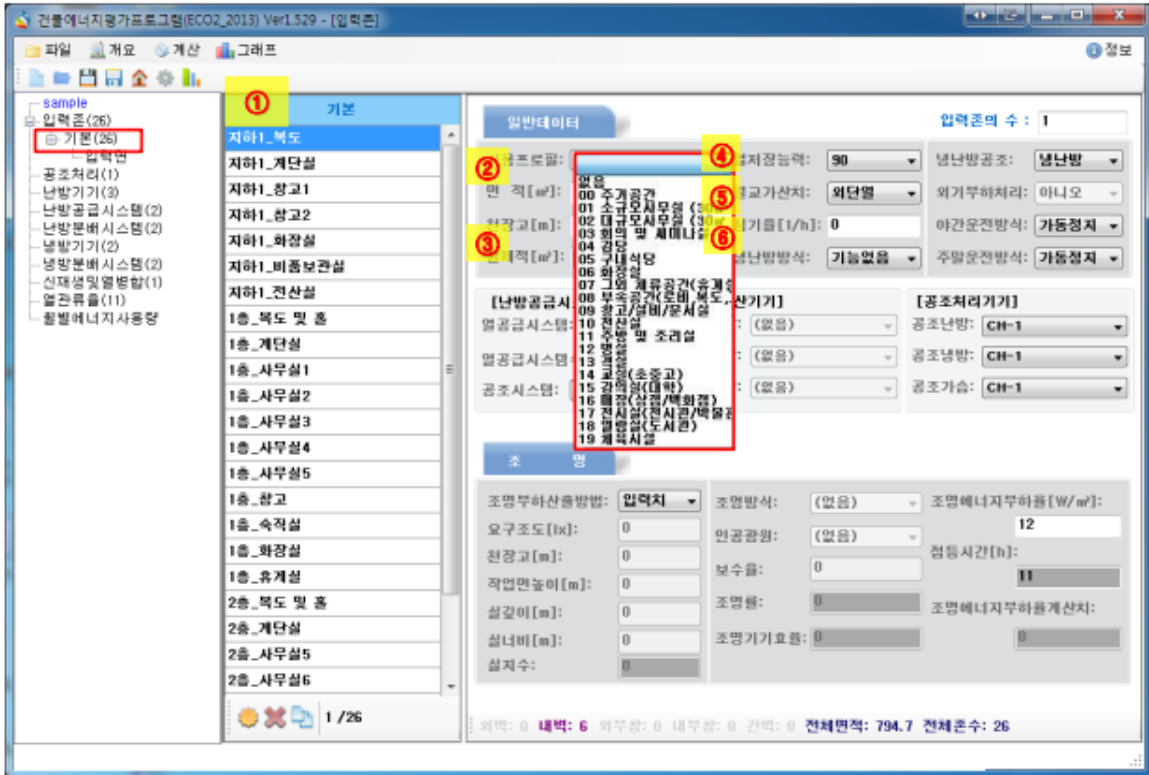
주1) 각 대상부위 모두 만족하여야 함

주2) 괄호안은 알루미늄(AL)창의 적용기준임

◎ ECO2 (건축물의 에너지 효율 등급) 상 열교 반영

- 열교가산치(W/m²K)로 반영 (내단열 혹은 외단열 中 선택):

골조에 대한 단열 부위에 따라 결정하며, 커튼월 구조의 경우 스펠드럴 등의 단열재 부착 위치가 골조의 외부인 경우 외단열로 설정



ECO2 화면

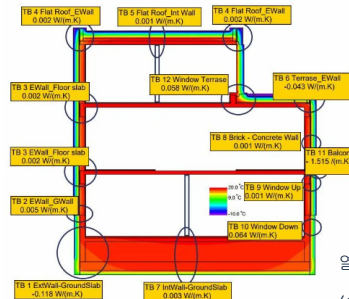
◎ PHPP(Passive house planning package) 상 열교 반영

- 패시브하우스는 연간 부하 산출 시, 주요 열교 부위별 선형 열관류율 및 해당 길이를 상세 입력하여 반영함

$$Q_T = U \times A \times G_t \times f_t + \psi \times l \times G_t \times f_t$$

Heat transfer through building envelopes; walls, roofs, floors, windows

Heat transfer through thermal bridges, as called linear thermal transmittance



열교 계산 예시

(출처: passivehouseschool.com)

Nr.	Thermal bridge description	Group Nr.	Assigned to group	Quantity	Length l [m]	Input of thermal bridge heat loss coefficient W/(mK)	ψ W/(mK)
1	Ext. wall-basement	15	Thermal bridges Ambient	1	24.85	Ext. wall-basement	-0.039
2	Int. wall-basement	17	Thermal bridges FS/BC	1	11.35	Int. wall-basement	0.061
3	Partition walls	15	Thermal bridges Ambient	1	17.36	Partition walls	0.000
4	Interior ceilings	15	Thermal bridges Ambient	1	20.25	Interior ceilings	0.002
5	Partition wall-roof	15	Thermal bridges Ambient	1	11.77	Partition wall-roof	0.005
6	Ext. wall-roof	15	Thermal bridges Ambient	1	25.27	Ext. wall-roof	-0.061
7	Ext. wall edge	15	Thermal bridges Ambient	1	17.36	Ext. wall edge	-0.062

PHPP 엑셀 계산 시트 입력 화면

◎ 참고 서적 및 사이트

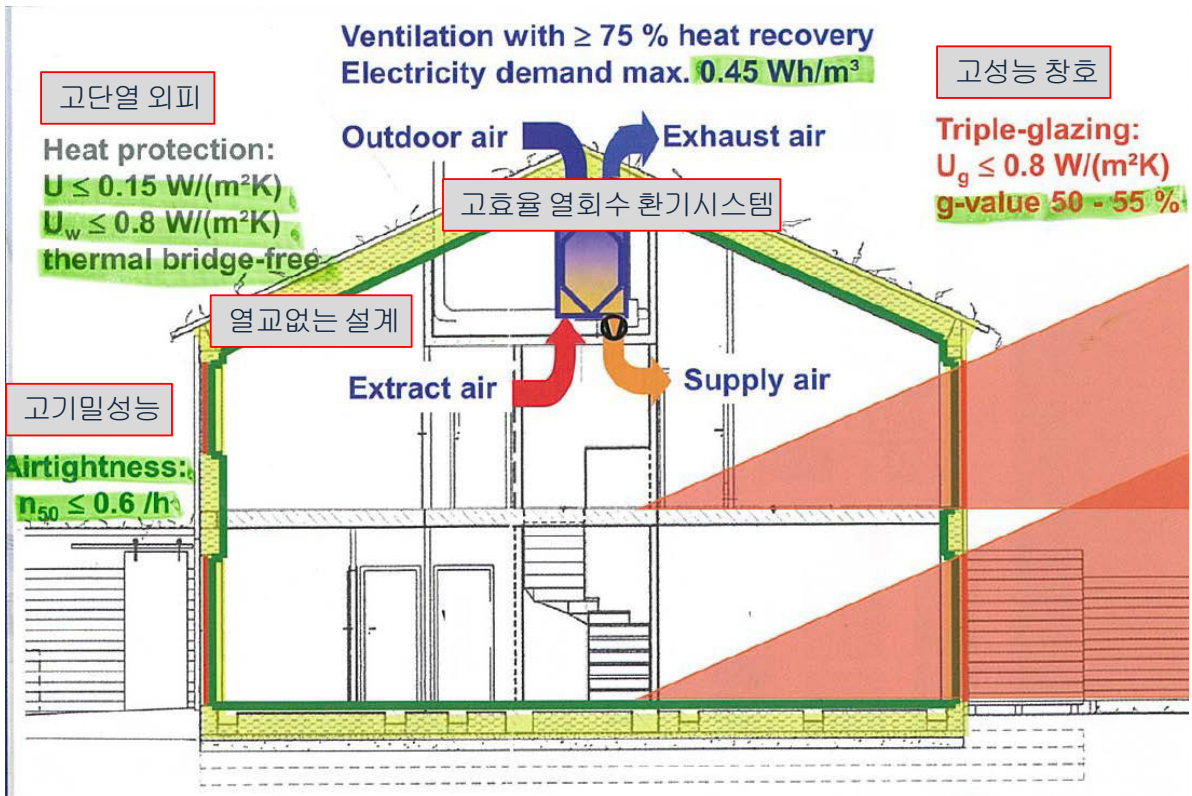
- 국토교통부, 건축물의 에너지절약설계기준
- 국토교통부, 한국에너지공단, 건축물의 에너지절약 설계기준 해설서
- 국토교통부, 공동주택의 결로방지를 위한 설계기준
- 국토교통부, 공동주택 결로방지 설계 가이드라인
- 한국에너지공단, 건물에너지평가프로그램 (ECO2) + 평가자 매뉴얼
- 구보경 외, 내, 외단열 구조체의 열관류율 수준별 열교에 의한 단열성능 저하 정도 분석, 한국건축친환경설비학회 학술발표대회 논문집, 2012.10, pp. 87-90
- Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018 (www.schoeck.com)
- Passive House Institute 교육 자료 (Passivhaus Institut (passivehouse.com))

3 열교 방지 설계

◎ 패시브하우스 Thermal-bridge-free Design

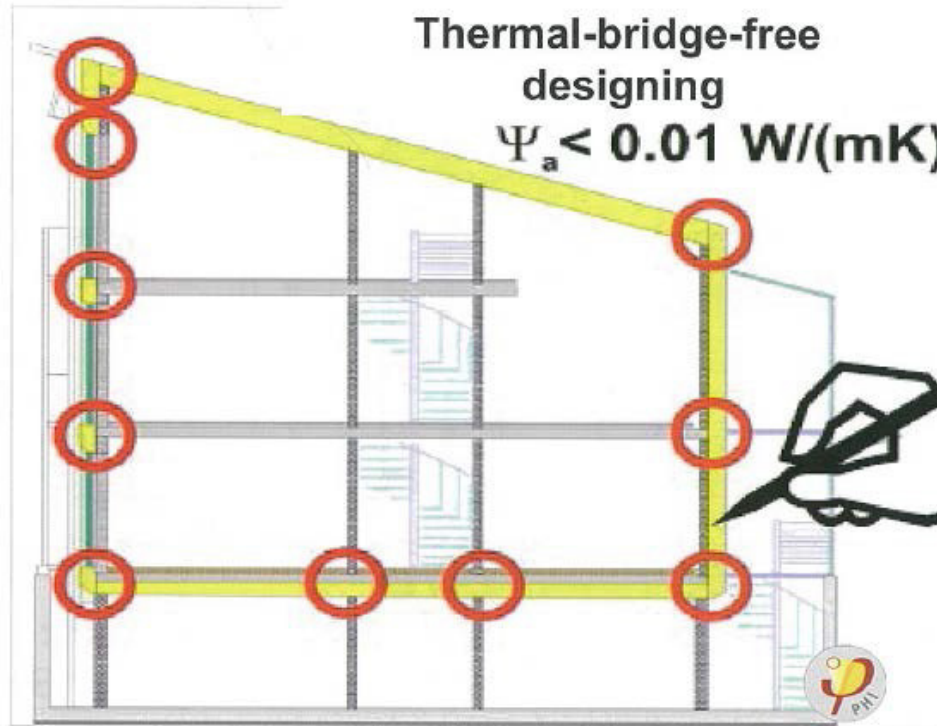
- 독일 패시브하우스 설계 기준:

고단열 외피, 고성능 창호, 고효율 열회수 환기시스템, 고기밀성능, "Thermal-bridge-free"



*출처 : Passive House Institute 교육 자료

- 패시브하우스에서의 "열교없는 설계 (Thermal-bridge-free design)"
 - 열교 부위의 평균 선형 열관류율 < 0.01 W/mK 로 설계, 시공할 것을 권장함
 - 건물의 단열 라인을 따라가며 주요 접합부 혹은 단열재가 불연속 되는 부위에 대해 열교 방지 설계 필요



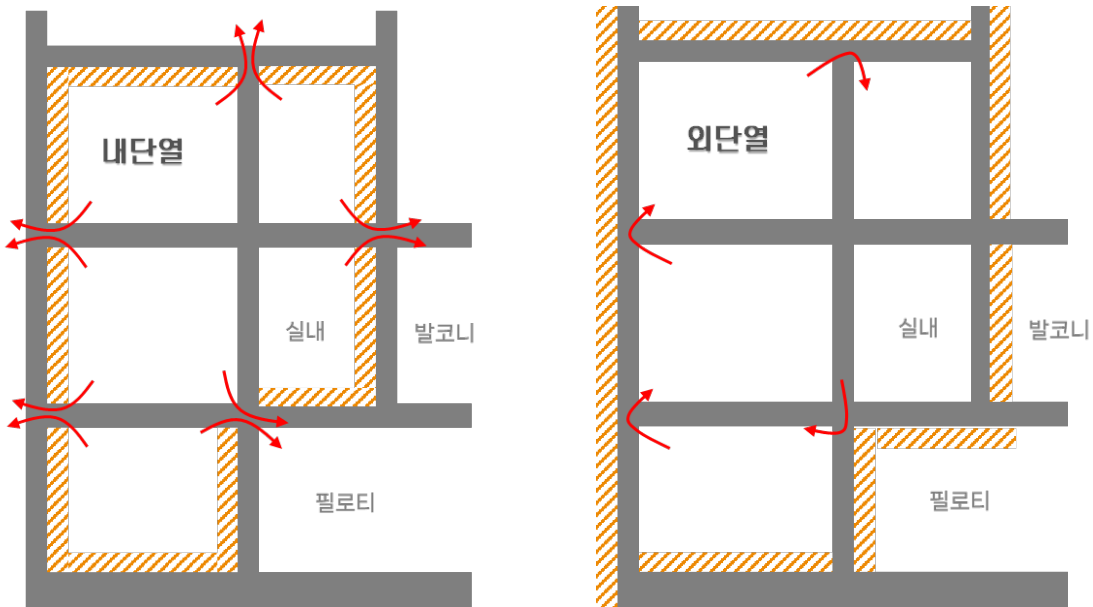
*출처 : Passive House Institute 교육 자료

◎ 외단열 설계 - 열교 저감 방안

- 외단열 (『건축물의 에너지절약 설계기준』 상 정의):

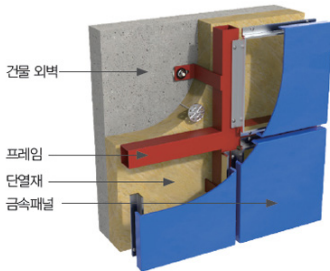
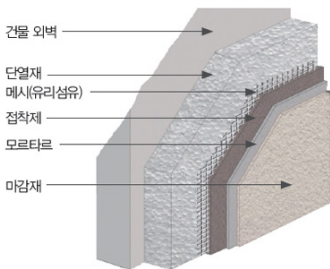
건축물 각 부위의 단열에서 단열재를 구조체의 외기층에 설치하는 단열방법으로서 모서리 부위를 포함하여 시공하는 등 열교를 차단한 경우

- 외단열 시공 시 건축물에서 발생하는 구조적 열교를 대부분 차단할 수 있음



- 습식 외단열의 경우, 탈락 하자 방지가 필요함
- 단열재 후면 접착제 도포 방식, 기계식 파스너 고정 개수 등 건물 높이, 지역에 따른 시방을 준수하여 시공 필요

외단열 시스템 종류 (습식/건식)



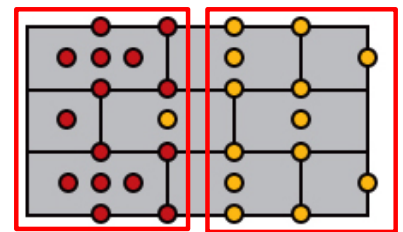
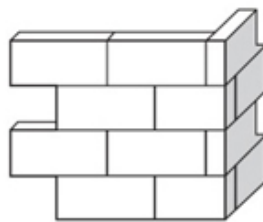
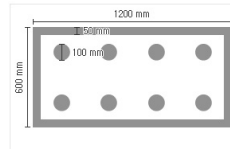
*출처: 한국건설기술연구원 홈페이지, 주요연구성과, 화재안전 및 단열성능 확보 건물 외벽시스템 개발

외단열 주요 하자 및 시공 주의사항



*출처: 한국패시브건축협회, 사진: 이명래

- 단열재 후면 접착제 리본-웍 방식 고정
- 기계식 고정 화스너 시방 개수에 맞게 시공
- 코너부 엇갈림 시공 및 창호 주변 L자형 단열재 시공



*출처: 테라코코리아(주), 준불연 외단열 시스템 시방

*출처: LX하우시스 홈페이지, www.lxzin.com

외벽 마감 시스템 난연 성능 강화

- 외벽 마감 시스템(단열재 포함) 화재안전성 확보를 위해 화재 발생 시 화재 확산을 막기 위한 규정
- 『건축법 시행령』 제61조
 - 3층 이상 혹은 9m 이상 건축물 등
 - 자재의 준불연 성능 확보 + 둘 이상의 재료로 제작된 마감재로는 실물모형시험 통과 필요 (건축자재 등 품질인정 및 관리기준 등 참고)

건축물의 화재 안전을 위한 건축법규가 "2019년 11월 7일" 부터 확대 시행

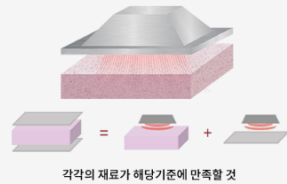
[건축법 시행령 제61조 (건축물의 마감재료) 준불연등급 이상의 재료로 건축물 외벽마감 건축물의 피난, 방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 제 24조에 따라



*출처: 한솔홈데코 홈페이지, www.hansolhomedeco.com

콘칼로리미터법 (KS F ISO 5660-1)

50kW/m²(약 500°C)의 복사열 10분간 가열
기준 8MJ/m²이하(총 열 방출량)



각각의 재료가 해당기준에 만족할 것

가스 유해성 시험 (KS F 2271)

단열재를 태운 가스를 쥐 8마리에게 주입
기준 9분 이상 활동(평균행동 정지시간)



실물모형시험 (KS F 8414)

건축물 외부 마감 시스템의 화재 안전 성능 시험방법 (KS F 8414)

시험 종료	60분
열원 소화	30분
평가 종료	시작시간+15분
Level 2 온도 판정	시작시간
Level 1 200°C ↑ 시험	시작시간
착화	0분

실물모형시험 진행 중인 LX Z:IN PF보드

15분 동안 600°C 이하 유지

Level 2 판정기준: Level 2 열전대의 어느 한 지점이라도 30초 동안 600°C를 초과하지 않을 것

Level 1 판정기준: Level 1 열전대의 온도가 200°C를 초과하여 30초간 유지된 경우 처음 200°C가 측정된 시간

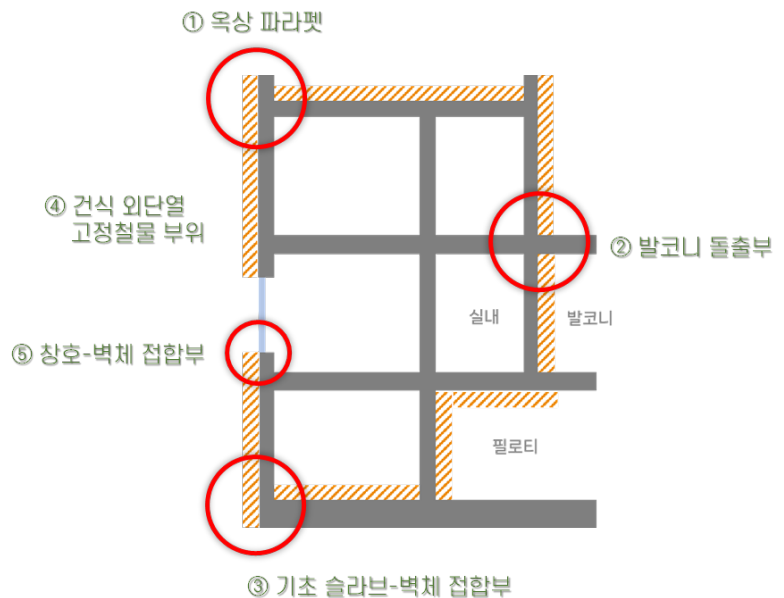
화원: 벽체를 1.5°C×1m×1m로 쌓아 사용 최대 3±0.5%의 열방출

※ 건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제24조 6항 건축물의 규모에 따라 외벽에는 난연재·표준불연재료 이상 성능의 마감재(단열재 및 모든 재료를 포함한다)를 사용해야 하며, 이 경우 둘 이상의 재료로 제작된 마감재로는 실물모형시험(KS F 8414) 결과가 기준(건축자재 등 품질인정 및 관리기준 제27조) 충족해야 한다.

• 외단열 건물에서의 주요 열교 발생 부위

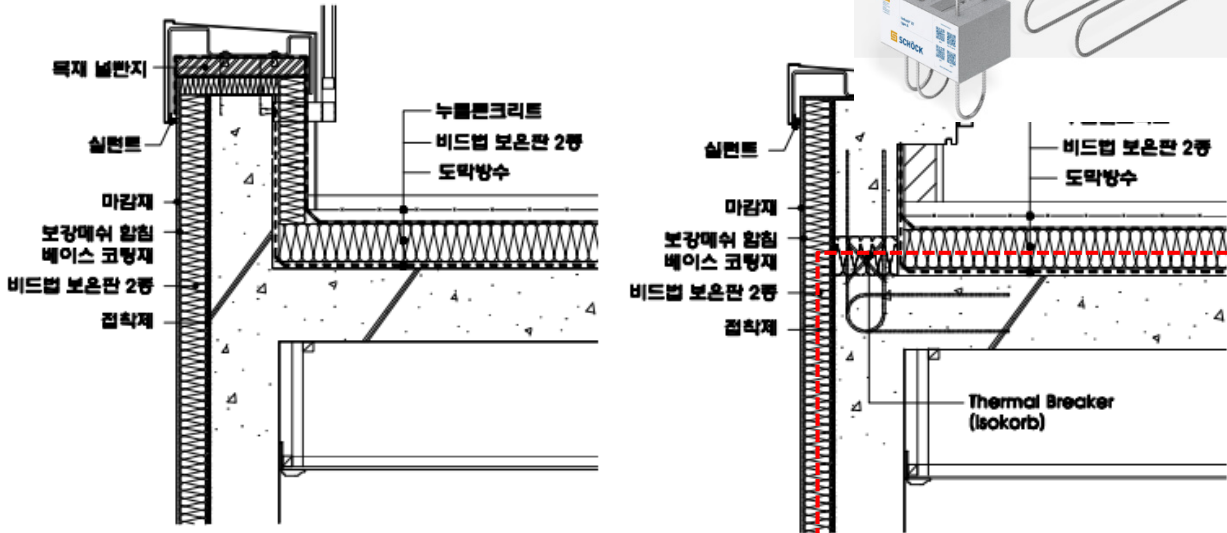
- ① 옥상 파라펫
- ② 발코니 돌출부
- ③ 기초 슬라브-벽체 접합부
- ④ 건식 외단열 고정철물 부위
- ⑤ 창호-벽체 접합부

• 각 부위별 권장 설계 및 시공 디테일 반영 혹은 부위별 열교차단재 사용 필요



◎ 외단열 | 옥상 파라펫 시공 디테일

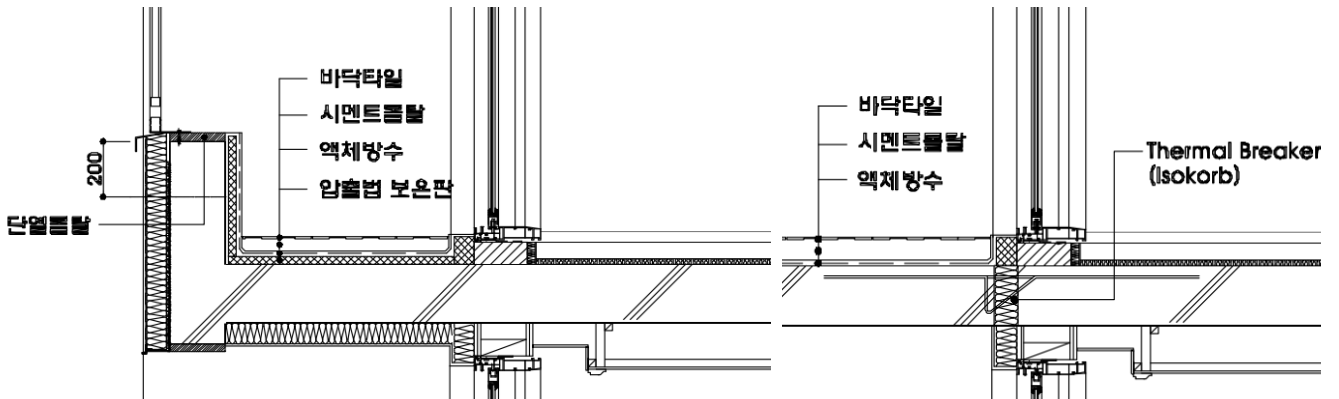
- 단열재가 파라펫을 감싸 불연속되는 면이 없어야 함
- 대안으로 파라펫 부위의 열교차단재를 사용할 수 있음



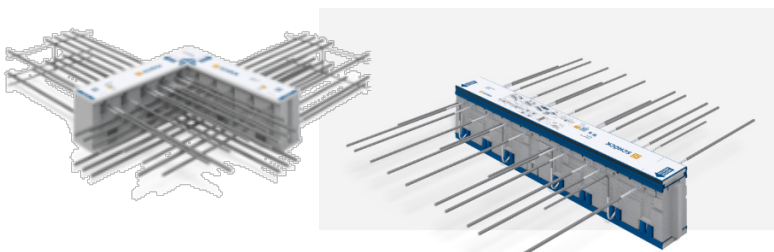
*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012

◎ 외단열 - 발코니 돌출부 열교차단재

- 단열재가 발코니 돌출부를 감싸 불연속되는 면이 없어야 함 (시공성 검토) - 대안으로 발코니 열교차단재 사용 가능



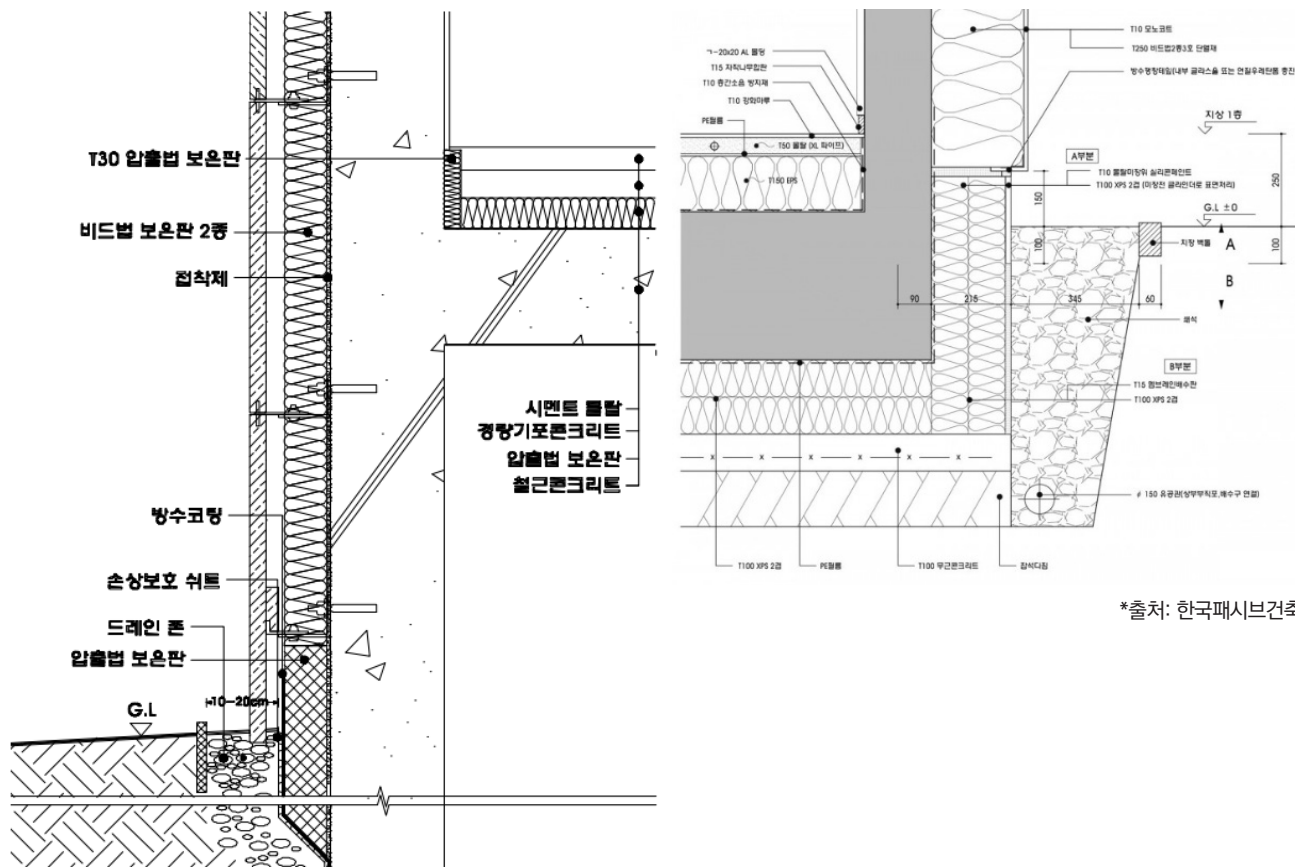
*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012



출처: www.schoeck.com

◎ 외단열 | 기초-벽체 접합부 열교차단재

- 단열재가 지면에 닿는 부분은 30cm 이상 XPS 단열재 시공 + 배수를 위한 자갈 시공



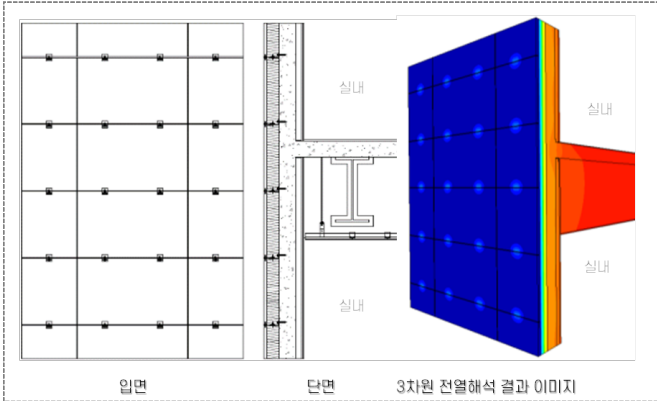
*출처: 한국패시브건축협회

*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012

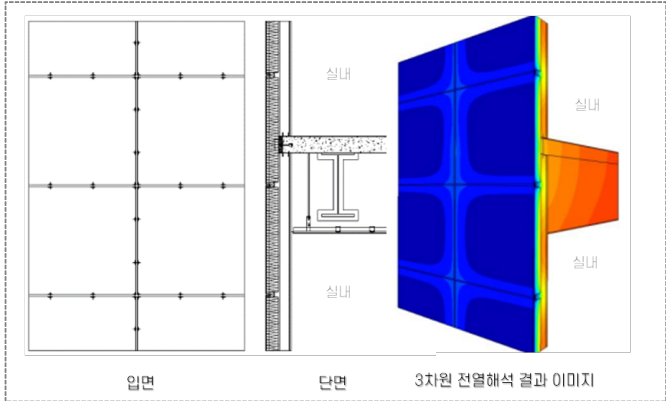
◎ 외단열 | 건식 외단열 고정철물 부위

- 건식 외단열 시 마감재 고정을 위한 화스너 및 철제 각파이프 등이 주요 열교가 됨
 - 특히 RC 외벽이 없는 커튼월 스펠드럴 부위(볼투명 단열재 설치 부위)의 단열성능은 설계 대비 상당히 저하됨

RC 외벽 - 석재마감 - 외단열 시스템



커튼월 외벽 - 메탈시트 마감 - 외단열 시스템



*출처: Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conference Proceeding

열교 차단 Fastener 및 앵커

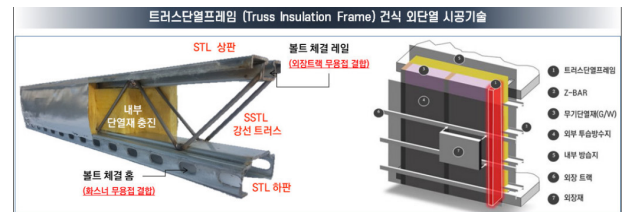
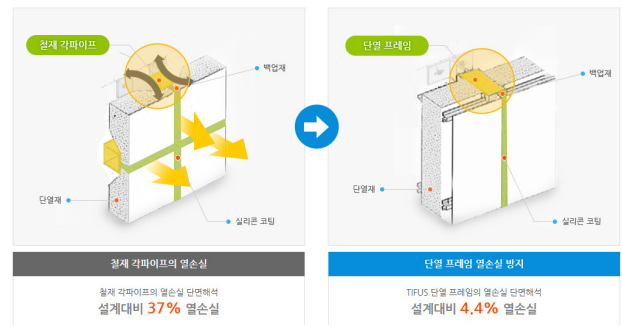
- 단열재 관통하는 금속 화스너를 통한 열교를 차단함
 - 열교차단 파스너 적용 시 연간 에너지소비량 약 17.9% 절감 가능



*출처: 이비엔리더 홈페이지 및 신기술 홍보자료

열교 차단 프레임

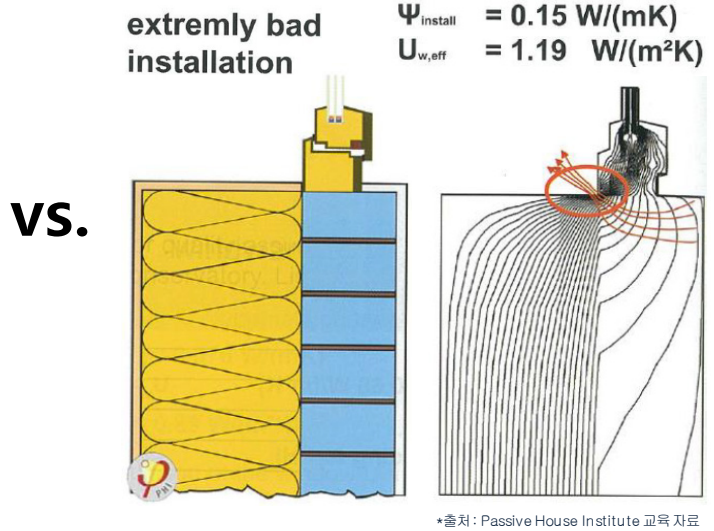
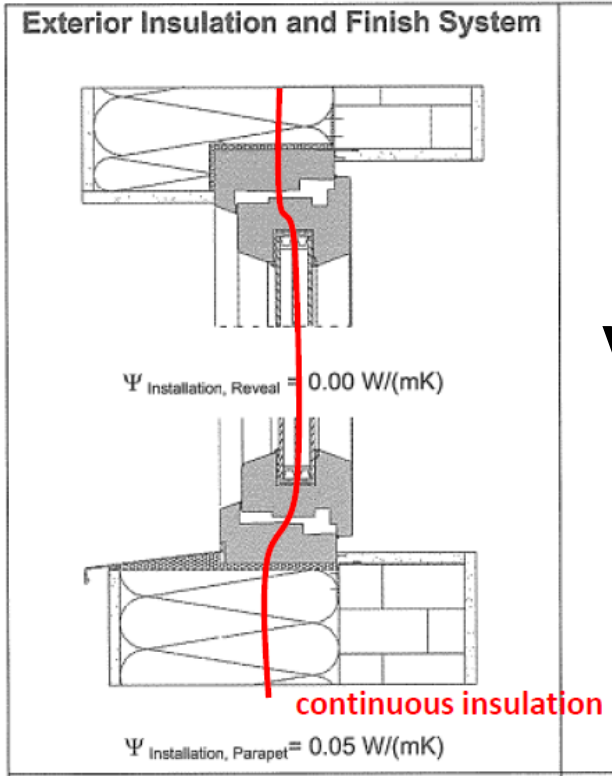
- 단열 및 마감재 설치를 위한 구조 프레임의 열교를 차단함
 - 동일 조건에서 열손실 약 30% 절감 가능



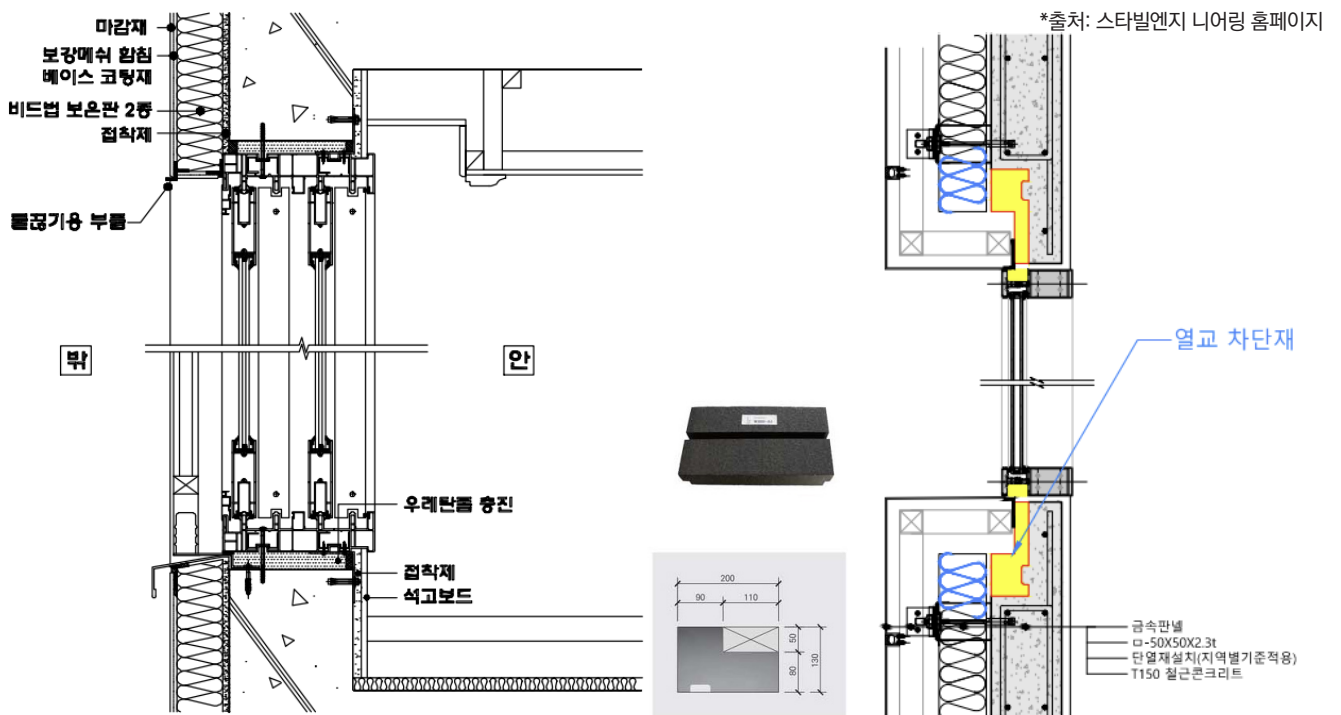
* 출처: 티푸스코리아 홈페이지 및 신기술 홍보자료

◎ 외단열 | 창호-벽체 접합부

- 외벽 단열재와 창호(창틀)이 연결되도록 시공 - 창틀이 단열재 상부 혹은 단열재와 겹치도록 시공되어야 함



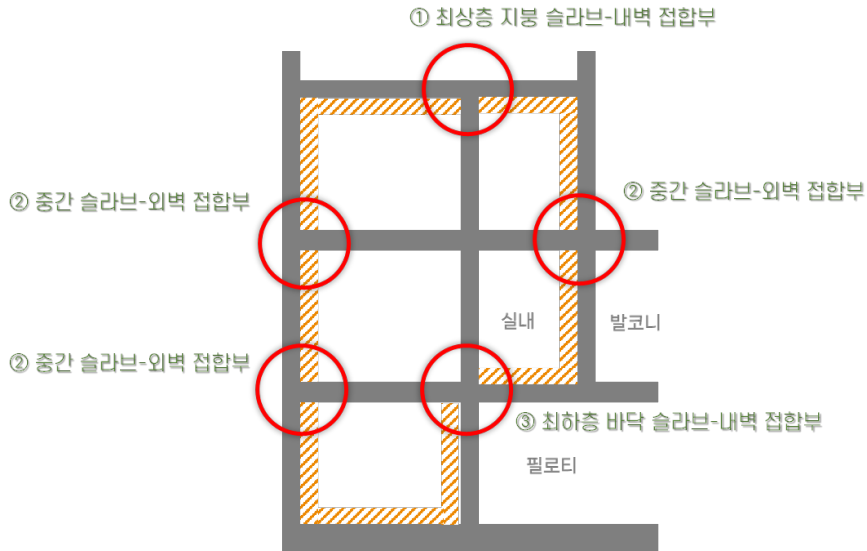
- 창틀과 벽체 사이 우레탄폼 충전 혹은 창호 열교차단재 사용 등 적용
 - 창틀 시공 위치에 따라 표면온도, 일사획득 등 영향을 줌



*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012

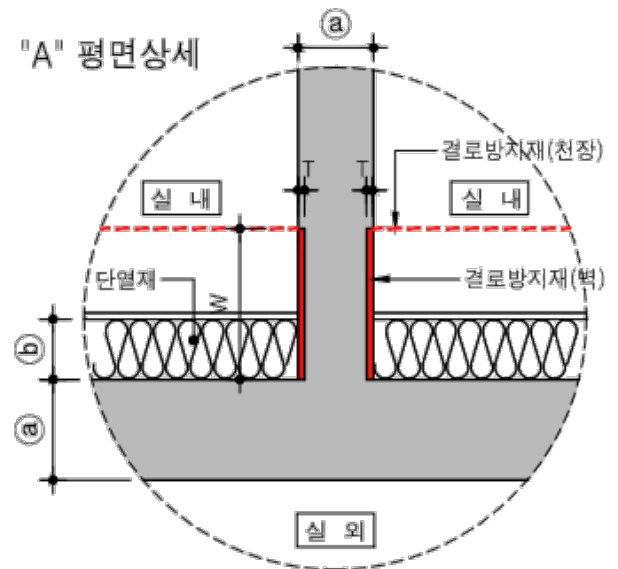
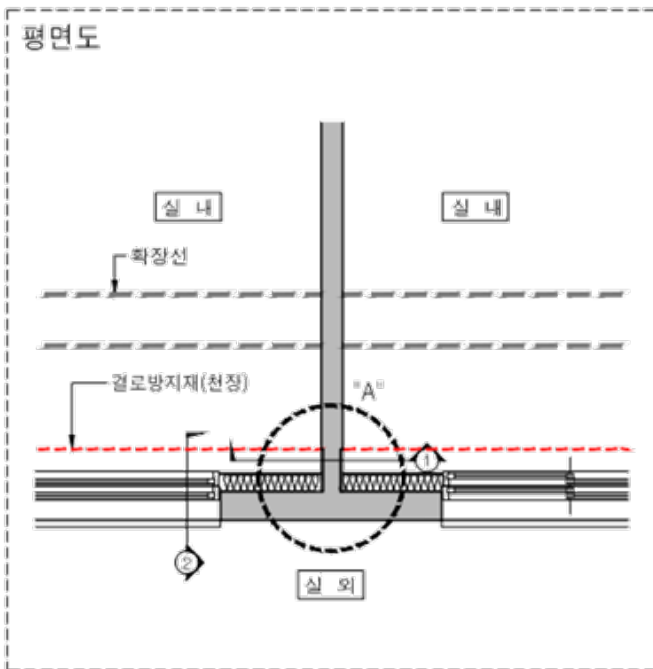
◎ 내단열 설계 - 열교 저감 방안

- 고층 건물 외벽 시공 시, 시공 리스크, 경제성, 화재안전성 등의 이유로 외단열 시공은 쉽지 않음
 - 대부분의 공동주택 내단열 + 결로방지재 설계로 열교 부위 단열 보강을 하게 됨



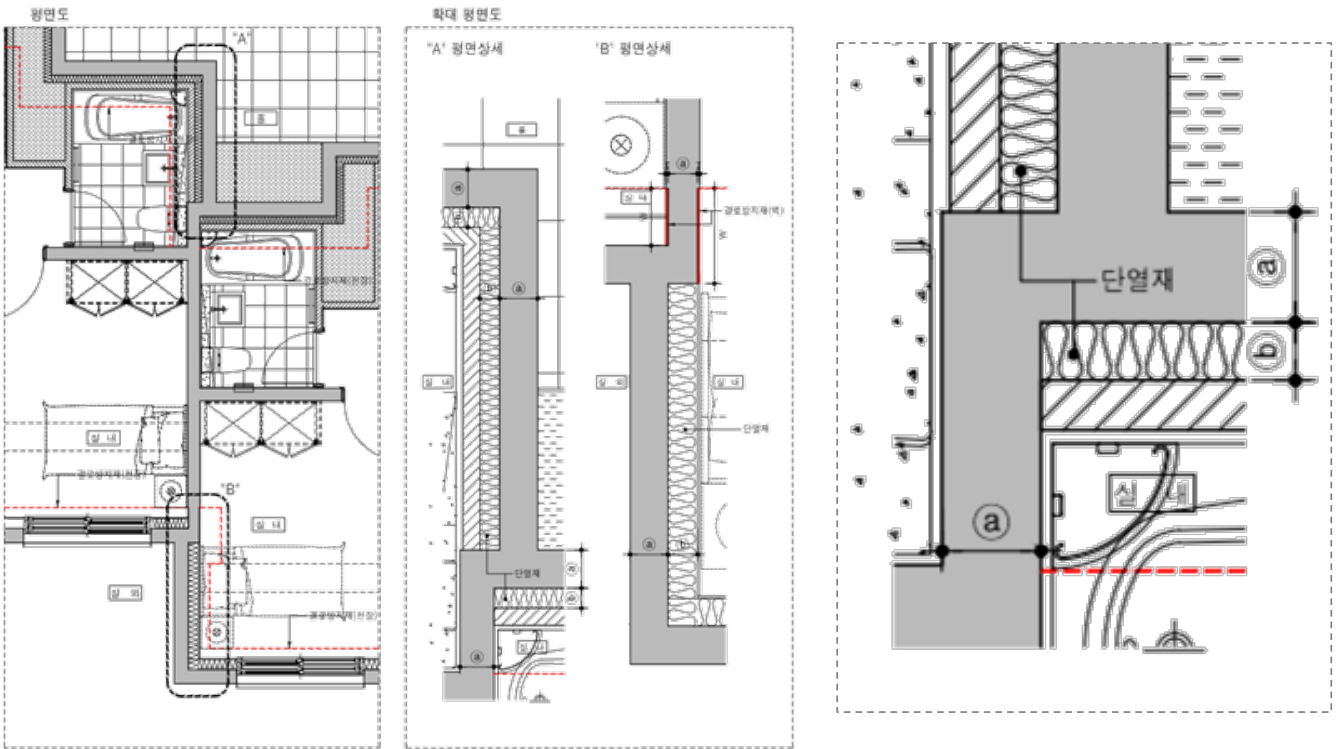
- 평면 상 외벽-내벽 접합부 결로방지재 설계 방안

*결로방지재 품질 기준 : KS M 3808 발포 폴리스티렌(PS) 단열재, 부속서C - 방습판으로 사용하는 발포 폴리스티렌(PS) 단열재



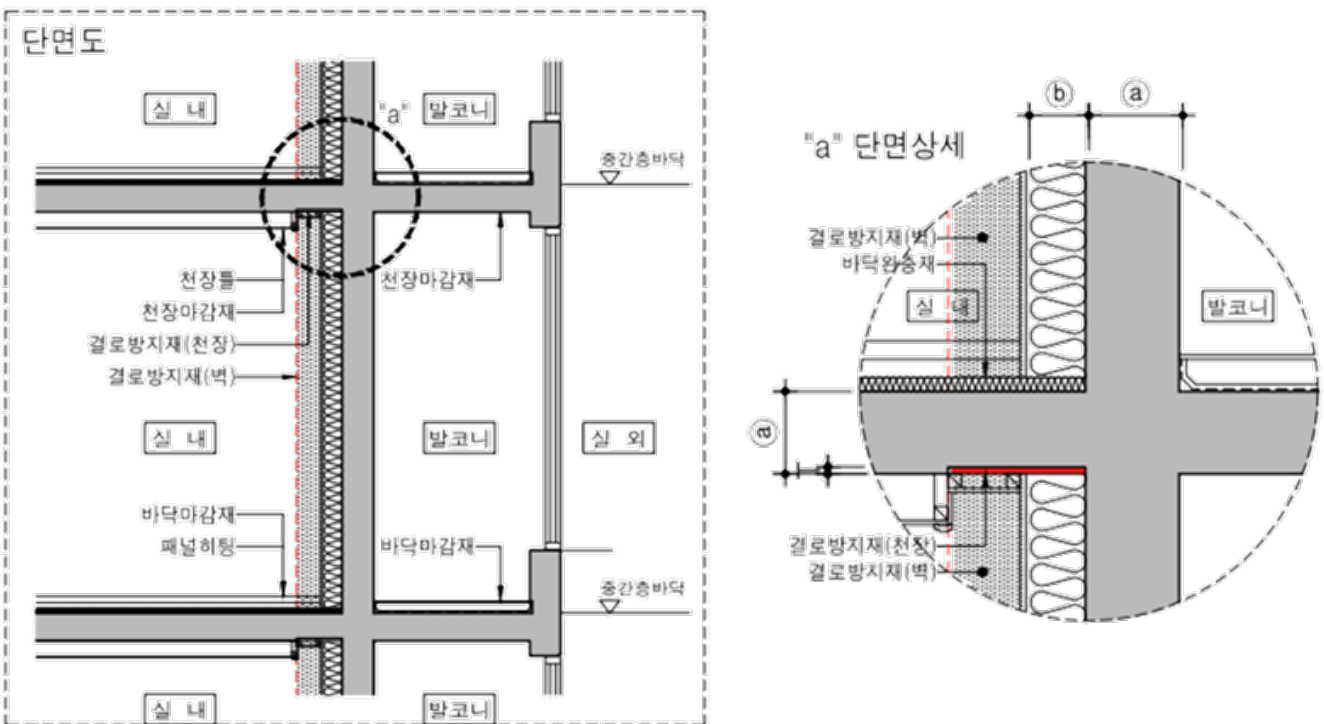
*출처: LHi, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

● 평면 상 외벽 이형부위 결로방지재 설계 방안



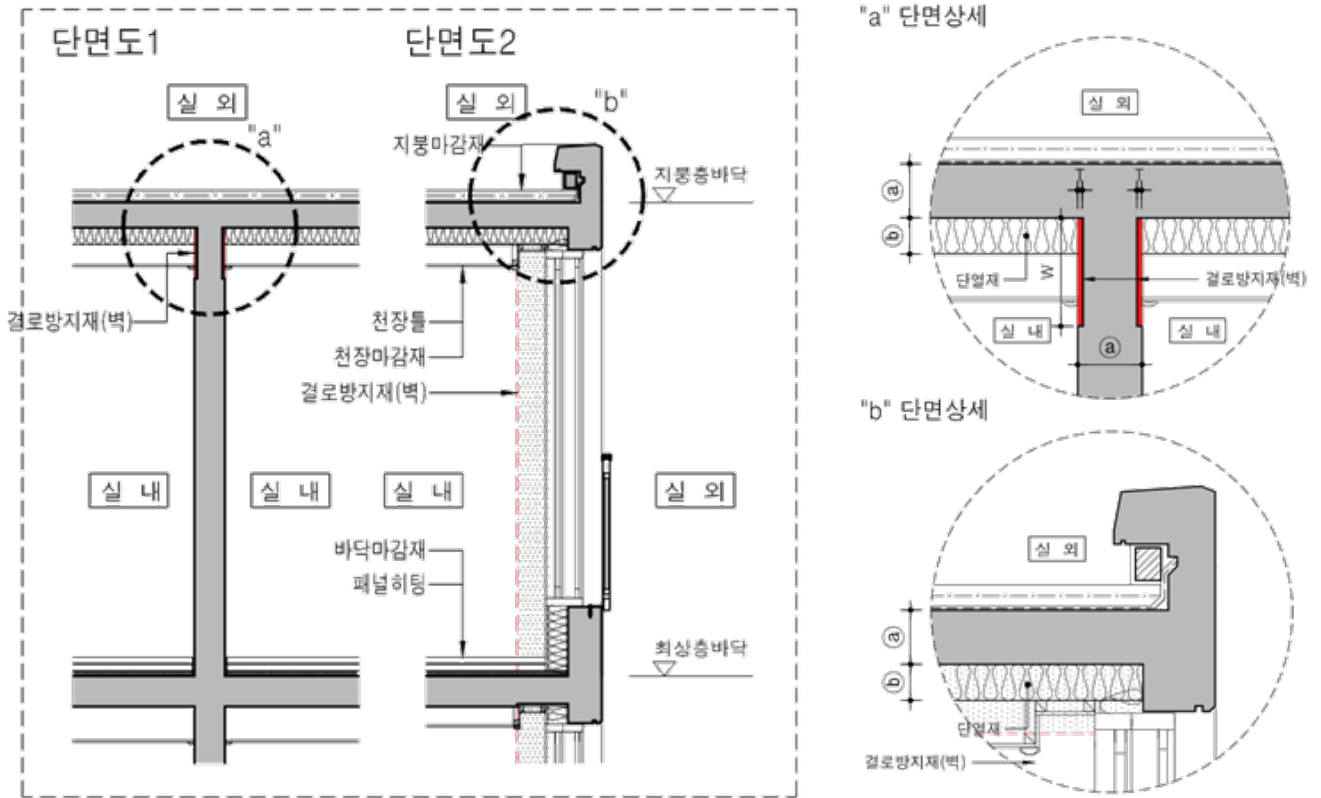
*출처: LHI, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

● 단면 상 외벽-중간 슬라브 접합부 결로방지재 설계 방안



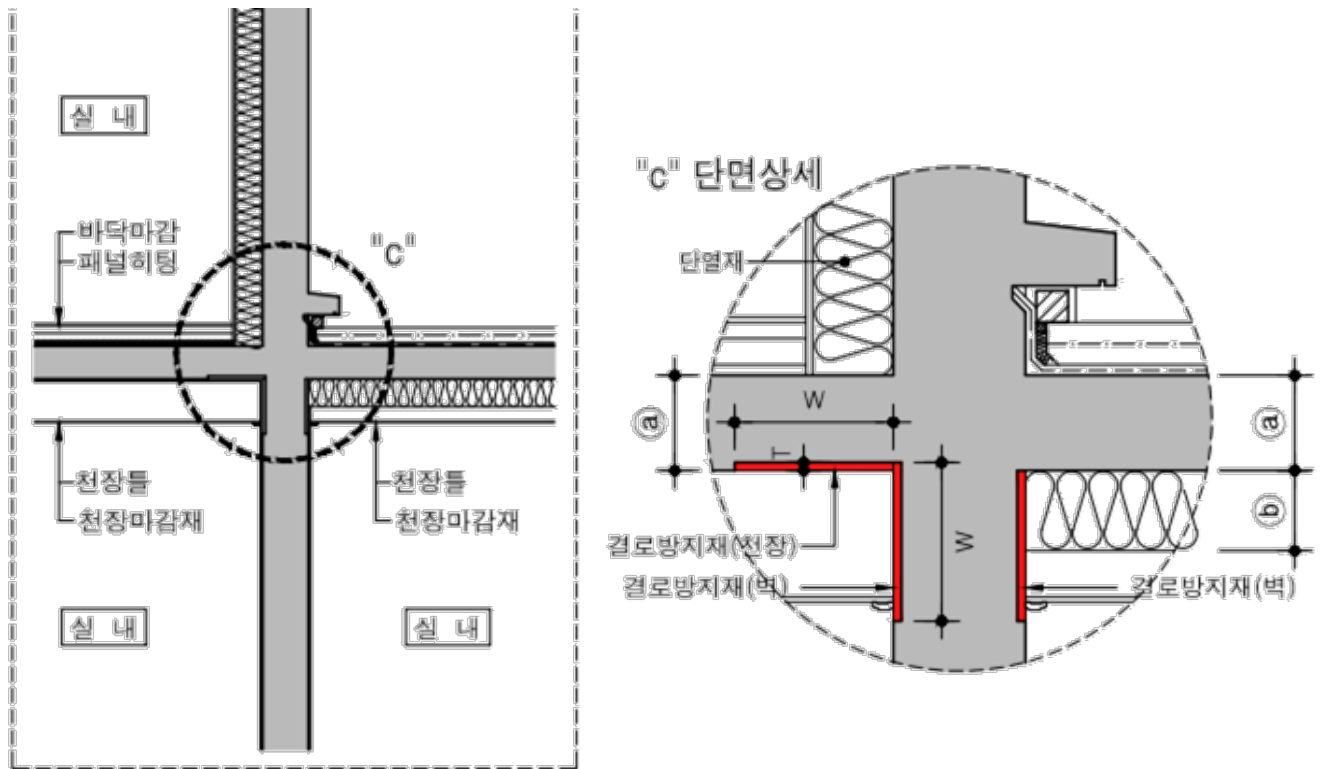
*출처: LHI, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

● 단면 상 최상층 슬라브-내벽 접합부 결로방지재 설계 방안



*출처: LHi, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

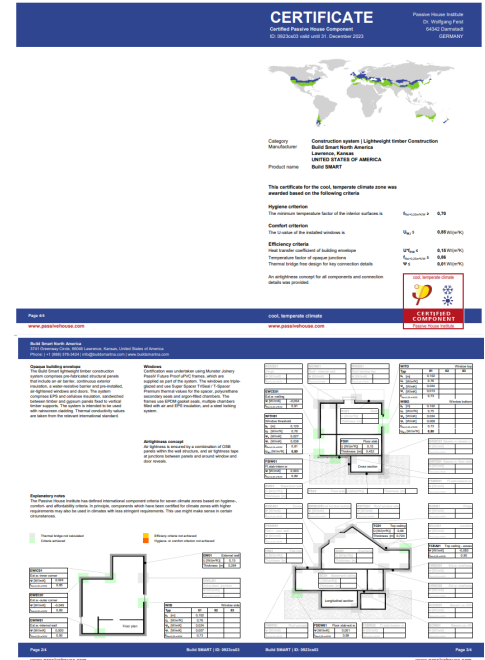
● 단면 상 층변화 세대 결로방지재 설계 방안



*출처: LHi, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

◎ Passive House Certification

- 패시브하우스에서는 자재에 대한 인증을 하고 있으며, 건물 단열 시스템에 대해서도 디테일에 대한 인증을 주고 있음
- <https://database.passivehouse.com/> > Component 인증



◎ 참고 서적 및 사이트

1. 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012
2. 한국토지주택공사 연구소, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2
3. Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018 (www.schoeck.com)
4. Passive House Institute 교육 자료 (Passivhaus Institut (passivehouse.com))
5. 한국패시브건축협회, www.phiko.kr
6. 스타빌엔지니어링 홈페이지, www.starvilleng.co.kr
7. 티푸스코리아(주) 홈페이지, www.tifus.co.kr/
8. 이비엠리더 홈페이지, www.ebmlider.com
9. 테라코코리아 홈페이지, www.terraco.co.kr
10. LX하우시스 홈페이지, www.lxzinc.com

B.3

창호 및 커튼월 기술

교육 목표

창호 및 커튼월 기술

- * 창호의 소재 및 구성에 대한 이해
- * 창호의 개폐방식에 대한 구분과 설치 방식에 대한 이해
- * 커튼월의 구성에 대한 이해
- * 커튼월의 주요 성능과 설치 방식에 대한 이해
- * Frame과 열교차단재에서의 열성능 향상 방법
- * 유리와 스페이서에서의 열성능 향상 방법

1 창호(Window&Door)

◎ 창호(Window & Door)

- 창(窓, Window): 외부조망이 가능하며, 채광과 환기가 가능하도록 벽이나 지붕에 낸 작은문
- 호(戶, Door): 어떤 집 또는 실에 출입할 수 있는 출입구
- 문(門)은 주로 외부와 내부를 연결하는 출입구를 의미, 호(戶)는 내부 공간간의 출입구

◎ Windowor

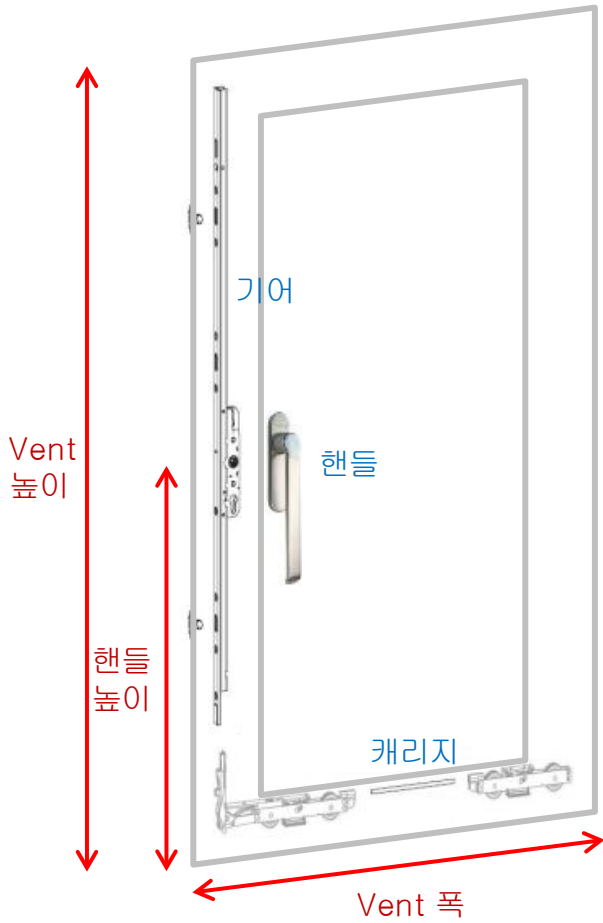
- 창틀(Frame) 소재에 따라 PVC / AL / Wood+AL 으로 구분됨
- 창을 구성하는 소재는 단열성능 뿐만 아니라 구조성능, 고온에 대한 내구성 고려도 필요함



◎ 주요재료

구분	AL. Frame	PVC	목재 및 AL.
설명	<ul style="list-style-type: none"> - 두 개의 AL Profile을 단열재로 결합시켜 하나의 Profile로 만드는 독특한 소재 결합 방식 - 알루미늄의 견고한 재질, 내구성은 그대로 살리면서도 단열성능이 우수 	<ul style="list-style-type: none"> - 금속재보다 열전도율이 낮은 고강도 PVC 소재를 사용하여 단열성능이 우수함 - EPDM 가스켓 마감으로 밀폐성이 우수하고, 유리 교체 등 사후 관리가 용이함 	<ul style="list-style-type: none"> - 고급 목재로 된 내부는 품격있는 실내를, 알루미늄으로 된 외부는 견고하면서도 깔끔한 외관을 만들어 주는 복합소재 시스템창
이미지			

◎ 하드웨어



① LS 캐리지 규격 (권장) : Vent 무게

- 150kg (120) : front 300mm - rear 210mm : $\phi 32$
- 300kg (250) : front 320mm - rear 240mm : $\phi 44$

② LS 기어 규격 : 핸들높이, Vent 높이

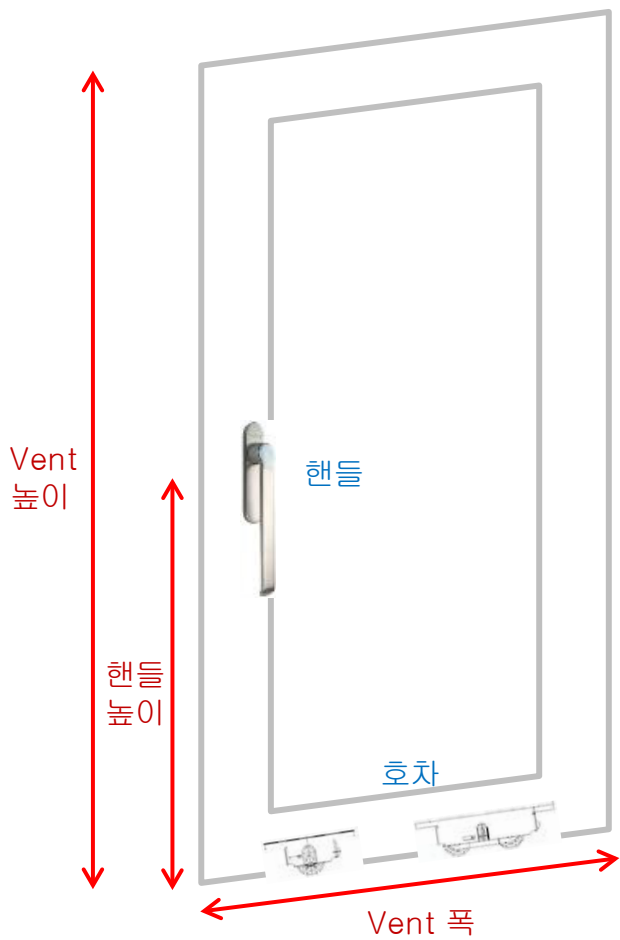
- 405 : 850 ~ 1,850
- 705 : 1,050 ~ 2,150
- 1005 : 1,350 ~ 2,750
- * back-set : 28mm / 38mm

③ **최대, 최소 규격 (M.C x H)**

- 최소 : 650 x 900 (150kg) / 700 x 900 (300kg)
- 최대 : Vent 무게에 따름 2,000 x 2,700 (권장)
- * Frame 최대 : 생산 가능 치수, 유리 규격
- * M.C > H / 2.5 (H < 2.5 x M.C)

※ Vent 무게(kg)

$$= \text{유리두께(mm)} \times \text{유리폭(m)} \times \text{유리높이(m)} \times 2.54 + \text{샤시 무게(kg)}$$



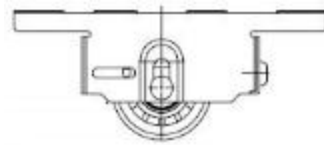
① 호차 규격 (권장)

- Single (40) : Vent 무게 60kg 이하
- Twin (80) : Vent 무게 60kg 초과, 120kg 이하

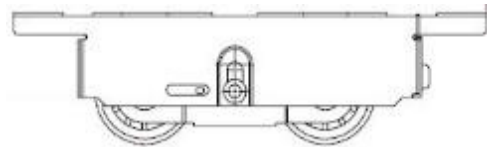
② 최대, 최소 규격 (M.C x H)

- 최소 : 600 x 700
- 최대 : Vent 무게에 따름
1,500 x 2,400 (권장)

※ Single roller



Twin roller



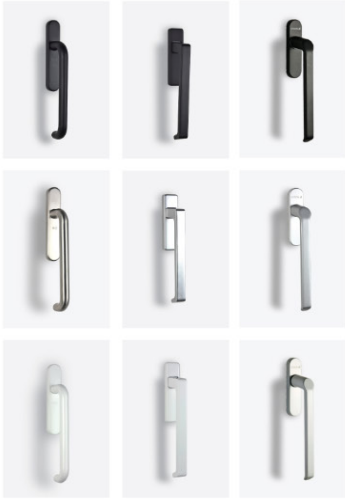
◎ 핸들

● 창호에 사용되는 핸들은 단순히 색상과 디자인으로만 구분되는 것이 아니라, 개폐방법과 기능에 따라 구분됨

Handle Type 01

CSS Lift Sliding
CSS Lift Sliding & Tilt
PSS Lift Sliding
PSS Parallel Sliding & Tilt
ESS Lift Sliding

Color : Black, Silver, White



Handle Type 02

AWS Turn & Tilt
AWS Side Hung
AWS Bottom Hung

Color : Black, Silver, White



Handle Type 04

Entrance Door
ADS

Color : Black, Silver, White



※ 기어박스가 내장되는 핸들

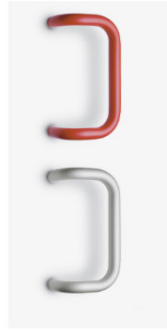
Handle Type 03

OWS Turn & Tilt
PWS Turn & Tilt

Handle Type 05

Entrance Door
ADS

Color : White, Red, Green, Silver



Handle Type 06

ESS Sliding

Color : Silver, White



※ 자동리움



※ 수동리움



Handle Type 07

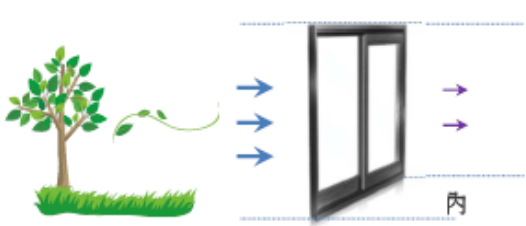
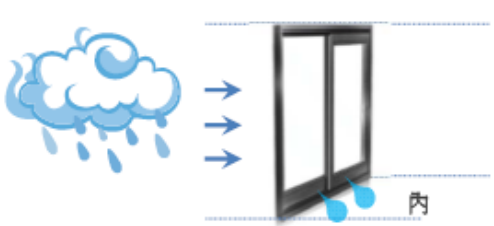
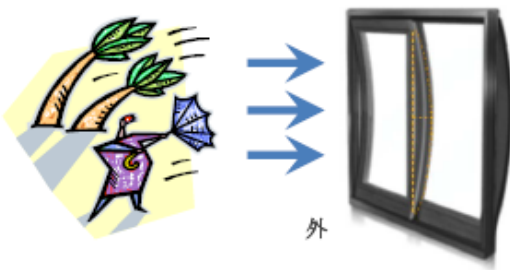

Folding Door

Color : Black, Silver, White

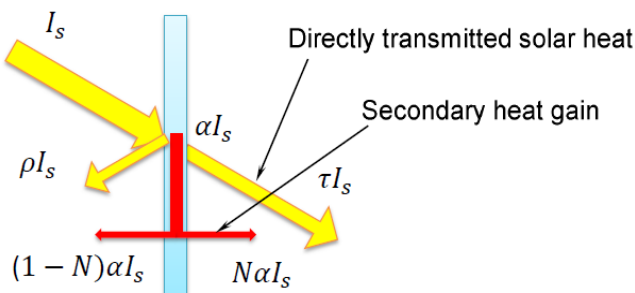


◎ 주요 성능

- 창호에 요구되는 주요 성능으로, 단열, 기밀, 수밀, 구조 성능이 확보되어야 함

기밀성능	수밀성능
<p>통기량 [m³ / hour m²] : 한시간동안 창을 통과한 공기의 양(부피)</p> 	<p>풍압 [Pa] : 빗물이 실내로 들어오지 않는 한계 풍압</p> 
구조성능 (내풍압성능)	단열성능
<p>풍압 [Pa] : 강한 바람에 창이 버틸 수 있는 최대 풍압</p> 	<p>열관류율 U [W / m² K] : 창을 통해 전달되는 열에너지 (복합 재료)</p>  <p>※ 열전도율 k [W / m K] : 단위길이당 전달되는 열에너지 (단일 재료)</p>

- 가시광선투과율
: 가시광선 파장별 투과율에 태양에너지를 곱한 값을 가시광선 파장에서의 태양에너지로 나눠 산정한 값으로, 이 값이 높을수록 맑은 느낌을 주며 자연채광 설계와 연동해 조명에너지 절감에 활용됨
- 일사획득계수
: 태양열취득계수로 명명되는 SHGC는 창호를 통해 실내로 유입되는 태양열의 비율을 나타내며, 이 값이 작을수록 일사 차단효과가 높음을 의미함. 최근 Low-e 코팅 유리의 종류가 많아지면서 다양한 범위의 SHGC를 갖는 Glazing 조합이 가능하며, 업무용 건물과 같이 냉방부하가 큰 건물의 에너지 절감을 효과적으로 유도할 수 있게 됨



$$SHGC = \frac{\tau I_s A + N \alpha I_s A}{I_s A} = \tau + N \alpha$$

- α : 유리의 일사 흡수율
- τ : 유리의 일사 투과율
- ρ : 유리의 일사 반사율, α + τ + ρ = 1
- N : 흡수된 일사의 내측 유입 비율

◎ Window Basic : 각 부재별 용어

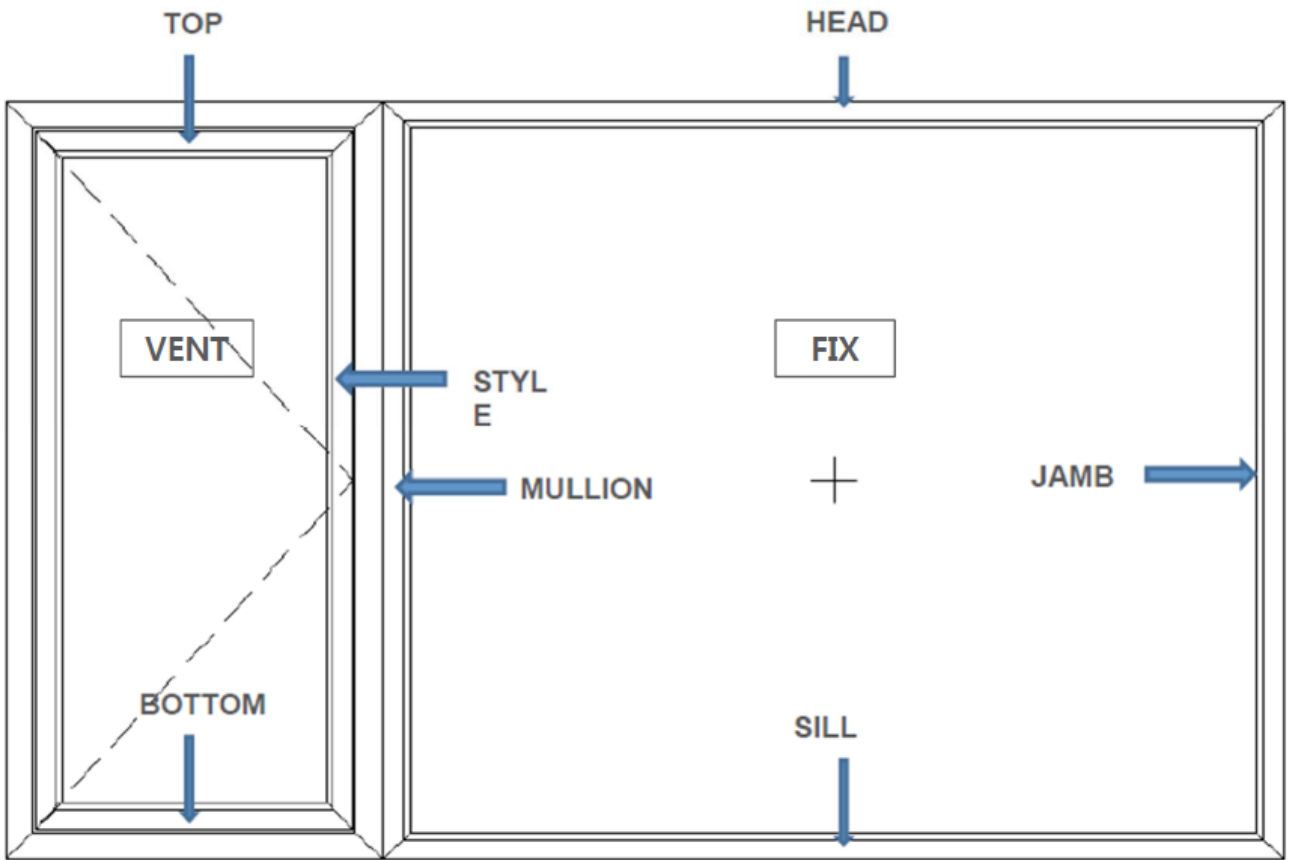


그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

◎ Window Basic : 도면

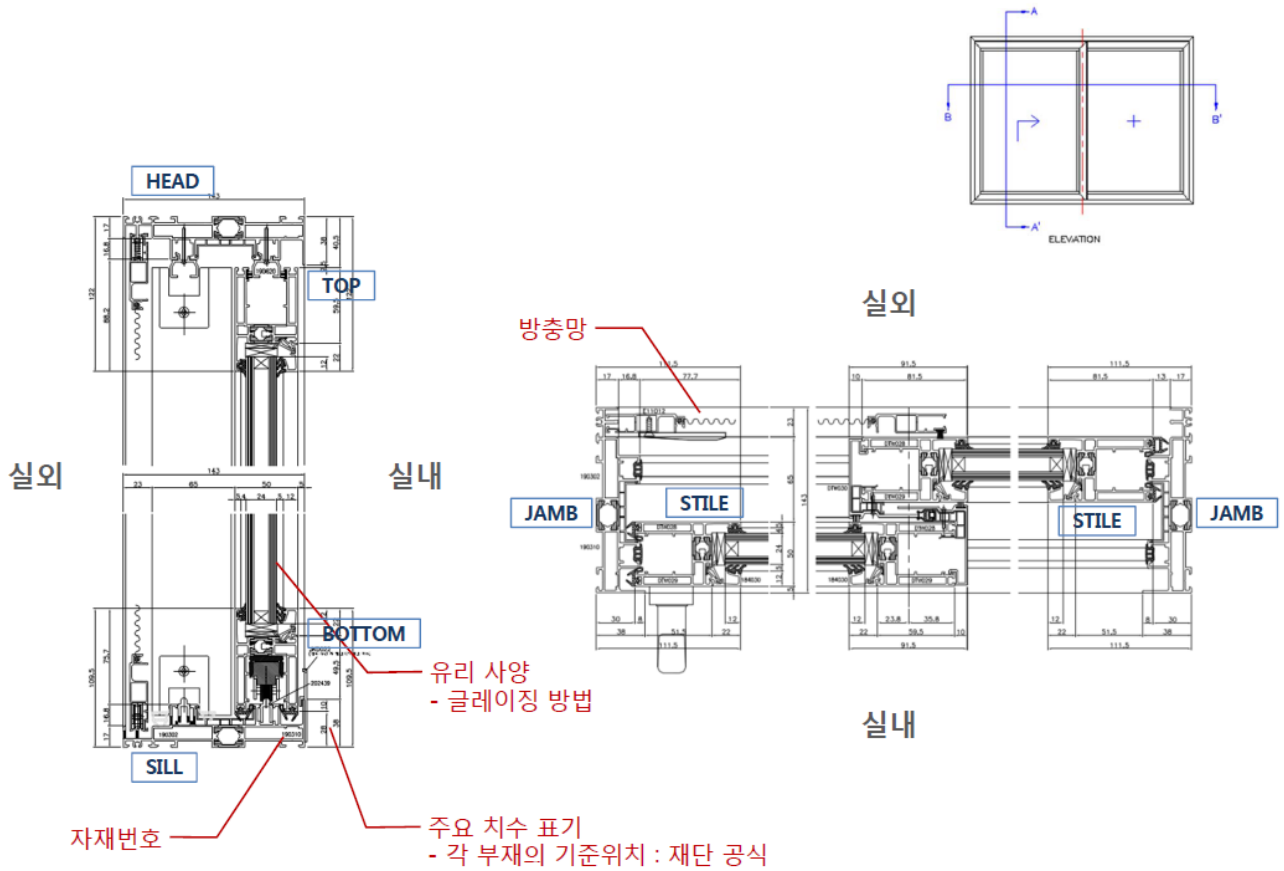


그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

수직 단면도(Vertical section)

- 입면 기준 수직 분할면의 좌측면도
- 원자재 중심 표현
- 자재번호, 중요 치수표기
- 유리 규격 및 글레이징
- 기타 하드웨어, 부자재

입면도(Elevation)

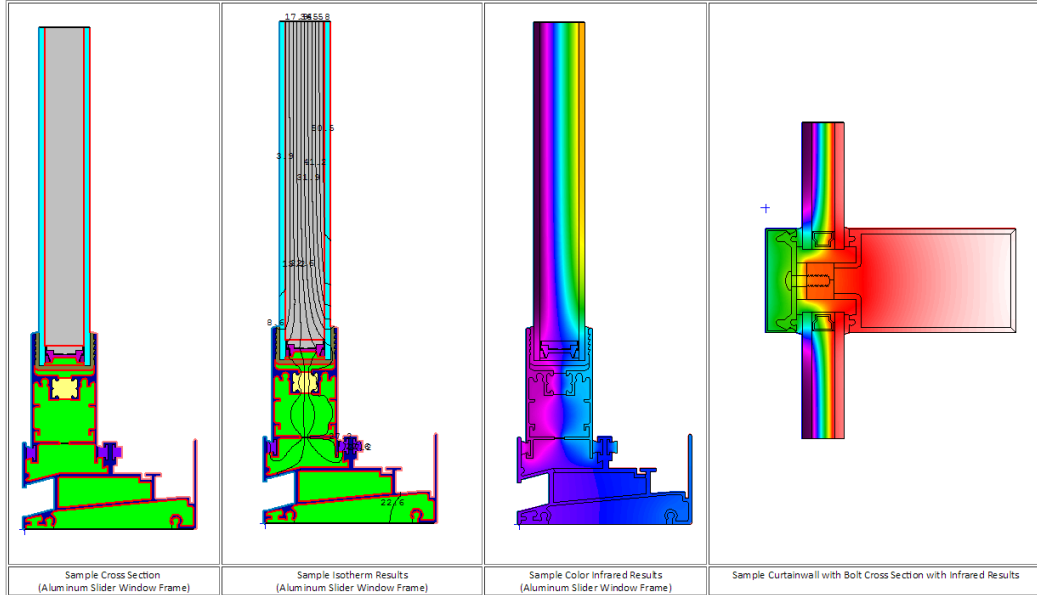
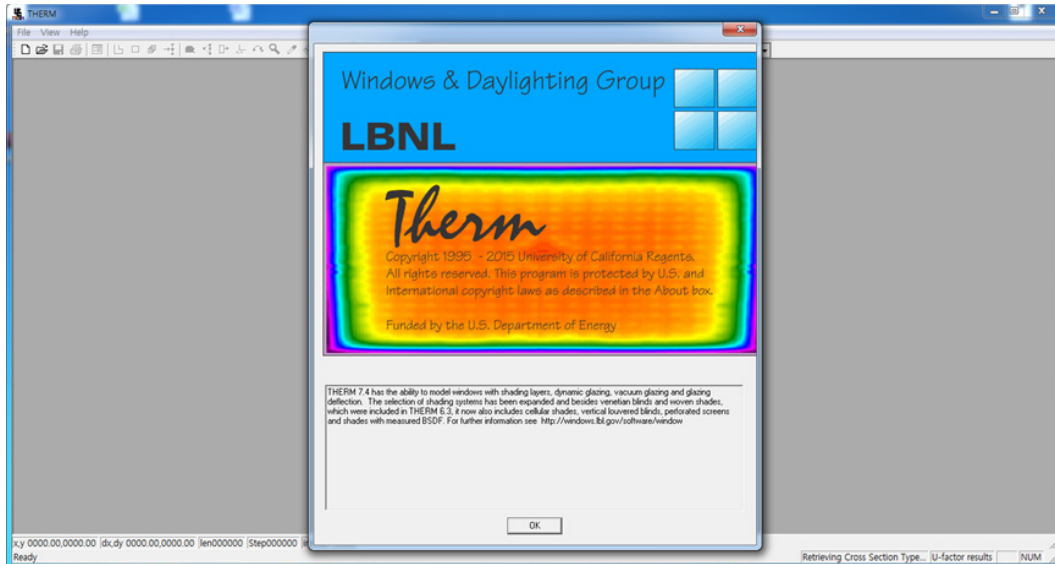
- 정면도
- 내관도기준(Inside View)
- 개폐방식, 열림방향
- 제품형식(type)

수평 단면도(Horizontal section)

- 입면 기준 수평 분할면의 평면도
- 자재번호, 중요 치수표기
- 유리 규격 및 글레이징
- 기타 하드웨어, 부자재

◎ Window Basic : Simulation

- 시뮬레이션 프로그램을 활용하여, 개발하는 창호의 성능을 예측하고 취약부분에 대한 수정 보완이 가능함



- 시뮬레이션 프로그램을 활용하여, 유리 구성에 따른 단열성과 광학성능도 예측이 가능함

The image displays two screenshots of a software interface for window simulation, likely W7.4.

The left screenshot shows the 'Window Library' window. It includes a list of window components and a detailed view of a selected component. The properties shown are:

- ID #: 1
- Name: Picture
- Mode: NFRC
- Type: Fixed (picture)
- Width: 1200 mm
- Height: 1500 mm
- Area: 1.800 m²
- Tilt: 90
- Environmental Conditions: NFRC 100-2010

The right screenshot shows the 'Glazing System Library' window. It displays detailed properties for a 'Vacuum Glass' system:

- ID #: 1
- Name: Vacuum Glass
- # Layers: 3
- Tilt: 90 °
- IG Height: 1000.0 mm
- IG Width: 1000.0 mm
- Environmental Conditions: NFRC 100-2010
- Overall thickness: 43.000 mm

Below these properties is a table listing the individual layers of the glazing system:

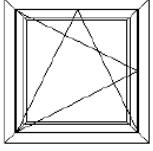
ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tv	E1	E2	Cond	Comment
6958	HanGlas Clear 5mm HGI		5.0		0.816	0.071	0.071	0.894	0.080	0.080	0.000	0.837	0.837	1.000	
1	Air		14.0												
6958	HanGlas Clear 5mm HGI		5.0		0.816	0.071	0.071	0.894	0.080	0.080	0.000	0.837	0.837	1.000	
1	Air		14.0												
11334	PLT ULTRA N 5mm SGI		5.0		0.573	0.292	0.225	0.879	0.045	0.048	0.000	0.037	0.837	1.000	

At the bottom, there is a 'Center of Glass Results' table:

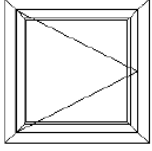
U-factor	SC	SHGC	Rel. Ht. Gain	Tvis	Keff	Layer 1 Keff	Gap 1 Keff	Layer 2 Keff	Gap 2 Keff	Layer 3 Keff
W/m ² K			w/m ²		W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
1.156	0.610	0.531	394	0.712	0.0625	1.0000	0.0653	1.0000	0.0306	1.0000

◎ Window Basic : 창 의 개폐방식

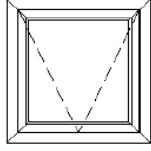
- 개폐방식에 따라 창(Window)이 구분될 수 있으며, 설치 위치와 용도, 환기 성능 등에 따라 달리 적용함



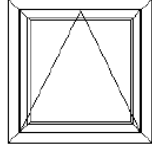
TURN & TILT
LEFT HUNG & TILT



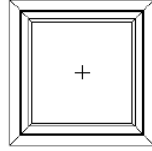
TURN
LEFT HUNG
여닫이



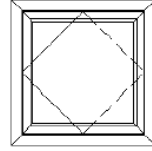
PROJECT
TOP HUNG



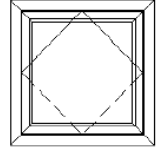
PULL DOWN
BOTTOM HUNG



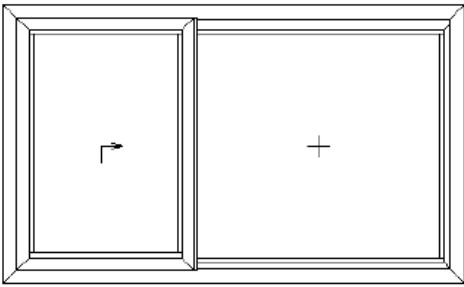
FIX
고정창



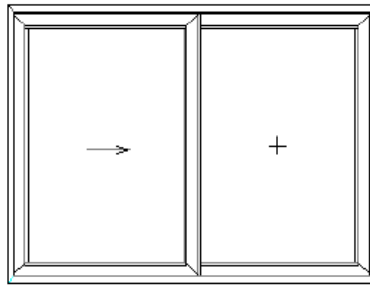
VERTICAL PIVOT



HORIZONTAL PIVOT



LIFT SLIDING



SLIDING

그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

◎ Window Basic : 유리의 지지방식

- 유리(Glazing)를 창틀(Window Frame)에 고정 및 지지하는 방법은 개폐방법에 따라 달리 적용됨
- 주요 하중을 지지하는 것 뿐만 아니라 개폐 특징에 따라 안정적으로 고정되어야 함

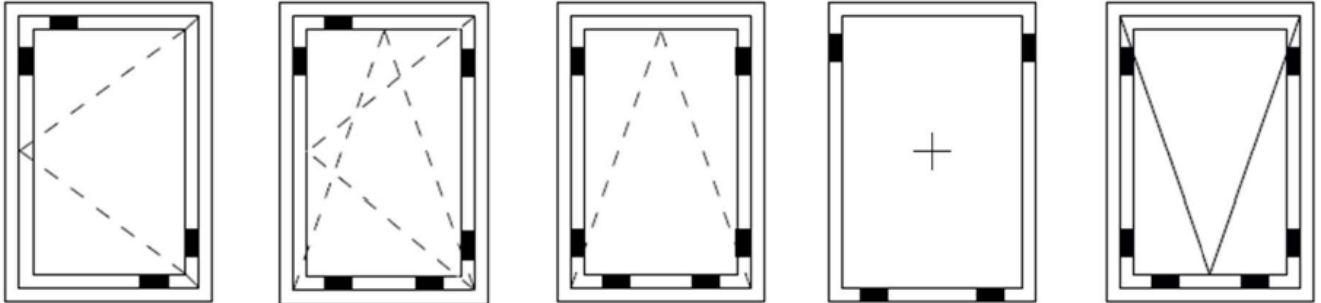


그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

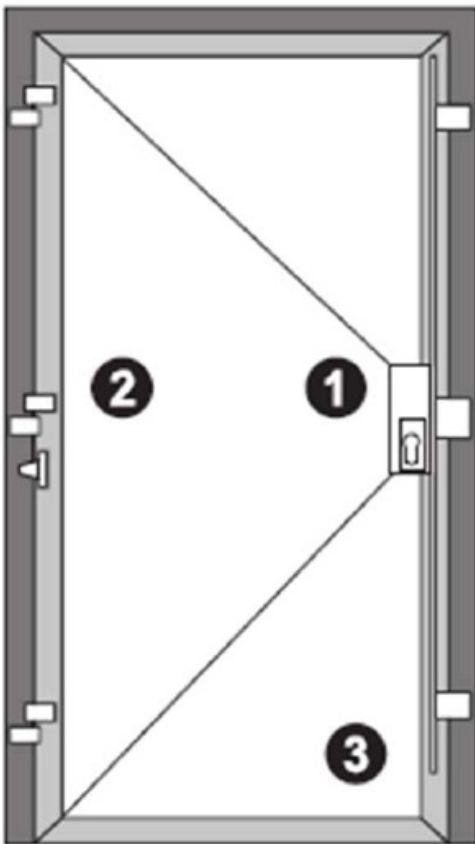
◎ Window Basic : 입면 형식

- 개폐창과 고정창의 조합에 따라 동일 제품에서 타입을 구분함
- 제품별 타입을 구분하여 제품의 구성과 설치 방향 등에 대하여 명확히 함

'A' TYPE 	'B' TYPE
'C' TYPE 	'D' TYPE
'E' TYPE 	'F' TYPE
'G' TYPE 	'H' TYPE
'I' TYPE 	'J' TYPE
'K' TYPE 	'L' TYPE
'M' TYPE 	'N' TYPE
'O' TYPE 	※ M.C : 왼쪽부터, T.C : 위부터
'P' TYPE 	'S' TYPE
'Q' TYPE 	
'R' TYPE 	
'T' TYPE 	
'U' TYPE 	
'V' TYPE 	'W' TYPE
'X' TYPE 	'Y' TYPE
'Z' TYPE 	'O' TYPE
	'\$' TYPE

그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

◎ Door Basic : 주요 구성



① Lock Technology

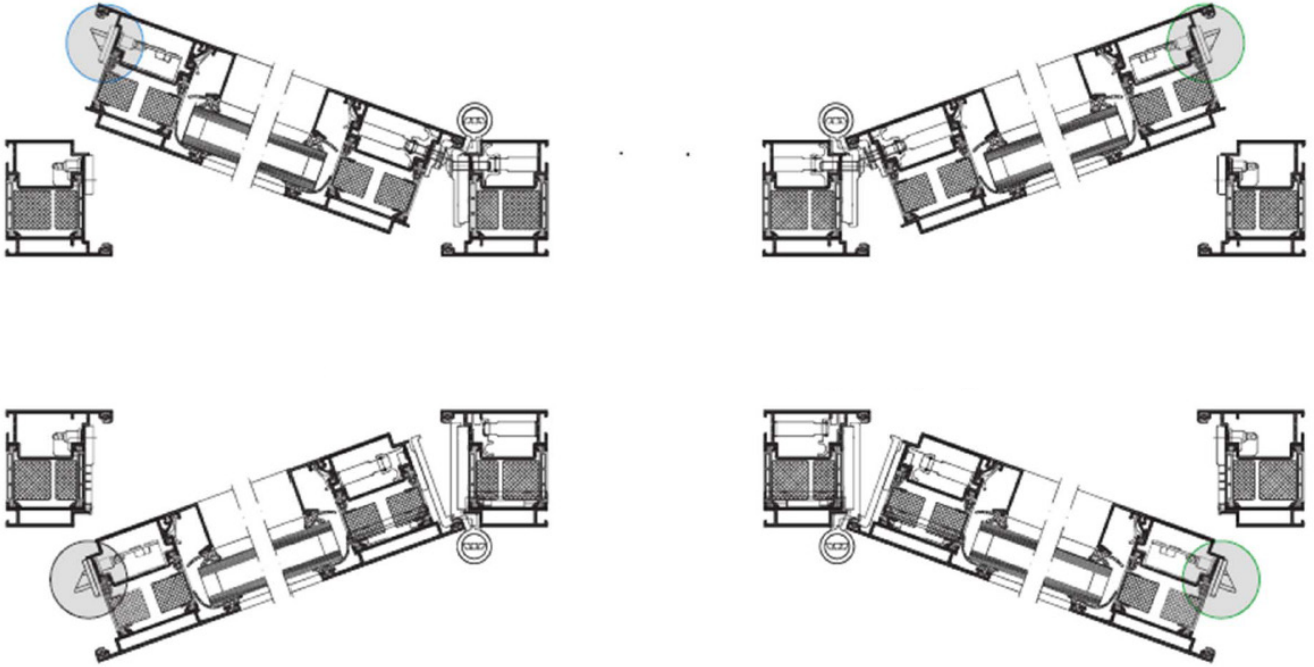
② Door hinges

③ Glazing, 기타

그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

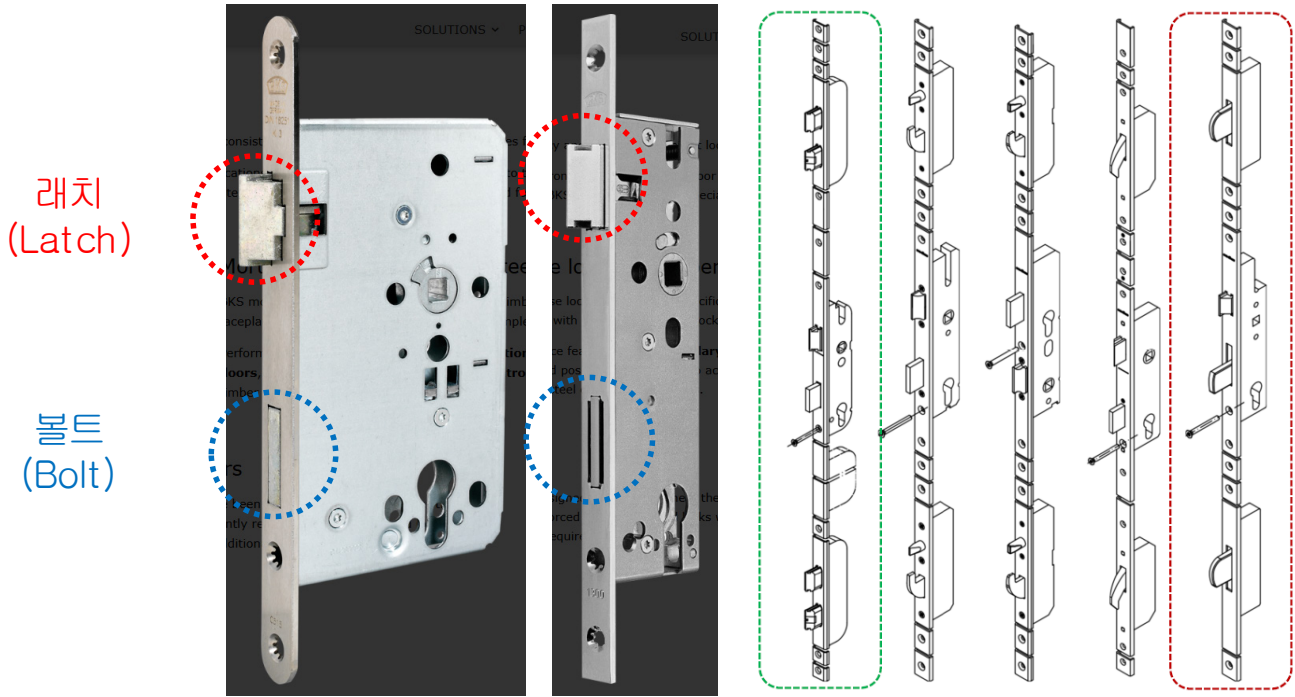
◎ Door Basic : 개폐 및 하드웨어 방향

- 힌지가 보이는 방향에서 힌지의 방향에 따라 좌/우 구분하며, 나머지 부자재들의 방향도 구분됨



◎ Door Basic : Lock Technology

- 일반적으로 래치(Latch)와 볼트(Bolt)로 구성되며, 래치는 개폐, 볼트는 잠금 용도로 사용
- 제품 및 목적(방범 등)에 따라 복수의 래치와 볼트로 구성 가능



- 실린더: 실내/실외에서 도어를 잠그는 역할을 함



◎ Door Basic : 힌지

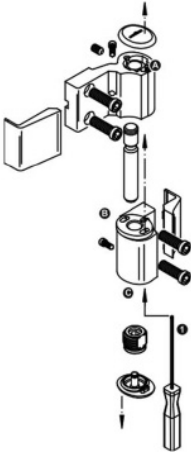
- 도어의 주요 구성 하드웨어로 노출여부 / 고정위치에 따라 구분되며, 지지하중에 따라 적용 개수를 달리 적용함



Rollentürband aus Aluminium
Aluminium barrel hinges



VL-Band 100° eingebaut
Concealed 100° hinge installed



Mounted Type



Rollentürband aus Edelstahl
Stainless steel barrel hinge

Barrel Type

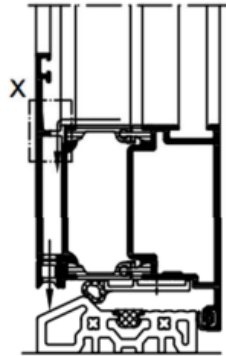
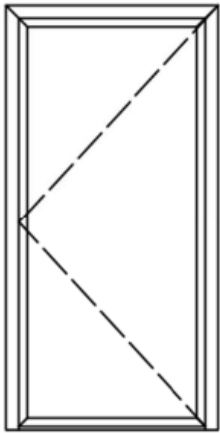


VL-Band 180° eingebaut
Concealed 180° hinge installed

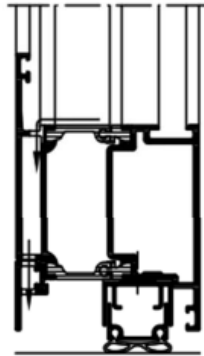
Consealed Type

◎ Door Basic : 하부 구성

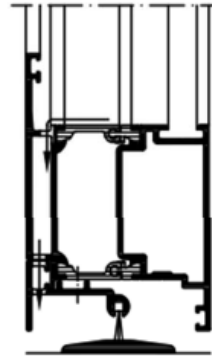
- 도어 하부 구성에 따라 다양하게 구분되며, 개폐 방향에 따라 적용이 달라짐



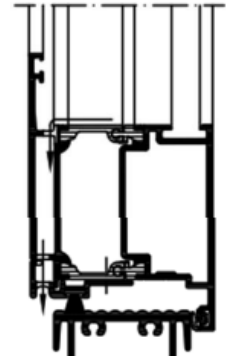
① Threshold



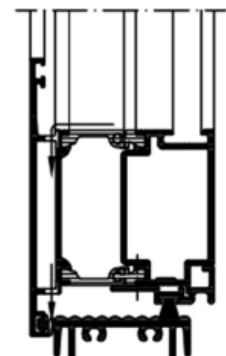
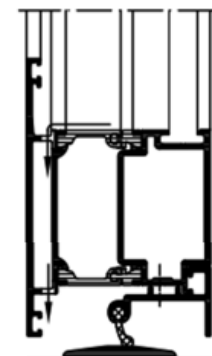
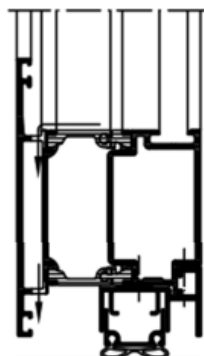
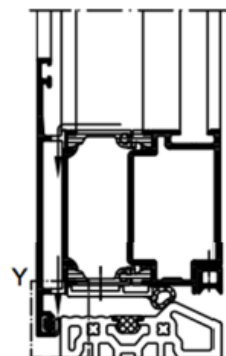
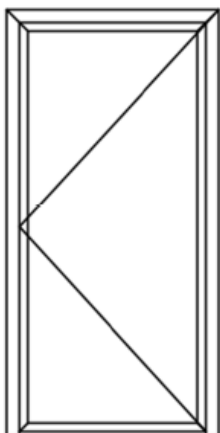
② Automatic door seal



③ Brush / gasket seal



④ Threshold alt.



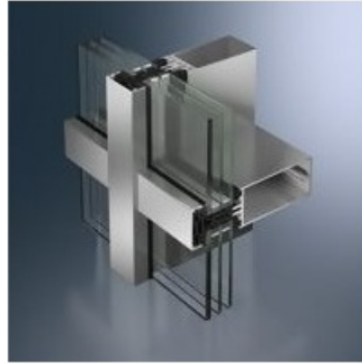
◎ 참고 서적 및 사이트

1. Aluplast 홈페이지, www.aluplast.net
2. (주)이건창호 이견아카이브 홈페이지, [eagon - main \(eagonwindows.com\)](http://eagon-main.eagonwindows.com)
3. <https://blog.lotte.co.kr/20848>
4. (주)이건창호, 2019년 사내 교육자료

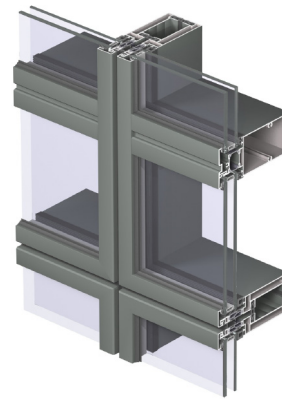
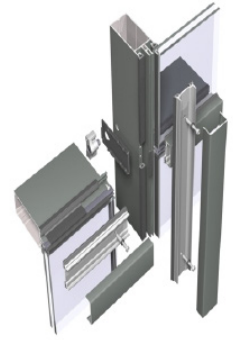
2 커튼월(Curtain Wall)

◎ Curtain Wall

- 커튼월은 건물 외벽에 달아 매는 방식으로 설치되는 비 내력벽이며, Stick type과 Unit type으로 구분함



Stick Type



Unit Type



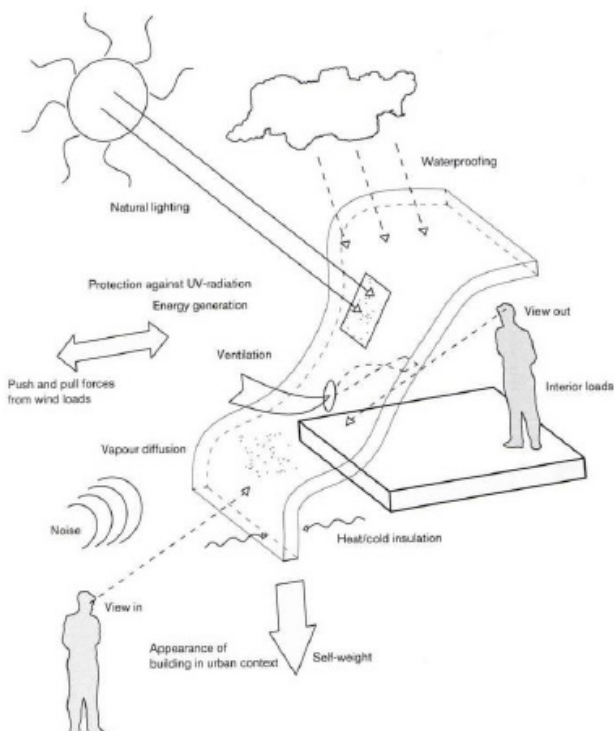
그림 출처 : 이강호 내부교육자료

◎ Curtain Wall Basic : 기본개념

- 커튼월(Curtain Wall): 건물의 하중을 부담하지 않은 벽(No-Load Bearing Wall)
 - 비내력 벽, 막벽, 달아매는 벽
- 주요재료: 알루미늄/스틸, 유리, Panel, 가스켓, etc.
- 특징
 - 경량화: 건물의 자체 무게를 경감하며, 건물의 기초와 구조에 소용되는 비용을 절감
 - 공기단축: 제품의 일부 또는 전부를 공장에서 제작하여 현장에 반입
 - * 골조공사와 병행하여 생산 및 시공가능
 - 가설공사의 간소화: 건물 내부에서 작업이 가능하며, 비계 및 발판과 같은 가설공사비 절감
 - 고성능: 단열/기밀/수밀/구조/차음 등 실내 환경에 영향을 주는 외부환경의 영향을 조절
 - 미관의 향상: 각종자재(유리 및 금속재 판넬)를 사용하여 원하는 색상 및 입면 표현이 용이함

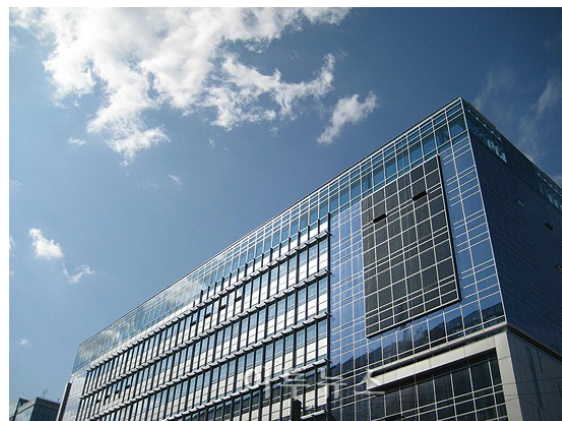
◎ Curtain Wall Basic : 주요 기능

- 창호와 마찬가지로 단열/기밀/수밀/구조 등의 성능이 요구되며, 특히 풍하중과 자중에 대한 안정성이 중요함
- 최근 건물 일체형 태양광 발전 설비와 연계되는 부분에서도 중요한 역할을 함



단열 / 기밀 / 수밀
태양열취득률(SHGC)
차음 / 내화 / 방범
태양광(BIPV)

구조
- 풍하중에 대한 안정성
- 자중에 대한 안정성

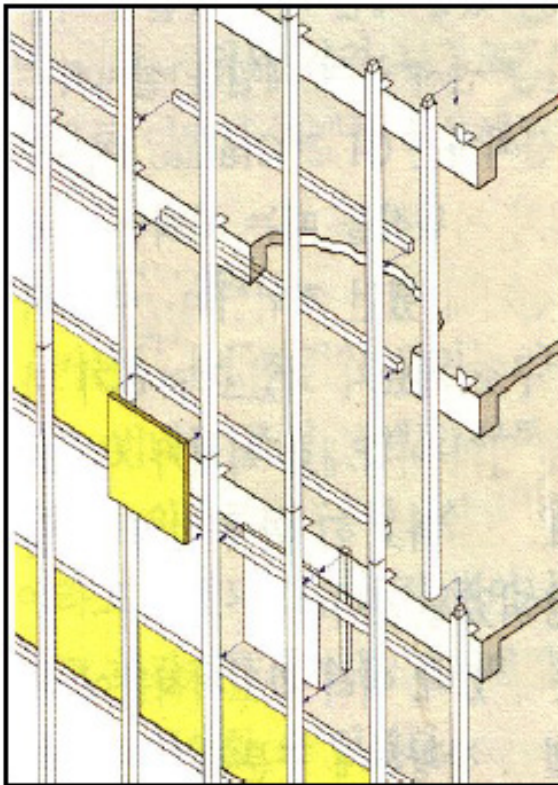


SK Chemical 사옥

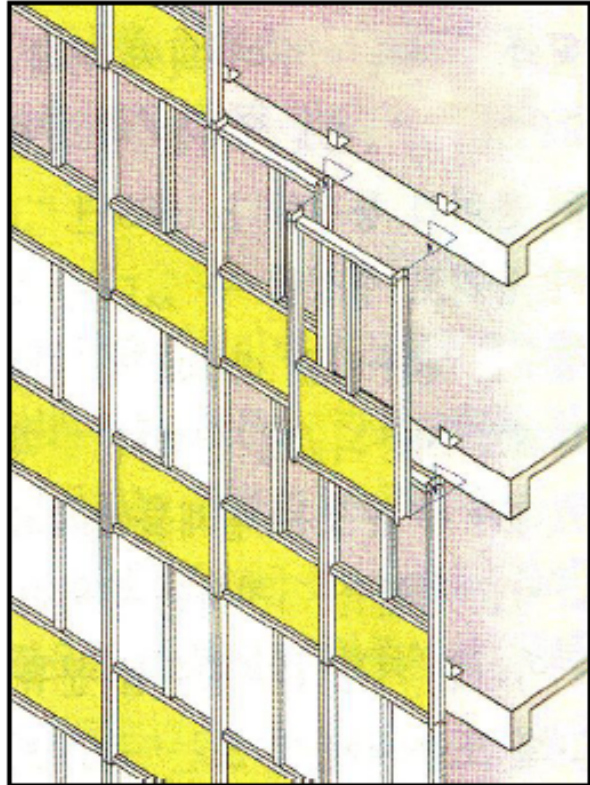
◎ Curtain Wall Basic : 주요 설치 타입 비교

- Stick type은 현장에서 프레임을 설치 후 글레이징 작업을 하여 완성함
- Unit type은 공장에서 제작된 프레임과 유리가 결합된 유니트를 현장에서 운반하여 시공함

그림 출처 : 이건축호 내부교육자료



Stick Type



Unit Type

구분	STICK SYSTEM	UNIT SYSTEM
설계	설계가 비교적 용이한 편이고 일반적인 공사에 적용된다.	설계가 어려우며 국내에 아직 전문가가 많지 않고 대형공사에 주로 채택된다.
품질	가공을 제외한 조립, 설치가 현장에서 이루어지며 QUALITY CONTROL이 비교적 어렵고 품질이 떨어지기 쉽다.	가공 조립이 공장에서 이루어지며 현장에서는 설치만 한다. 따라서 공장의 깨끗한 곳에서 숙련된 작업자에 의해 조립되므로 품질이 우수해지고 QUALITY CONTROL이 쉽다.
성능 (수밀, 기밀, 단열 등)	조립 설치가 현장 기능공의 현장 작업에 의존하므로 설계 의도대로 조립, 시공되기 어려우며 이에 따라 제 성능을 발휘하기 어렵다.	공장에서 조립되는 관계로 품질이 우수하므로 수밀, 기밀, 단열 성능 등이 우수하다.
운반	공장에서 가공하여 BAR의 상태로 운반하므로 운반이 용이하고 저렴하다.	공장에서 완전히 조립되어 운반되므로 운반 VOLUME이 커지고 주의가 요구되며 운반비용이 비교적 많이 든다.
시공성 및 공기	모든 구성 부재가 현장에서 조립되므로 시공이 번거로우며 공사 기간은 MAN POWER에 의해 조절될 수 있으나 동일 MAN POWER일 경우 공기가 길어진다.	모든 구성 부재가 공장에서 조립되므로 현장의 구체 공정과 관계 없이 공장에서 사전 작업이 될 수 있어 공기의 단축에 유리하며 시공성은 유리의 현장 취부에 따라 달라질 수 있다.
경제성	구성 부재의 형태, SIZE에 따라 좌우된다.	주요 구조재인 MULLION이 암, 수 2개로 분리되어 있어 구조적으로 비경제적인 면이 있다.

출처: 이건축호 내부교육자료

◎ Curtain Wall Basic : 부재 용어

- 구성자재는 크게 앵커(Anchor)와 본체(Mullion, Transom, Glass 등)으로 구분됨
- 앵커: 커튼월과 건물을 연결하는 장치를 총칭
 - 매립철물 : 앵커 클립을 슬래브에 고정하기 위해 슬래브에 매설하는 자재
 - 앵커클립 : 수직부재와 슬래브를 연결하는 앵글, 채널, 플레이트 등의 구조재
 - 화스너 : 커튼월 앵커에서 각 부재들을 연결하는 볼트/너트, 스크류 등

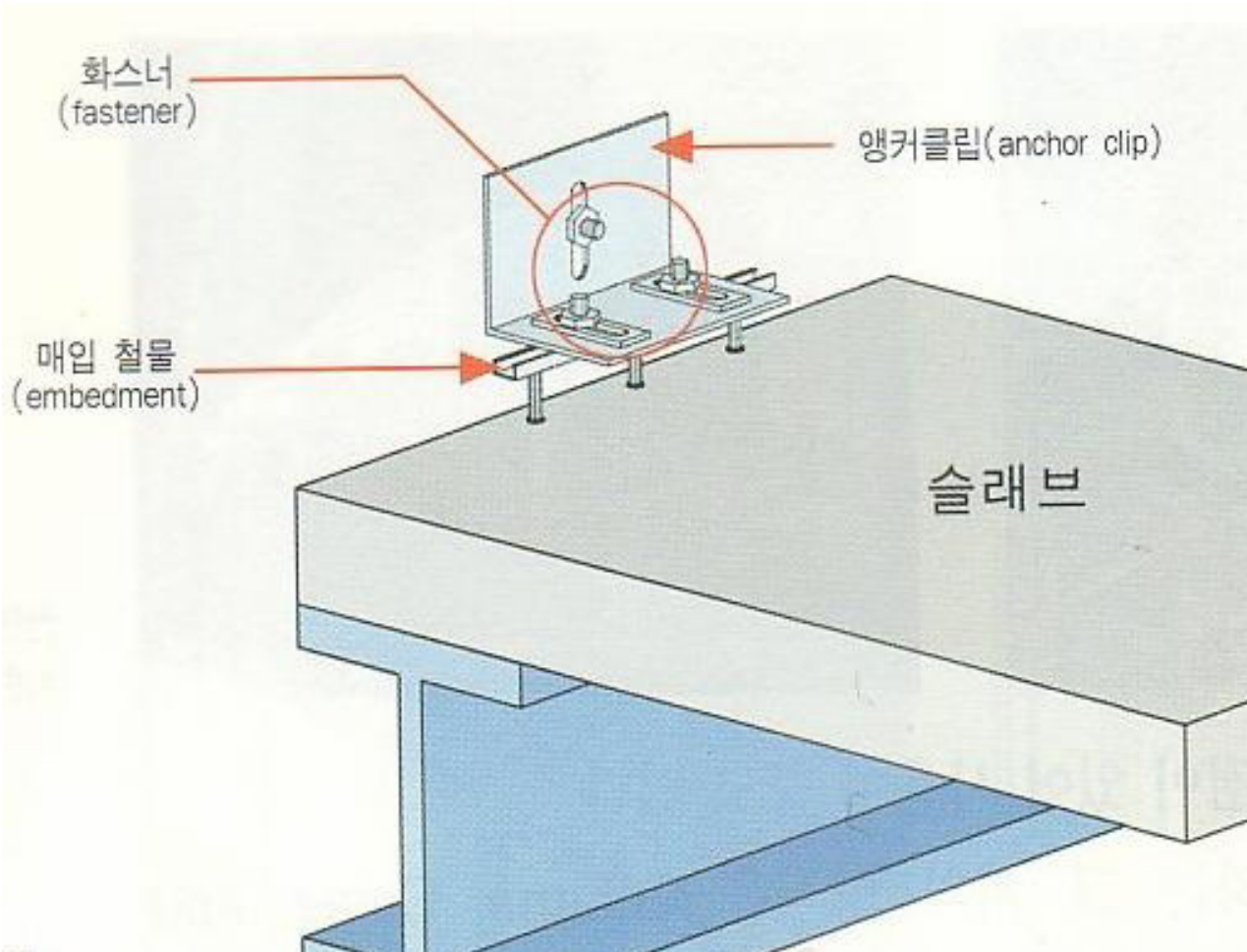


그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

- 본체: 입면을 구성하는 주요 부재
 - 수직부재(Mullion) : 주(main) 구조 부재로서 구조적 안정성이 중요함
 - 수평부재(Transom) : 부(sub) 구조 부재로서 풍하중과 유리 자중을 부담함
(유리 하중에 의한 처짐 검토 필요)
 - 투영(Vision)구간 : 채광 및 외부 조망 구간으로 유리가 설치되는 구간
 - 스펀드럴 구간 : 천장이 시작되는 부분에서 상부층 창 하부까지의 구간
(유리, 판넬, 석재 등의 마감재 설치)

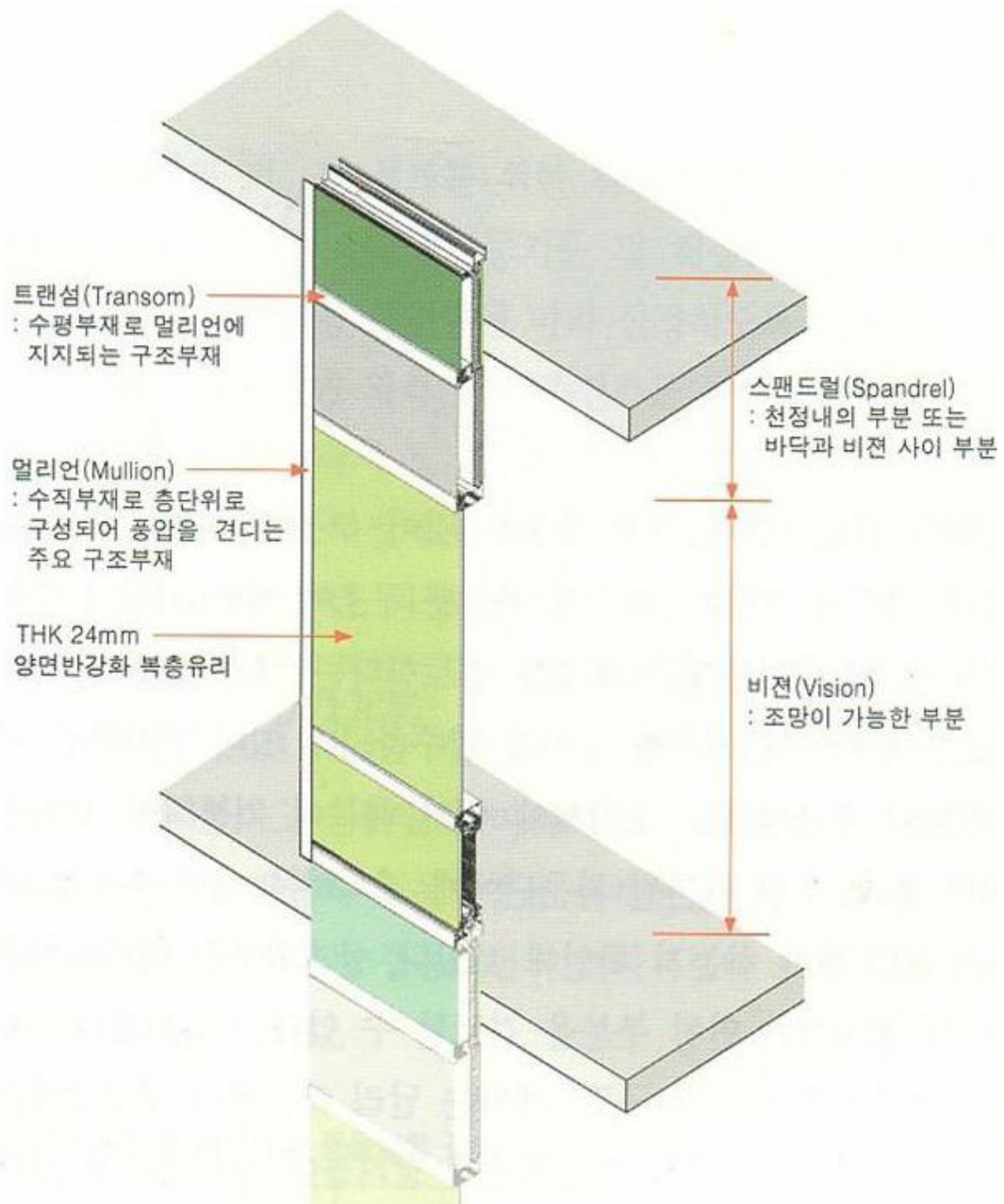
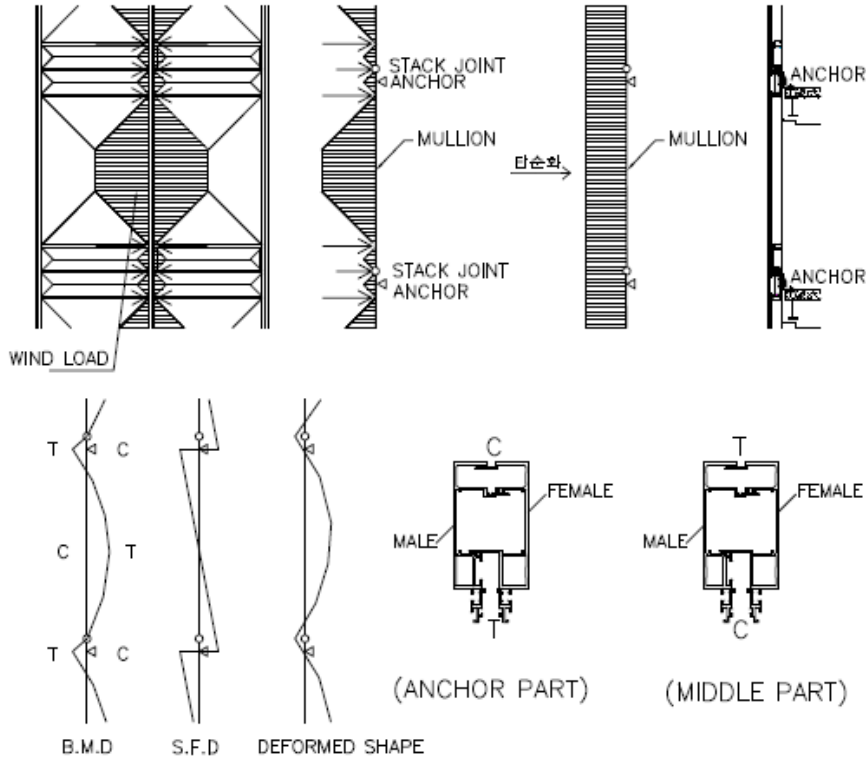


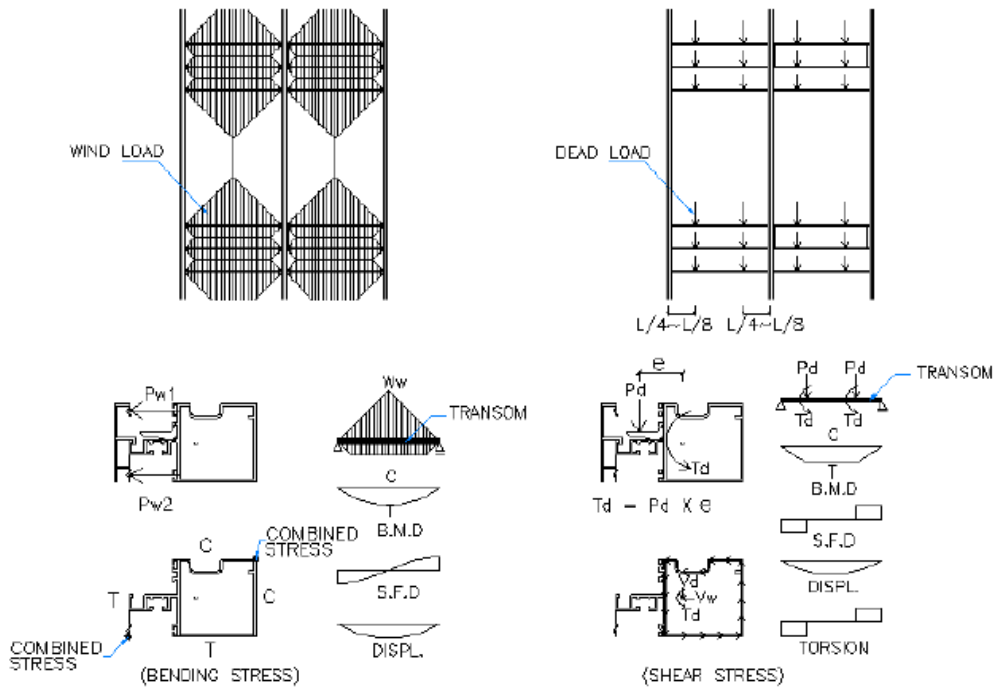
그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

◎ Curtain Wall Basic : 풍하중

- 커튼월의 수직부재와 수평부재에 대한 구조검토가 중요하며, 고정하중과 활하중(풍하중)에 대한 면밀한 검토가 요구됨



수직부재 _ 허용응력, 허용처짐
그림 출처 : 이건축호 내부교육자료



수평부재 _ 모멘트, 전단력, 비틀림, 허용처짐
그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

◎ Curtain Wall Basic : 각 부재별 용어

- 커튼월은 주요 자재로 수직부재-Mullion, 수평부재-Transom으로 구분함
- 입면에서는 외부 조망이 가능한 Vision 구간과 해당층 상부부터 상부층 하부구간을 Spandrel 구간으로 구분함

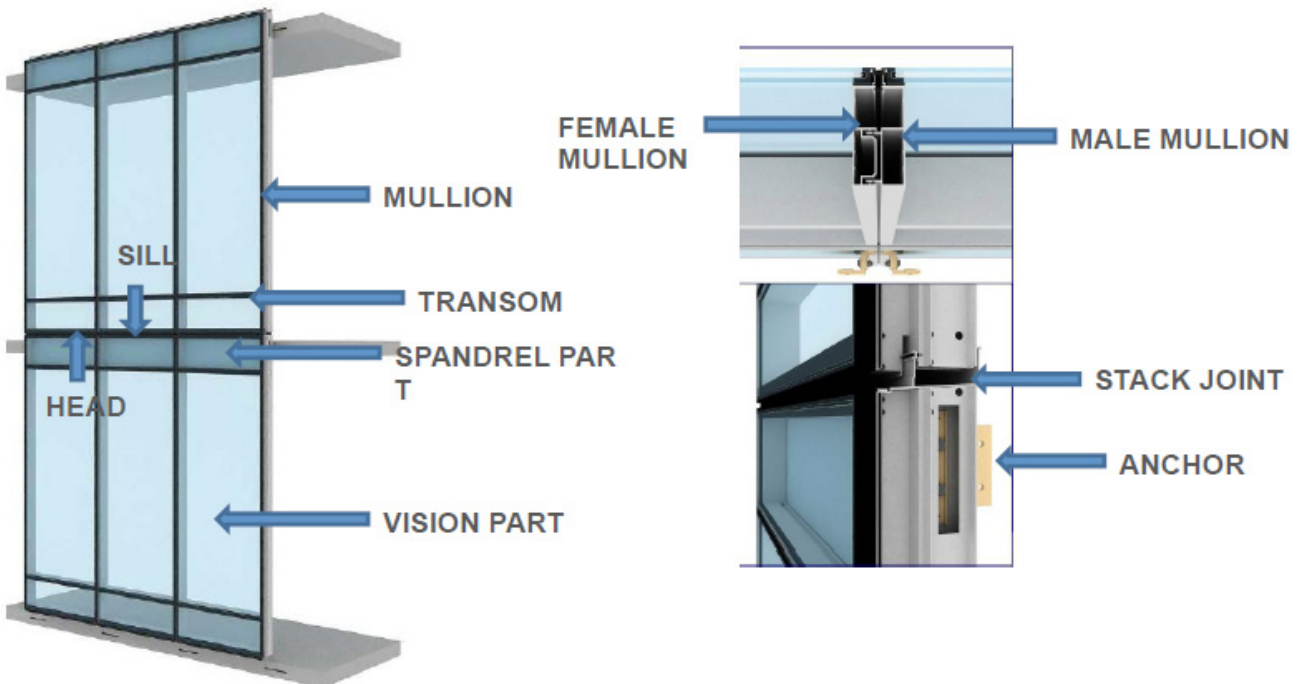
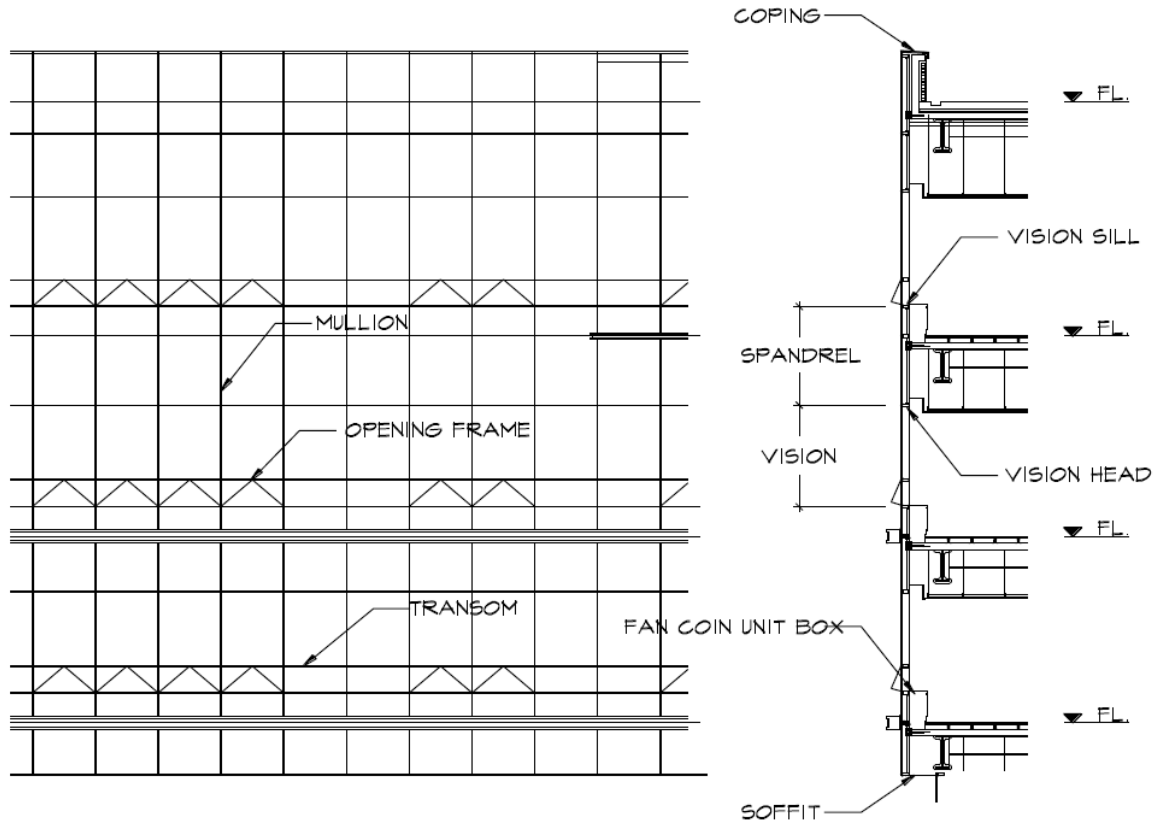


그림 출처 : 이건축호 내부교육자료

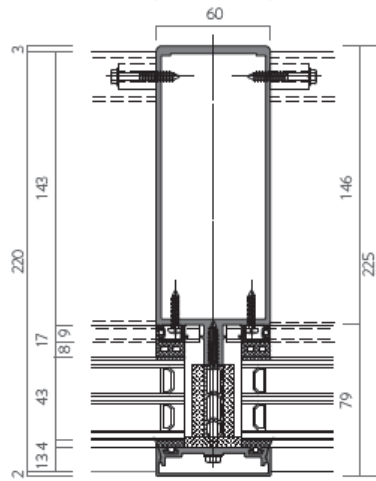
◎ Curtain Wall Basic : 외부마감 타입

- 외부 마감 조건에 따라 CAP type과 SG type으로 구분됨

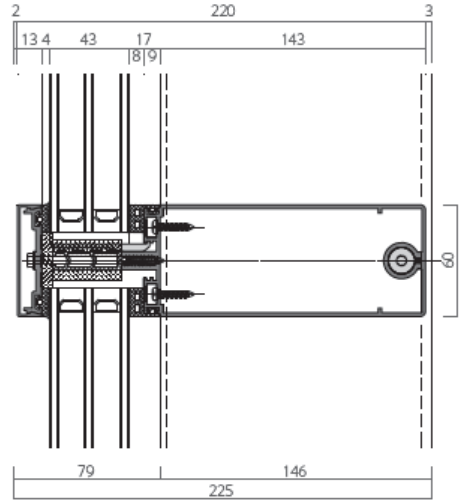
CAP TYPE



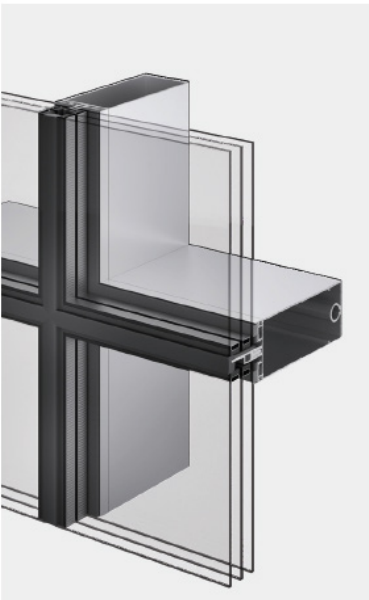
MULLION



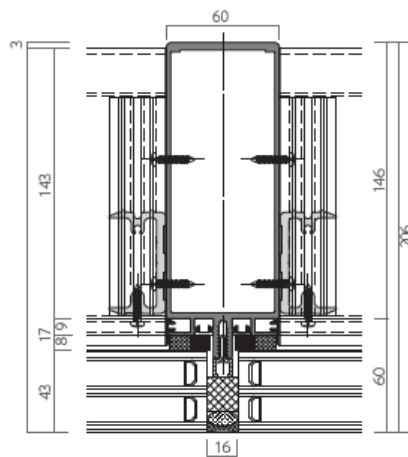
TRANSOM



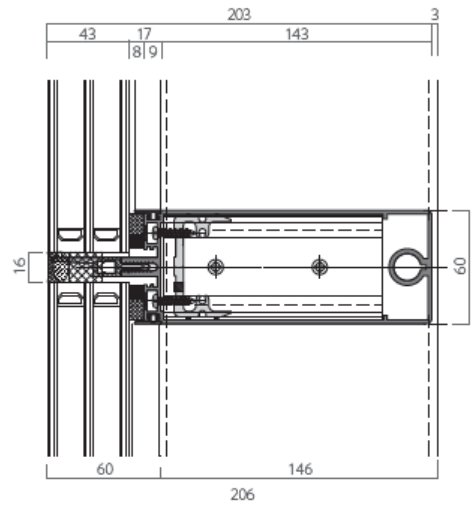
SG TYPE



MULLION



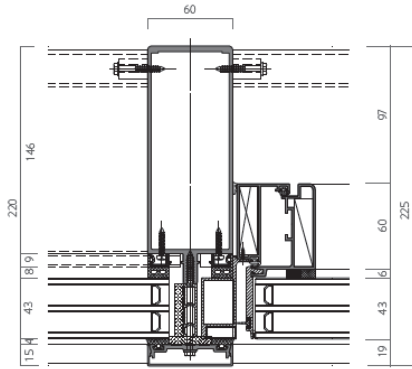
TRANSOM



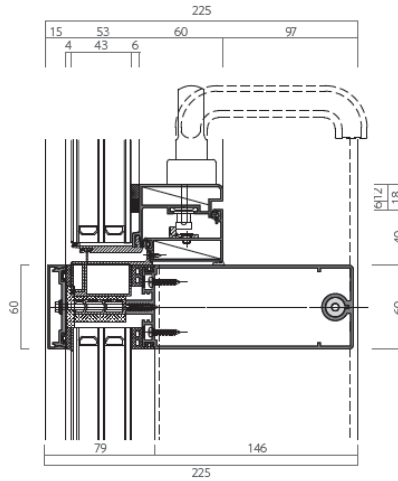
◎ Curtain Wall Basic : 고정창 및 개폐창

- 고정창 뿐만 아니라 환기를 위한 개폐창이 함께 구성됨
- 주로 Out ward Top hung type으로 결합됨

MULLION



TRANSOM

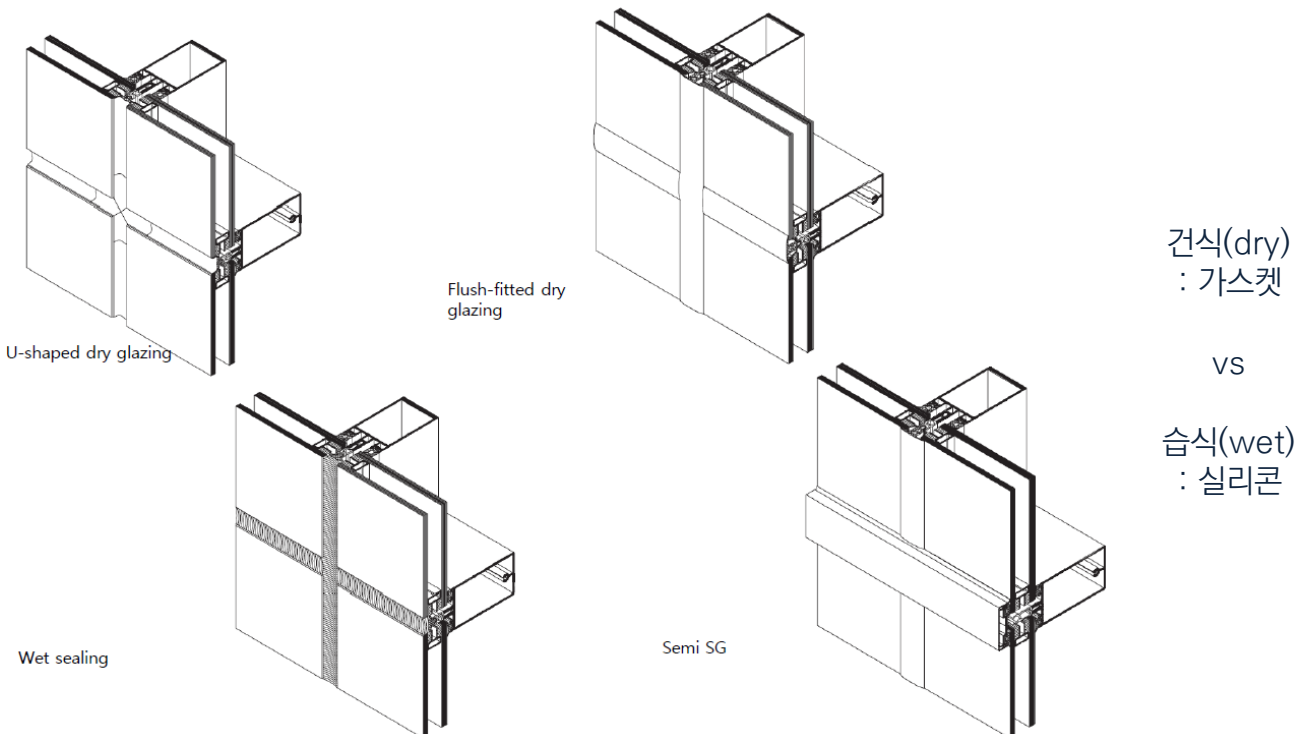


EFS 60 + EWS 60 SG



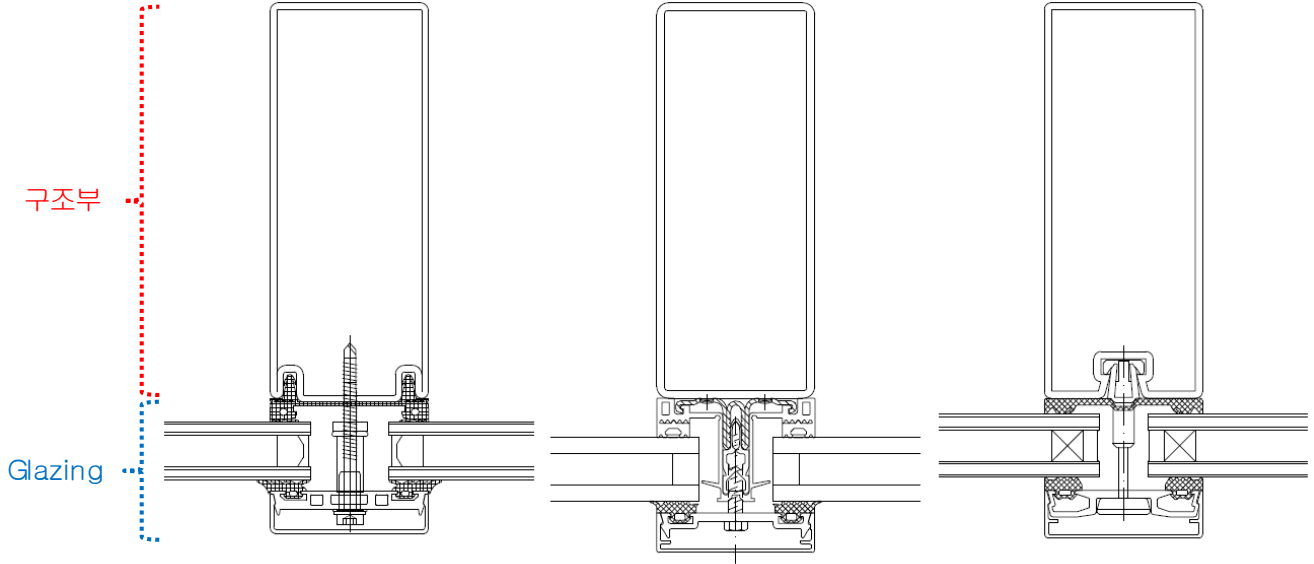
◎ Curtain Wall Basic : Glazing Option

- 외부 마감은 Cap type과 SG type으로 크게 구분
- SG type 또한 가스켓 등을 이용한 건식 마감과 실리콘을 이용하는 습식 마감으로 구분



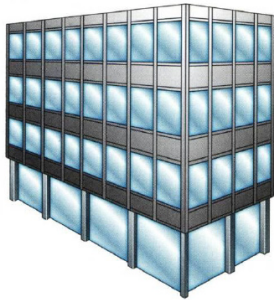
◎ Curtain Wall Basic : 복합구성

- 주요 구조부는 Steel로 Glazing 부분은 AL 로 구성되는 커튼월

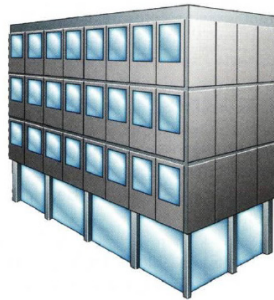


◎ Curtain Wall Basic : 설치 타입 비교

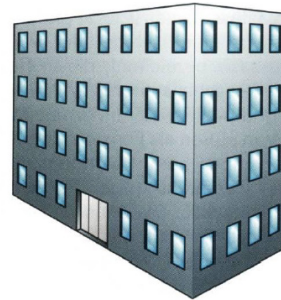
- 커튼월 프레임 구성에 따라 Cap 노출 타입과 비노출 타입(Structural Glazing)으로 구분될 수 있으며, 이중외피 구성에도 사용함



Mullion-Transom Construction



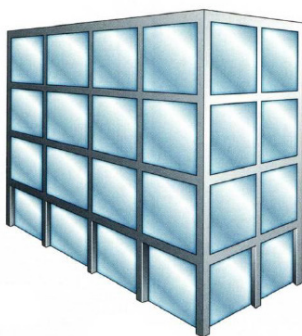
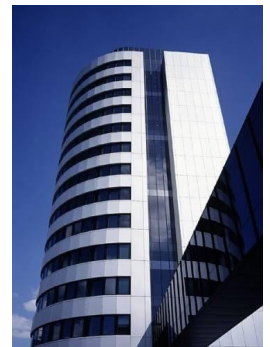
Unitized Façade



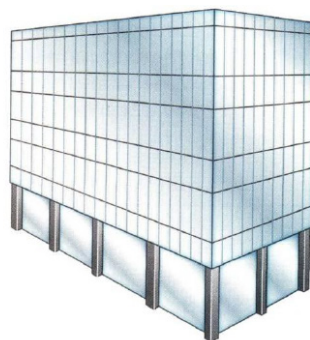
Window Façade



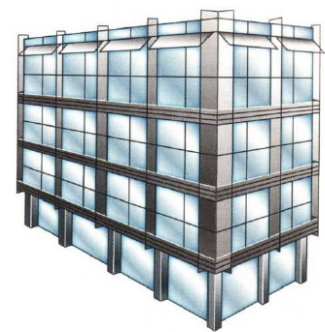
Ribbon Façade



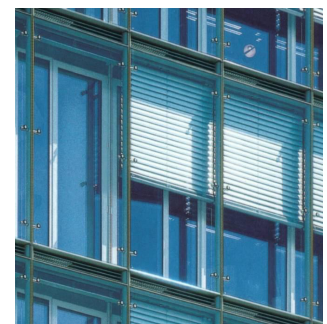
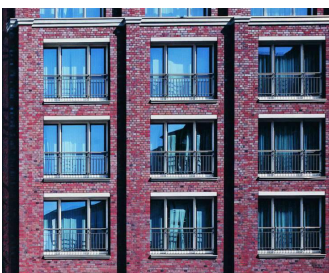
Infill Façade



Structural Glazing



Twin Wall Construction



◎ 참고 서적 및 사이트

1. (주)이건창호 이견아카이브 홈페이지, eagon - main (eagonwindows.com)
2. <https://blog.lotte.co.kr/20848>
3. (주)이건창호, 2019년 사내 교육자료

3 열성능 향상방법

◎ 열관류율 계산식을 통한 개념 분석

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

- 창호의 열성능을 향상 시키기 위해서는 U_w = 창 전체의 열관류율, W/m^2K 을 낮추어야 함

U_f = 프레임 열관류율, W/m^2K

A_f = 프레임 면적, m^2

U_g = 유리 열관류율, W/m^2K

A_g = 유리 면적, m^2

l_g = 유리 엣지 둘레 길이, m

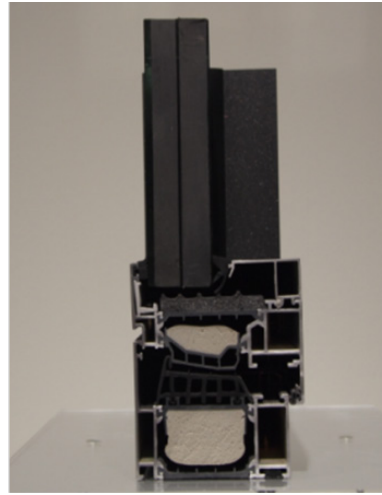
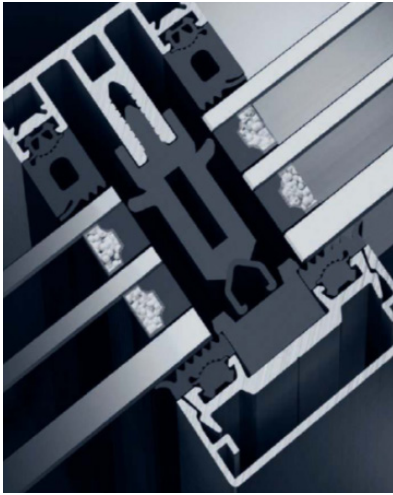
Ψ_g = 유리 엣지 선형 열관류율, W/mK

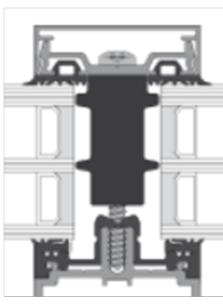
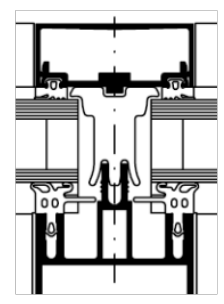
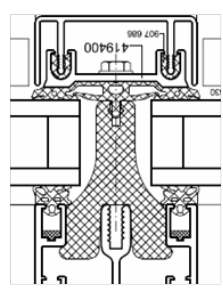
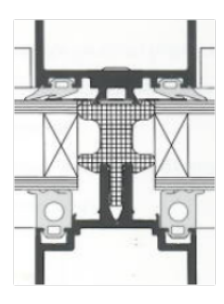
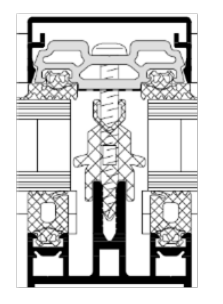
창호의 면적이 동일한 상태에서,

- 1) 프레임 열관류율 최소화 → **Multi chamber / Thermal breaker**
- 2) 유리의 열관류율 최소화 → **Low-e glass / multi layer / AR gas**
- 3) 유리 엣지 선형 열관류율 최소화 → **단열간봉**
- 4) 프레임 면적의 최소화 및 유리 면적의 최대화 → **Slim Frame**

◎ Frame 단열성능(Uf) 향상

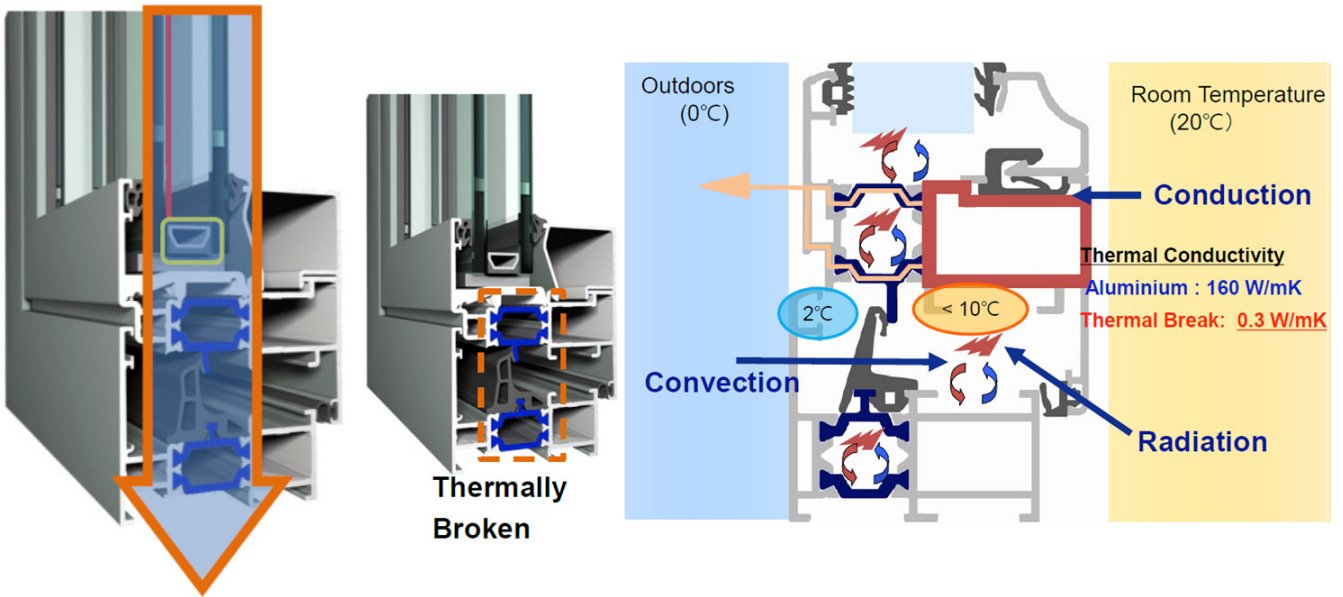
- 고단열 프레임 설계 및 적용
- 현재의 프레임 최고의 단열기술은 0.8 W/m²K의 성능
 - 챔버내 자연대류 최소화
 - 다중 챔버 단열바
 - 이중, 이형 압출 가스켓
 - Frame Depth 조절
 - 외부 추가 단열(폼 충전 등)
 - 창유리와 단열라인 일체화 등



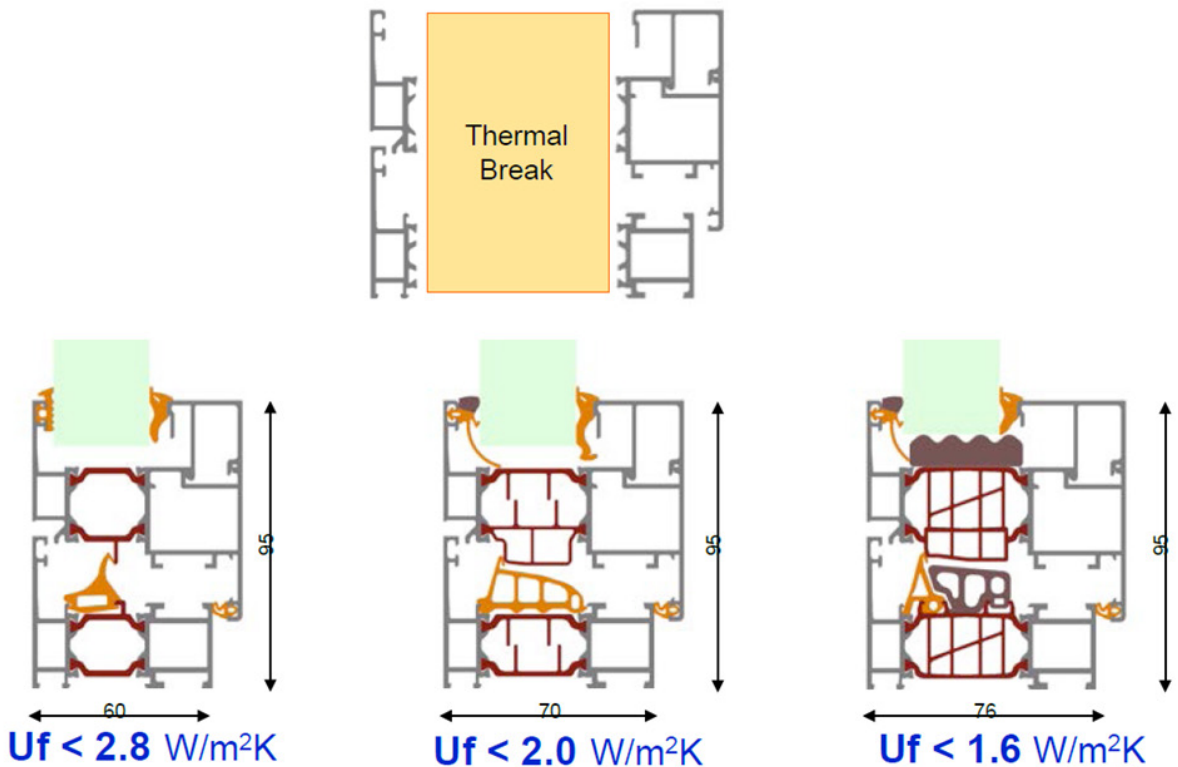
Raico	Wicona	Hueck	Kawneer	Schüco
				
Therm+ A-I	Wictec 50 HI	1.0 VF 50	AA 100 HI	FW 50+.SI
0.80 W/m ² K	1.20 W/m ² K	1.00 W/m ² K	1.30 W/m ² K	0.80 W/m ² K

[Super Insulation Frame Sample]

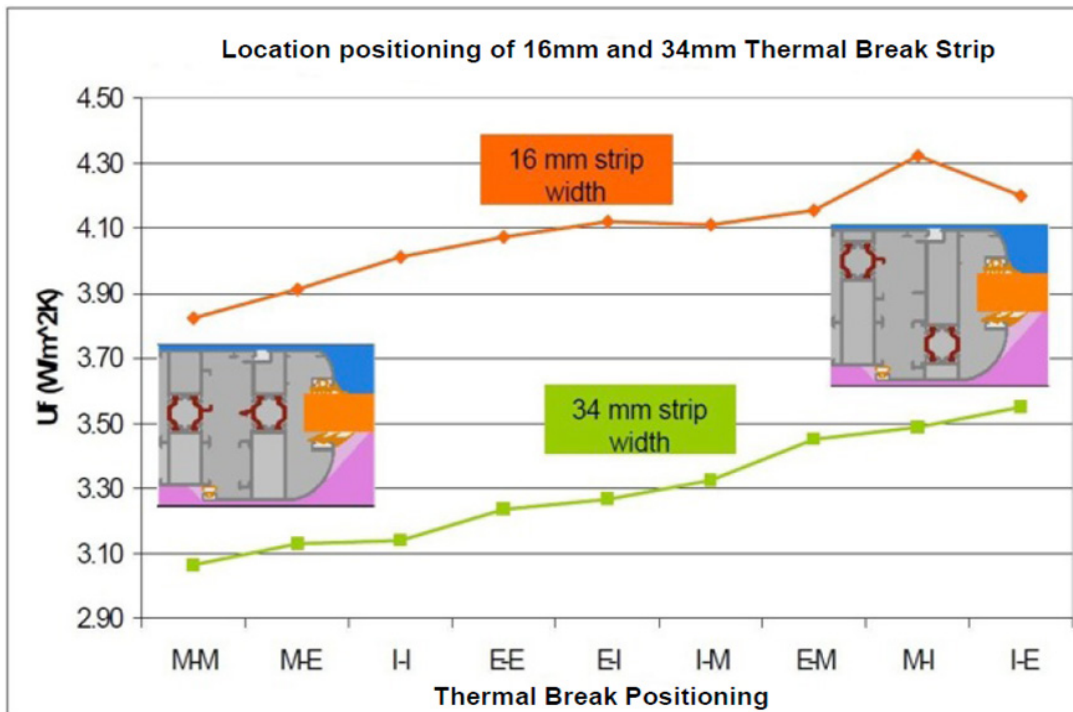
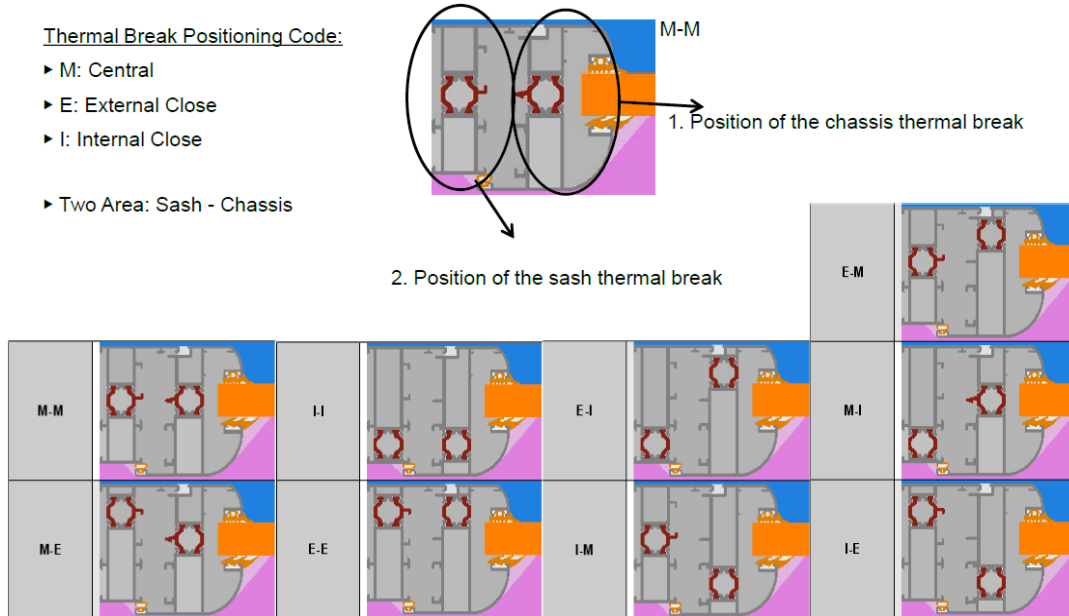
● 프레임 단열 라인 및 열전달 경로



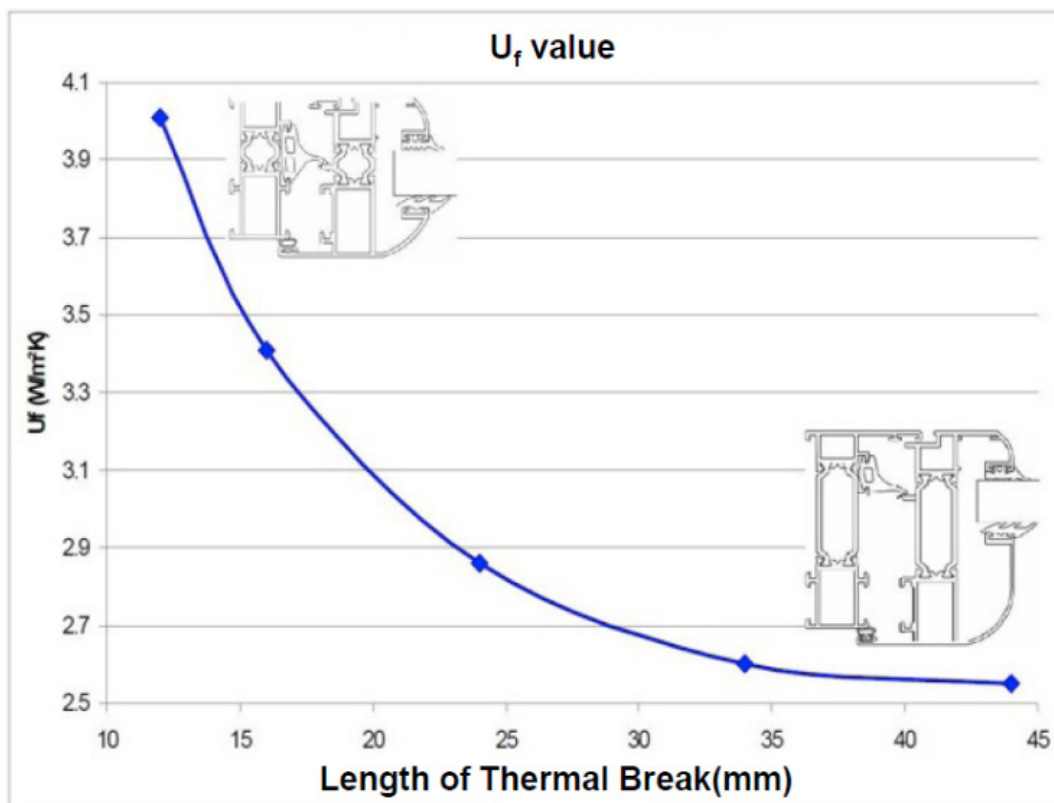
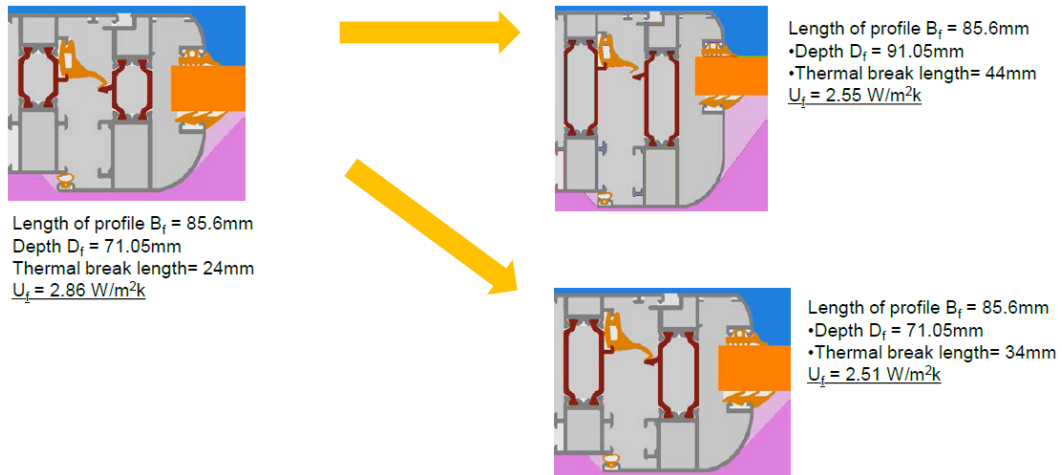
- 열교차단재 형상에 따른 성능 변화
- 단열 구간의 넓이가 넓어질 수록, 단열 공간의 형상을 복잡하게 구성할 수도록 Frame의 단열성능은 개선됨
- Frame의 폭(width)에 대한 한계 고려가 필요함



- 열교차단재 설치 위치에 따른 성능 변화
- 동일한 프레임 구조에서 열교차단재(폴리아미드)의 위치에 따른 단열성능의 변화를 검토한 자료로, 프레임의 좌우측부와 중앙부에 대한 위치 조합을 검토하였을때, 유리 위치와 일치되는 중앙부분에 열교차단재가 위치할 때 가장 높은 단열성능(Uf)를 확인할 수 있음







- 열교차단재 길이에 따른 성능 변화
- 동일한 프레임 구조를 이용하여 열교차단재(폴리아미드)의 길이만을 조정할 때 프레임의 열관류율 변화를 나타낸 것

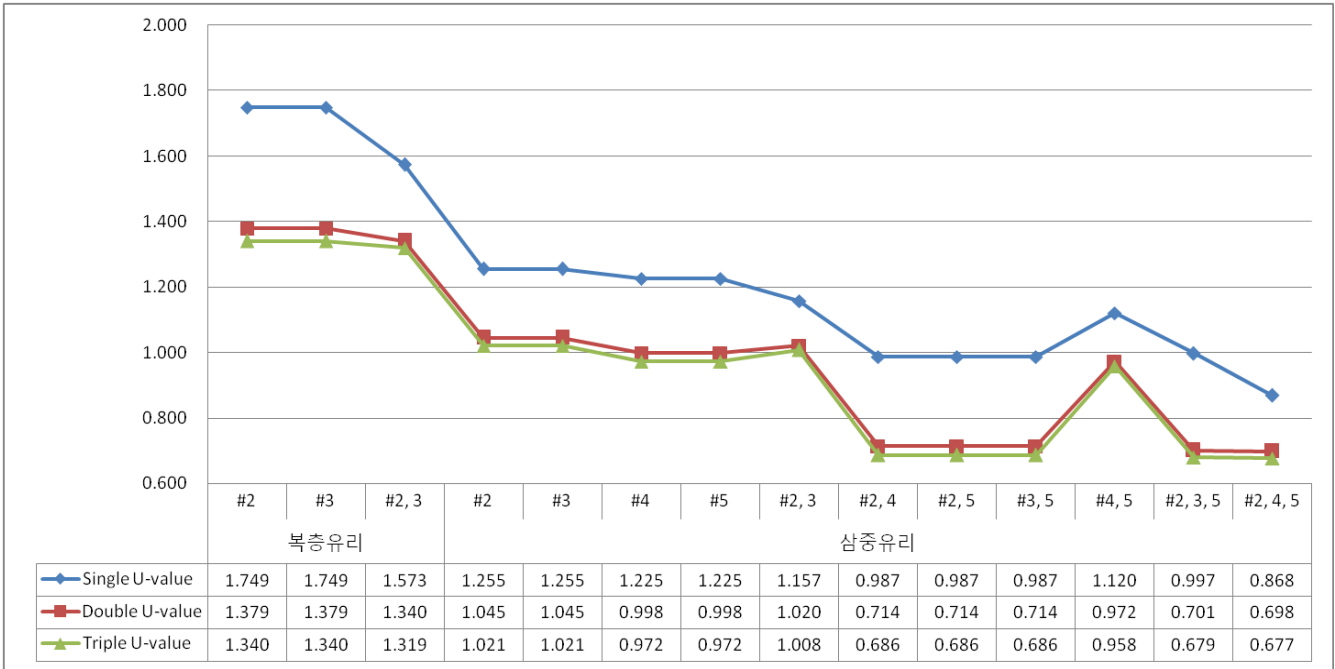


◎ Glazing 단열성능(U_g) 향상

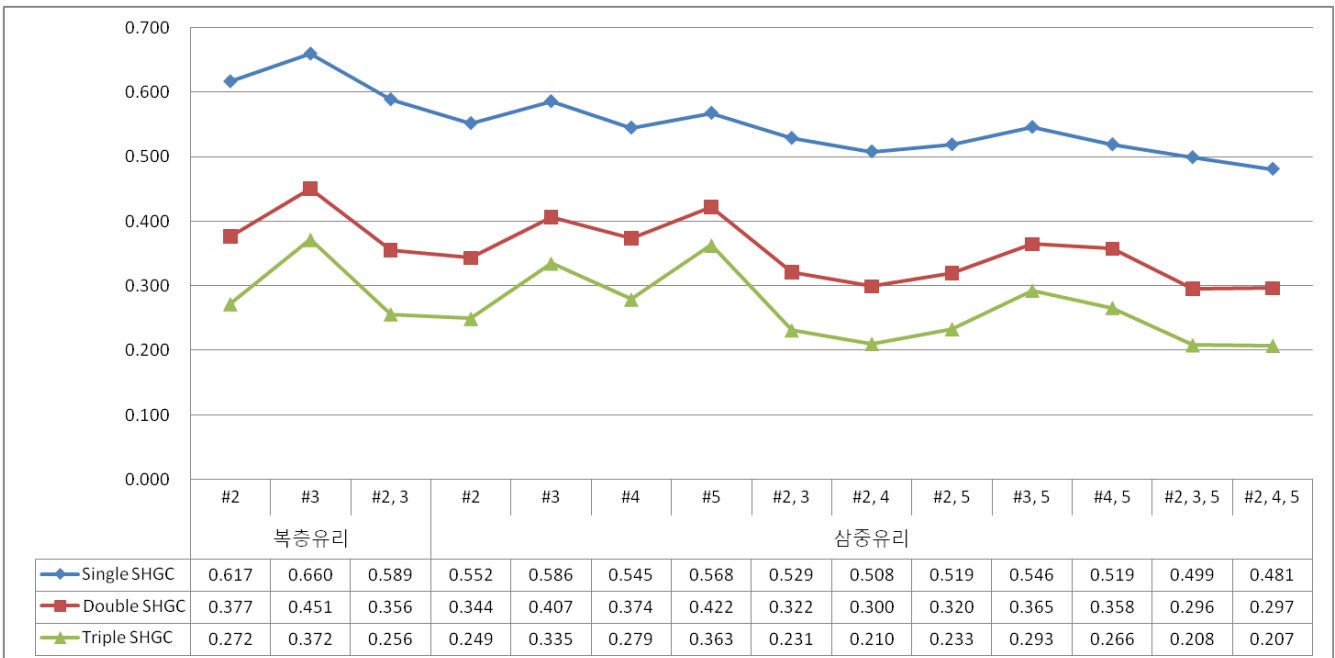
- 창유리 성능 향상
- 복층/삼중/사중 유리로 제작해 나가고, Low-e glass 의 적용, 불활성 가스(Ar, Kr, etc)의 적용 등을 통하여 단열성능을 개선시키고 있음
- 최근 진공유리를 통하여 최상의 단열성능과 SHGC의 조합을 가지는 유리로의 접근이 확대되고 있음

	2000	2007	2010	2015
Glazing System				
Glass depth	Double pain IG 22mm	Double pain IG with Argon 23mm	Triple pane IG with Argon 42mm	Vacuum Glazing 27.25mm
U_g value	$U_g=1.7$ W/m ² K	$U_g=1.4$ W/m ² K	$U_g=0.7$ W/m ² K	$U_g=0.3\sim0.6$ W/m ² K

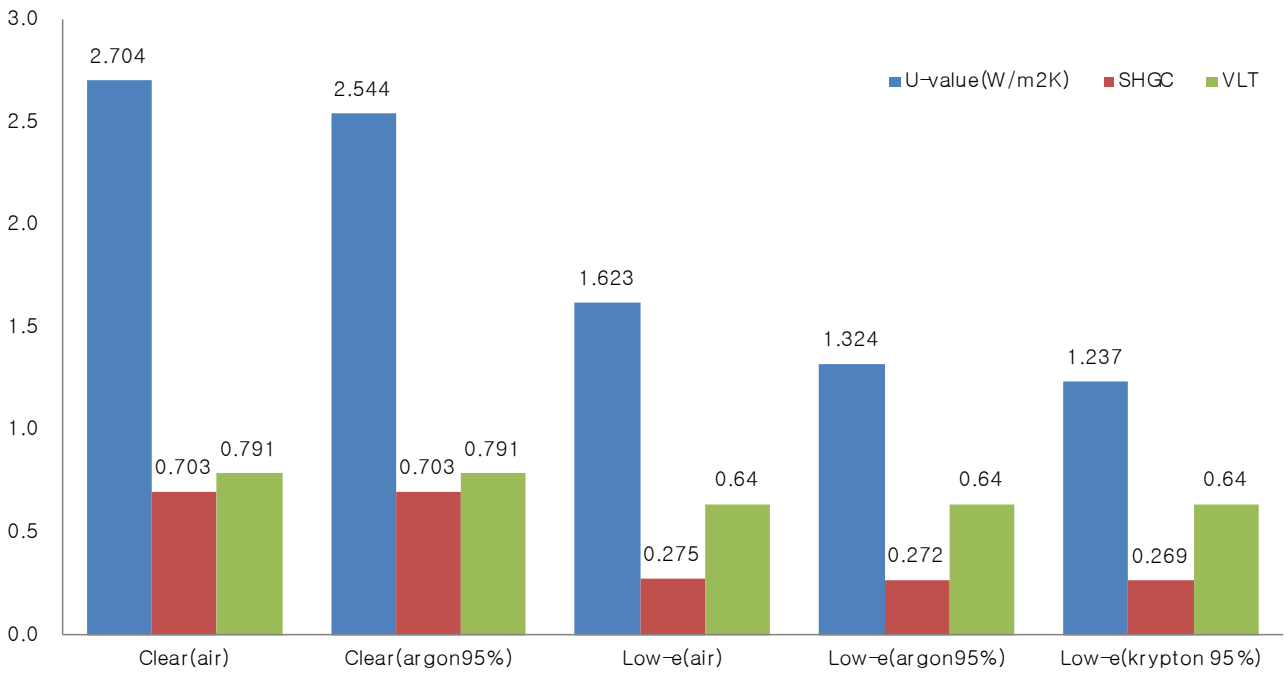
• Low-e 유리 성능과 위치에 따른 Glazing 단열성능 비교



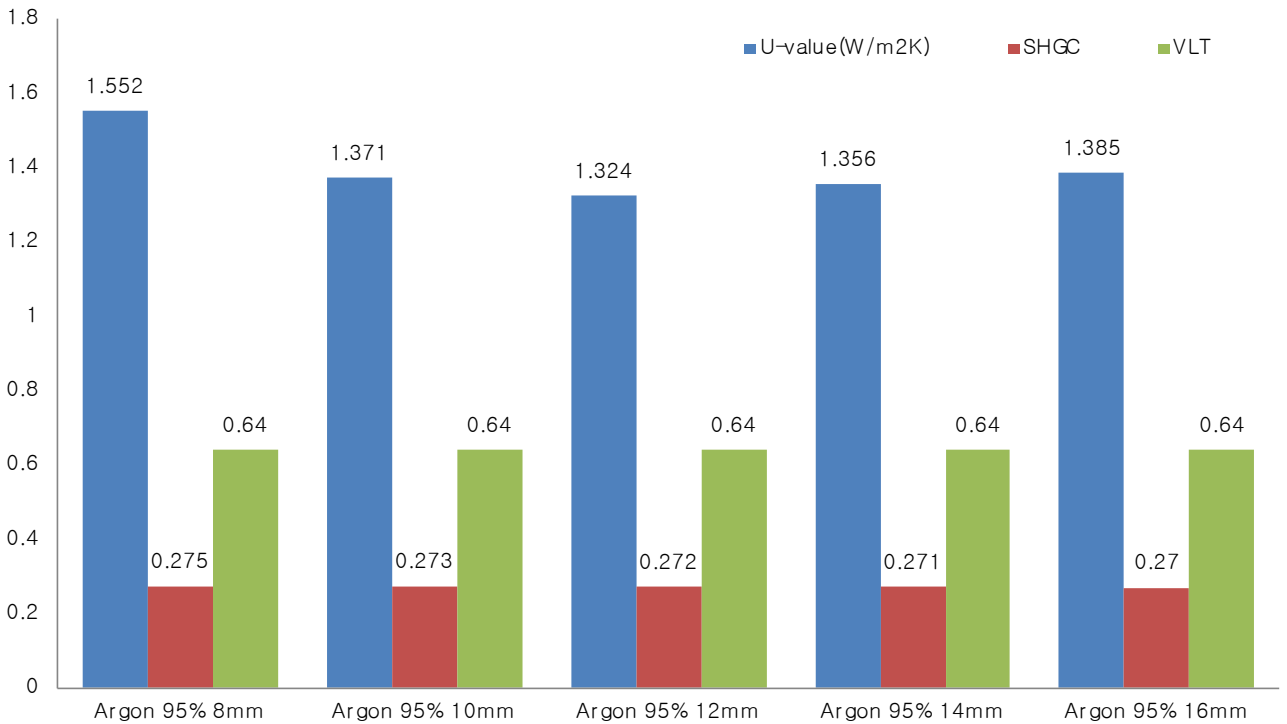
• Low-e 유리 성능과 위치에 따른 Glazing SHGC 비교



● 충전가스에 따른 단열성능 비교



● 복층유리의 간봉(스페이서) 간격에 따른 성능 분포(NFRC 기준)



◎ Glazing Edge 선형열관류율 (ψ_g) 최소화

● 단열간봉 종류 및 성능

Spacer	CHROMATECH plus	CHROMATECH	CHROMATECH ultra	Swisspacer	TGI	Themix TXN	SS Triseal	TPS
Shape								
Supplier	Rolltech	Rolltech	Rolltech	Saint Gobain	Technoform	Ensinger	Edgetech	Various Sealant Supplier
Spacer bar system	Homogeneous Stainless steel	Homogeneous Stainless steel	Stainless steel with PC bridge	Composit - plastic	Composit - plastic	Composit - plastic	Silicone foam	Thermoplastic
Insulating Material	SST 0,15 mm	SST 0,18 mm	Polycarbonate	Polycarbonate / fibreglass	Polypropylene	Polypropylene / fibreglass armed	Silicone with desiccant implemented	Isobutylene / desiccant
Damp barrier	SST 0,15 mm	SST 0,18 mm	SST 0,10 mm	SST 0.01mm / Alum Foil	SST 0,10 mm	SST 0,10 mm	Multilayer plastic spray	Isobutylene
Production technology	Roll forming	Roll forming	roll forming & connect with polycarbonat bridge	Extruded & separate foil application	SST/PP Co-extrusion	SST/PP- fibreglass co-extrusion	Extruded; separate Foil & Acrylic glue application	Lenhardt Robot application from drums
PSI value W/mK PVC frame	0,051	0,051	0,041	0,034 - 0,045	0,044	0,041	0,035	0,039
Remarks	Corrugated austenitic SST profile	Traditional austenitic SST standard profile	Austenitic SST shell & PC Top	Variations with different damp barrier foils & diff. Psi values	Ferritic steel & PP	PP Fibreglas & Glued Moisture barrier	Triseal with Butyl barrier - diff. Moisture barrier	Thermoplastic spacer

- 창유리 성능 향상을 위한 단열간봉 사용
- 단열간봉을 사용하는 것이 유리의 단열성능에 도움이 되며, 일정 수준 범위에서 유의미한 영향을 주는지 고려 필요

Example: Frame with U_f 1.2 – Insulating Glass Unit with U_g 1.1 (940 x 1048 mm)

Spacer type	PSI [W/m K]	Exact Uw Value [W/m ² K]	Rounded value acc. to EN 10077
Aluminum	0.085	1.368	1.4
Stainless Steel 0.15	0.050	1.270	1.3
Extruded PP with Ferritic Steel foil	0.044	1.254	1.3
Extruded PC hybrid spacer with austenitic Steel foil	0.041	1.245	1.2
Flexible silicone	0.035	1.229	1.2

[간봉재료에 따른 단열성능 기여도]

◎ 프레임 면적 최소화 및 유리면적 최대화

- AL. Frame 창호에서는 일반적으로 유리의 단열성능(U_g)이 프레임의 단열성능(U_f)보다 좋기 때문에 프레임 면적 최소화, 유리 면적 최대화로 전체 열관류율(U_w)를 향상시킬 수 있음
- 디자인 및 구조적 이슈가 함께 고려되어야 하며, 유리와 프레임이 동일할 경우 유리의 면적이 넓을수록 단열에 유리



VS



◎ 참고 서적 및 사이트

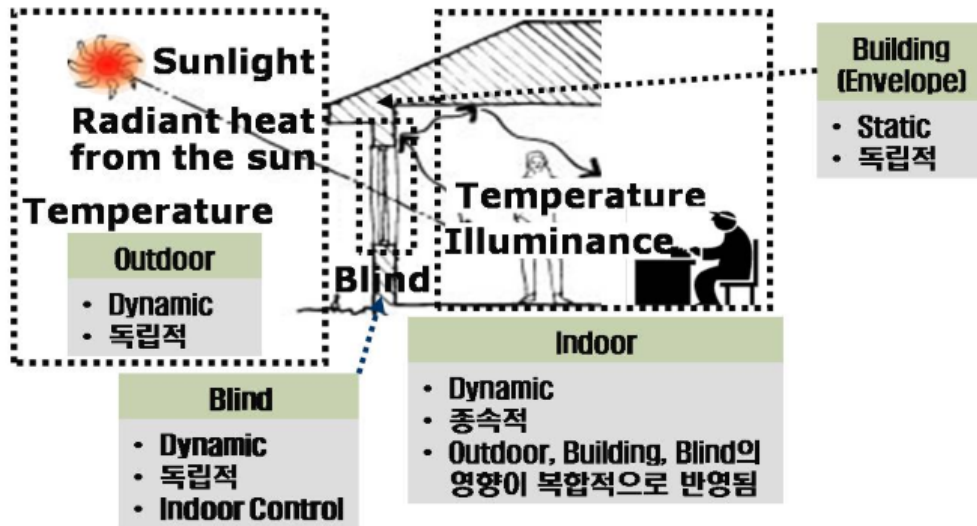
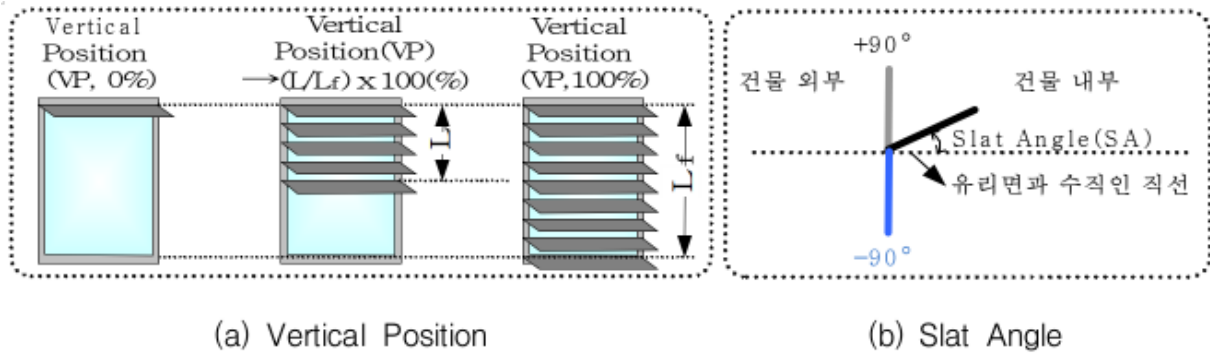
1. ASHRAE Handbook of Fundamentals(2001)
2. 조용철, TECHNOFORM BAUTEC 기술자료집, 2015
3. Fenzi, SUMMARY ANALYSIS OF THE DIFFERENT FAMILIES OF WARM EDGE SPACERS AVAILABLE ON THE MARKET : Guide to making informed choice, 2011 No. 3 Newsletter

◎ 블라인드 자동제어 인자

- 블라인드 자동제어 인자는 입력변수, 제어변수, 조절변수로 분류
- 입력변수
 - : 측정기기를 이용한 센싱을 통해 값을 얻어내고 알고리즘에 의해 결정된 조건에 따라 블라인드 제어를 결정하는 데 영향을 미치게 되며 자동제어의 입력변수에는 태양 위치, 조도, 외기온, 일사량 등이 있음
- 제어변수
 - : 실내 조도와 실온과 같이 블라인드 자동제어를 통해 이루고자 하는 환경성능 향상 목표가 구체적으로 나타나며 목표가 충족되고 있는지를 판단할 수 있게 하는 근간
- 조절변수
 - : 제어의 목표를 이루기 위해 실제로 제어가 이루어지는 행위부에 해당하는 것으로 소프트웨어와 기기에 의해 신호를 수신하여 조건에 따라 자동적으로 동작하게 됨

구분	현재 이용 변수		제어 장치
	실외	실내	
입력변수(input variable)	태양 위치, 조도, 외기온, 일사량	조도, 실온	측정 센서
제어변수(controlled variable)	조도, 실온		-
조절변수(manipulated variable)	Vertical Position, Slat Angle		소프트웨어, 모터

- Vertical Position(창문이 가려지는 비율), Slat Angle(슬랫 각도로 유리면과 수직인 직선과의 각도)이 있음
- 건물 외피는 고정되어 있는 독립변수이며 외부 조건과 블라인드는 변화 혹은 작동이 이루어지는 독립변수
- 실내 환경은 변화가 이루어지나 외부 조건, 건물, 블라인드의 영향이 복합적으로 반영되는 종속 변수



◎ 외부 블라인드 적용 사례



https://www.evb.co.kr/bbs/board.php?bo_table=evb_reference&page=2



https://www.evb.co.kr/bbs/board.php?bo_table=evb_reference&page=2

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 김지현, 사무소 건물의 환경성능 향상을 위한 베네시안 블라인드 자동제어 방법, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 2007.08
2. https://www.evb.co.kr/bbs/board.php?bo_table=evb_reference&page=2

B.4

기밀 확보 설계 및 시공 기술

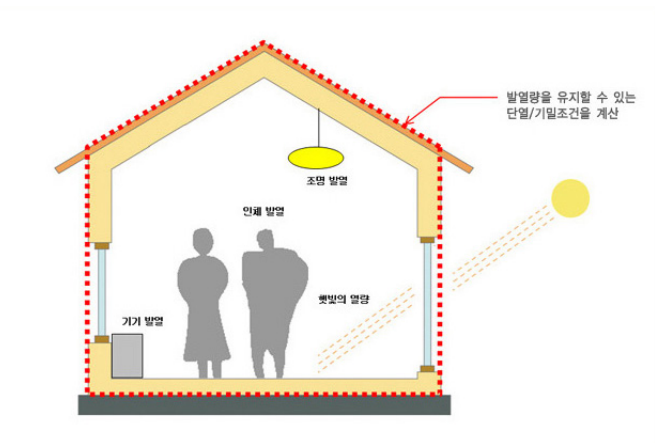
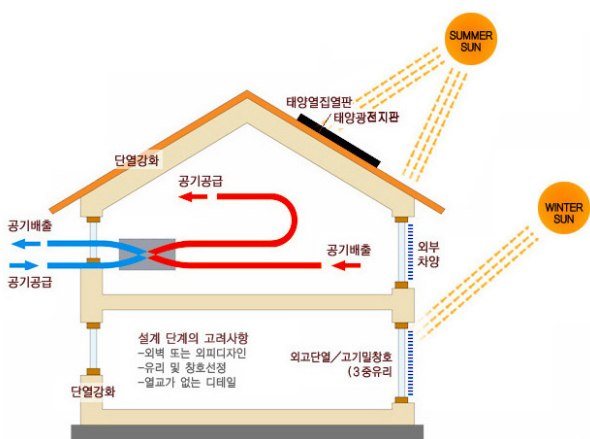
교육 목표

기밀 확보 설계 및
시공 기술

* 기밀층의 필요성 이해

1 기밀 시공의 이론 및 이해

◎ 패시브하우스의 구성요소



독일기준

설계 및 시공 시 우선사항

1. 기밀
2. 단열
3. 창호
4. 환기

한국기준

설계 및 시공 시 우선사항

1. 단열
2. 창호
3. 환기
4. 기밀

◎ 에너지절약 설계기준



건축물의 에너지절약 설계기준 해설서

시행 2022. 7. 29.
국토교통부고시 제2022-52호,
2022. 1. 28., 일부개정.



국토교통부 고시 제2022-52호 개정내용

▶ 기밀성능 강화 조치 관련 에너지성능지표(권장사항) 신설

- 신축 건축물의 기밀성능 향상을 유도하기 위해 침기가 발생하기 쉬운 창 및 문과 구조체의 접합부위(개구부 둘레)에 기밀테이프 사용 등 기밀성능 강화 조치 시 평점을 부여하는 에너지성능지표(건축부문 6번 항목) 신설

해설

▶ 창 및 문의 접합부 기밀성능 강화 조치

- 기밀성능 강화 조치의 적용

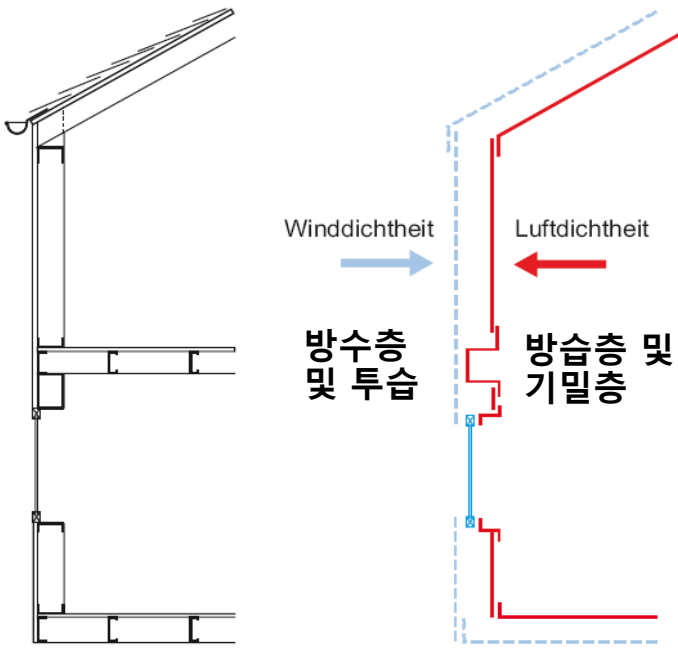
- 창 및 문 등 개구부와 구조체의 접합부위(개구부 둘레)에 기밀테이프, 팽창테이프 또는 탄성도막(가변형합성) 제품을 채택한 경우 기밀성능 강화 조치를 적용한 것으로 인정하며, 기밀성능 강화 제품은 개구부 및 구조체의 변화에 탄성적으로 대응이 가능해야 함
- 기밀성능 강화 조치를 위해 외기에 직접 면하는 개구부(거실의 창 및 문)의 둘레에 적용하는 제품은 공기투과성 및 투습성이 낮은 제품을 채택하여야 하며, KS F 2607(건축재료의 투습성 측정방법)에 따른 등가공기투습계(Sd)가 2m를 초과하는 제품이어야 함
- 기밀테이프는 투습방수 기능을 하는 실외측 기밀테이프와 방습 기능을 하는 실내측 기밀테이프를 제품 특성(시방서)에 맞게 적용하여야 하며, 건축물 구조에 따라 친환경 접착제 등 적절한 부자재를 활용하여야 함
- 건축물의 구조의 종류 및 단열재 설치 위치에 따라 기밀성능이 강화될 수 있도록 제품 제조업체는 건축물 상황에 맞는 시방서를 제공하여야 하며, 건축주·설계자·시공자는 시방서를 충분히 검토하여 적용여부를 판단하고, 하자가 발생하지 않도록 시공하여야 함

- 기밀성능 강화 조치 적용비율 계산

$$\text{기밀성능 강화조치 적용비율} = \frac{\text{외기에 직접 면한 거실의 창 및 문 중 기밀성능 강화 조치가 적용된 창 및 문의 면적의 합계}}{\text{외기에 직접 면한 거실의 창 및 문의 면적의 합계}} \times 100(\%)$$

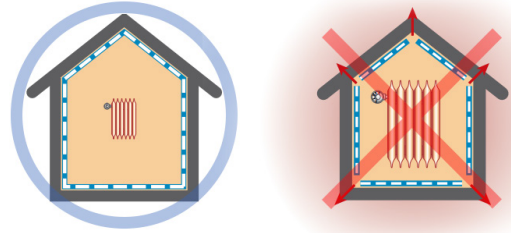
- 단일 창 및 문이 구조체와 접합하는 전체 둘레에 기밀성능 강화 조치를 한 경우 조치가 적용된 창 및 문의 면적으로 산정
- 평면도, 입면도, 외피전개도 등의 도서를 통해 외기에 직접 면한 거실의 창 및 문에 대한 기밀성능 강화조치 적용 여부를 표기

◎ 펜슬의 법칙



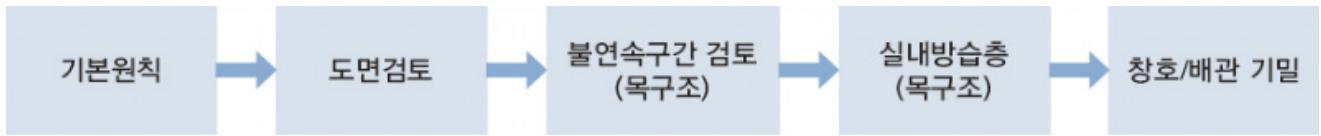
“ 펜슬의 법칙

도면의 기밀층을 따라 연필을 대고 그렸을 때, 끊기지 않고 연속적으로 이어져야 한다.



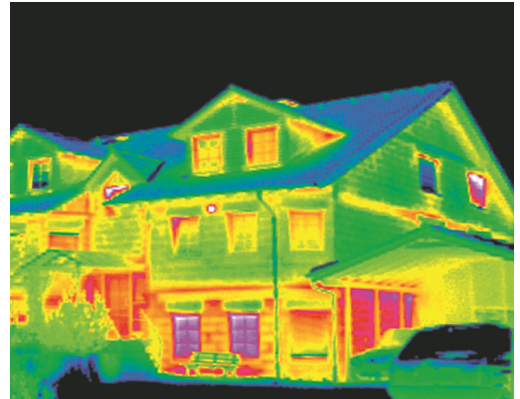
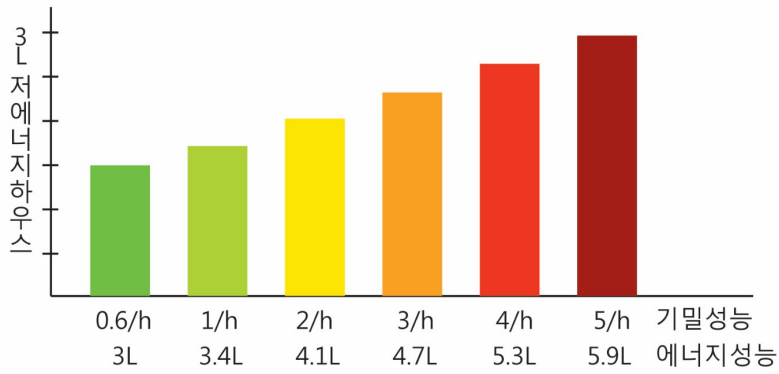
기밀층은 끊어지지 않은 하나의 선으로 이어져야 합니다!!!

”



▲ 전체 기밀공사 과정

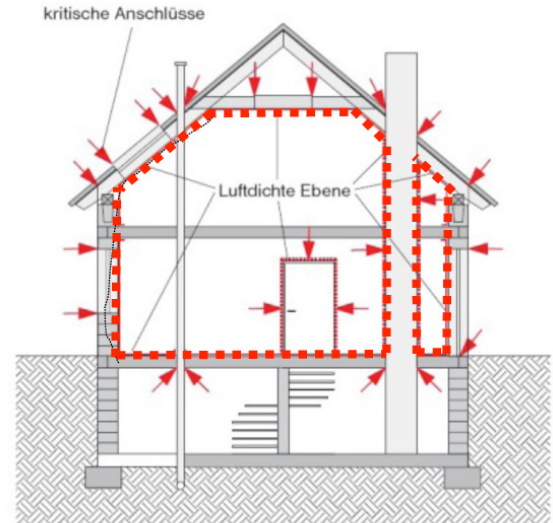
◎ 기밀성능으로 인한 에너지성능 저하 비교



◎ 기밀층의 필요성

그렇지만...

- 내 건물이 과연 100% 기밀해야 하는가?
- 100% ?
- 그렇지는 않다! 그렇지만:
 - 대류를 통한 수증기의 이동은 막아야 하며...
 - 독일의 경우는 법적인 요구사항
 - 공기조화기가 없는 경우 $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$
 - 공기조화기가 설치되는 경우 $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$
- ▶ 법적제약을 떠나 에너지 절감 효과를 높이기 위해서는 $n_{50} = 1.0 \text{ (h}^{-1}\text{)}$
- ▶ 패시브하우스의 경우에는 적어도 $n_{50} = 0,6 \text{ (h}^{-1}\text{)}$
- ▶ 권장사항 $n_{50} = 0,3 \text{ (h}^{-1}\text{)}$



기밀층 형성시 주의를 기울여야 하는 부위,
출처: RWE-Bauhandbuch 13.Ausgabe, germany

● 의도된 환기 시스템 구축: 자연환기 및 기계환기



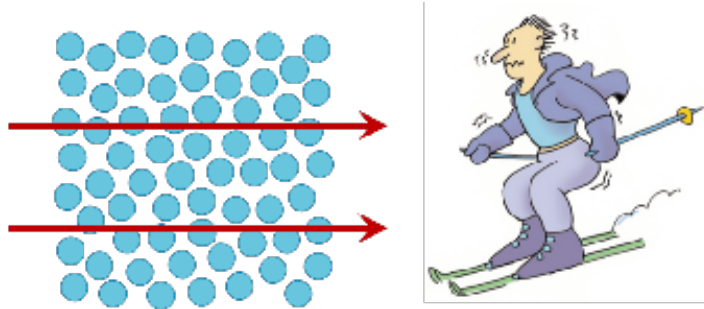
주택이 기밀해지면 에너지 절감과 벽체 내 상대습도가 감소하는 순기능이 있지만 사람에게 필요한 환기량이 부족해짐

● 의도하지 않은 누기

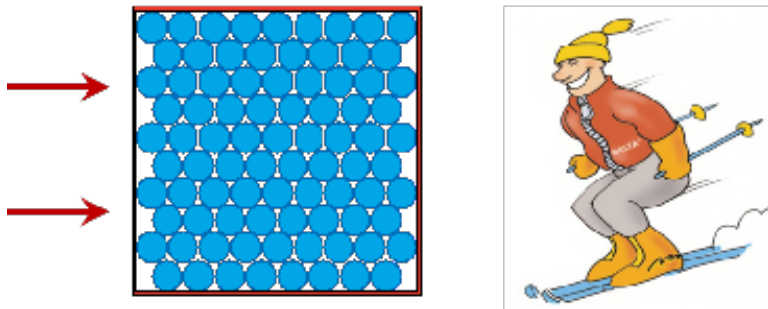


의도되지 않은 틈새로 습기가 침투하면서 단열성능을 떨어트려 결로와 곰팡이가 생기는 원인이 됨

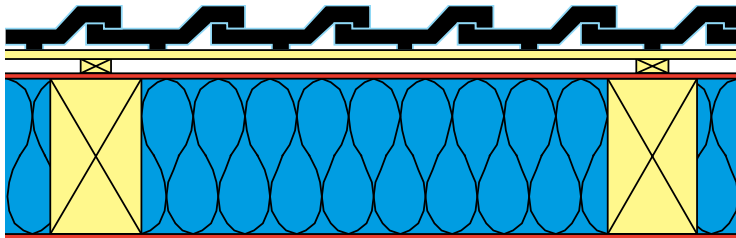
◎ 제대로 단열이 유지되려면?



단열 = 공기가 미세공간에 갇혀 있는 경우
공기의 이동 = 열의 이동
공기의 이동이나 흐름에 보호되는 미세공간이 있는 경우에만 단열성능이 있음

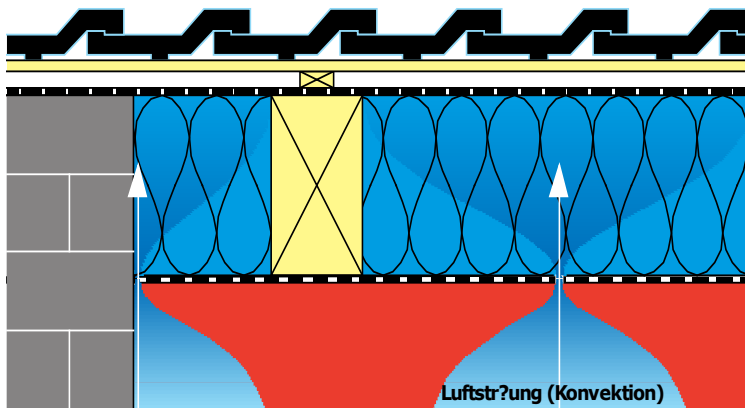


가장 이상적인 단열구조



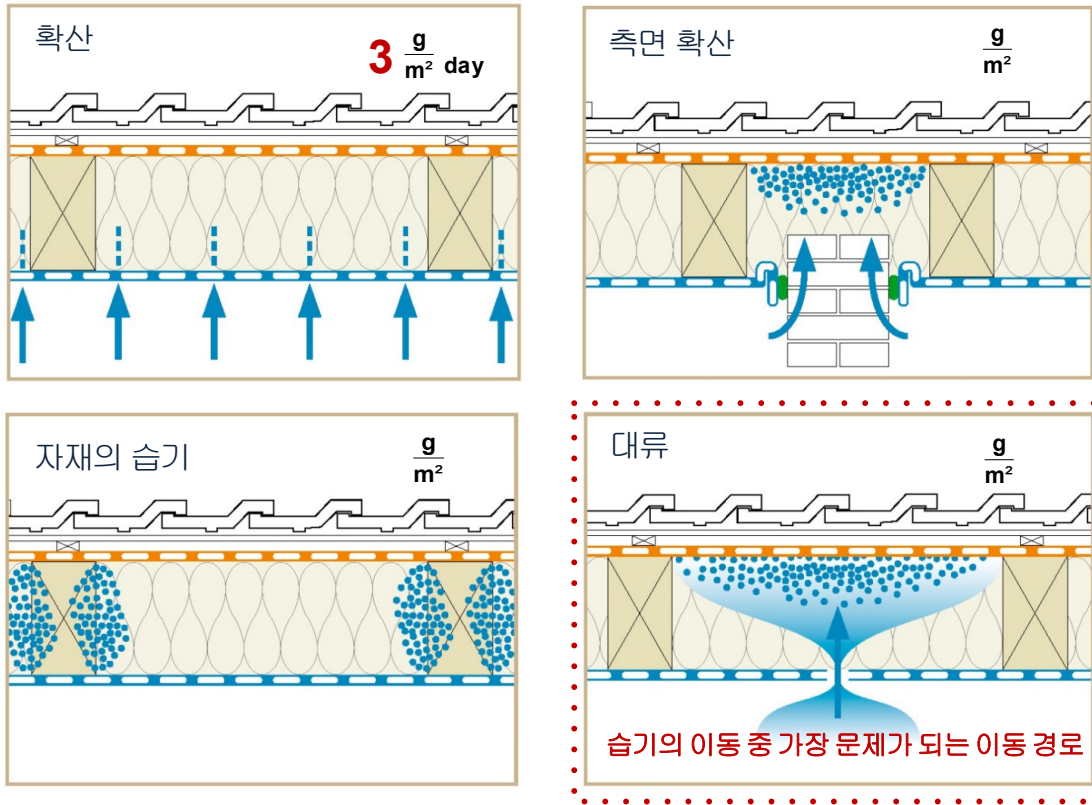
투습 방수층
단열재
방습층 및 기밀층

기밀층이 훼손되면 ?



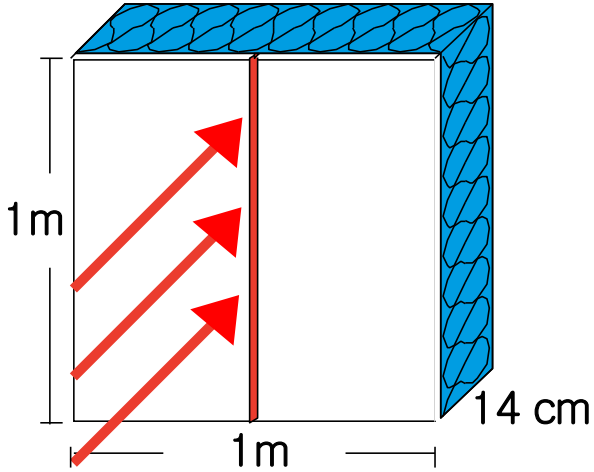
1. 열 손실
 - 1) 열손실로 인한 난방비 증가
 - 2) CO₂ 발생 증가
2. 쾌적하지 못한 실내환경
 - 1) 건조한 겨울
 - 2) 더운 여름
3. 습기의 유입으로 인한 하자의 발생

◎ 수증기의 이동



결과: 습기의 영향을 완벽하게 제어하는 것은 불가능

◎ 대류를 통한 습기의 유입 (공기의 흐름)



틈이 없는 경우: $0,5 \text{ g}$ 함수/ $\text{m}^2 \times 24\text{h}$ (확산)

1 mm의 틈: 800 g 함수/ $\text{m}^2 \times 24\text{h}$ (대류)

습기의 증가 1600 배

내부의 방습층

s_d -값 = 30 m

방습층의 틈(기밀층)

S_d -값 - 공기층의 두께

습기가 통과하는 저항의 정도

주변조건:

내부온도 $+20^\circ\text{C}$

외부온도 -10°C

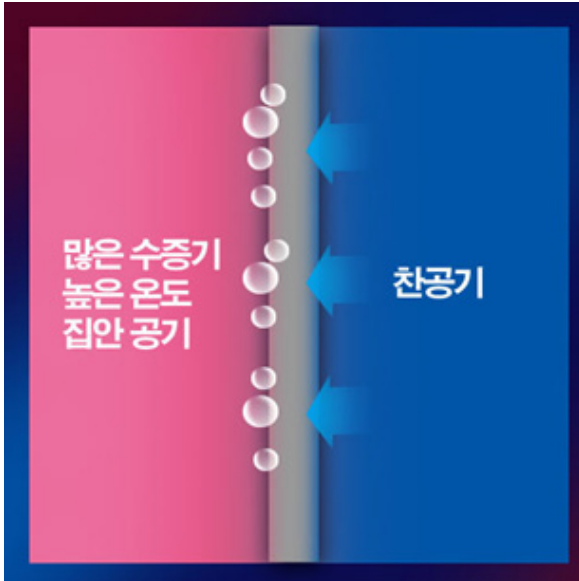
측정:
Institut für Bauphysik, Stuttgart
출처: DBZ 12/89, 페이지 1639ff

틈이 없는 경우: U-Wert = $0,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{k}$

1 mm 의 틈: U-Wert = $1,44 \text{ W}/\text{m}^2\text{k}$

단열성능의 감소 4,8 배

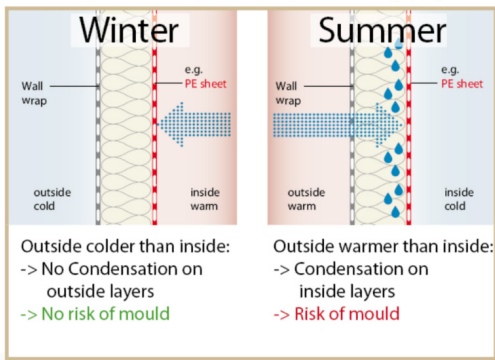
◎ 결로와 곰팡이의 하자사례



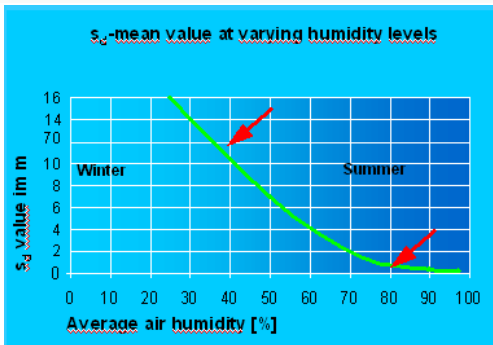
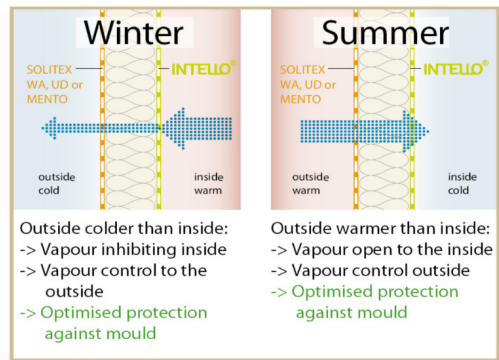
단열만 보강하면 하자가 없어질까?

◎ 결로와 해결방안

내부에 PE필름을 방습층으로 설치한 경우 역결로 현상 (여름)



내부에 가변형 방습(거울), 투습(여름)층을 설치하는 경우



DIN EN ISO 12572 시험성적서 검토

예] 상대습도	Sd-wert (공기층 두께)
15%	15m
25%	10m
50%	6.5m
62%	4.4m
70%	2.3m
90%	0.21m
92.5%	0.03m

◎ 기밀 자재의 종류

Produkte

방습지	Neu- und Ausbau INTELLO	Neu- und Ausbau INTELLO PLUS	Neu- und Ausbau DB+	Neu- und Ausbau INTESANA	Neu- und Ausbau DA/DA	Sanierung DASAPLANO 0,01
Sanierung DASAPLANO 0,50	Sanierung DASATOP	Sanierung SANTA UT/DT	Neu- und Ausbau DA-S	Riesenschutz, nicht luftdicht RB		
투습방수지	SOLITEX MENTO MENTO	SOLITEX UD UD	SOLITEX PLUS PLUS	SOLITEX UM UM	SOLITEX FRONTA HUMIDA	SOLITEX FRONTA WA
SOLITEX FRONTA QUATTRO / FRONT QUATTRO	기밀자재	Luftdichtungskleber ORCONCLASSIC	Luftdichtungskleber ORCON F	Luftdichtungskleber ECO COLL	Luftdichtungskleber ORCON LINE	Klebebänder TESCON No.1
Klebebänder TESCON VANA	Klebebänder RAPID CELL	Klebebänder UNI TAPE X	Klebebänder DUPLEX	Klebebänder TESCON INVIS	Klebebänder BUDAX TOP	Klebebänder TESCON NAIDE
Absperrklebebänder EXTOSEAL ENCORS	Absperrklebebänder EXTOSEAL FINOC	Absperrklebebänder EXTOSEAL MAGOV	Reparatur TESCON VANA patch	Anschlussklebebänder TESCON PROFIL	Anschlussklebebänder CONTEGA PV	Anschlussklebebänder CONTEGA FC
Anschlussklebebänder CONTEGA IQ	Anschlussklebebänder CONTEGA SL	Anschlussklebebänder CONTEGA EXO	Primer TESCON PRIMER	Detaillösungen KAFLEX mont KAFLEX duo	Detaillösungen KAFLEX multi	Detaillösungen KAFLEX post
Detaillösungen INSTAABOX	Detaillösungen ROFLEX 20	Detaillösungen ROFLEX 20 mul	Detaillösungen ROFLEX 30-300	Detaillösungen ROFLEX exto	Detaillösungen TESCON INCAV	Detaillösungen TESCON INVEY
Detaillösungen STOPPA	Detaillösungen WYFLEXA	Detaillösungen Elektro-Luftdichtbox				
부자재	Detaillösungen Clox	Strahlenschutz SHELLY Handytasche		기밀테스트		WINCON-Prüfpaket

◎ 기밀자재 제조회사 소개

1. 방습지
-가변형방습지



2. 투습방수지



3. 창호기밀테이프
팽창테이프



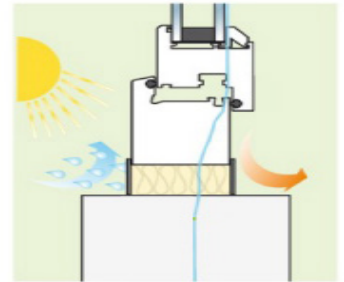
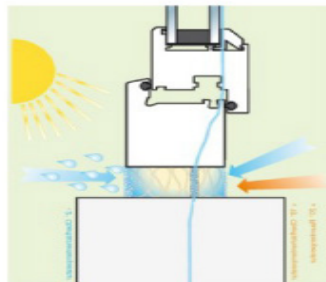
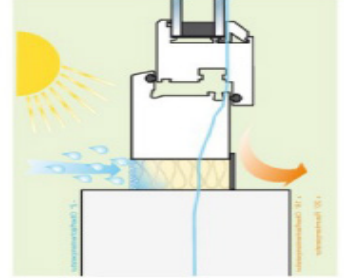
4. 설비배관 기밀자재

5. 콘센트 기밀자재



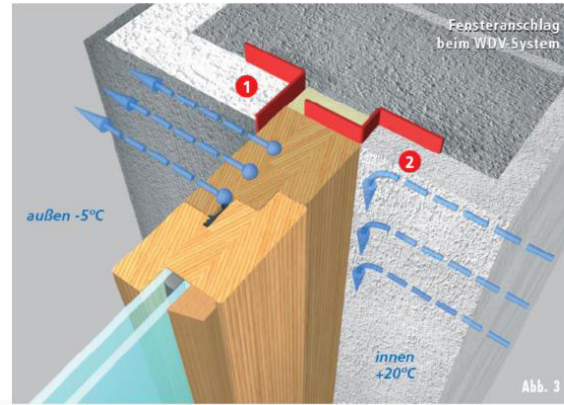
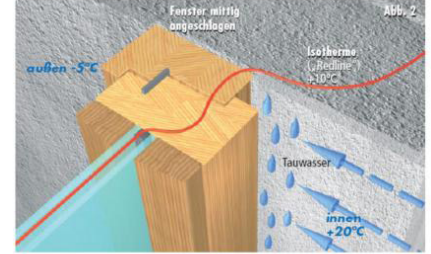
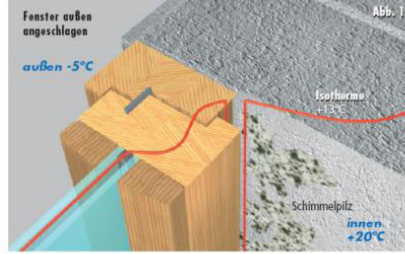
◎ 창호기밀의 건축 물리적 개념

- 창호주변 창호기밀테이프가 없을 시 창호주변의 단열성능을 떨어트려 결로와 곰팡이를 발생시킴

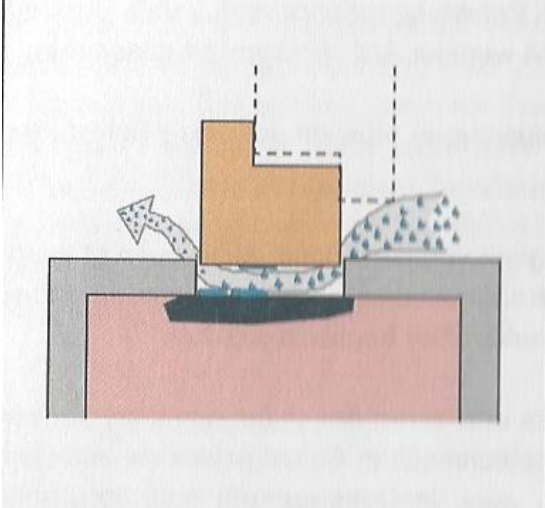


◎ 창호기밀의 건축 물리적 개념

- 1)외부: 투습과 방수층 (우수와 바람) 2) 내부: 기밀층 및 방습층



출처: teroson Bautechnik, germany



◎ 습기의 증발량 계산 방법



"이 제품은 투습율이 좋습니다. 이 제품은 다른 제품에 비해 증발량이 높습니다." = ?

DIN EN 1062-1
 S_d 값 = 21 : V (증발량)
 V (증발량) = 21 : S_d
 $S_d = 0,43$ m 온도 23°C
 $21 : 0,43 = 48,84 \text{ g/m}^2 \text{ d}$
 $10^\circ\text{C} =$ 약 50%, $3^\circ\text{C} = 25\%$ 약 $12,21 \text{ g/m}^2 \text{ d}$ 증발

S_d 값 = 공기층의 두께
 습기가 통과하는 저항의 정도

문제 예시: S_d 값을 0.2m의 성능을 가진 방습지가 있다.
 벽체의 단열재가 가진 결로수가 100g이 있을 경우 증발되는 예상 날짜?

V (증발량) = 21 : S_d (0.2m)

23°C 의 경우:

$21 : 0,2 = 105 \text{ g}$, 하루 증발량, 약 5일 후면 유입된 모든 수분 증발이 가능

3°C 의 경우: $105 \text{ g} \times \frac{1}{4} = 26 \text{ g}$ 이 증발, 완전증발 까지 약 19일이 소요



WUFI 습환경 시뮬레이션 프로그램

Software for calculating the coupled heat and moisture transfer in building components

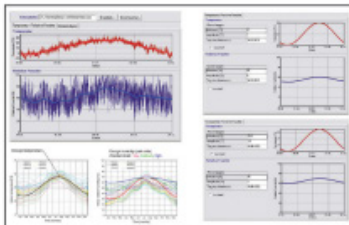


WUFI(Waerme und Feuchte instationaer, Transient Heat and Moisture)

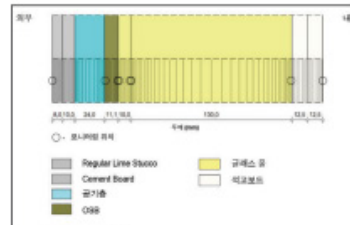
외기에 노출된 다층구조의 건물요소들에서 1차원 또는 2차원적인 동적 열 및 습기 이동을 실제적으로 계산해주는 소프트웨어.

아외와 실험실 데이터를 비교보완하여 PC에서 사용하는 온습도 시뮬레이션 프로그램으로 자연적 기후를 바탕으로 계산하기 때문에 실제에 가까운 데이터를 제공한다. 프라운호퍼 IBP의 실험실 및 실외 실험시설에서 얻은 측정 값들과 상세히 비교하였으며 검증되었다.

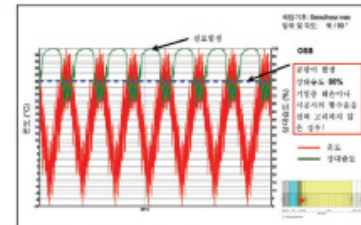
- 온습도 시뮬레이션 결과 분석 (Hygrothermal analysis)
- 습환경 분석 (Critical moisture conditions)
- 결빙 (Frost)
- 부식 (Corrosion)
- 곰팡이 발생 여부 (Microbial growth)



▲ 각 지역 기후데이터 입력



▲ 선택구조 입력



▲ 각 구조 부위별 결과물

Case: V01 EIFS EPS 50mm OSB11 Wallpaper (Sdi=1,2m)

Assembly/Monitor Positions | Orientation/Inclination/Height | Surface Transfer Coeff. | Initial Conditions

Layer Name	Thickn. [m]
Oriented Strand Board (density 553 kg/m³)	0.011

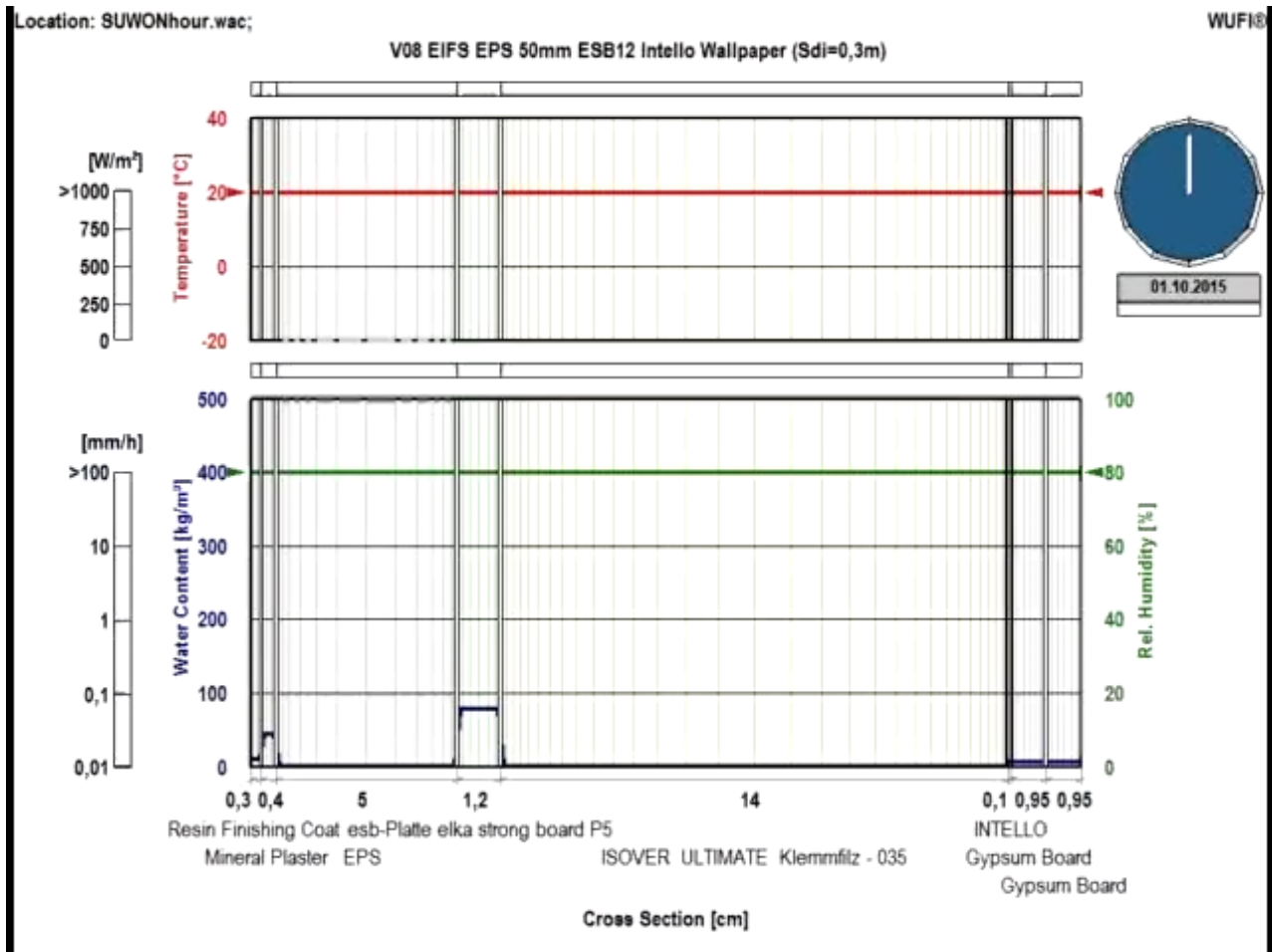
Exterior (Left Side): 0.004, 0.05, 0.011, 0.14, Interior (Right Side): 0.010, 0.0095

1 2 3 4 5 6 7

2 x 6

Material Data
Sources, Sinks
New Layer
Duplicate
Delete

Edit Assembly by:
 Graph
 Table



☉ 참고 서적 및 사이트

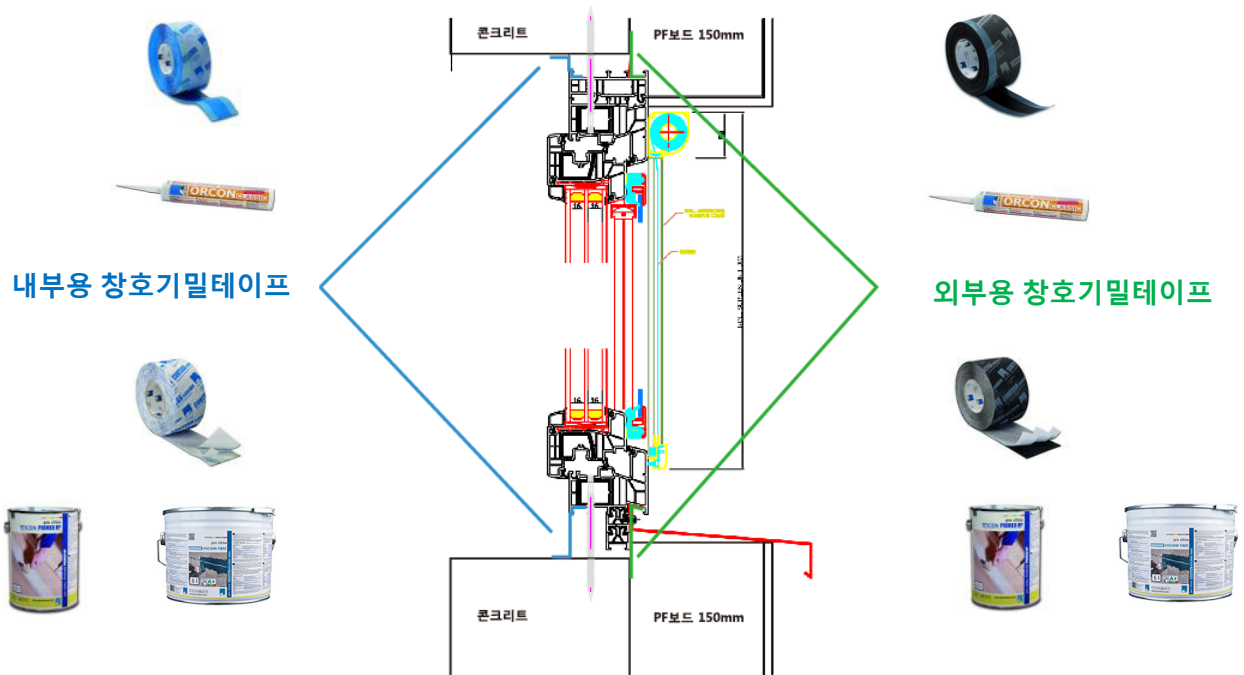
1. <https://www.proclima.com/>
2. <https://wissenwiki.de/Hauptseite>
3. Leitfaden zur Montage: 2014-03

2 건축물의 기밀시공 방법

◎ 창호 기밀시공 방법



● 예시) 고덕강일제로에너지공동주택 시공상세도



창호 기밀 자재 무엇을, 어떻게 선택해야 하나??

테이프 선택 최우선 기준은
골조 재료(물성)가 아닌 **표면 상태**로 합니다.

✓ 창호 전용 기밀 테이프 선택 전 시공 환경 체크

01

골조 표면 상태

02

기능 구역(단열구역) 간격

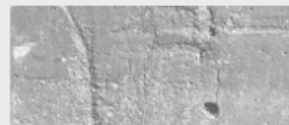
03

창틀 고정전(前) 시공 또는 고정후(後) 시공 여부

※ 절대적인 기준이 아니며, 시공경험과 현장상황에 따라 다양한 조합으로 기밀 시공이 가능합니다.



골조 표면이 매끄럽다
(주로 목조에 해당)



골조 표면이 거칠다
(주로 RC조에 해당, 별도 접착제 사용 권장)

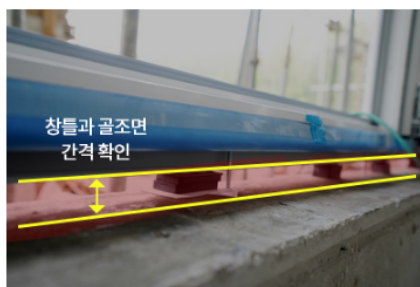
01. 창호 기밀 테이프가 접착될 골조 표면 상태 확인

콘테가 엑소/에스엘 제품은 대부분 표면이 양호한 목조구조에 많이 적용됩니다. 제품 특징으로는 양쪽 끝 20mm 구간에만 접착제가 도포되어 있고 3방향의 접착면이 있어 기밀층 형성에 유리합니다.
 (*조적, RC 구조에 시공 시에는 오르콘 접착제 필요)



02. 창틀과 골조면 사이의 기능 구역(단열 구역) 간격 확인

골조 표면 확인 후에는 **창틀과 골조면 사이의 간격을 확인**합니다. 해당 간격과 기밀 테이프 선, 후 시공 여부를 기준으로 제품을 선택해 부착해 주시면 됩니다.



간격이 50mm 이상인 경우는 솔리도 제품을 적용하는데요, 표면이 거칠다면, 기밀층 내구성을 보장하기 위해 별도의 접착제(오르콘,비스콘)와 함께 사용하는 것을 권장하고 있습니다.

03. 골조 표면 처리 및 접착제 선택

표면이 거친 경우 기밀 테이프를 시공하기 전에 비스콘, 오르콘 접착제 중 한 가지를 선택하여 골조면에 발라줍니다.



(좌) 비스콘 하도, (우) 오르콘

04-1. 기밀 마감

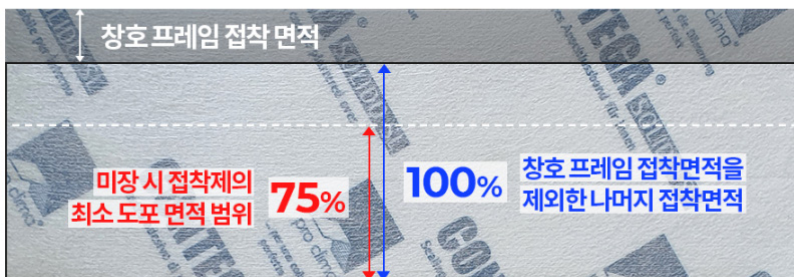
창호 기밀 테이프 시공을 완료했다면, 육안으로 전체적인 접착 상태와 모서리와 같이 구조가 복잡한 곳을 중점적으로 확인합니다. 미흡하거나 보강이 필요한 부분(복잡한 플레이트)은 **다용도 기밀 테이프인 바나, 인비스 또는 비스콘**을 사용해 시공을 마무리합니다.



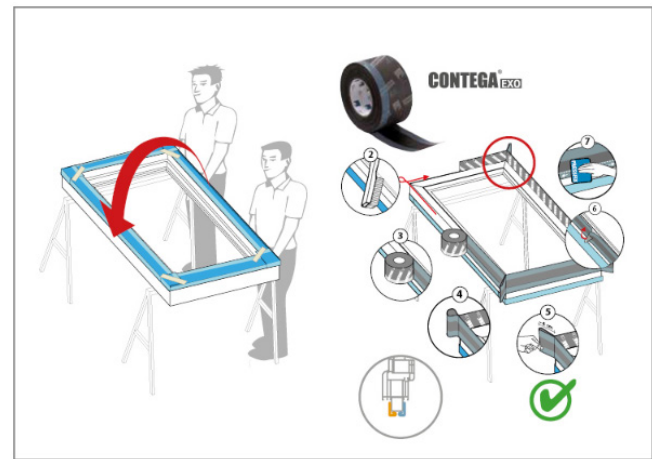
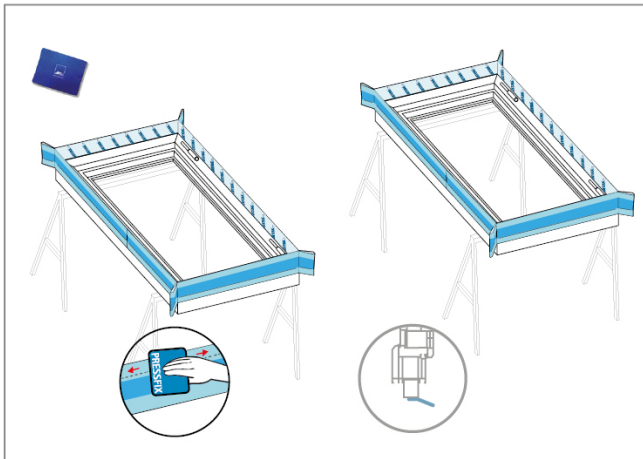
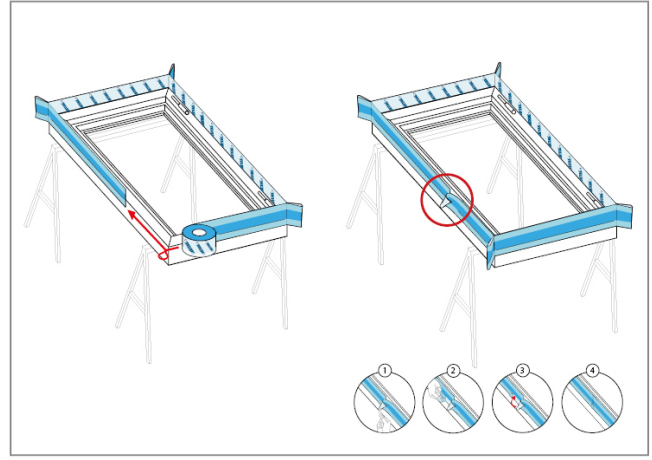
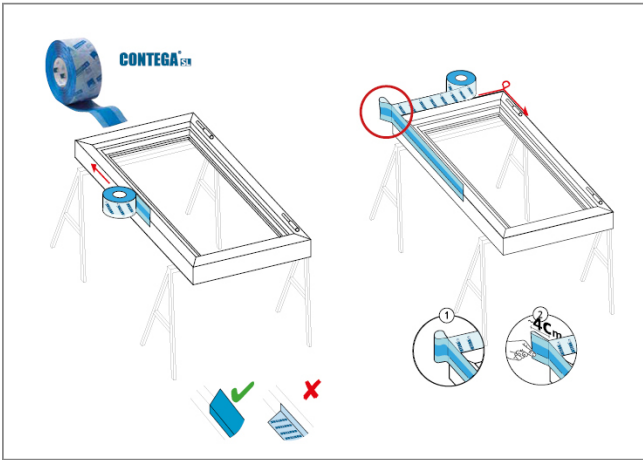
(좌) 바나, (우) 비스콘

04-2. 미장 마감

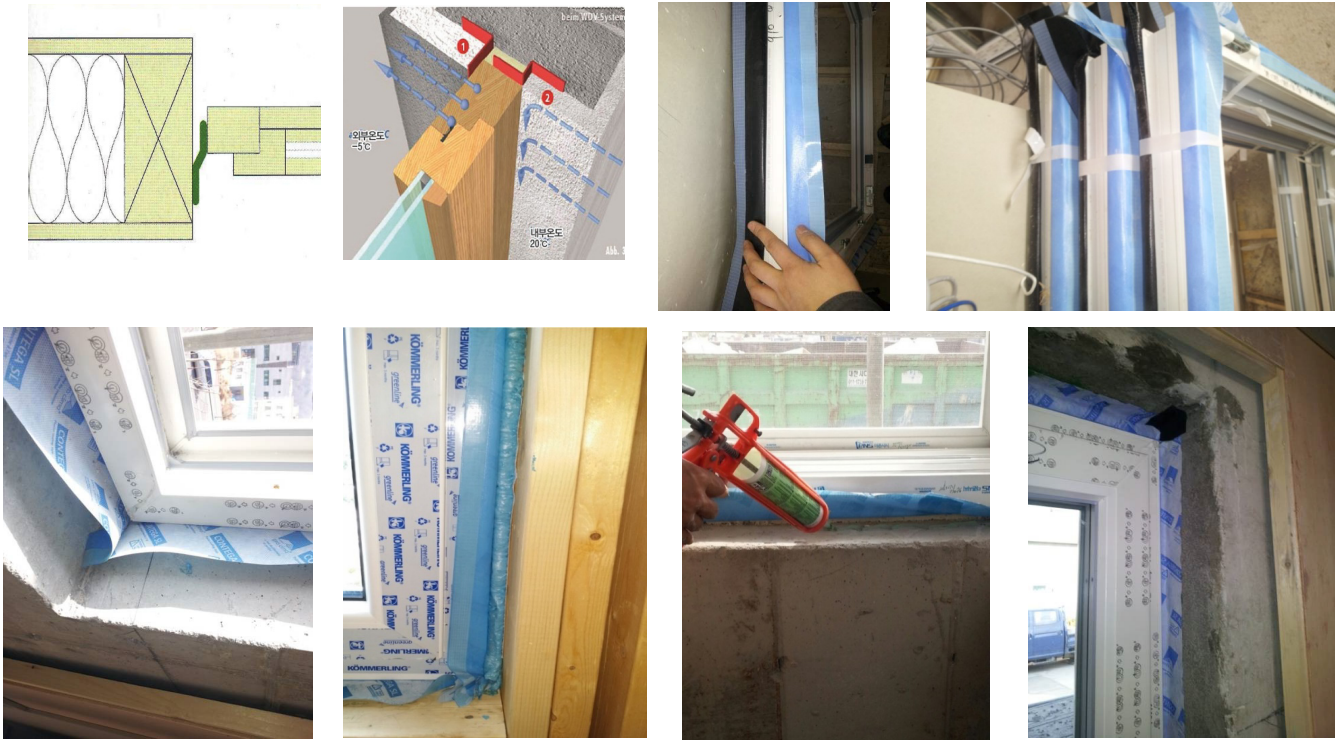
※ 기밀 테이프 위에 미장이 되는 경우에는 접착제가 콘크리트 골조에 붙는 테이프 면적의 **최소 75%** 이상이 되어야 합니다. (조적조나 콘크리트 시공에 해당되며 경량 철골 및 목조처럼 미장이 없는 경우에는 해당되지 않습니다.)



◎ 창호 기밀테이프 부착방법



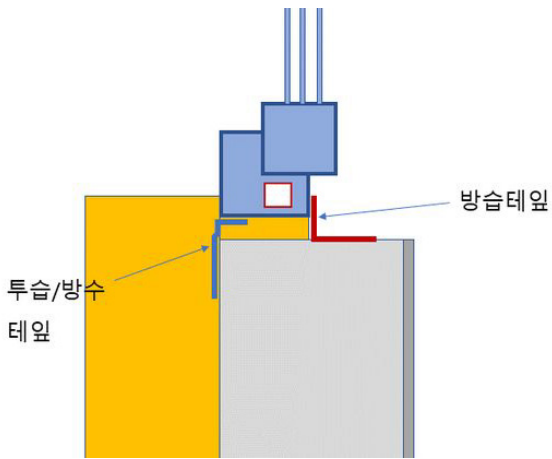
◎ 창호 기밀테이프 시공 순서



◎ 창호 기밀테이프 시 주의 사항

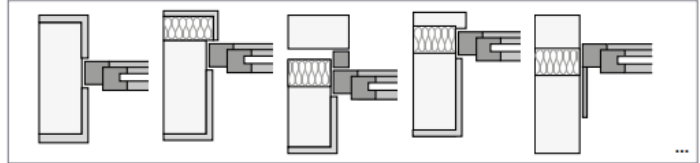
A - 방법	B - 방법	A와 B 선(先) 시공 방법의 가장 큰 차이점은 기능 구역 단열재의 두께입니다.	
<p>※ A - 방법으로 시공할 경우 기능 구역의 단열재 두께가 기밀 테이프의 접착 면적만큼 얇아 지므로 사진에 충분한 힘의 후 시공해야 힘을 알려드립니다. 자세한 그림은 아래 페이지를 확인 바랍니다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="156 1848 279 2027"> <p>SOLIDO EXO EXO 단면</p> </div> <div data-bbox="295 1848 422 2027"> <p>SOLIDO SL SL 단면</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="502 1848 630 2027"> <p>EXO 양면</p> </div> <div data-bbox="646 1848 774 2027"> <p>SL 양면</p> </div> </div>	<p>A - 방법</p> <p>기능 구역 단열재 두께</p>	<p>B - 방법</p> <p>기능 구역 단열재 두께</p>

◎ 창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법

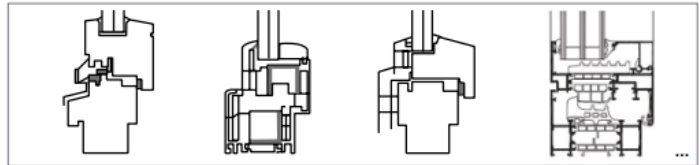


Planung

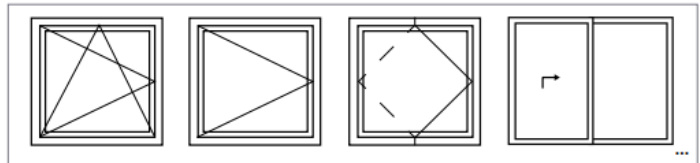
1. Bauart, Wandaufbau, Statik und Fensterlage erarbeiten, ggf. Aufnahme der Einbausituation vor Ort



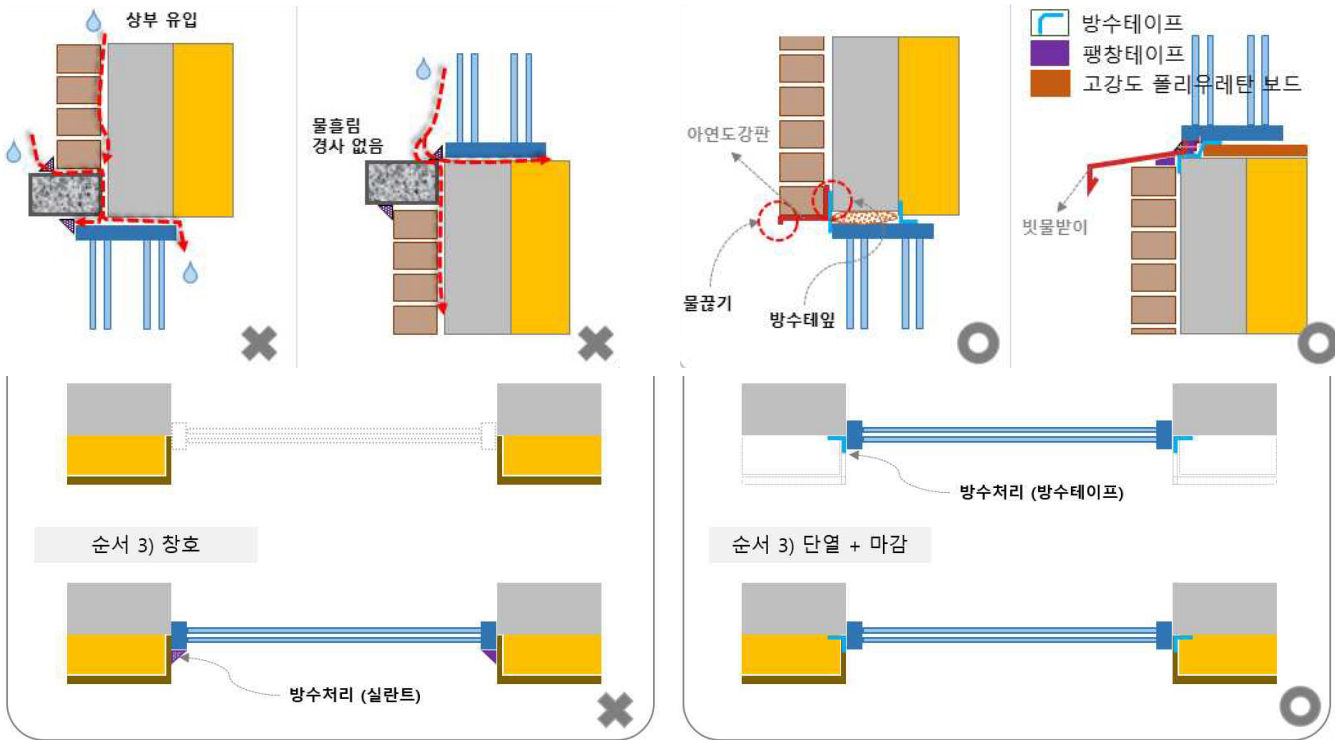
2. Fenstermaterial festlegen



3. Fensterart festlegen

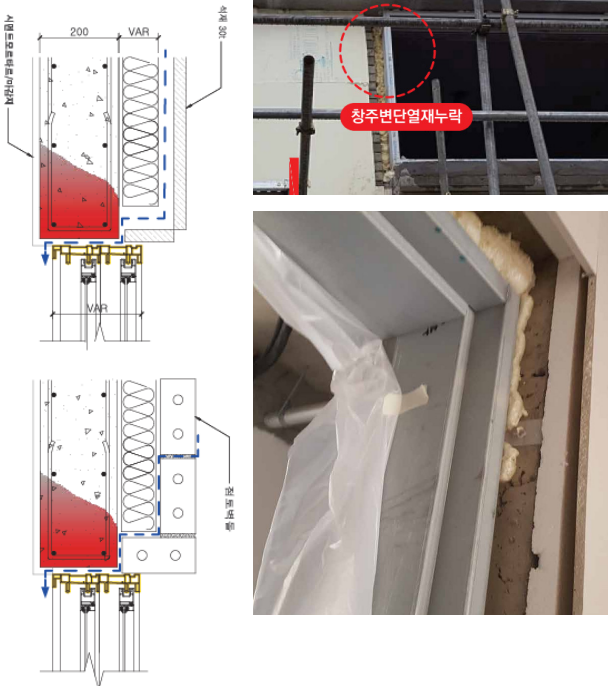


◎ 창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법- 내단열 시공 시

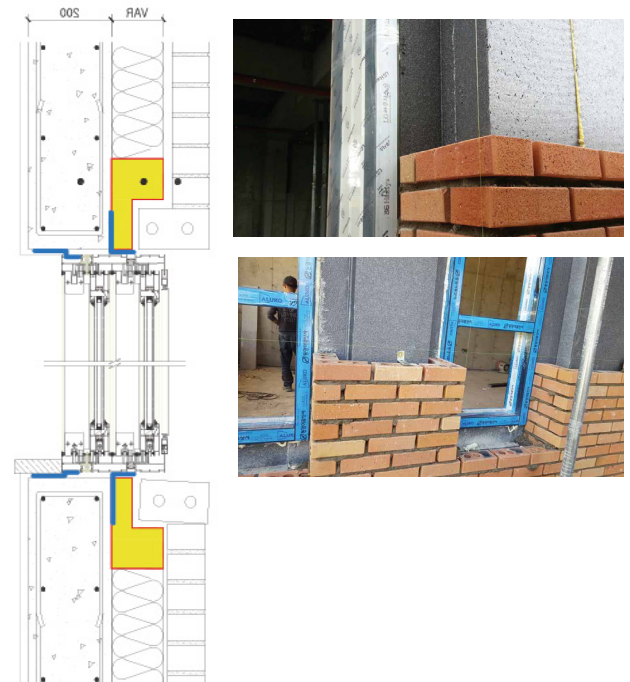


◎ 창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법- 외단열 시공 시

열교가 있는 사례



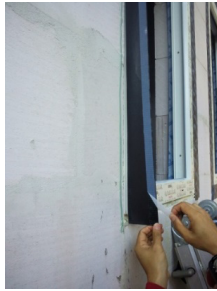
열교가 없는 사례



◎ 창호 기밀테이프 시공 사례 및 주의 사항



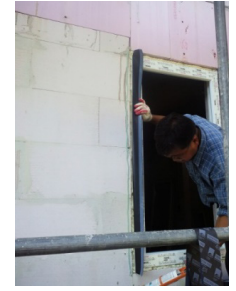
2.1 단열재에 단열재충진



2.2 테이프 접착면의 한 면을 제거 후 프레임에 부착함



2.3 테이프가 붙을 콘크리트 면에 접착제를 바른다



2.4 다른 한쪽의 테이프 접착면을 제거 후 눌러서 접착한다
순서는 가능한 아래면<옆면<윗면 순으로 시공



2.5 테이프가 겹쳐진 끝부분에는 접착제 및 기밀테이프로 마감한다





1.1 창호 시공이 완료되었는지 확인한다



1.2 창호프레임과 벽체 사이에 폼이 충진 되었는지 확인



1.4 테이프가 벽체에 붙을 위치에 접착제를 사용하여 붙인다.



1.5 외부 창호 기밀시공 완료된 모습





한국건설기술연구원 - 8F 패시브하우스

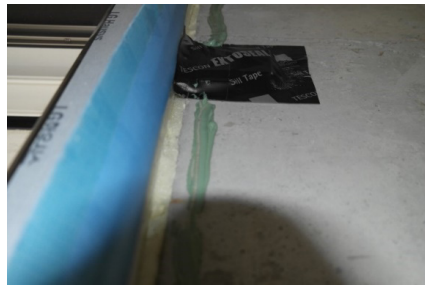
- 외단열일 경우의 창호 브라켓 철물 기밀시공
- 단점: 창호 프레임 굴곡 면과 브라켓이 만나는 부위에 기밀테이프 시공이 어려움



- 내단열일 경우의 창호 브라켓 철물 기밀시공
- 단점: 창호 브라켓의 모든 부위를 창호기밀테이프로 하기엔 손이 많이 감



신축성이 있는 콘크리트 전용 부틸테이프로 해결가능





좀 더 쉬운 방법은?

- 탄성 도막 가변형 방습제
- 적용가능한 부위: 창호주변, 조적벽, 노출콘크리트의 내부 방습층, 화장실바닥등 방습 및 방수가 필요한 부위
- 장점: 기존 창호기밀테이프에 비해 약40%이상 자재비용 절감 및 시공비 절감

NEU

AEROSANA[®] VISCON

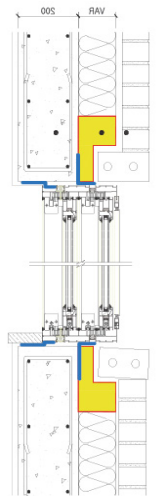
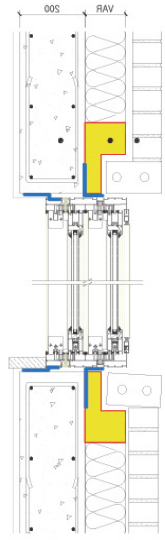


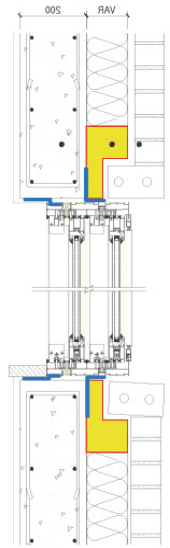

방수 2 m 방습 10 m (방습) ~ 0.15 m (투습)

- 탄성도막가변형방습제를 이용하여 하도를 한 후에 창호기밀테이프를 접착 후 테이프와 골조의 연결부위에 상도를 작업

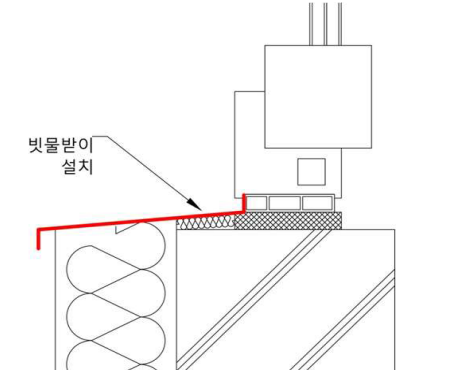
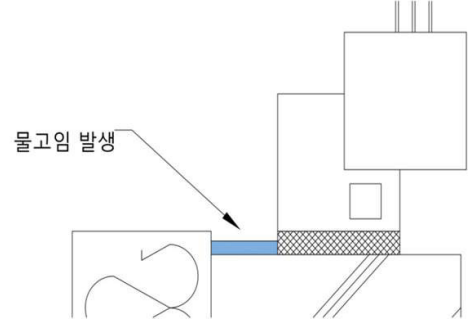








◎ 일체타설 또는 외단열 미장마감 시 주의사항



◎ 창호 기밀테이프 시공 사례 및 주의 사항



- 창호 프레임 바 넓이가 넓은 경우 아래의 상황일때는 창호기밀테이프 없이 탄성도막가변형방습제로 작업이 가능



- 외부로 튀어 나온 우레탄 폼을 제거한 후에 그 위쪽으로 탄성도막가변형방습제를 사용

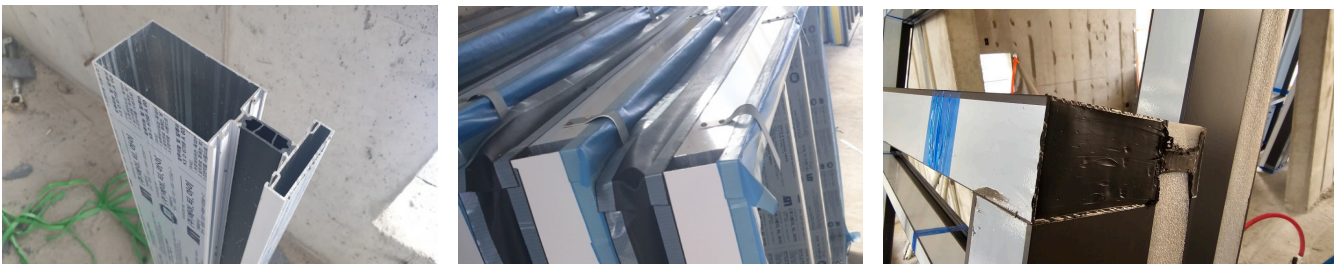


- 주의사항: 콘크리트에 접착 시 전용접착제 대신 프라이머 또는 테이프의 접착력으로만 부착할 경우 시간이 지나면 창호기밀테이프는 골조에서 떨어짐



독일 하이델베르크 패시브하우스 단지 현장

- 주의사항: 커튼 월 바가 비어 있을 경우 그 틈을 메꾼 후에 작업해야 함



- 주의사항: 탄성도막가변형을 하도 칠 작업만 하고 테이프를 붙일 경우 틈새가 생길 수 있으므로 상도칠 작업 필수



◎ 콘센트 기밀자재 시공 사례 및 주의 사항

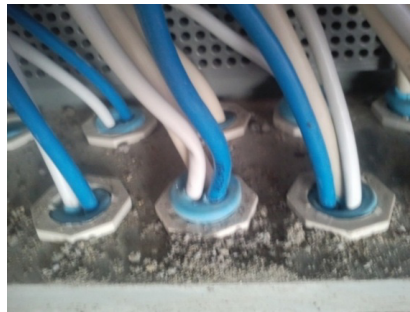
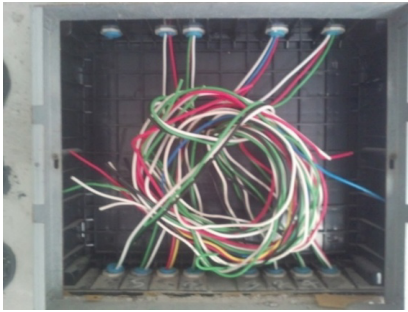
STOPPA 콘센트 기밀자재

콘센트용 기밀캡 Stoppa는 분전반, 콘센트CD관의 기밀시공시 사용됩니다.
제품의 크기는 16~40mm로 종류가 다양합니다.



콘센트 기밀캡 STOPPA의 특징

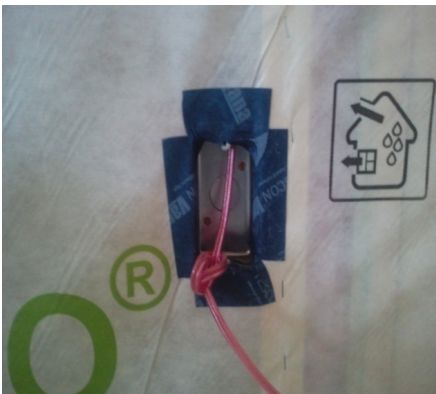
- ❶ 취약했던 콘센트CD관 및 분전반의 기밀층을 유지한다.
- ❷ 습기의 차단으로 결로나 곰팡이를 방지할 수 있다.
- ❸ 기밀성 유지로 인해 에너지 효율 성능이 향상된다.



◎ 콘센트 기밀자재 시공 사례

STOPPA 콘센트 기밀자재

콘센트용 기밀캡 Stoppa는 분전반, 콘센트CD관의 기밀시공시 사용됩니다.
제품의 크기는 16~40mm로 종류가 다양합니다.



◎ 배관 및 전기배선 기밀자재 시공 사례



ROFLEX

배관 기밀자재

배관용 기밀자재 Roflex는 **신축성과 유연성이 우수**하며, 취약했던 환기통 또는 파이프관 주변의 기밀층 유지에 도움이 됩니다.

신축성이 있어 조금 큰 사이즈도 작업이 가능하며, 습기를 차단해 결로나 곰팡이를 방지합니다.

※ 제품의 크기는 50~250파이로
파이프크기 50~270mm까지 작업이 가능합니다.



1 시공 전 적용부위를 깨끗하게 한 후 배관 사이즈에 맞는 Roflex를 끼워줍니다.



2 Roflex 테두리 부분에 VANA테이프를 사용하여 접착해줍니다.



3 외부도 같은 방법으로 시공해줍니다.



4 Roflex20 제품은 Kaflex mono와 같이 자착테이프로 이루어져 있습니다.
※ Kaflex mono와 동일한 방법으로 시공하면 됩니다.

- 주의사항: 배관과 연결되기 전 선시공이 필요하며 혹은 탄성도막가변형 방습제로 작업이 가능



◎ 참고 서적 및 사이트

1. <https://www.proclima.com/>
2. <https://wissenwiki.de/Hauptseite>
3. Leitfaden zur Montage: 2014-03

B.5

에너지효율향상 설비 기술

교육 목표

에너지효율향상
설비 기술

- * 건축설비의 환경조절 역할 이해
- * 설비시스템의 에너지효율 향상 전략 이해
- * 자연에너지 활용 기술들의 이해
- * 시스템 고효율화 기술들의 이해
- * 열회수 시스템 기술들의 이해
- * 자동제어 용어 및 필요성 이해
- * 부분부하 운전 전략, 통합 운전 전략의 필요성 이해
- * 사용자 참여, 운전 데이터 분석의 필요성 이해

1 시스템 효율향상 전략

◎ 건축설비의 환경조절 기능

- 실내 재실자가 건강을 유지하고 불쾌하지 않도록 열, 빛, 음, 공기질 환경을 조절
- 건축설비시스템은 실내 환경조절을 위해 에너지를 소비
- 재실자 쾌적(온열환경, 빛환경, 음환경, 공기질)을 유지하기 위해 운영되나 이로 인해 에너지를 소비함
- 따라서 설비를 가동하지 않고 건축적으로 쾌적을 유지하는 것이 가장 바람직함(자연채광, 자연환기 등)



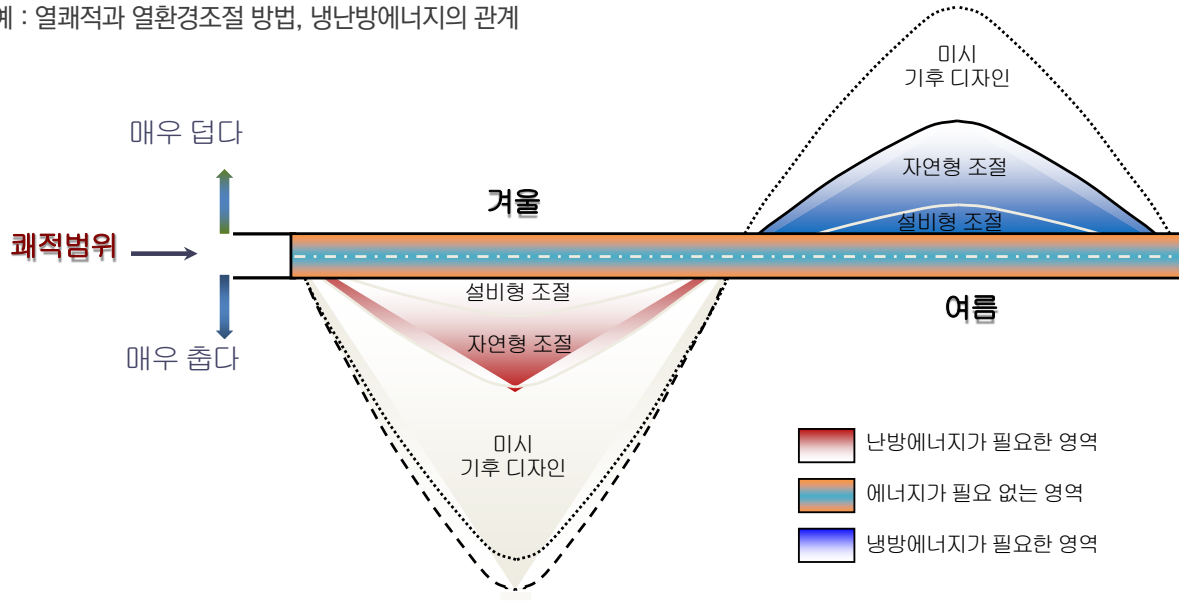
건축 설비

건물 환경을 쾌적하고 위생적이며 안전하게 유지하기
위한 제반설비

◎ 건물의 환경조절과 에너지 소비

- 건물의 환경 조절에 소요되는 에너지량은 기후와 환경조절시스템 수준과 관계가 있음

예 : 열쾌적과 열환경조절 방법, 냉난방에너지의 관계



에너지 소비량을 저감하기 위해서는 미기후에 순응하는 계획 필수!

◎ 건물 에너지 효율 향상의 전제

- 저에너지 건물의 기본은 PASSIVE !
- 건물의 에너지 효율을 높이려면 설비시스템 활용 계획에 앞서 건축적 환경조절, 즉 PASSIVE 계획이 우선되어야 함



출처: Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects, 2005

◎ 부하 최적화 및 설비용량 최적화

- 부하계산시 부하 최적화
 - 자연환기, 채광 등 자연에너지에 의한 부하 처리 반영
 - 겨울철 내부발열 및 일사획득에 의한 가열 반영
 - 거주역 위주의 부하 계산
 - 과도한 안전율(Safety factor) 반영 지양

- 장비 선정시 용량 최적화
 - 용량 산정시 과도한 안전율의 중복 반영 지양
 - 동시사용율, 부분부하시 운전을 고려한 대수분할, 용량분할
 - 축열 용량을 고려한 운전 시퀀스 계획
 - 환기 effectiveness 향상, 고효율 기기 선정

냉난방부하 대비 용량이 과도한 장비를 운전하는 것 자체가 에너지 낭비

- 부하 최적화 예시: 아파트 패시브 계획에 의한 냉난방 부하 저감
 - 공동주택 단열 기준 : 국내 법규(에너지절약 설계기준) 자체가 세계 최고 수준으로 향상
 - 적절한 차양 설치 : 일사부하 70% 이상 저감 가능
 - 공동주택 실내 발열부하 적용 기준 (예시안)

평형	전등 (W/m ²)	장비 (W/m ²)	인체		
			현열(W)	잠열(W)	인원(명)
29m ²	5	5	57	37	1
39m ²	5	5	57	37	2
49m ²	5	5	57	37	3
59m ²	5	5	57	37	3

- LED 조명의 실내 발열량을 소비전력의 80%로 계산
- > 각 단위세대별 LED조명 설계 후, 발열부하 계산
- >> 29형, 39형, 49형 평형별 면적당 조명 발열부하 평균 값 4.18 W/m²
- >>> LED 조명 내부발열부하 약 5W/m²

주거건물 냉방부하의 저감(국내 기후에서, 배열회수 적용 전)

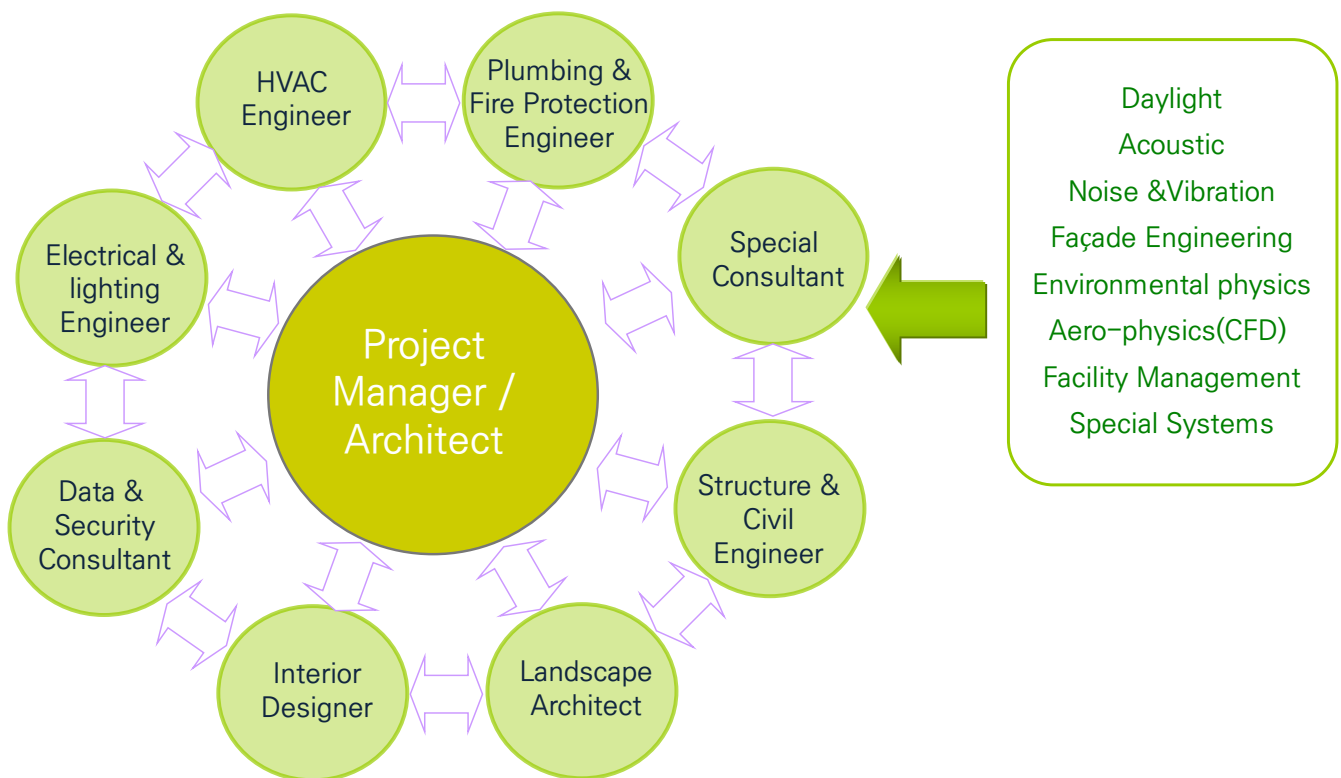
기존 공동주택 냉방부하 60~90W/m² -->

패시브 아파트 냉방부하 30W/m² 이하
[에어컨 용량 1/2~1/3로 축소 필요]

◎ 에너지효율 향상을 위한 시스템 계획 방향

- 자연에너지 활용
 - 자연환기, 자연채광 -> Active System과 연동, 연계
 - 온도차 에너지 (외기 냉방 등)
 - 태양열 냉방
 - 수자원 활용
- 시스템 고효율화
 - 입력에너지의 최소화
 - 반송동력 저감
- 열회수 시스템의 적용
- 자동제어 및 에너지 운영관리시스템의 활용

◎ 통합 설계의 중요성



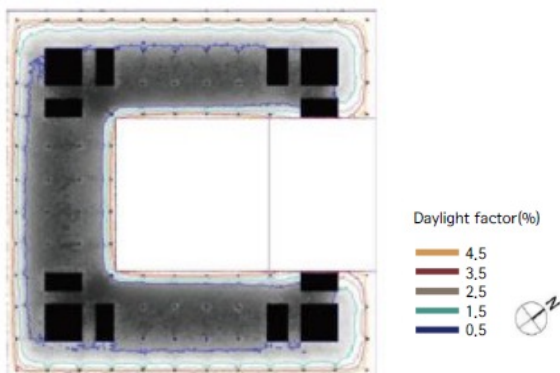
◎ 참고 서적 및 사이트

1. Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects, 2005
2. ASHRAE, Standard 90.1 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, 2019

2 시스템 효율향상 요소기술

◎ 자연에너지 활용 기술들

- 자연채광, 자연환기 시스템화
- 자연채광 조명 에너지 생산 (주간)
 - 매스 계획을 통해 자연채광 향상
 - 확산채광, 개구부 방향 고려한 인공조명 조닝
- 자연환기 냉방 에너지 생산, 송풍기 동력 대체 (봄/가을)
 - 자연환기를 고려한 개구부 크기/위치, 자동제어 계획
 - 기계환기, 거주역 공조시스템과 연동



- 적절한 향, 차양, 마감으로 인공조명 없이 채광 가능



- 태양열 냉방시스템(흡수식/흡착식 냉동기 활용)
 - 100도 이상의 물을 생산할 수 있는 집열시스템을 사용하여 흡수식 냉동기의 재생열 공급을 담당
 - 태양열이 강할 때 냉방부하도 최대가 되므로 부하와 에너지생산량의 밸런싱이 좋은 것이 장점

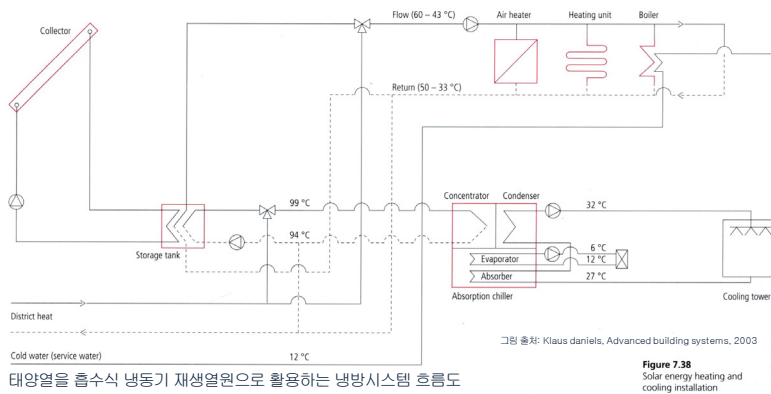


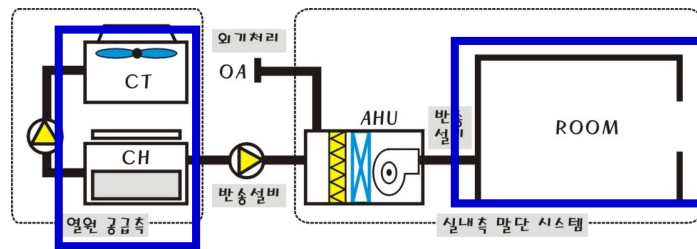
Figure 7.38
Solar energy heating and cooling installation

- 대지 내 수열원의 활용 : 대지 내에서 생산, 사용되는 모든 물을 고려



◎ 시스템 고효율화 기술들

평형	전등(W/m ²)	장비(W/m ²)
실내부하저감	- 차양, 고차폐유리(일사부하 감소) - 외피의 단열성능 강화(전열부하 감소) 등	Passive 건축 계획
실내부하제거 효율증대	- 거주역공조 (바닥공조, Task+ambient 공조) - Task-ambient Lighting	공조방식 조명방식
열원장비 입력에너지 절감	- 고온 냉방, 저온 난방 - 복사냉난방 - 취출온도 상향공급(바닥공조) - 공급(냉수)온도 상향공급 - 냉각탑의 용량 증대 및 고효율 장비 선정 등	장비의 COP 증대



- 입력 에너지의 최소화
 - 거주역 공조: 바닥 급기 시스템
 - 사무소 등에서 액세스플로어 하부 플레넘을 사용하여 급기하고 천장 또는 벽으로 리턴
 - 공연장 객석 하부 취출 시스템
 - 작업 면 근처에서 급기되므로 천장 급기에 비해 공조효율이 좋음(급기 온도를 냉방시 2~4 °C 높게, 난방시 2~3 °C 낮게 공급 가능, 외기냉방 기간 증가)
 - 덕트소요공간을 줄여 천장고 절감 가능
 - 거주역 공조: Task & ambient air-conditioning systems
 - 전반적으로는 약하게 공조를 제공하고 각 재실자 근처에서 독립적으로 재실자 선호도에 따라 급기

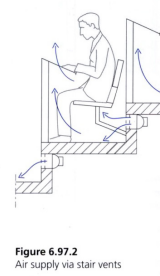
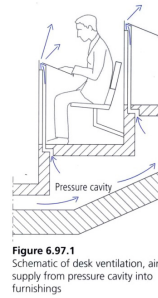
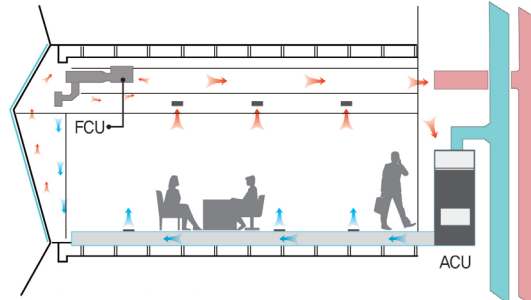


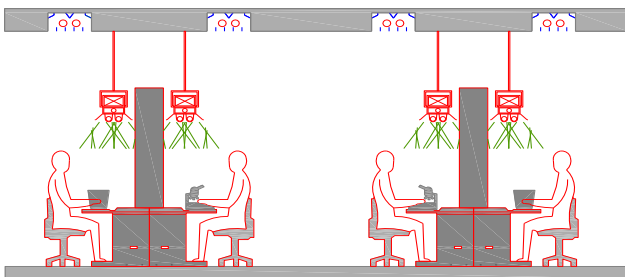
그림 출처: Klaus daniels, Advanced building systems, 2003



업무시설의 바닥공조시스템 적용 예시

● 국부 + 전반 조명 (Task & Ambient Lighting)

- 작업구역(Task)에는 전용의 국부조명으로 조명하고 기타주변(Ambient) 환경에 대하여는 직접 조명방식을 적용
 - 은은한 전반조명 + 작업대 조명
 - 작업의 효율성 증대 (작업대 조도, 균제도 만족)
 - 고효율 형광등(또는 LED) 적용



T&A 조명 개념도

● 고효율 장비 및 기기 선정 (열원/반송/수변전/조명)

- 열원장비
 - 냉동기 COP: 터보 6.0 이상 / 흡수식 1.3 이상
 - 보일러 효율: 90% 이상
 - 열회수용 전열교환기 효율: 70% 이상 (현열+잠열)
- 반송기기
 - 송풍기, 펌프 효율 70% 이상

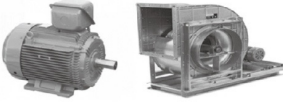
구분	기준안	변경안
조명방식	전반조명	국부조명 + 전반조명
실 평균조도(lx)	330	330
작업면 평균조도(lx)	330	500 ~ 550
소비전력(W)	639	543
소비전력 절감비율(%)	100%	85%
등기구 비용	100%	150 ~ 200%

조명방식 비교 (예시)

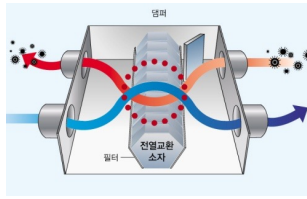
- 수변전장비
 - 고효율(저손실형) 변압기
- 조명
 - LED 조명, 고반사율 반사갯, 절전형 유도등



고효율 기자재



고효율 송풍기 + 펌프



고효율 열교환기



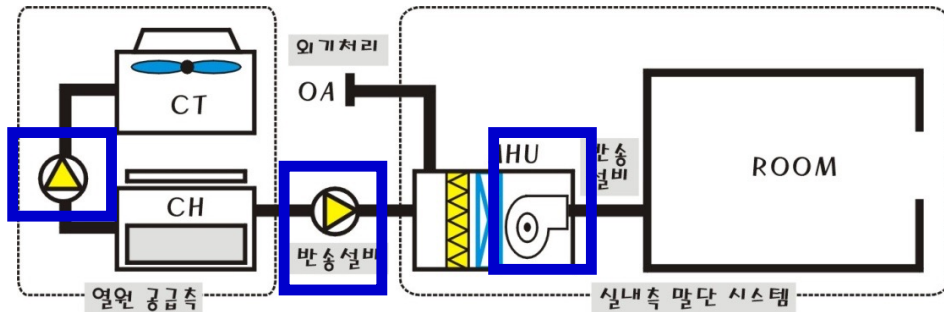
고효율 LED 조명



대기전력 차단콘센트

● 반송동력의 저감

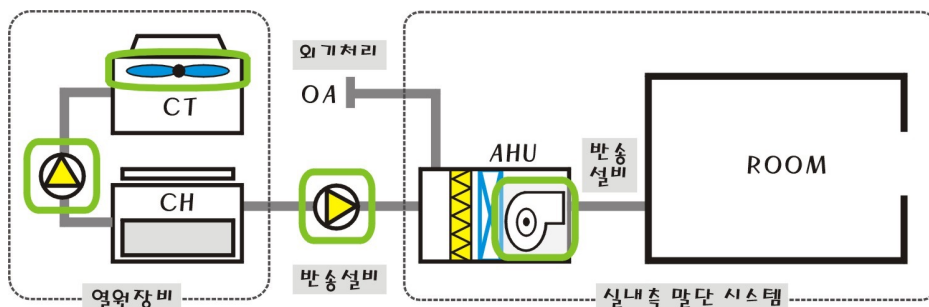
평형	전등(W/m ²)	장비(W/m ²)
펌프동력 절감	- 냉온수 대온도차(ΔT) 적용 - 저온공조시스템 - 중앙공조방식(송풍기의 동력은 증대)	- 냉온수 유량감소 - 배관물량 감소 - 냉동기 입력에너지 다소 증대
송풍기 동력 절감	- 급기/환기 온도차(ΔT) 증대 - 저온공조시스템 - 층별/분산 공조방식(펌프의 동력은 증대)	- 급기 풍량감소 - 덕트물량 감소
이송거리 최소화	- 적절한 공조조닝으로 배관 및 덕트길이 최소화 - 관로 내의 정압저감을 통한 동력감소	- 관로(배관, 덕트)의 열이동(손실/획득) 최소화
공조방식 선정	펌프, 송풍기 동력을 고려하여 건물의 특성에 적합하도록 공조방식을 선정해야 일반적으로 수방식이 공기방식에 비해 반송동력이 작음	



- 반송장비 변속 운전(인버터 제어)

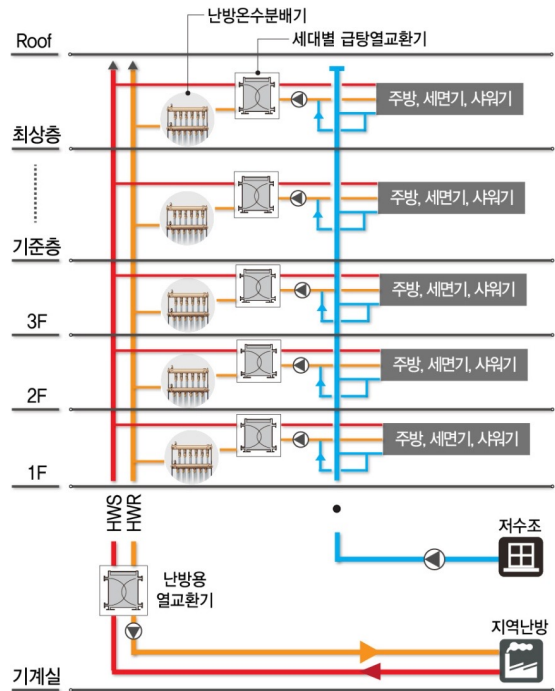
변속 드라이브 (VSD) 적용장비

- 공조기의 급/배기팬, 회기팬(Return Fan)
- 순환펌프 : 냉/온수순환펌프, 냉각수순환펌프 등
- 냉각탑 내부 팬



● 설계 최적화에 의한 반송동력 절감

- 조닝 최적화로 이송거리 최소화 도모
- 냉각탑은 기계실과 근접설치 → 냉각수 순환펌프의 동력절감
- 열매체의 수질관리 및 스케일 제거 → 배관성능의 열화 방지
- 배관 및 덕트 단열 처리 → 열손실 방지
- 밀폐회로 구성 및 배관경로 최소화 → 펌프양정 최소화 도모
- 지역열원 공동주택 난방, 급탕 배관 통합 검토
→ 운수 수송동력 감소



● 고온 냉방/저온 난방

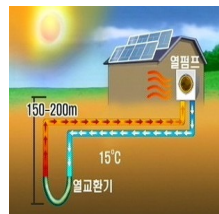
- 냉방시 말단 온도가 실내온도에 가까울 수록 열원에서의 에너지 소비 부담이 적어짐
- 단, 실내와 열매의 온도차가 적으므로 같은 방열량을 얻기 위해서는 더 넓은 코일면적 또는 방열면적을 확보해야 함
- 고온 냉방, 저온 난방열매를 사용할 수록 지열, 태양열 등 신재생에너지 효율성이 커짐 (직접 활용)
- 대표적인 고온냉방 / 저온난방 시스템 : 복사냉난방

공급열원온도

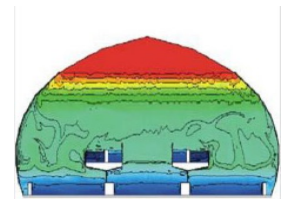
- 냉수온도
복사냉방 15℃~17℃
기 존 7℃ 이하
- 온수온도
복사난방 35℃~40℃
기 존 60℃ 이상



장비효율
EER(COP)
20 ~ 30 %
증 가

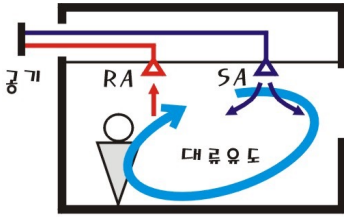


태양열/지열/수열 등
직접이용 가능

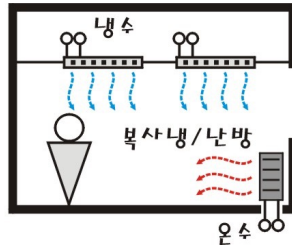


거주역 중심의 냉난방

● 복사냉난방의 에너지 절약 효과

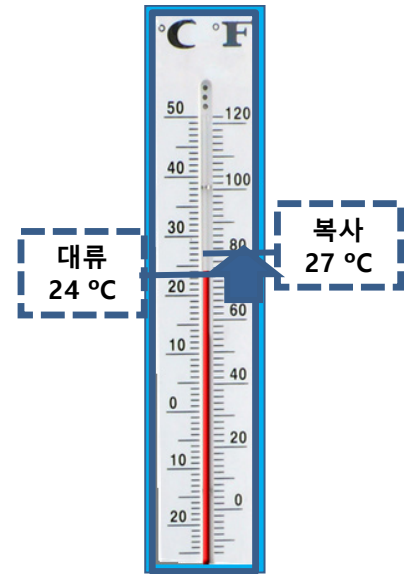


(a) 대류방식 (전공기)



(b) 복사방식 (수공기방식)

- 열원장비의 효율 향상 : 고온냉수, 저온수 공급으로 장비 효율, COP 향상
- 재생에너지 활용성 높임 : 지역열원, 지중열 등 활용 (1차에너지 소비량 저감)
- 반송동력 절감 : 물을 열매로 하여 동력이 절감
- 실내 설정온도 완화 : 복사열교환으로 실내 설정온도 1~2도 완화 가능
- 축열효과로 피크 조절 : 구조체 축열을 이용, peak 시간대를 옮길 수 있음



실내 설정온도 완화

● 증발 냉각/제습 냉각

- 실리카겔과 같은 흡습성 물질을 사용하여 유입공기를 상대습도가 매우 낮은 상태까지 건조시켜 물의 증발이 잘 되는 조건으로 만든 후에 가습을 함으로써 증발냉각의 효과를 높이도록 한 시스템
- 80도 미만의 저온수를 사용해서 흡습재의 재생열 공급이 가능하고 소용량 말단기기 단위로도 제습냉방이 가능한 것이 흡수식 냉동기 대비 장점임

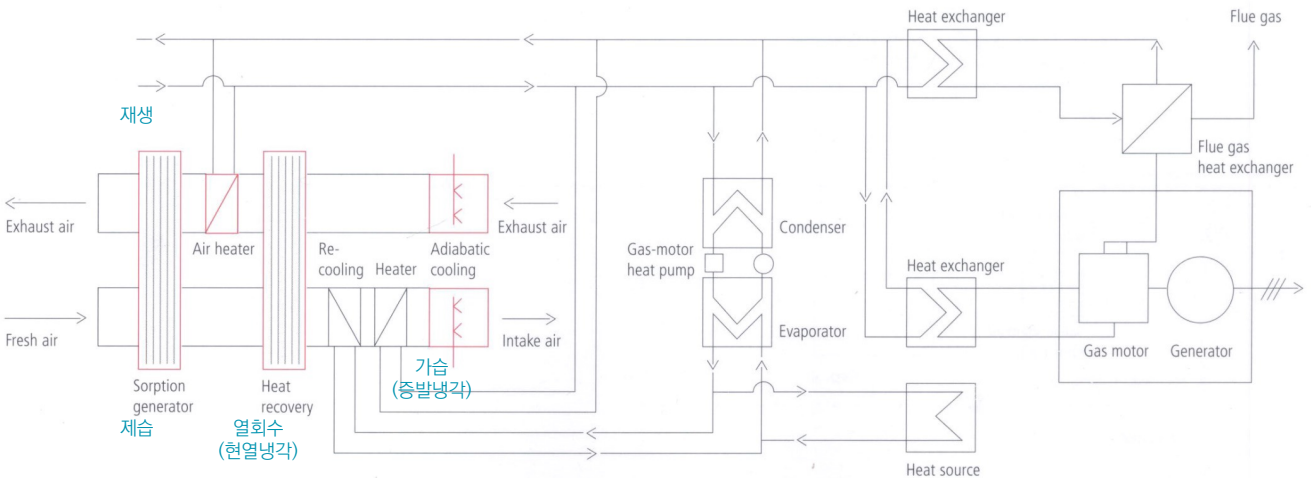


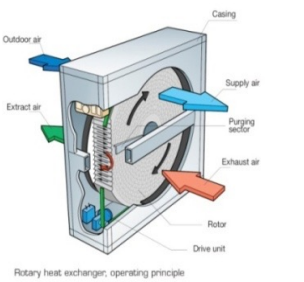
그림 출처: Advanced building systems

제습냉방시스템의 계통도 : 제습(가열) - 열회수(현열냉각) - 가습(증발냉각)

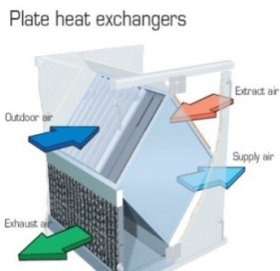
● 배기열 회수

● 공조기 배기열회수

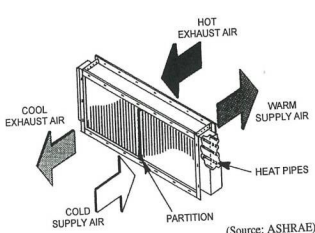
● 배기유닛 배기열 회수



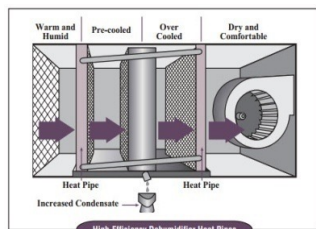
전열교환기



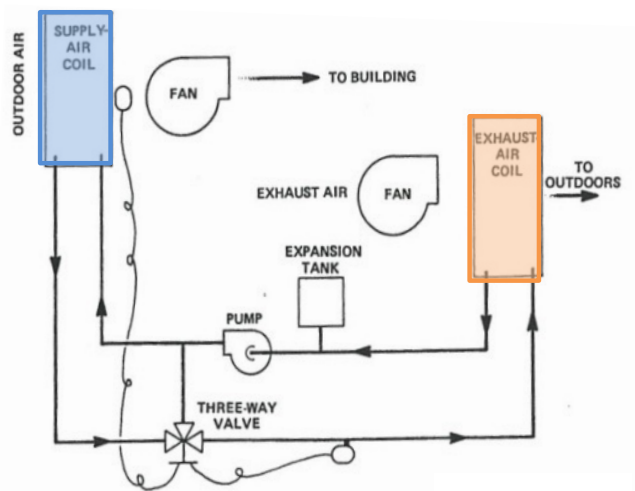
현열교환기



히트파이프



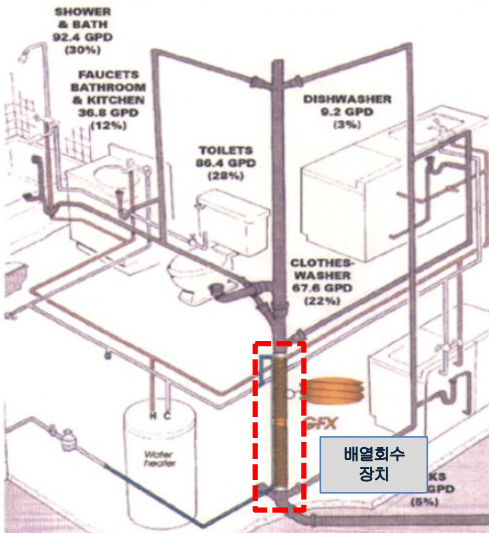
Wrap-around Coil



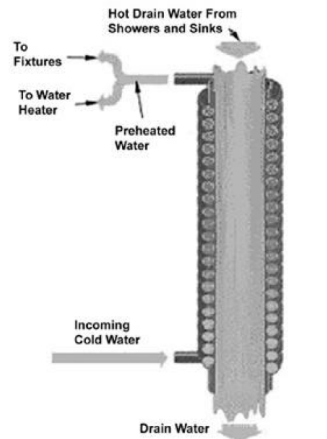
Run-around Coil

- 배수열 회수
- 온수급탕 이용 시 배열회수기를 적용하여 배수되는 폐열을 회수함으로써 급탕부하를 낮춤
 - 1) 국내 적용현황 : 사우나 등 상업건물 등에서 일부 적용하고 있으나 미비함
 - 2) 해외 사례현황 : 캐나다, 미국 등 적용사례가 증가하고 있음. 폐열회수율은 40~50% 정도이며, 투자회수율은 약 2~5년으로 분석

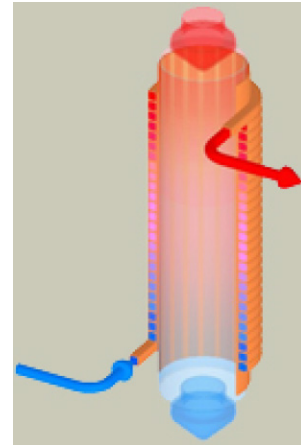
인용: 한국산업기술진흥협회 보고서



샤워부스 내 배열회수장치

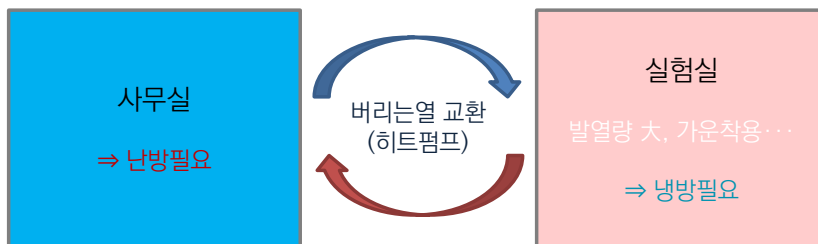


미국 WaterFilm Energy
(Gravity-Film Heat Exchanger)

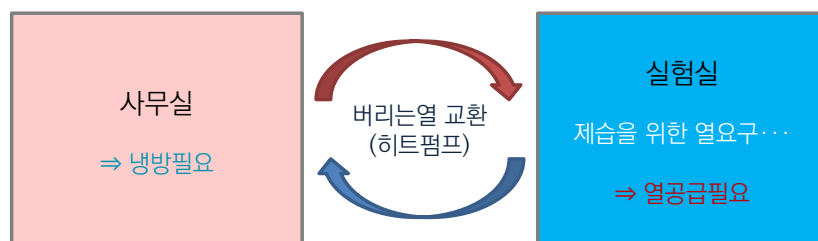


캐나다 House Hacker
(Power Pipe)

- 공간(zone) 간의 열교환 / 건물 간의 열교환 (열 그리드 네트워크)
- 난방기 (겨울철)



- 냉방기 (여름철)



◎ 참고 서적 및 사이트

1. ASHRAE (<https://www.ashrae.org/>)
2. Klaus daniels, the technology of ecological building, 1997
3. Klaus daniels, Advanced building systems, 2003
4. <http://webzine.koita.or.kr/201404-technology/Tech-Brief-사워용-폐열회수-시스템>

3 자동제어를 활용한 효율 향상

◎ 자동제어 시스템의 정의

- 시스템을 원하는 균형상태로 복원하기 위해, 다른 변수들을 조정하여, 제어하는 변수의 변화 또는 불균형에 반응하는 시스템



- DDC(Direct Digital Control)

마이크로프로세서(컴퓨터) 기반의 컨트롤러들이 직접 장비 및 기기들을 제어하는 제어회로

- 소프트웨어로 프로그램된 제어로직을 활용해서 제어가 가능
- 네트워크로 컨트롤러, 서버 등을 연결하여 중앙에서의 총괄적인 통제가 가능함

- 자동제어 회로 예시

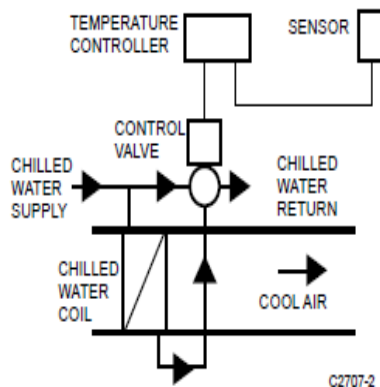


Fig. 10. System Using Cooling Coil.

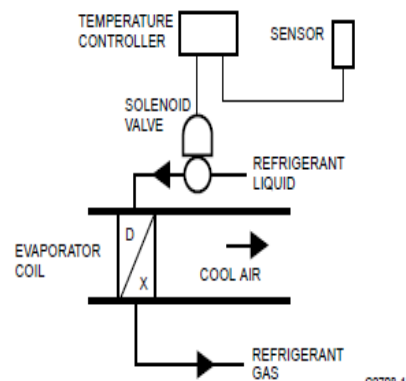
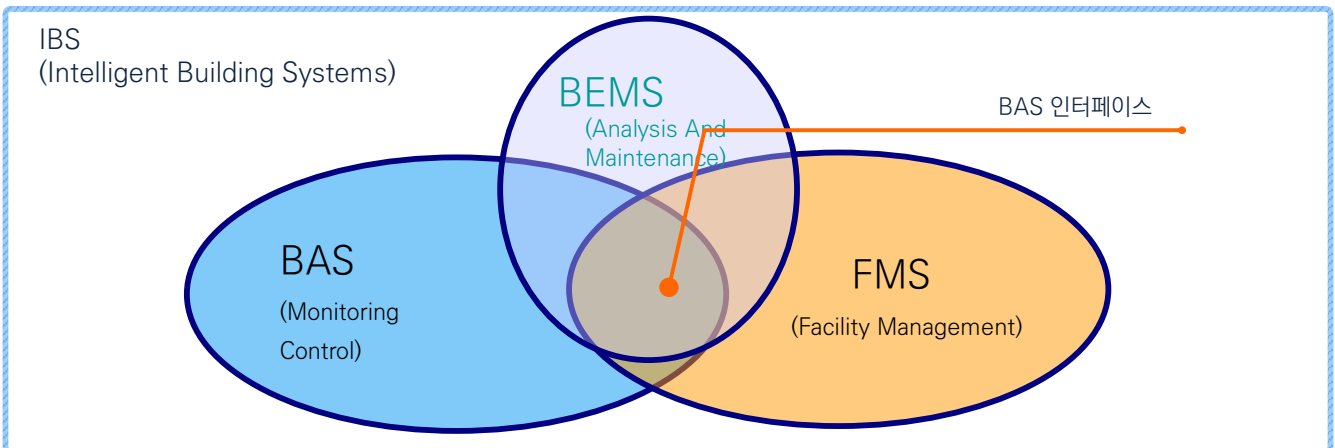


Fig. 11. System Using Evaporator (Direct Expansion) Coil.

그림 출처: Honeywell, Engineering Manual of Automatic control for commercial buildings

- BAS의 정의 (Building Automation System)
 - 건물의 냉난방, 환기, 조명, 방재, 방범 등 관리기능을 관제실에 설치된 관리 전용 컴퓨터로 조절하는 시스템
-> 건물 자동화 시스템
- BEMS의 정의 (Building Energy Management System)
 - 건물에 IT 기술을 활용하여 전기, 공조, 방범, 방재 같은 여러 건축 설비를 관리하는 시스템.
 - 건물에서 쓰는 여러 가지 설비를 관리하여 쾌적한 환경을 조성하고 에너지 절감과 인건비 절감은 물론 건물 수명 연장을 목표로 하고 있다.
- BAS, BEMS, FMS의 연관 관계

출처 : IT용어사전, 한국정보통신기술협회



시스템	기능
IBS (Intelligent Building Systems)	BA(빌딩자동화), OA(사무자동화), TC(정보통신) 인프라
BAS (Building Automation Systems)	기계설비, 전력설비, 조명설비 자동제어
BEMS(Building Energy Management System)	BAS 시스템 정보를 이용하여 에너지관리 및 장비 성능평가
FMS (Facility Management System)	체계적인 유지보수를 위한 시스템

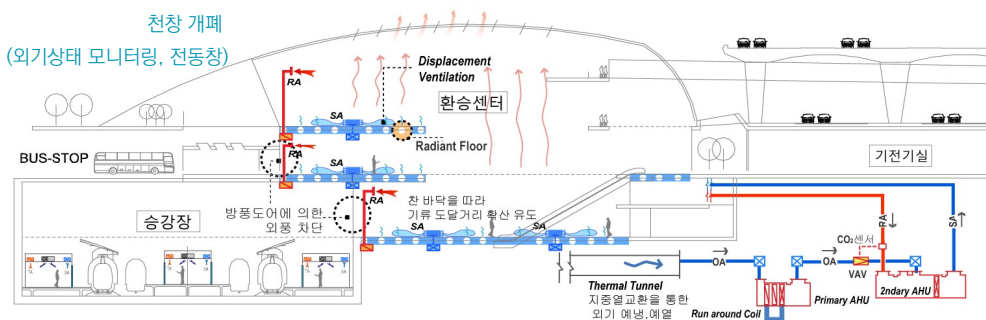
◎ 부분부하시 자동제어 운전 전략

- 부분부하시 자동제어 성능 확보를 위한 설비 설계시 요구사항
 1. 해당 공간에 대한 적절한 공기분배 시스템 설계
 2. 타 공간들과 냉방/난방부하가 현저히 다른 공간은 공조시스템을 분리
 3. 적정 용량의 코일 선정
 4. 적절한 센서 위치, 이를 위한 시스템 요소들의 물리적 배치 제공
 5. 제어밸브의 적절한 사이징 및 선정
 6. 에너지 절약을 위한 공조기와 제어시스템 설계
 7. 최신 실내공기질 법규 및 기준에 맞는 HVAC 환기 시퀀스 제공
 8. 건물 전체에 대한 디지털 컨트롤 네트워크 구축 (에너지-비용 최소화)
 9. 제어시스템 설계자는 건물 전체 HVAC시스템에 대해 충분히 이해할 것

- 수요 추종 제어
 - Setback
 - 재실자가 없는 시간 동안 다음 날 장비 예열/예냉부하를 줄이기 위한 최소한의 냉난방 출력으로 실내 온도 유지 (주로 밤시간 night setback)
 - Reset
 - 외기상태, 실내 부하량 등이 피크시 보다 줄었을 때 설정 실내온도, 설정 취출온도 등의 목표점(set value)을 완화시켜(보정하여) 장비부하를 줄임
 - Demand Controlled Ventilation
 - CO2 센서에 의해 실시간으로 실내 필요환기량을 계산하여 필요한 만큼만 외기량을 도입하도록 함
 - PSALI : Permanent Supplementary Artificial Lighting of Interiors
 - 주관에 의해 실내 조명부하가 줄어들 때 대응하는 로직.
 - 창측 주광 조도에 따라 실내 조명의 필요 광도를 구역별로 계산.
 - 실내 조도 센서 활용
- 가변 용량 제어
 - 변풍량
 - 저부하시 송풍기의 회전수를 줄여(풍량 감소) 반송동력을 절감함
 - 변유량
 - 저부하시 펌프의 회전수를 줄여(냉수 또는 온수의 유량 감소) 반송동력을 절감함
 - 조명 디밍 제어
 - 주위 조도에 따라 조명의 광도를 조절함
- 장비 및 기기들이 제어범위에 맞게 적절한 용량으로 설계되는 것이 중요함
- 인버터의 주파수 변조시 역률 개선 노력으로 손실을 최소화하는 것도 중요

◎ 운전 자료 분석을 통한 운용 개선안 도출

- 통합제어의 필요성
 - 에너지 절약적 시스템 → 설비시스템과 건축시스템이 통합적으로 운전이 되어야 실효
 - 재실자 의지와 패턴이 반영되어야 실효



예시1. 자연환기를 위한 전동창 + 거주역 공조(복사냉난방) 연동



예시2. 연동효과를 방지하기 위한 출입문 자동제어 (두 개의 출입문이 동시에 열리지 않도록 interlock)

● 사용자의 에너지절약 운전 참여 유도

사용자 의견 feed-back 예

- 의복 착의량 조절
- daylight saving time
- 적절한 개구부의 조절
- 적절한 조명 on/off



Philip Merrill Center

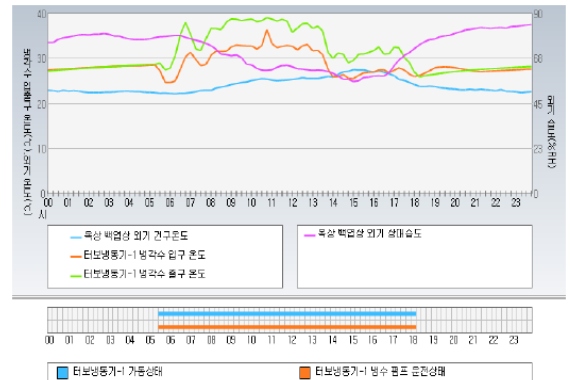
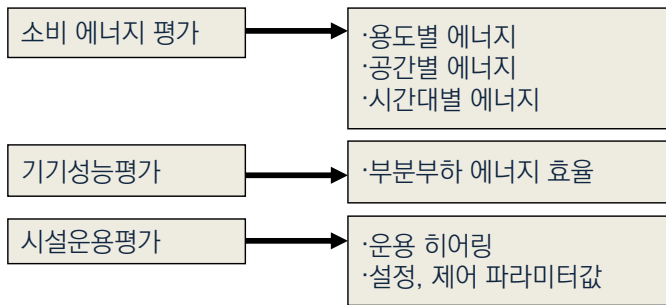


Even with high-performance, innovative building features, we have found that 30% of building performance is related to occupant behavior.

National Renewable Energy Laboratory

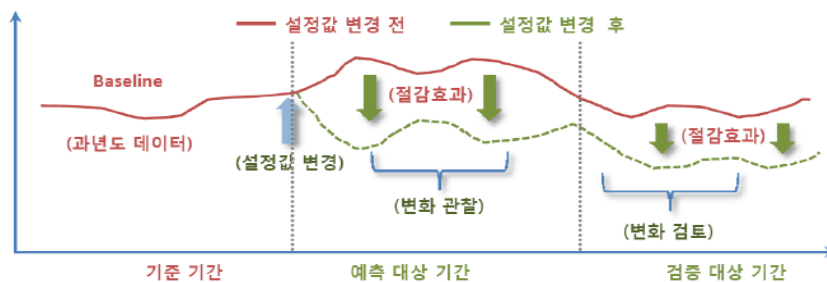
◎ 운전 자료 분석을 통한 운용 개선안 도출

● 건물의 에너지 소비 경향을, 데이터와 운용 실태로부터 평가



● 부분부하 운전시 보정값 재설정(튜닝)

- 계산 또는 경험에 의해 초기 설정한 예측 값들의 검증
- 실제 데이터로부터 필요시, 각종 설정값들의 재보정 실시



◎ 건물 에너지효율 향상을 위한 건축설비 계획 및 운영 방향

- 지역환경 및 미시기후에 순응하는 건축계획 우선
- 건축적 요소들의 시스템화 (패시브 설계 + 제어)
- 비용 대비 적정 수준의 대지 내 자연에너지 활용
- 건물 내 에너지 회수 최대화
- 시스템의 고효율화
- 자동제어를 통한 부분부하 효율 향상
- 환경/에너지 정보 공유를 통한 사용자 참여 유도
- 모니터링, 정량적 분석을 통한 운전 개선안 도출

◎ 참고 서적 및 사이트

1. Honeywell, Engineering Manual of Automatic control for commercial buildings.
2. IT용어사전, 한국정보통신기술협회
3. ASHRAE Standard 90.1, "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings", ASHRAE, 2019.

B.6

공조설비 기술

교육 목표

공조설비 기술

- * 공기조화 의미 및 목적 이해
- * 공조 프로세스 이해와 이를 통한 공기조화 설비의 역할 이해
- * 공기조화시스템의 구성과 열원 및 공기조화 방식을 구분하는 원리 이해
- * 열원 방식의 종류 및 특성 이해
- * 공기조화 방식의 종류 및 특성 이해
- * 공기조화기 구성과 프로세스 이해
- * 냉난방 방식의 종류와 복사냉난방 시스템의 개념 이해
- * 복사냉난방 시스템의 쾌적, 에너지 측면의 특성 이해
- * 복사냉난방 시스템의 종류 및 특성 이해

1 공기조화 개념

◎ 공기조화 의미와 목적

- 의미
 - 주어진 실내공간에서 온도, 습도, 기류, 공기 분포, 부유분진, 취기(臭氣), 세균, 유해 가스 농도를 그 실의 사용 목적에 적합한 상태로 유지시키는 것 (서승직)
 - HVAC(Heating, Ventilating and Air Conditioning)의 모든 것 (김병선 외)
 - 온도, 습도, 청정도, 공기의 질, 거주자나 사물에 의해 요구되는 공기의 환기 등의 제어를 총괄적으로 의미 (김병선 외)
- 목적: 거주자가 일하고, 놀고, 살기에 쾌적한 환경 유지 (김병선 외)

◎ 공기조화 프로세스

- 난방(가열)
 1. 공기의 온도를 올리거나 유지할 목적으로 공조공간 공기에 열에너지를 추가하는 과정
 2. 연료를 태우거나 전기 혹은 화학적 방법에 의해 열을 공급하는 등 다양한 열원 사용
- 냉방(냉각)
 1. 공기의 온도를 내리거나 유지할 목적으로 공조공간 공기의 열에너지를 제거하는 과정
 2. 공기에서 에너지를 제거하는 수단이 필요하며, 보통 냉동사이클이나 증발냉각 기술이 사용
- 가습
 1. 공기의 습도를 올리거나 유지하기 위해 공조공간 공기에 수증기를 추가하는 과정
 2. 물이나 젖은 옷감 위로 공기가 지나가거나 기류에 물방울을 뿌리는 방법 등을 통해 가능
- 감습(제습)
 1. 공기의 습도를 내리거나 유지하기 위해 공조공간 공기의 수증기를 제거하는 과정
 2. 보통 냉각에 의해 수증기 제거 (cf. 냉각식 제습 & 화학식 제습)
- 청정
 1. 공기의 질을 향상시키기 위해 공조공간 공기로부터 먼지 및 생물화학적 물질을 제거하는 과정
 - 공기 중에는 여러 불순물이 있으며, 꽃가루, 먼지, 연기 등과 같은 오염물질은 일반적인 공조공간에서 제거되어야 하는 물질
 - 박테리아, 곰팡이, 바이러스와 같은 미생물들은 건강 상의 이유로 더욱 중요
 2. (입자상) 오염물질의 제거는 주로 필터나 기류에 의해 수행
 3. 대부분 미생물들의 번식은 난방과 감습에 의해 억제 가능
 4. 습도는 미생물 번식에 중요한 역할을 하므로, 실의 기능과 재실자의 건강을 고려하여 조절하는 것이 중요
- 환기
 1. 공기 속 기체 성분의 함유물 희석 또는 공기질을 향상시키고 구성 성분과 신선도 유지를 위해 공조공간 공기와 외기 간의 공기 교환 과정
 2. 외기는 종종 오염물질을 희석시키고 실내에 산소를 재공급하기 때문에 중요한 역할을 함
 3. 외기와의 공기 교환은 환기나 침기에 의해 이루어짐
 - 환기(ventilation)
 - a. 강제(기계) 환기: 건물 내에 신선한 공기를 공급하기 위한 이상적인 제어방법
최소 외기가 요구되는 큰 건물 등에서 필수적인 요소
 - b. 자연환기: 공기의 압력 차이나 실내/외의 온도 차이, 열려진 창에 의해 발생, 정확히 제어되지 않음
 - 침기(infiltration): 틈새나 불완전한 기밀, 허름한 개구부에서 발생

● 기류

1. 건물의 공조공간에서 공기를 순환시키고 혼합하는 과정
2. 기류는 강제 혹은 자연적으로 발생
 - 팬 등에 의한 강제 대류: 재실자의 쾌적성을 고려하여 제어되어야 함
일반적인 쾌적 기류속도는 0.25~0.5m/s
 - 자연 기류(대류)는 공조공간에서 주로 온도 차이에 의해 발생
3. 혼합
 - 공조시스템에 의해 새롭게 공조된 공기가 이미 실내 공간에 있는 공기와 섞이는 현상
 - 열 쾌적 및 공기질 측면에서 중요

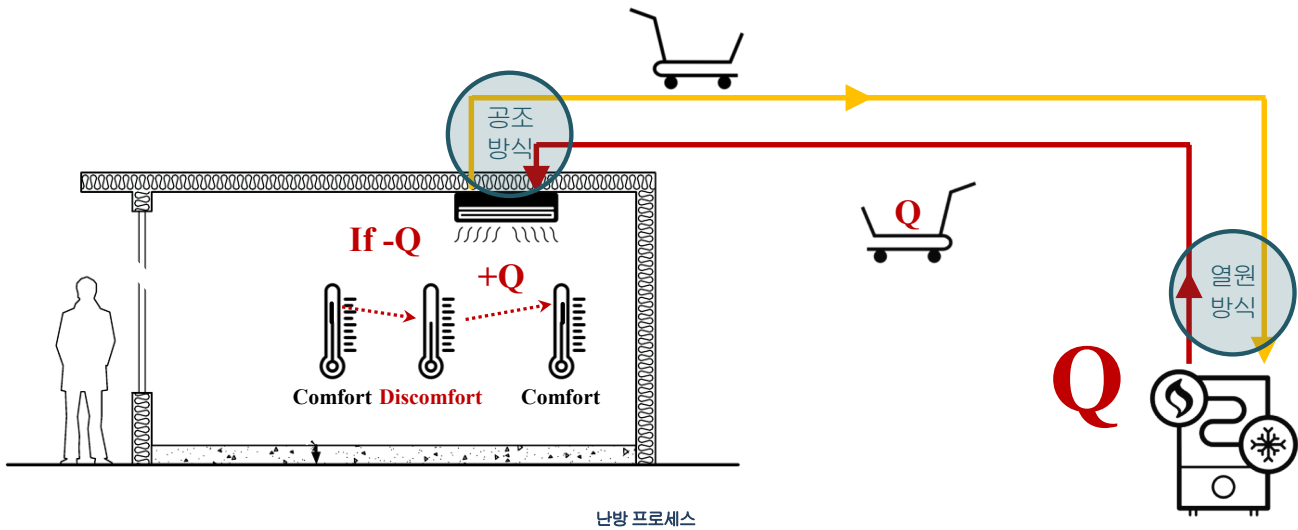
◎ 참고 서적 및 사이트

1. 김병선, 김정태, 김근, 변운섭, 이수연, 정종림, 조춘식, 2015, 건축설비시스템, 기문당.
2. 서승직, 2021, 친환경을 고려한 건축설비계획, 일진사.

2 공기조화 방식

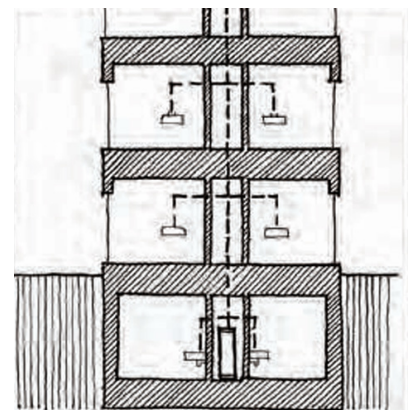
◎ 공기조화시스템의 구성

- 난방 프로세스에서의 예



◎ 열원 방식의 분류

- Central Systems
 1. 몇 개의 기계실(지하/옥상), 상당한 Distribution Trees, 복잡한 제어시스템 필요
 2. 장점
 - 기계는 몇몇 장소에서 집중 배치 -> 장비로부터 발생하는 소음, 열 제어 및 유지보수 용이
 - 공기질 확보: 도로로부터 높은 곳에 흡기구 배치, 중앙식 필터링 장치를 이용하여 청정 유지
 - 긴 장비 수명: 정기적인 유지보수 수행
 3. 단점
 - Local Receiver 에 분배하기 위해 크고 긴 Distribution Trees 필요
 - Zone 마다 Schedule이 달라 에너지 낭비 가능성 존재 : 한 Zone 에만 운전이 요구되어도 중앙장치가 모두 작동



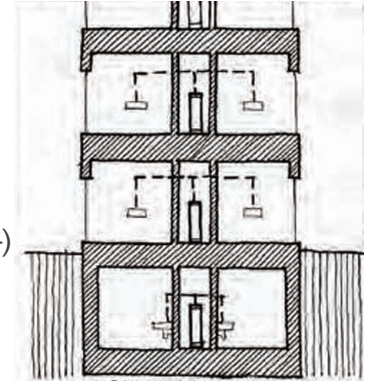
• Local Systems

1. 장점

- Schedule 이 다른 다양한 공간에서 유리
- 기능적인 우수성으로 Comfort 에 대한 기대 큰 편
- Production Equipment (열원장비) 가 건물의 전체에 퍼져 있음
 - >기계실(large, centralized)이 불필요, Distribution Trees 축소, Control System 단순화)
- 시스템 고장 시에도 건물의 작은 부분에만 영향

2. 단점

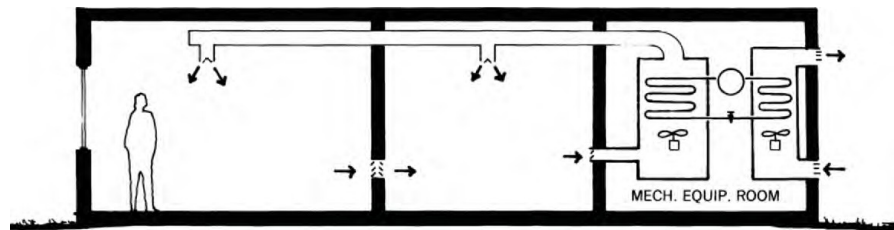
- 많은 기계에서 나오는 소음 및 다른 by-products
 - > 재실 공간에 대해 많은 잠재적 위협을 가함
- 기계가 퍼져 있음 -> 각 위치마다의 접근 제약 : 유지보수 요구가 큰 편
- 공기질: 건물 내에 퍼져 있는 많은 필터들을 정기적 청소에 의존 (공기질 확보 어려움)



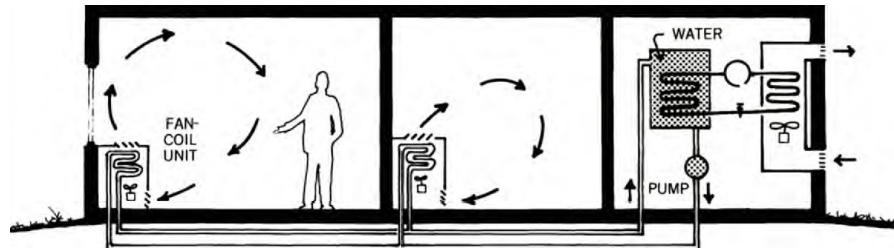
◎ 공기조화 방식의 분류

- 열 분배 매체 (열매, Heat Medium)의 종류에 따라

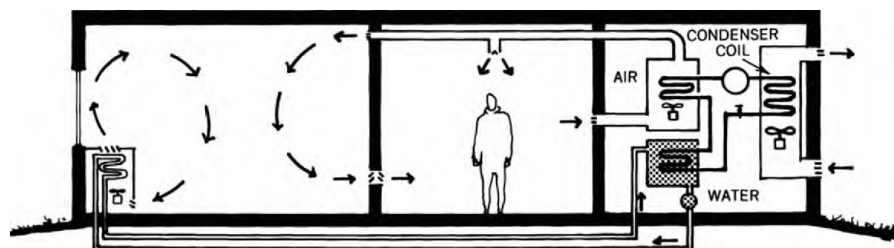
1. 전공기방식
(All Air Systems)



2. 전수 방식
(All Water Systems)



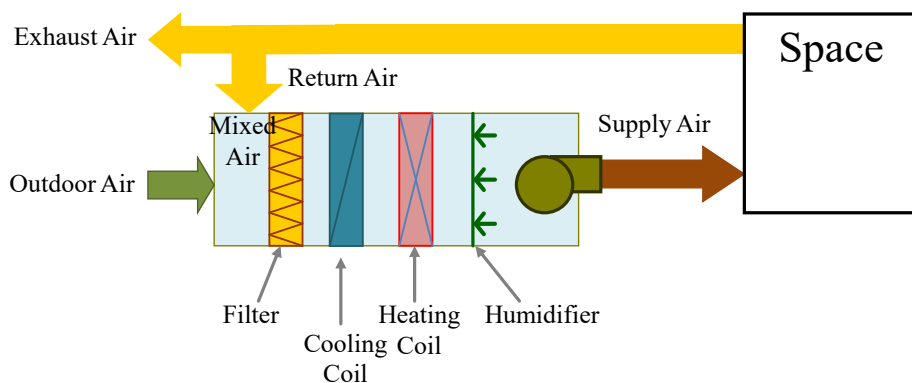
3. 수-공기 방식
(Water-Air Systems)



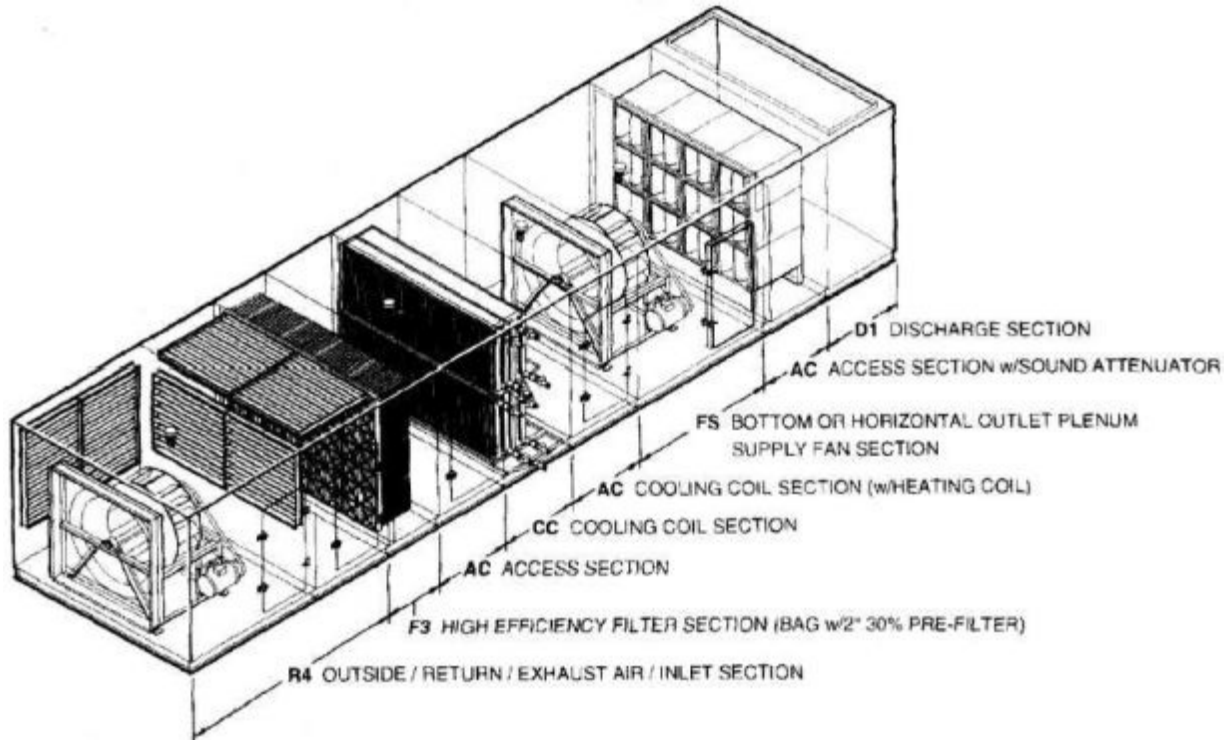
구분	열 매 체	시 스템 명 칭		세 분 류
중앙 방식	전공기 방식	정풍량 방식 (CAV, Constant Air Volume System)	단일덕트(SD, Single Duct)	Zone Re-heat Terminal Re-heat
			이중덕트(DD, Dual Duct)	
			3데크 멀티존(Three-Deck MultiZone)	
	수-공기 방식	유인 유닛 방식 (Induction Unit)	단일덕트(SD, Single Duct)	2/3/4 관식
			이중덕트(DD, Dual Duct)	
			팬코일 유닛 방식 + Duct 병용	
전수 방식	복사냉난방 방식 + Duct 병용	팬코일 유닛 방식 (FCU, Fan Coil Unit System)	2/3/4 관식	
		복사냉난방 방식 (Radiant Heating and Cooling System)		
개별 방식	냉매 방식	룸에어컨 패키지 유닛 방식 (PAC) 히트펌프	압축기 내장형	

◎ 전공기 방식 (All Air Systems)

- 공조공간에 공조공기를 공급함으로써 냉,난방과 감습,가습을 동시에 수행
- 각 zone으로부터 일부 공기는 외부에 배출(EA)되고, 나머지(RA)는 신선한 외기(OA)와 혼합(MA)되며, 혼합공기는 공기조화기(AHU, Air Handling Unit)의 냉,난방 코일을 통과하여 공조된 공기로 다시 각 zone에 공급(SA)



- 공기조화기(AHU, Air Handling Unit)



- 장점

1. 온,습도, 공기청정, 취기 제어 용이
2. 실내 기류분포가 좋음
3. 소음과 오염물질 등을 기계실로 중앙집중 시켜, 통합 운영 및 유지관리 편리
4. 실내에 배수, 전력설비, 전선, 필터 등 설치하지 않아도 됨
5. 공조 바닥면적을 적게 차지(유효 space 증대)
6. 냉방을 하지 않고도 외기를 받아들여 실내를 통풍 냉각시킬 수 있음(외기냉방)
7. zoning, 습도 제어 및 중간기 냉,난방에 유연성이 있음
8. 공조 실내에 수배관이 필요 없으므로, OA 기기에 물 피해 염려 없음
9. 가습과 감습 제어 용이 (겨울철 가습 용이)

- 단점

1. 덕트 space 가 크고, 덕트 공간으로 인해 층고 증가
2. 공기의 균형을 맞추기 어려움
3. 반송 동력이 큼
4. 공조 기계실을 위한 큰 면적 요구
5. 재열형태 시스템은 에너지 측면에서 비효율적

- Economizer Cycle

1. 외기온도가 충분히 낮아서 외기를 이용하여 실내를 냉방할 수 있다면, 상대적으로 높은 온도인 재순환 공기(RA)와 낮은 온도의 외기(OA)를 적절한 비율로 혼합하여 냉방코일(Cooling Coil)을 이용하지 않고도 실에서 요구하는 온도의 공기(SA)를 생성할 수 있음
2. 이러한 방법으로 공조과정에서 에너지를 절약하는 과정 :Economizer Cycle

◎ 전수 방식 (All Water Systems)

- 물에 의한 순환만으로 냉, 난방하는 방식
- 중앙에 위치한 Chiller, Heater, Pump, Pipe를 이용하여 물을 통해 열 분배
- 장점
 1. 개별 제어, 개별 운전 가능
 2. 시스템의 부피가 작고, Duct System이 필요 없음
 3. Duct Space, 공조 기계실이 필요하지 않음
 4. 반송동력이 적음
- 단점
 1. 습도, 청정도, 기류분포 제어 곤란
 2. 실내에 수배관 필요
 3. 외기냉방 불가
 4. 환기율을 높일 수 없음
 5. 결로문제에 대한 고려 필요

◎ 수-공기 방식 (Water-Air Systems)

- 실내의 온도와 습도를 조절하기 위해, 물과 공기를 병용하여 열 분배
- 공기: 중앙 공조실에서 냉, 난방되어, 여러 zone에 순환
- 물: 중앙 공조실에서 냉, 난방되며, 실에 공급하기 위해 Pump를 이용하여 Pipe로 전달
- 장점
 1. 유닛 제어에 의한 개별제어 가능
 2. 물의 밀도와 열용량이 상대적으로 크므로 분배시스템의 공간을 줄일 수 있음
(Duct Space, 공조 기계실의 Space)
 3. 같은 양의 에너지를 순환시키는 데 적은 전력이 요구됨 (전공기 방식에 비해 반송동력이 적음)
 4. 시스템의 내구성이 좋음
- 단점
 1. 전공기 방식보다 복잡
 2. 전공기 방식에 비해 제어 어려움
 3. 유지비가 비교적 큼
 4. 실내 송풍량이 적고, 유닛에 고성능 필터를 사용할 수 없어 청정도 낮음
 5. 실내에 수배관이 필요하며, 물에 의한 사고 가능성 존재
 6. 유닛의 보수 및 점검에 손이 많이 감

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 김병선, 김정태, 김곤, 변운섭, 이수연, 정종림, 조춘식, 2015, 건축설비시스템, 기문당.
2. 서승직, 2021, 친환경을 고려한 건축설비계획, 일진사.
3. Nobert Lechner, 2015, Heating, Cooling, Lighting-Sustainable Design Method for Architects(4th), Wiley.
4. Richard R. Jains, William K.Y. Tao, 2019, Mechanical and electrical systems in buildings, Pearson.
5. Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 2015, Mechanical and Electrical Equipment for Buildings(12th), Wiley.

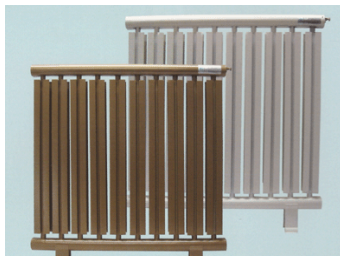
3 복사냉난방 시스템

◎ 냉난방 방식의 종류

- 인체, 사물 및 공간과의 열 교환 방식에 따른 냉난방 방식의 구분



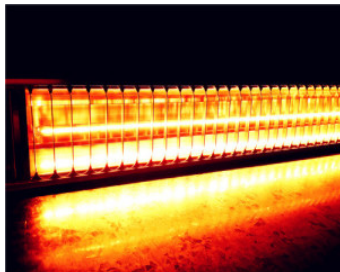
[대류냉난방 방식]



[복사냉난방 방식]



[전도 방식]



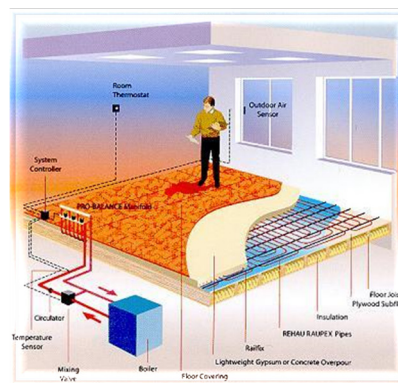
[유탄포]

◎ 복사냉난방의 개념

- 공간과의 열 교환 중 복사 열 전달의 비율이 50% 이상인 냉난방 방식
[ASHRAE, ASHRAE Handbook 2020, HVAC Systems and Equipment, 2020]
- 복사 패널을 이용한 복사열과 이로 인한 대류효과를 냉난방에 이용하는 방식
 - 냉각 또는 가열된 복사 표면으로부터 냉난방이 필요한 공간으로 열 전달
 - 일반적인 복사냉난방 시스템의 경우, 복사 및 대류 열 전달 비율은 70% : 30% 정도



[전통 온돌(구들)]



[현대식 온돌(바닥 복사난방 시스템)]

◎ 전통적 복사난방 사례

- 한반도 지역의 전통온돌 (구들)



- 중국 동북부와 몽골 일부 지역에서 사용되었던 Chinese Kang



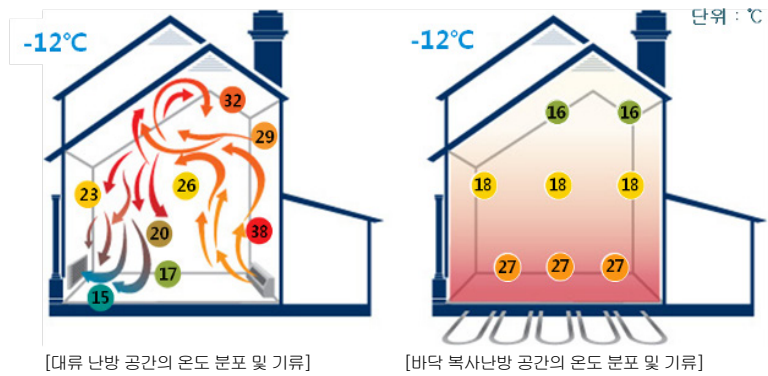
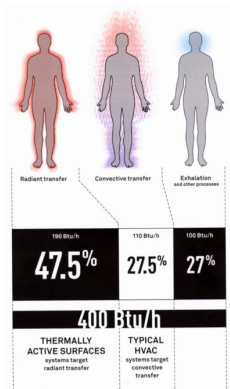
- 고대 그리스/로마의 공중 목욕탕에 주로 사용되었던 Hypocaust (BC 100년 경)



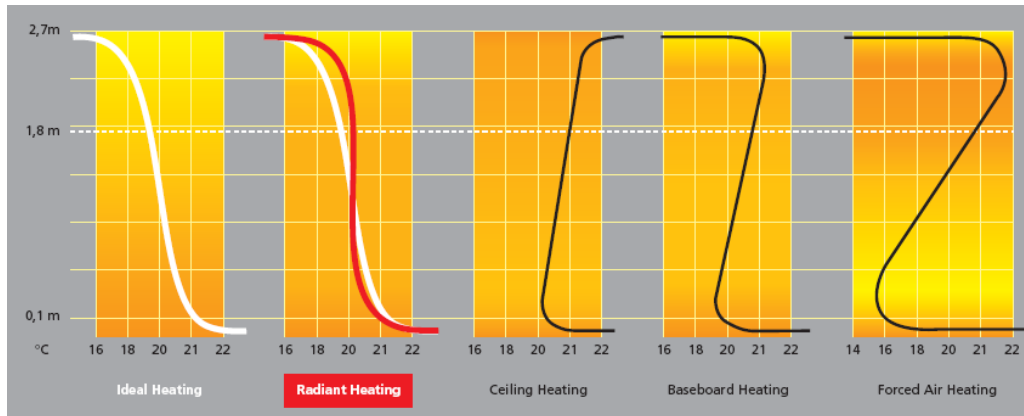
◎ 복사냉난방의 특성

● 재실자 쾌적 향상

- 공기온도뿐 아니라 평균복사온도(MRT)에도 영향 → Total Human Comfort를 쉽게 만족시킴
- 대류냉난방에 비해 균일한 실내 수직/수평 온도 분포
- 필요 환기량 이외의 공기의 흐름(기류)이 발생하지 않음
- 실내 공기질 개선 효과 (먼지 등의 비산이 없으며, 부유 물질 등을 유발하지 않아 위생적)
- 낮은 소음 레벨

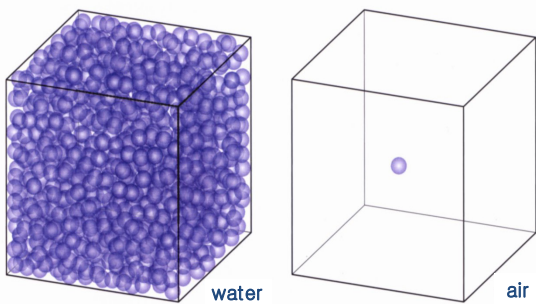


- 바닥 복사난방 적용 시 쾌적 향상 예

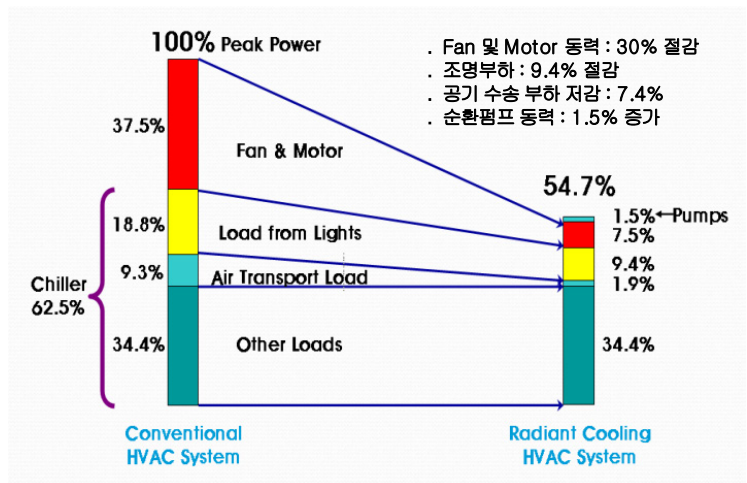


● 에너지 절약 특성

- 대류냉난방에 비해 건구온도를 더 높거나(냉방) 낮게(난방) 유지해도 동일한 냉난방 효과 달성
→ 부하저감 효과로 인한 에너지 절감 가능성
- 공기보다 열 용량이 큰 물을 열매로 사용하므로, 운송 에너지 소비 절감
- 대류냉난방에 비해 상대적으로 저온온수 난방, 고온냉수 냉방 가능
- 열원의 COP 상승으로 인한 에너지 절감 효과
- 신재생 에너지의 활용 가능성 높음 (냉방 시, 지열 heat pump 없이도 복사냉방 적용 가능)



물은 공기의 밀도에 비해 832배 (동일 부피의 열 용량은 3,467배)



[복사냉방 시스템의 에너지 절약 성능(사무소)]

- 건물 냉난방시스템 중 복사냉방 시스템이 건물 에너지 저감 가능성이 가장 큰 것으로 보고(미국 DOE, 2002)

Table 4-1: Energy Savings Potential Summary for 15 Options

Technology Option	Technology Status	Technical Energy Savings Potential (quads)
Adaptive/Fuzzy Logic Controls	New	0.23
Dedicated Outdoor Air Systems	Current	0.45
Displacement Ventilation	Current	0.20
Electronically Commutated Permanent Magnet Motors	Current	0.15
Enthalpy/Energy Recovery Heat Exchangers for Ventilation	Current	0.55
Heat Pumps for Cold Climates (Zero-Degree Heat Pump)	Advanced	0.1
Improved Duct Sealing	Current/New	0.23
Liquid Desiccant Air Conditioners	Advanced	0.2 / 0.06 ¹²
Microenvironments / Occupancy-Based Control	Current	0.07
Microchannel Heat Exchanger	New	0.11
Novel Cool Storage	Current	0.2 / 0.03 ¹³
Radiant Ceiling Cooling / Chilled Beam	Current	0.6
Smaller Centrifugal Compressors	Advanced	0.15
System/Component Diagnostics	New	0.45
Variable Refrigerant Volume/Flow	Current	0.3

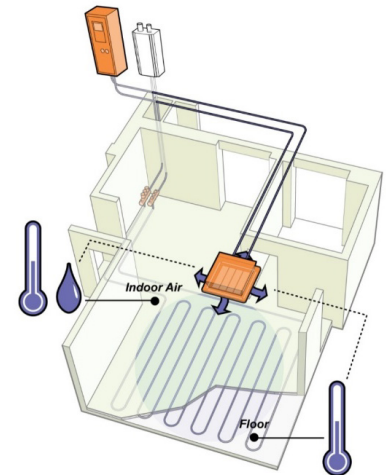
* DOE, Energy Consumption Characteristics of Commercial Building HVAC Systems : Volume III, Energy Savings Potential, 2002

* 기타

- 층고 절감 및 이로 인한 투자비 절감 효과
: 최소 외기만 도입하면 되므로, 대류냉난방에 비해 송풍기, 덕트 및 플레넘 사이즈 저감
- 실내에 설치되는 기기가 필요 없으므로, 거주공간에서 시스템이 차지하는 면적 저감
- 별도의 기기를 외부로 노출시킬 필요 없으므로, 건물 외관을 손상시키지 않음
- 국내 공동주택의 경우, 기존 난방 배관을 활용하면 설비 활용도를 높일 수 있음(중복 투자 방지)

* 적용 시 고려사항

- 반응시간이 느려질 가능성 존재
- 현열 부하만 처리 가능하며, 잠열 부하 처리 시 별도의 조치 필요(제습)
- 열매 tube와 tube spacing이 부적절할 경우, 표면온도 불균형 발생 가능성



◎ 복사냉난방의 종류

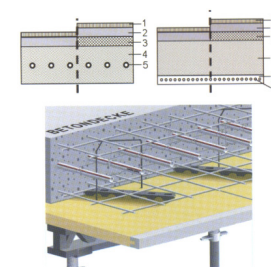
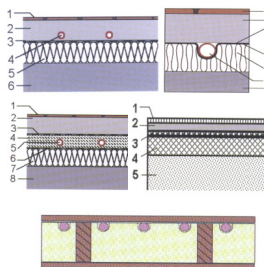
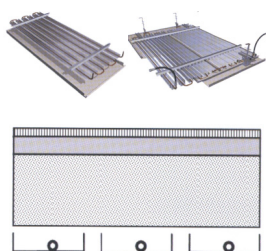
* 건물 구조체와의 물리적/열적 관계에 따른 구분

Radiant heating & cooling panels

Embedded surface heating & cooling systems

Thermally active building systems (TABS)

형태



특징

- 건물의 구조체(slab)와 물리적으로 분리되어 있어 별도 시공
- 건물의 구조체와 열적으로 분리(단열)
- 일반적인 천장 복사냉난방 패널로 제품의 형상과 치수가 다양

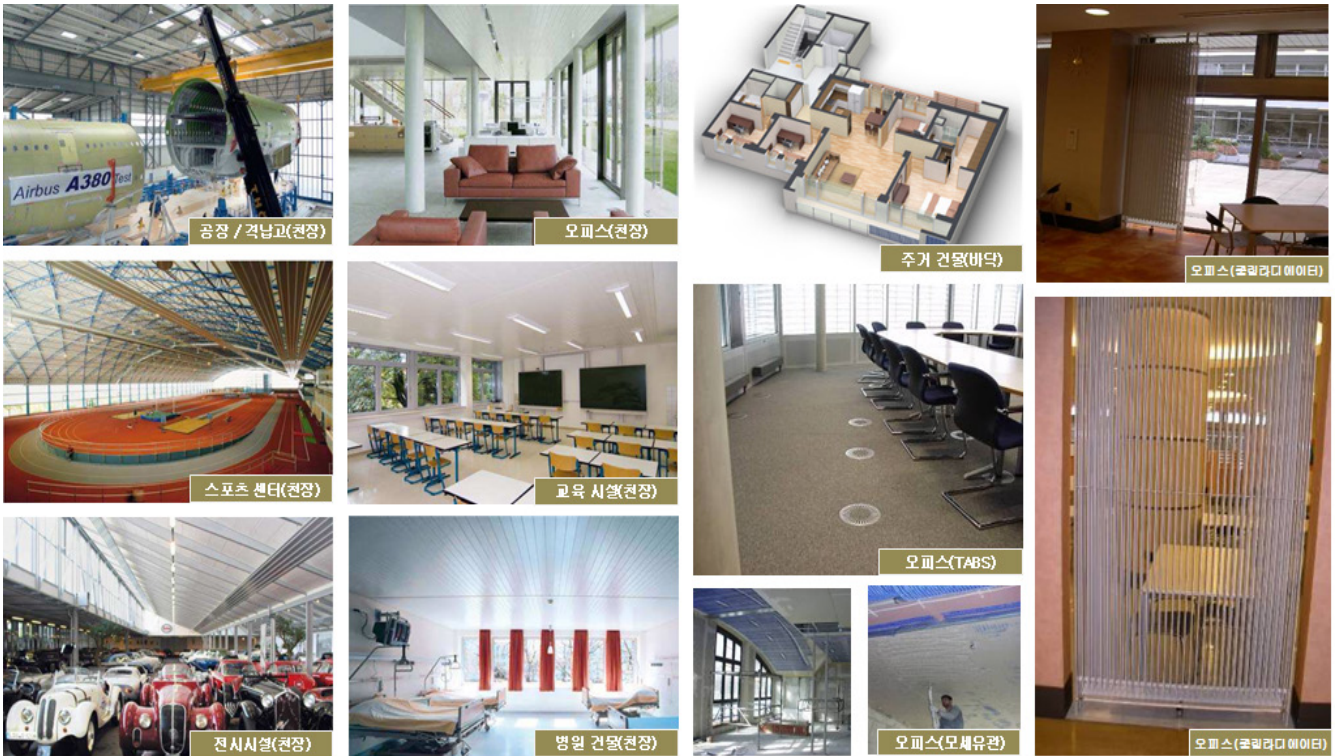
- 건물의 구조체(slab) 위 또는 아래와 물리적으로 통합
- 건물의 구조체와 열적으로 분리(단열재 활용)
- 기존의 바닥 복사냉난방 시스템과 같은 유형으로 배관 매설형

- 건물 구조체(slab) 내부에 물리적으로 통합
- 건물의 구조체와 열적으로 통합
- 건물 구조체(slab)에 배관을 매설

- 복사 표면의 위치에 따른 구분



◎ 복사냉난방 적용 사례



[복사냉방 시스템이 적용되는 건물의 유형]

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 김병선, 김정태, 김근, 변운섭, 이수연, 정종림, 조춘식, 2015, 건축설비시스템, 기문당.
2. 서승직, 2021, 친환경을 고려한 건축설비계획, 일진사.
3. ASHRAE, 2020, ASHRAE Handbook 2020 – HVAC Systems and Equipment, ASHRAE.
4. DOE, 2002, Energy Consumption Characteristics of Commercial Building HAVC Systems : Volume III, Energy Savings Potential, DOE.
5. Jan Babiak, Bjarne W. Olesen, Dusan Petras, 2007, Low temperature heating and high temperature cooling, REHVA.
6. Kiel Moe, 2010, Thermally active surfaces in architecture, Princeton Architectural Press.

B.7

고효율 펌프/팬 기술

교육 목표

고효율 펌프/팬 기술

- * 유체역학의 기초 이해
- * 유체(공기 및 물)의 특성 및 표준상태의 특성값 이해
- * 펌프의 성능평가 방법 및 평가항목 이해
- * 펌프 고효율에너지기자재 및 효율관리기자재의 제도의 이해
- * 팬(송풍기)의 성능평가 방법 및 평가항목 이해
- * 송풍기 고효율에너지기자재 제도의 이해

1 유체역학 일반

◎ 유체란 무엇인가

- 유체의 정의
 - 전단력(shear force)이 작용했을 때 그것이 극히 작다고 할지라도 연속적으로 변형하는 물질의 종류
- 유체의 종류
 - 비압축성 유체 : 유체에 압력이 가해졌을 때 밀도의 변화가 없다.
(물, 기름, 석유화학물질 등)
 - 압축성 유체 : 유체에 압력이 가해졌을 때 밀도의 변화가 있다.
(공기, 가스 등)
- 유량의 측정
 - 유동하는 유체의 양을 측정
- 유량 측정에 영향을 미치는 물성 및 유동 특성
 - 밀도, 점도, 레이놀즈 수, 속도 분포, 열팽창 계수, 압축계수, 공기 용해도, 케비테이션, 습도 등
- 유체의 상대되는 단어로는 고체가 있음. 고체는 전단력이 작용하면 연속적으로 변하지 않고 파손되거나 변형됨
- 유량을 측정하기 위해서는 유체의 유동 특성을 이해하여야 함
- 밀도 $\rho = m/V$ (m : 질량 kg, V : 체적 m^3), 밀도는 온도에 따라 변함
- 표준공기의 밀도는 1.2 kg/m^3 (KS B 6311), 표준 물의 밀도는 약 998 kg/m^3 이나 1000 kg/m^3 가정함(KS B 6301)

◎ 유체역학 기본 이론

- 유체역학의 정의
 - 유체역학은 유체 자체의 움직임이나 유체로 인해 나타나는 힘을 연구하는 학문 (유체 동역학과 유체 정역학으로 나눌 수 있다.)
 - 응용분야 : 혈관내 혈액의 흐름, 수영, 펌프, 송풍기, 선박, 비행기, 자동차 등
 - 유체는 연속체(continuum)으로 가정
- 기본 물리량과 차원(dimension)
 - 기본 물리량 : 질량(M), 길이(L), 시간(T), 온도(T)
SI 단위 : kg(킬로그램), m(미터), sec(초), K(켈빈)
 - 차원 : 기본 물리량의 조합
 - KS A ISO 80000 series 참고 (www.standard.go.kr)
- 유체(fluid) 와 유동(flow)
 - 유체 : 물, 공기, 기름등과 같이 성질을 가진 물질
 - 유동 : 유체가 흐르는 현상 (층류, 난류 등)
- 유체 동역학(Fluid dynamics) : 유체의 움직임을 연구.
- 유체 정역학(Fluid statics) : 유체가 정지한 상태에서 힘의 작용을 연구
- 연속체(continuum) : 물과 같은 대상이 빈 공간이 없이 연속적으로 존재한다는 의미
- 우리나라는 SI(국제단위계)을 표준으로 채택하고 있음. 영미BG단위(IP단위계) 무게(lb), 길이(inch), 시간(sec)
- 켈빈온도(K) : 섭씨온도 + 273.15
- 단위와 차원은 다름 (m/s와 km/h는 단위는 다르나, 차원은 같음.)
- KS A ISO 80000-1 양 및 단위 - 제1부 : 일반사항
- KS A ISO 80000-2 양 및 단위 - 제2부 : 수학
- KS A ISO 80000-3 양 및 단위 - 제3부 : 공간과 시간
- KS A ISO 80000-4 양 및 단위 - 제4부 : 역학
- KS A ISO 80000-5 양 및 단위 - 제5부 : 열역학
- 압축성 흐름 : 유체의 밀도가 시, 공간에 따라 변화하므로 밀도를 상수로 취급할 수 없는 유동
- 비압축성 흐름 : 유체의 밀도가 시, 공간에 상관없이 일정하여 밀도를 상수로 취급할 수 있는 유동

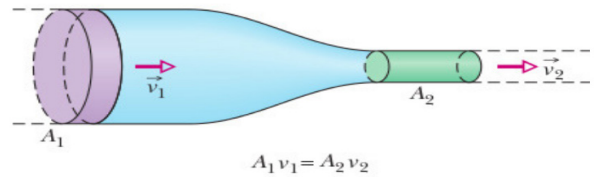
◎ 유체역학 기본 법칙 및 기본 방정식

- 유체역학 기본 법칙
 - 질량 보존의 법칙 (mass conservation)
 - 운동량 보존의 법칙 (momentum conservation)
 - 에너지 보존의 법칙 (energy conservation)
- 유체역학 기본 방정식
 - 베르누이 방정식 (Bernoulli's equation)

$$P_{s_1} + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_{s_2} + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho gh_2$$

- 연속 방정식 (Continuity equation)

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$



- 에너지 보존의 법칙을 통해 베르누이의 방정식이 유도됨. 위치가 똑같으면 운동에너지와 압력에너지만 고려함 즉, 운동속도가 빨라지면 압력은 낮아짐. 날개의 양력이론 배경임
- 압축성 효과와 마찰 효과를 무시할 수 있는 정상 유동에서 유선을 따라 유체 입자의 운동 에너지, 위치 에너지, 유동 에너지의 합은 일정함
- 운동방정식과 함께 연속방정식은 유체의 운동에 대해 나타내는 방정식을 구성하고 있다. 임의의 한 공간에서 유체가 단위시간당 유입되는 양과 유출되는 양이 같아야 한다는 조건을 만족시키는 방정식인 질량보존방정식을 비압축성 유체에 적용했을 경우 유도되는 방정식

◎ 참고 서적 및 사이트

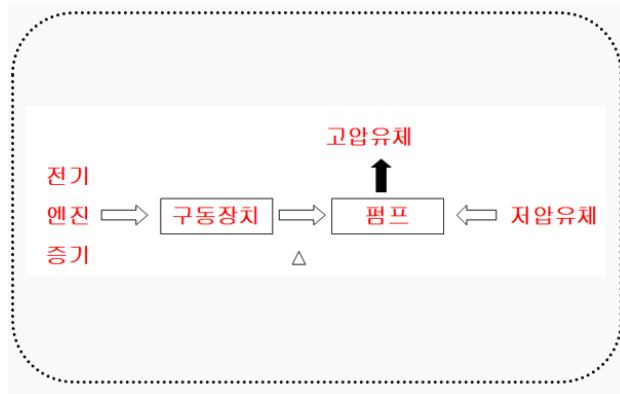
1. 유량 측정의 이해 (2018.03.26), 한국표준과학연구원 임기원
2. White, "Fluid Mechannix", 3rd edition, McGraw Hill

2 펌프의 성능평가 및 인증

◎ 펌프 일반

● 펌프의 정의

- 외부(모터, 엔진)로부터 에너지를 공급 받아 유체를 뽑아내고(흡상능력), 또한 밀어내는 기계 (가압능력)
- 에너지 사용량이 매우 많고, 효율 향상 시 에너지 절감 효과가 큼



- 주로 낮은 곳에 있는 유체를 임펠러 또는 피스톤 등을 이용하여 유체에 압력과 속도를 가하여 배관 속으로 이동시켜 높은 곳으로 양수하는데 사용

터보형 펌프

 1. 한쪽 흡입 벌루트-수평형	 2. 한쪽 흡입 벌루트-고형물형	 3. 한쪽 흡입 벌루트-논물포기형	 4. 한쪽 흡입 벌루트-수직형	 5. 양쪽 흡입 벌루트	 6. 다단(2단) 벌루트	 7. 다단 축 수직 분할형
 8. 다단 축 평행 분할형	 9. 다단 배럴 케이싱형	 10. 단단 우물용	 11. 다단 우물용	 12. 벌루트	 13. 보울	 14. 우물

용적형 펌프

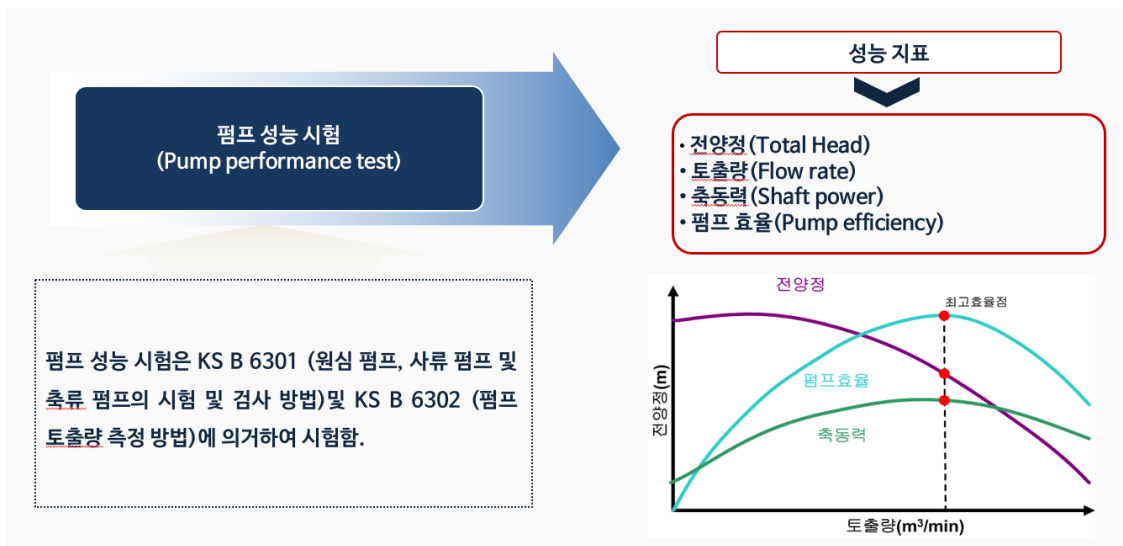
 1. 이크외 베인 펌프 (로터 내 베인)	 2. 이크외 베인 펌프 (스테이터 내 베인)	 3. 축방향 피스톤 펌프	 4. 롤러서클 베인 펌프	 5. 연동 펌프	 6. 로브 펌프(단입)	 7. 로브 펌프(3입)
 8. 외접 치차 펌프	 9. 내접 치차 펌프 (초순달 모양 파티션 있음)	 10. 내접 치차 펌프 (초순달 모양 파티션 없음)	 11. 원주방향 피스톤 펌프	 12. 단일축 나사 펌프	 13. 다중축 나사 펌프 (2나사)	 14. 한쪽 또는 이중 끝 다중축 나사 펌프(3나사)

- 터보형 펌프는 원심력을 이용하고 용적형 펌프는 체적을 교환하는 방식임

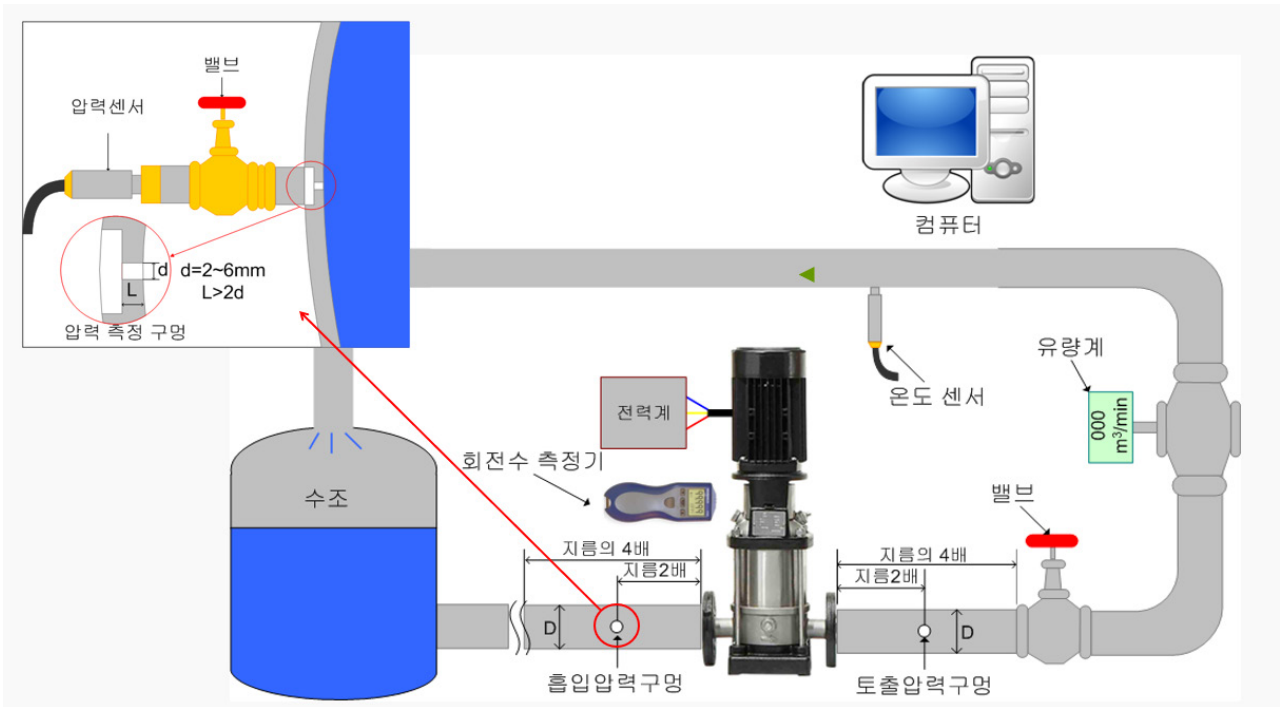


- 전동기에 인버터를 장착한 가변형 펌프가 도입되는 추세임
- 입형다단펌프는 부스터펌프시스템으로 아파트 및 대형 상업용 빌딩에 급수용으로 보급되고 있음
- 고효율에너지기자재의 90%가 입형다단펌프임

◎ 펌프 성능평가



- 펌프는 압력을 양정이라고 표현함
- 압력과 양정은 단위만 틀린것이 아니고 차원도 틀림



- 측정에 사용되는 모든 계측기(유량계, 압력계, 전력계, 회전수 측정기)는 교정이 수행되거나 국가 표준에 소급성이 확보되어야 함

전양정 = 압력수두 + 속도 수두 + 위치수두

$$H = h_d - h_s + \frac{v_d^2}{2g} - \frac{v_s^2}{2g}$$

If D_s is the same as D_d , $H = h_s - h_d$

$$h_d = \frac{10^6 G}{\rho g} + z_d \quad \text{and} \quad h_s = \frac{10^6 G}{\rho g} + z_s$$

여기서, H는 전양정 (m)
 h는 압력 수두 (m)
 v는 속도 수두 (m)
 z는 위치 수두 (m)
 ρ 는 물의 밀도 (kg/m³)
 g는 중력가속도 (9.8 m/s²)
 G는 게이지 압력 (MPa)

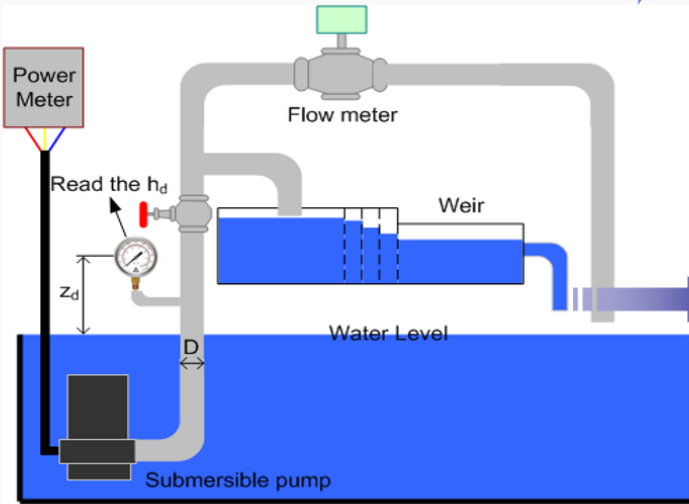
C : Center line of pump
 A : Suction port
 B : Discharge port

이 경우, 흡입과 토출 압력 측정 위치의 높이 차이가 없으므로 위치 수두는 (z)는 0이다.

- 밀도에 중력가속도를 곱하면 비중량(specific weight, 단위체적당 중량)이 되며, 과거에는 비중량 γ 로 표현을 함.
- 질량에 중력가속도를 곱하면 중량이 됨. SI 단위계에는 중량을 사용하지 않고 힘 즉 N으로 표현함
- $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} * 1 \text{ m/s}^2$
- $9.8 \text{ N} = 1 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ kgf}$

$$H = h_d + \frac{v_d^2}{2g} \rightarrow v_d = \frac{Q(m^3/min)}{A(m^2)}$$

$$h_d = \frac{10^6 G}{\rho g} + z_d$$



여기서, H는 전양정 (m)

h_d 는 압력수두 (m)

v_d 는 속도수두 (m)

z_d 는 위치수두 (m)

ρ 는 물의 밀도 (kg/m³)

g 는 중력가속도 (9.8 m/s²)

G 는 게이지압력 (MPa)

대유량일 경우 (토출 직경 1000 mm) 유량은 KS B 6302에 의거 위어(weir)로 측정 가능함.

- 수중모터펌프의 사용은 흡상의 한계를 극복함
- 토출지름이 900mm 이상은 국내에서 교정이 불가능하여 위어(weir)를 사용함

수동력
(Hydraulic power)

$$P_h = \frac{\rho g Q H}{60 \times 10^3}$$

여기서, H는 전양정 (m)
Q는 체적유량 (m³/min)
 ρ 는 물의 밀도 (kg/m³)

축동력
(Shaft power)

$$P_s = P_c \times \eta_m$$

P_c 는 입력전력 (kW)
 η_m 는 전동기 효율 (%)
 g 는 중력가속도 (9.8 m/s²)

펌프 효율
(Pump efficiency)

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_s}$$

종합 효율
(Total efficiency)

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_c}$$



Power Meter → P_c : 전력측정기로 측정된 전력은 입력전력임.

Spec. tag → 명판상의 동력은 축동력임.

3-MOT MG90LC2-24FT115-H3
P_s 2.20 kW 2-pole / S1 No.85U05908
50Hz Δ/Y U 220-240/380-415 V
I₁ 7.70/4.45A
I_{max} 8.45/4.90A
n 2890-2910min⁻¹
cos φ 0.89-0.87
Eff. IE3 85.9%

→ 항상 시험은 정격전류 이내에서 수행함.

→ η_m : 전동기 효율 (%)

- 유량(m³/s) 압력(Pa)을 곱하면 차원이 일률(Watt)이 나옴. $\rho g H$ 의 단위는 Pa
- 축동력을 다이내모미터를 이용하여 직접 측정하는 방식도 있음. 회전수 * 토크 = 일률

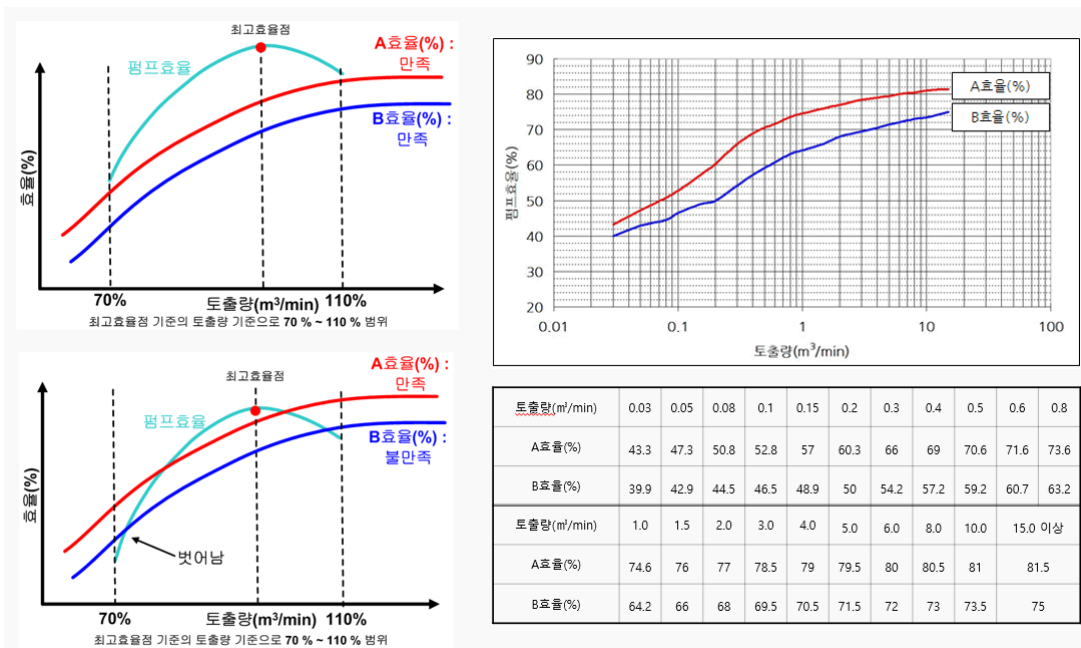
◎ 참고 서적 및 사이트

1. www.standard.go.kr
2. 펌프핸드북 2판, 동명사, 박한영 김경엽
3. KS B 6301 원심펌프, 사류 펌프 및 축류 펌프의 시험 및 검사 방법
4. KS B 6302 펌프의 토출량 측정 방법
5. www.iso.org
6. 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2021-166호, 2021.10.25)

3 송풍기의 성능평가 및 인증

◎ 펌프 인증제도

- 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2021-166호, 2021.10.25)
- 펌프
 - 토출구경의 호칭지름이 2,200 이하인 터보형 펌프



- 2025.01.01일부터 양흡입 벌루트 펌프는 효율관리기자재(강제인증)으로 이관됨

◎ 송풍기 일반

- 송풍기의 정의
- 임펠러 또는 로터의 회전 운동으로 기체를 압송하며, 공기 압력비 1.3 이하에 적용 (KS B 0062 송풍기·압축기 용어 1001)
 - 터보 송풍기(turbo fan, blower) <-> 용적형 송풍기
 임펠러의 회전 운동으로 기체에 에너지를 주는 기계로서, 원심 송풍기, 사류송풍기, 축류 송풍기 등의 총칭
 - 원심 송풍기(centrifugal fan) <-> 축류 송풍기
 기체가 임펠러를 반지름 방향으로 흘러 나가는 송풍기
 (후향익 송풍기 backward inclined fan, 익형 송풍기 airfoil fan, 다익 송풍기 multiblade fan / 전향익 송풍기/forward curved fan)
 - 축류 송풍기 (axial-flow fan)
 기체가 날개차에 대해 축방향부터 유입하고 축방향으로 유출하는 송풍기
 - 사류 송풍기 (mixed flow fan)
 기체가 임펠러의 축방향과 어떤 경사를 갖고 흘러나가는 송풍기
- 공기 압력비(절대압력비) 1.3이하는 ISO 표준 및 KS 표준에 따른 분류임, 과거(일부 교재)에는 1.1이하 송풍기, 1.1~2.0 블로워, 2.0 초과 압축기로 분류하였으나 이는 틀린 분류임
- 블로워는 송풍기의 한 종류임.
- 인라인 송풍기(in-line fan)는 임펠러의 형상은 원심 송풍기지만, 유동 방향은 축류 송풍기의 형태를 가짐.
- 플레넘 송풍기(plenum fan) 원심 송풍기의 한 종류이며, 하우징이 없는 것이 특징임, 저비용 저효율임, 단독으로는 효율이 낮으나 설치 형태에 따라 효율이 높아질 수 있음

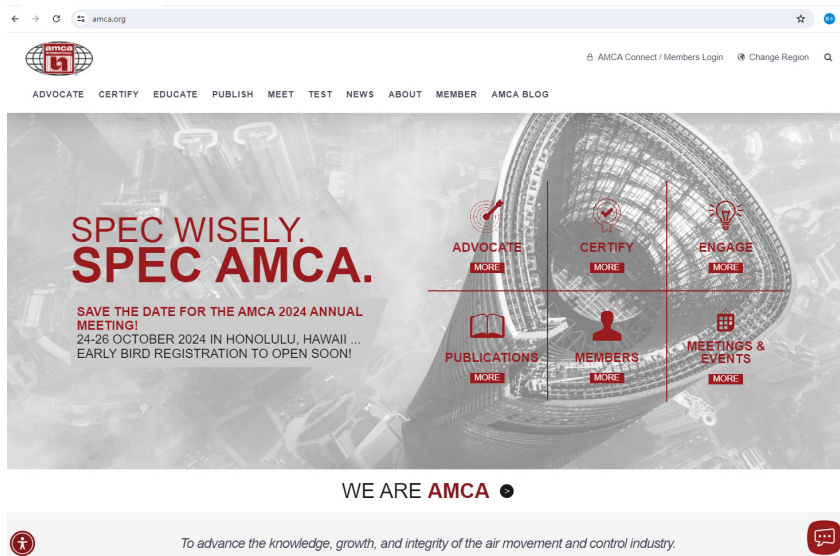


그림 : www.gsfan.co.kr

- 좌로부터 전향익 송풍기, 후향익 송풍기, 플레넘 송풍기, 인라인 송풍기, 축류 송풍기 임

◎ 송풍기 성능평가

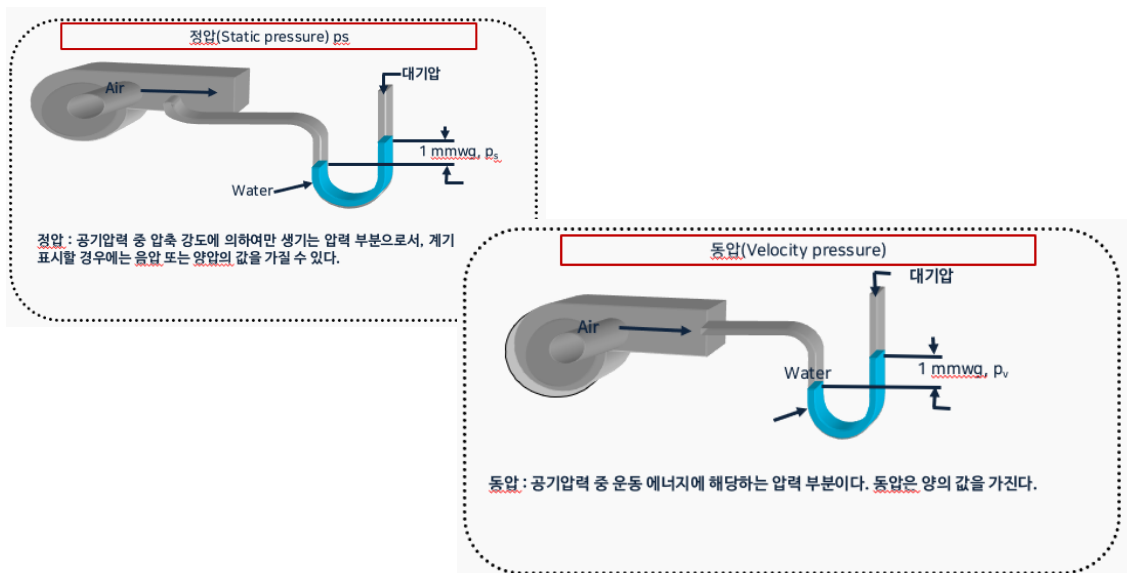
- 송풍기의 공기 성능 시험방법
- 1.1 송풍기 관련 표준
 - KS 표준 : 11종 (독자 : 3종, ISO (IDT) : 8종)
 - ISO/TC 117 Fans (www.iso.org)
 - AMCA International (www.amca.org), DIN, BSI, KARSE (한국설비기술협회)



- 미국의 AMCA International (Air Movement and Control Association international, INC.)가 송풍기 분야의 사실상 표준임
- 한국의 표준은 KS B 6311은 AMCA standard 210과 90% 이상 부합화 되어있음

- 송풍기 성능평가 시험 관련 규격
 - KS B 6311 송풍기의 시험 방법
 - KS B ISO 13350 산업용송풍기-제트송풍기의 성능실험
 - KS B ISO 5802 산업용송풍기-운전조건에 따른 성능시험
 - ISO 5801:2017 Fans - Performance testing using standardized airways
 - ISO 5802:2001 Industrial fans - Performance testing in situ
 - ISO 13350:2015 Fans - Performance testing of jet fans
 - ANSI/AMCA Standard 210-16 / ASHRAE 51-16 | Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating
 - ANSI/AMCA Standard 250-22 | Laboratory Methods of Testing Jet Fans for Performance
 - AMCA Standard 803-02 (R2008) | Industrial Process/Power Generation Fans: Site Performance Test Standard
- KS B 6311, ISO 5801, ANSI/AMCA Standard 201-16은 내용적으로 같은 표준임
- KS B ISO 13350, ISO 13350, ANSI/AMCA Standard 250-22은 터널용 제트팬 시험 표준임
- KS B ISO 5802, ISO 5802, AMCA Standard 803-02(R2008)은 현장 설치 후 시험 표준임

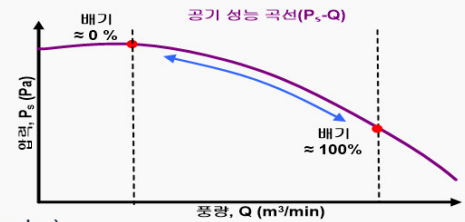
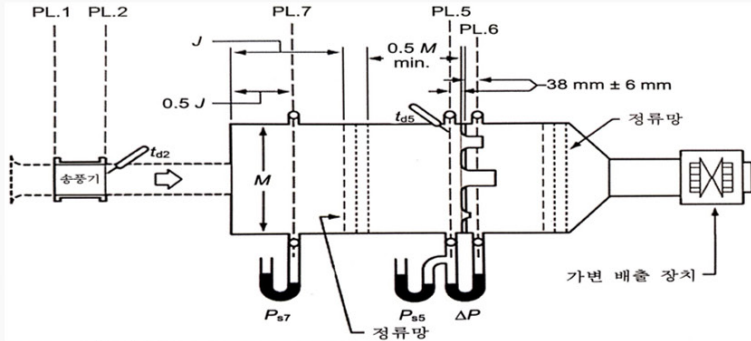
● 공기의 특성



- 전압(Total Pressure) = 정압(Static Pressure) + 동압(Velocity Pressure)
- 전압 : - 압축강도와 운동속도로 인하여 야기되는 공기 압력. 한 점에서의 전압은 그 점에서의 동압과 정압의 대수적 합, 그러므로 정지 상태에 있는 공기의 전압은 정압과 같게 됨

송풍기 공기성능 시험

송풍기 공기성능 시험 방법(KS B 6301 - 그림 6)



토출 챔버 구성 - 챔버 내 복합 노즐 (Outlet chamber setup-Multiple nozzle in chamber)

송풍기의 토출측에 챔버를 연결하고 P-Q 커브를 측정함

송풍기 축동력 시험

다이내모(Dynamo) 이용 시

$$H = \frac{2\pi TN}{60}$$

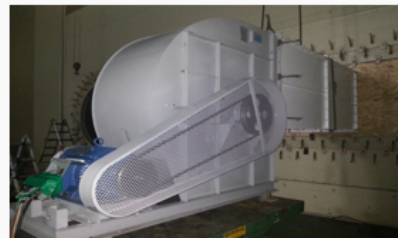
여기서, H는 축동력(W)
T는 토크(Nm)
N은 회전수(r/min)



교정 전동기(Calibrated motor) 이용 시

$$H = W \times \eta$$

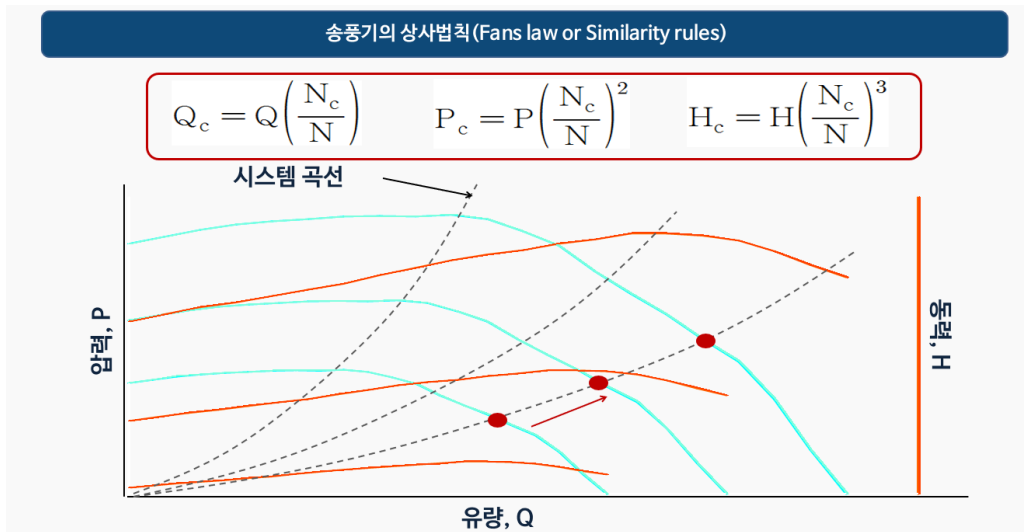
여기서, W는 입력전력(W)
 η 는 구동 전동기 효율(%)



$$\eta_t = \frac{QP_t K_P}{H}$$

여기서, Q는 유량(m³/s)
P_t는 전압(Pa)
K_p는 압축 계수
(전압 3000 Pa 미만인 경우, K_p는 보통 1로 취급함.)

● 송풍기의 환산



- 회전속도가 변하면 유량(Q), 전압(P), 축동력(H)은 회전속도로 계산이 가능함. 전압효율은 변동이 없음

◎ 송풍기 인증제도

- 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2021-166호, 2021.10.25)
- 원심식 송풍기
 - 압력비가 1.3 이하 또는 송출압력이 30 kPa 이하인 직동, 직결 및 벨트 구동의 원심식 송풍기 (160~1800 mm)

고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정 - 송풍기 전압 효율 값

호칭번호 (인펠러 지름, mm)	전동기 직결식			벨트 구동식		
	후향익	날개형	전향익	후향익	날개형	전향익
280 이하	53.0	-	45.5	51.0	-	43.5
320	57.0	58.0	47.5	55.0	55.5	45.5
360	59.5	61.0	50.0	57.0	58.5	48.0
400	62.5	62.5	53.0	60.0	60.0	50.5
450	65.5	67.0	55.5	64.0	64.5	53.5
500	68.0	70.0	58.5	65.5	67.0	56.0
560	70.0	72.0	59.5	67.0	69.0	57.0
630	72.5	75.5	61.5	69.5	72.5	59.0
710	74.0	76.5	62.5	71.0	73.0	60.0
800	74.5	78.0	63.0	71.5	75.0	60.5
900	76.5	79.5	64.0	73.0	76.5	61.5
1000	77.0	80.5	64.5	73.5	77.5	62.0
1120	77.0	80.5	65.0	73.5	77.5	62.5
1250	77.0	80.5	66.0	73.5	77.5	63.5
1400	77.5	81.0	67.0	74.0	77.5	64.5
1600	77.5	81.0	68.5	74.0	77.5	65.5
1800	77.5	81.0	70.0	74.0	77.5	67.0

- 축류 송풍기 및 사류 송풍기는 고효율에너지기자재인증기자재에 포함되지 않음
- 플레넘 송풍기와 인라인 송풍기는 고효율에너지인증대상기자재에 포함됨

◎ 참고 서적 및 사이트

1. www.standard.go.kr
2. KS B 0062 송풍기·압축기 용어
3. KS B 6311 송풍기 시험방법
4. www.gsfan.co.kr
5. www.amca.org
6. www.iso.org
7. 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2021-166호, 2021.10.25)

2026 건축물에너지평가사 실무교육 | 요소기술

B.8

조명에너지 절감 기술

교육 목표

조명에너지 절감 기술

- * 조명에너지와 관련된 전반적인 사항에 대한 이해
- * 조명에너지의 사용량, 조명에너지 절감을 위한 기본 원칙에 대한 이해
- * 조명에너지 사용 진단, 조명에너지 절약 기준에 대한 이해
- * 조명에너지의 계산(시뮬레이션)에 대한 이해
- * 조명제어와 관련된 전반적인 사항에 대한 이해
- * 조명제어의 개념, 조명제어의 목적과 효과에 대한 이해
- * 조명제어 방식에 대한 이해
- * 조명제어 프로토콜에 대한 이해스마트 조명제어와 관련된 전반적인 사항에 대한 이해
- * 스마트 조명제어의 개념에 대한 이해
- * 스마트 조명의 적용에 대한 이해

1 조명에너지의 기본 개념

◎ 조명에너지 사용량

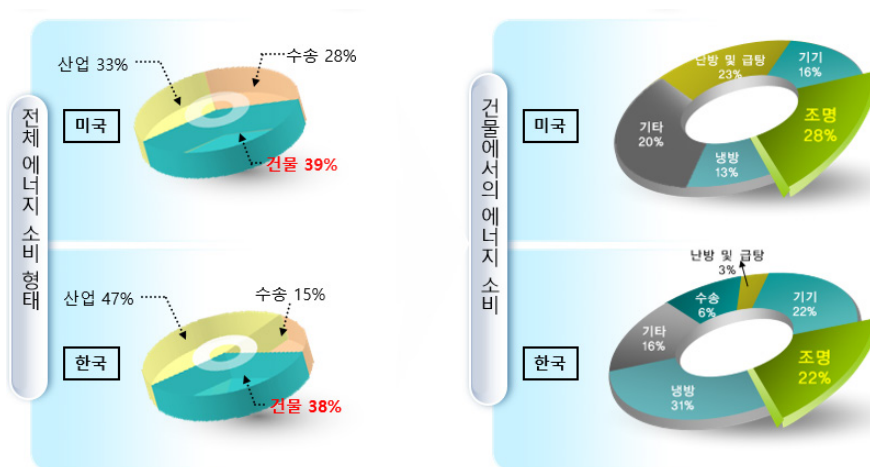


그림 출처: 에너지경제연구소, 초고층건물의 조명에너지절약을 위한 BIPV 적용과 관한 연구

건물의 총 에너지 사용 중에서 조명 에너지가 차지하는 비율은 건물의 유형, 사용 패턴, 조명 기술, 지역 기후, 에너지 효율성 등 여러 요인에 따라 달라집니다. 일반적으로 다음과 같은 추정치가 있습니다:

1. 상업용 건물:

- 일반적으로 조명이 총 에너지 사용량의 약 10%에서 30%를 차지합니다. 최신 에너지 효율 조명 시스템을 사용하는 경우 이 비율이 더 낮아질 수 있습니다.

2. 사무실 건물:

- 사무실 건물에서는 조명이 에너지 사용량의 약 20%에서 40%를 차지할 수 있습니다. 이는 사무실 조명 사용 시간이 길고, 조명이 주요 에너지 소비 항목이기 때문입니다.

3. 주거용 건물:

- 주거용 건물에서는 조명이 총 에너지 사용량의 약 5%에서 15%를 차지합니다. 이는 주거용 건물에서 난방과 냉방이 더 큰 에너지 소비 항목이기 때문입니다.

4. 산업용 건물:

- 산업용 건물에서는 조명이 총 에너지 사용량의 약 5%에서 20%를 차지할 수 있습니다. 산업용 건물에서는 생산 설비나 기계가 더 많은 에너지를 소비합니다.

위의 비율은 대략적인 추정치이며, 특정 건물의 에너지 사용 패턴과 기술적 특성에 따라 달라질 수 있습니다. 최신 에너지 절약 기술 및 정책이 적용된 건물에서는 이 비율이 더 낮아질 수 있습니다. 에너지 사용 분석을 통해 보다 정확한 비율을 얻을 수 있습니다.

그림. 출처: OpenAI ChatGPT

◎ 조명에너지 절감의 기본 원칙

- 에너지 효율적인 인공광원과 조명기구의 사용
- 조명제어를 이용한 효율적인 운영 및 유지관리
- 주광이용의 극대화를 통한 신재생에너지 사용의 확대-인공조명과 연계



형광램프 32 W 2등용



LED 평판형 40 W



??

< 원별 단위에너지생산량 및 원별 보정계수(지침 별표10) >

신·재생에너지원		단위 에너지생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kWyr	1.56
	추적식	1,765		1.68
	BIPV	923		5.48
태양열	평판형	596	kWh/m ² yr	1.42
	단일진공관형	745		1.14
	이중진공관형	745		1.14
	공기식무창형	487		1.37
	공기식유창형	557		2.57
지열에너지	수직밀폐형	864	kWh/kWyr	1.09
	개방형	864		1.00
집광채광	프리즘	132	kWh/m ² yr	7.74
	광덕트	73		7.74
	실내루버형	184		2.77
연료전지	PEMFC	7,415	kWh/kWyr	2.84
수열에너지		864	kWh/kWyr	1.12
목재펠릿		322	kWh/kgyr	0.52

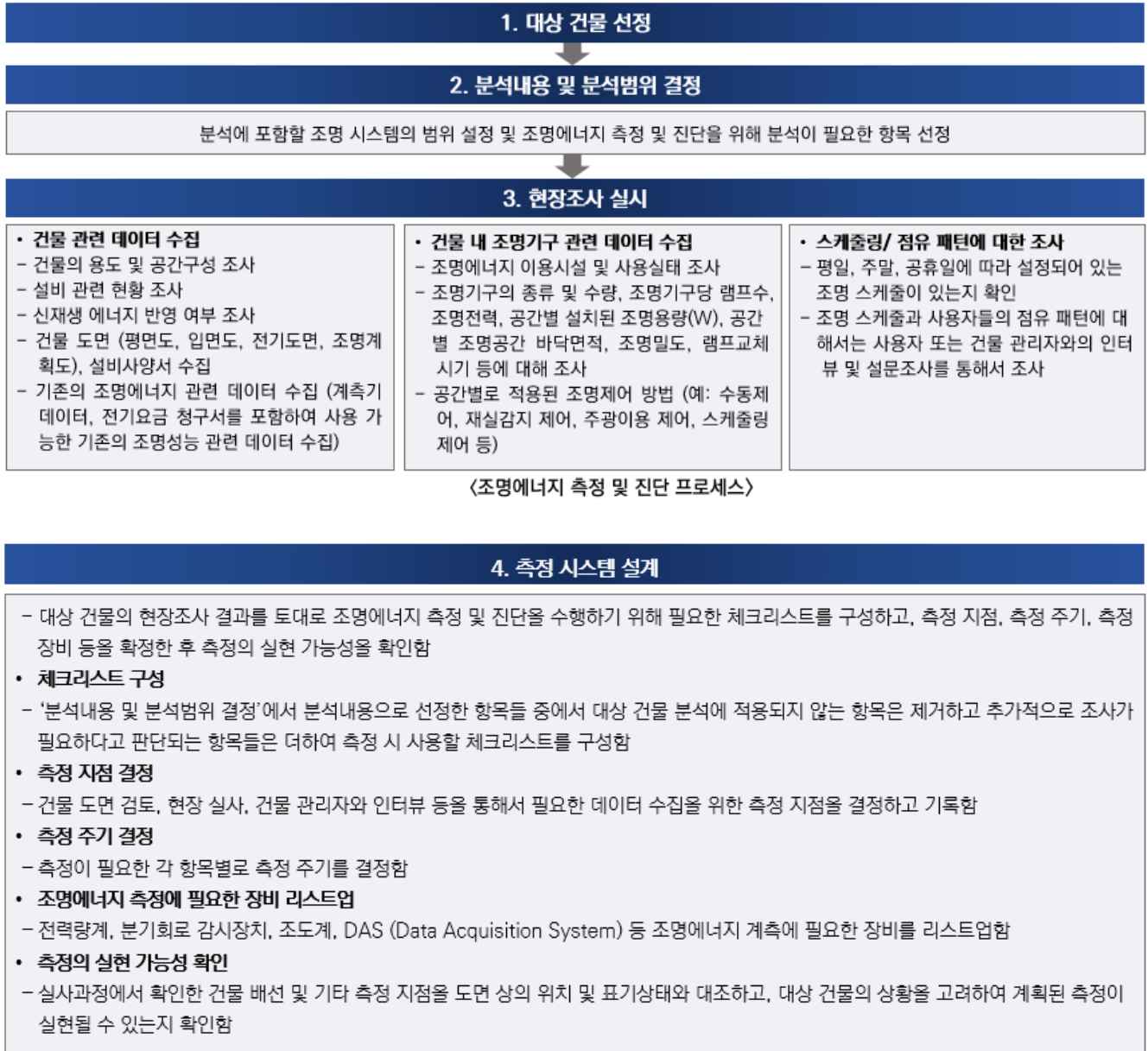
그림. 출처: 산업통상자원부 '신재생에너지 설치의무화제도'

≡ 실내 루버형 집광채광 시스템



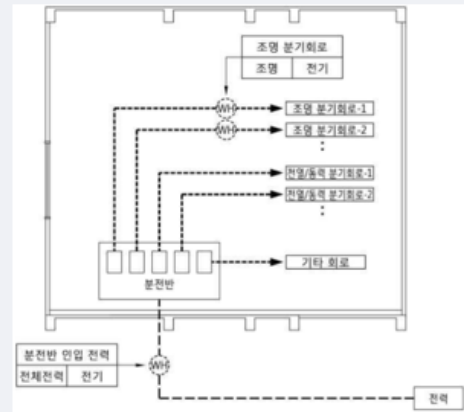
그림. 실내루버형 집광채광(출처: 선모달)

◎ 조명에너지 사용 진단



5. 조명에너지 측정

- 조명에너지 측정을 위해 전기 도면 중 수변전설비 단선도를 확인하여 조명설비의 전력 공급 feeder를 확인함
- 조명설비의 feeder로 공급되는 개별 전력부하의 총합계가 조명설비 용도로 이용되는 총 전력부하 (또는 사용량)가 되며, 조명의 개별 (층별/ 구역별/ 실별) 전력 공급 feeder가 조명설비 용도의 전기에너지 사용량 계측을 위한 관제점이 됨
- 조명설비의 feeder에 데이터 계측을 위한 전력량계가 설치되어 있는지 여부를 확인한 후 전력량계가 설치되어 있으면 실시간 전력 부하 (Kw)와 누적 사용 전력량 (kWh)을 측정함
- 전력량계를 이용하여 조명에너지 사용량을 측정할 경우, 조명에너지 사용량은 주 조명기구의 전력사용량 계측값과 같으며, 별도 분기회로로 구성된 주 조명기구의 전력사용량을 계측함 (유도등의 경우 별도 분기회로로 구성되어도 전력사용량을 계측하지 않음)
- 옥외조명의 전력사용량은 계측하지 않으며, 일반적으로 비상조명등의 전력사용량도 계측하지 않지만 평상시에는 일반조명등으로 사용되고 화재 시에는 비상조명등으로 자동 전환되는 분기회로의 경우에는 계측함



〈조명 전력사용량 계측 방법〉

(출처: 업무시설에서의 용도별 에너지사용량 분류, 계측 및 원단위화 방법, 한국건축친환경설비학회, 2016)

6. 데이터 분석 및 결과 도출

- 측정된 조명에너지 사용량을 분석하여 표나 그래프로 나타내어 사용량의 변화 및 사용패턴을 파악할 수 있도록 함
- 월별 또는 계절별 일일 평균 조명 부하 프로파일, 조명 유형별 월평균 에너지 사용량, 공간별 월평균 에너지 사용량, 조명 제어방법별 월평균 에너지 사용량 등에 대하여 분석함

◎ 조명에너지 절약 기준

- 국토교통부가 제정한 ‘녹색건축물 조성 지원법’에 근거하고, 동법의 시행령 및 시행규칙에 따라 제정된 ‘건축물의 에너지절약설계기준’을 보면 조명에너지와 관련된 항목들이 있음

가. 조명기기 중 안정기내장형램프, 형광램프를 채택할 때에는 산업통상자원부 고시 「효율관리기자재 운용규정」에 따른 최저소비효율기준을 만족하는 제품을 사용하고, 유도등 및 주차장 조명기기는 고효율제품에 해당하는 LED 조명을 설치하여야 한다.

나. 공동주택 각 세대내의 현관 및 숙박시설의 객실 내부입구, 계단실의 조명기구는 인체감지 점멸형 또는 일정시간 후에 자동 소등되는 조도자동조절조명기구를 채택하여야 한다.

다. 조명기구는 필요에 따라 부분조명이 가능하도록 점멸회로를 구분하여 설치하여야 하며, 일사광이 들어오는 창측의 전등군은 부분점멸이 가능하도록 설치한다. 다만, 공동주택은 그러하지 않을 수 있다.

라. 공동주택의 효율적인 조명에너지 관리를 위하여 세대별로 일괄적 소등이 가능한 일괄소등 스위치를 설치하여야 한다. 다만, 전용면적 60제곱미터 이하인 주택의 경우에는 그러하지 않을 수 있다.

그림. 출처: 국토교통부 ‘건축물의 에너지절약설계기준’

- 강제규정은 아니지만, 권장사항을 제시함으로써 건물의 폭넓은 조명에너지 절감을 유도하고 있음

가. 옥외등은 고효율제품인 LED 조명을 사용하고, 옥외등의 조명회로는 격등 점등(또는 조도 조절 기능) 및 자동점멸기에 의한 점멸이 가능하도록 한다.

나. 공동주택의 지하주차장에 자연채광용 개구부가 설치되는 경우에는 주위 밝기를 감지하여 전등군별로 자동 점멸되거나 스케줄제어가 가능하도록 하여 조명전력이 효과적으로 절감될 수 있도록 한다.

다. LED 조명기구는 고효율제품을 설치한다.

라. KS A 3011에 의한 작업면 표준조도를 확보하고 효율적인 조명설계에 의한 전력에너지를 절약한다.

마. 효율적인 조명에너지 관리를 위하여 층별 또는 구역별로 일괄 소등이 가능한 일괄소등스위치를 설치한다.

그림. 출처: 국토교통부 '건축물의 에너지절약설계기준'

- 국토교통부에서 제정한 '건축전기설비 설계기준'에도 조명제어와 관련된 사항들이 제정되어 있음

5. 조명제어

5.1 점멸장치

- 5.1.1 가정용 조명기구는 등기구마다 점멸기를 설치한다.
- 5.1.2 사무실, 학교, 병원, 상가, 공장 및 이와 비슷한 장소의 옥내에 시설하는 전반 조명기구는 부분조명이 가능토록 전등군을 구분하여 점멸이 가능해야 한다.
- 5.1.3 다음의 시설이 된 경우 5.1.2와 같이 시설하지 않아도 된다.
 - (1) 조명 자동제어설비를 설치한 경우
 - (2) 동시에 많은 인원을 수용하는 장소(극장, 영화관, 강당, 대합실, 주차장 등)
 - (3) 조명기구가 1열이고 그 열이 창과 평행한 경우 창측 조명기구
 - (4) 광 천장조명이나 간접조명 설치시 조명제어를 격등으로 설치한 경우
 - (5) 건축물의 구조가 창문이 없는 경우
 - (6) 공장의 경우 생산공정이 연속되는 곳에 일렬로 설치되어 조명기구를 동시에 점멸 할 필요가 있을 때
- 5.1.4 객실수가 30실 이상인 호텔이나 여관의 각 객실의 조명용 전원은 출입문개폐용 기구(키태그) 또는 집중제어방식(객실관리시스템)을 이용한 자동 또는 반자동의 점멸이 가능한 장치를 설치한다.
- 5.1.5 공동주택 각 세대내의 현관 및 숙박시설의 객실 내부 입구 조명기구는 인체감지점멸형 또는 점등후 일정시간 후 자동 소등되는 조명기구를 설치한다.
- 5.1.6 주택 현관에 설치하는 조명기구는 인체감지점멸형 또는 점등후 일정시간 후 자동 소등되는 조명기구를 설치한다.
- 5.1.7 가로등, 보안등의 조명은 주광센서를 설치하여 주광 조도레벨에 의하거나 타이머를 설치하여 자동점멸하거나 또는 집중제어 방식을 이용하여 제어한다.

5.2 조광 설비

- 5.2.1 업무용 빌딩의 회의실, 전시실, 극장의 무대, 호텔 등의 연회장, 컨벤션센터 등의 기능상 설치된 조명기구와 분위기조명을 시행하는 장소는 조광장치를 설치하여 조도를 연속제어 하는 것이 바람직하며, 조명연출이 필요한 조명기구는 조광장치를 설치한다.
- 5.2.2 조광장치의 설치가 필요한 장소에서도 각 용도에 맞도록 단계별 조정이 가능토록 한다.
- 5.2.3 조광장치는 일반적으로 사이리스터 또는 전력용 반도체 소자로 구성된 위상제어 조광방식을 사용한다.

5.3 조명 자동제어

- 5.3.1 조명 자동제어 설계시 기본개념은 용도와 주위 조건에 따라 최적의 조도레벨 유지와 이에 따른 에너지절약을 목적으로 한다.
- 5.3.2 조명 자동제어는 마이크로프로세서와 센서를 사용하는 방식으로 하고, 수동제어와 자동제어가 되도록 한다.

5.3.3 자동제어

- (1) 넓은 구역으로 구획된 창가의 주광에 의한 조도레벨 유지가능범위까지의 조명기구는 주광센서에 의한 제어로 한다.
- (2) 업무스케줄에 따라 자동제어 될 수 있도록 한다. 다만, 일반적인 제어 형태는 전체점등, 전체소등, 휴일소등, 중식시간 소등 등이 있으며, 휴일소등은 조명레벨 조정(예 : 50%, 25% ...)이 가능한 패턴제어로 한다.
- (3) 자동제어 시스템 설치는 중앙집중방식으로서 중앙감시실 등 항상 관리인원이 상주하는 장소로 한다.

5.3.4 수동제어

- (1) 조명 자동제어가 되는 상태에서도 현장여건에 따라 임의로 제어상태를 바꿀 수 있도록 수동제어장치를 현장부근에 설치한다.
- (2) 수동제어장치는 조작이 쉬워야 하며 제어대상 구역의 확인이 용이한 표시가 되어야 한다.

그림. 출처: 국토교통부 '건축전기설비 설계기준' 중의 조명제어 부분

- 미국의 경우에는 좀더 구체적이고 자세한 규정을 제정하여 준수하도록 하고 있음
- 예를 들어, 강제적인 자동 소등을 특정한 공간에서는 적용하도록 하고 있으며, 여러 기관의 규정을 명시하고 있음

Buildings	Commercial buildings > 5,000 sq.ft.		
Standards	IECC 2006/2009 and ASHRAE/IESNA 90.1-2001/2004/2007		
Requirement	Interior lighting must be automatically shut OFF when not in use		
Lighting	General lighting; task lighting shutoff encouraged		
Methods	Scheduling	Occupancy sensor	Other system signal
Notes	Schedule controls lights in max. 25,000 sq.ft. space, not more than 1 floor	Lights OFF within 30 minutes	Examples: BAS, security system

그림. 출처: IES seminar-Lighting controls for nonresidential buildings, SEM-4-IM-09

- 각 공간의 특수한 상황에 대한 조명제어 규정도 제정하여 준수하도록 하고 있음.
- 아래의 예시는 오픈스페이스 사무실 공간에서 파티션이 천장까지 설치된 경우에 준수되어야 하는 규정을 보여 주고 있음
- 각 규정들은 규정이 적용되어야 하는 공간들의 면적과 시간을 정하고 있음.
- 조명제어에 필요한 요구사항을 나타내고 있으며, 조명제어의 구체적인 방법론도 제시하여 조명제어가 명확히 실행될 수 있도록 함

Spaces	Interior spaces enclosed by ceiling-height partitions	
Standards	IECC	ASHRAE/IESNA 90.1
Requirement	Lighting must have at least one manual control	General lighting must be independently controlled
Methods	Manual control located where user can see controlled lights, or remote control with controlled lights annunciated	Manual control if 24-hour operation, otherwise manually or via occupancy sensor; 90.1-2004/2007 requires occupancy sensors in some spaces
Notes	<ul style="list-style-type: none"> •Control cannot override time schedule for more than 2 hours • Area controlled ≤5,000 sq.ft. • If building/space mall, arcade, auditorium, single-tenant retail space or arena where captive-key override used, override can exceed 2 hours and controlled area must be ≤20,000 sq.ft. 	<ul style="list-style-type: none"> •Control cannot override time schedule for more than 4 hours • If enclosed space <10,000 sq.ft., then control coverage area cannot be >2,500 sq.ft. • If >10,000 sq.ft., control coverage area is 10,000 sq.ft. • Control must be readily accessible with lights visible, or remote for safety or security

그림. 출처: IES seminar-Lighting controls for nonresidential buildings, SEM-4-IM-09

◎ 조명에너지 계산 (시뮬레이션)

- 기본적으로 조명전력(정격용량)과 사용시간의 곱으로 계산됨. 또는 조명밀도와 면적을 곱해서 조명전력을 구함
- 보조장치(안정기, SMPS)의 사용전력도 포함되어야 함
- 독일 DIN 규격에서는 재실감지와 디밍제어를 포함한 계산식을 제안함

$$Q_{i,f,j} = P_j \times A_j \times t_{\text{annual}}$$

$Q_{i,f,j}$: 조명에너지 요구량(wh)

P_j : 공간 j의 조명밀도(w/m²)

A_j : 공간 j의 면적(m²)

t_{annual} : 연간 총 사용시간(h)

$$Q_{i,f,j} = (P_j \times A_j \times t_{\text{annual}}) \times (F_{KL,j} \times F_{PRA,j})$$

$Q_{i,f,j}$: 조명에너지 요구량(wh)

P_j : 공간 j의 조명밀도(w/m²)

A_j : 공간 j의 면적(m²)

t_{annual} : 연간 총 사용시간(h)

$F_{KL,j}$: 공간 j의 조명운영제어계수(재실감지 반영)

$F_{PRA,j}$: 공간 j의 조명제어계수(조광제어 반영)

그림. 출처: DIN 18599-4, 2016

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 빛과 조명, 문운당, 2020년, 최안섭 저
2. 최신 스마트 조명 핸드북: 조명기초, 조명제어 & 인증과 법규, 2023년, 한국조명전기설비학회 저
3. DIN V 18599-4, 2016

2 조명제어의 적용

◎ 조명제어의 개념

- 제어란 목표가 달성되도록 하는 전기적, 기계적 행위를 일컫음
- 조명제어란 조명기구의 점소등을 통해 생활하는데 불편함이 없도록 하는 일련의 행위를 지칭하며, 적절한 조명의 양과 질을 필요한 공간에 필요한 시간만큼 공급할 수 있는 수단이라 할 수 있음
- 이러한 조명제어를 통해 공간의 미적창출, 에너지 절감, 공간의 사용 편리성 등 다양한 목적을 달성할 수 있으며, 조광제어(dimming) 등의 진보된 제어를 통해 더욱 정확한 조명제어가 가능하게 됨
- 광원의 색온도 조절을 통한 조명색의 변화도 넓은 의미의 조명제어에 해당된다고 할 수 있음

◎ 조명제어의 목적 및 효과

- 공간의 특성에 맞는 적절한 조명의 양과 질의 공급
- 생활의 편의성, 안정성, 쾌적성 도모
- 작업자들의 생산성 및 작업환경의 질 개선
- 조명용 에너지의 절감
- 건축공간의 미적감각 강조 및 증대
- 조명시스템의 유지관리 비용의 절감
- 건강과 웰빙 촉진

◎ 조명제어의 방식 - 튜닝(Tuning)

- 조명 디자인시 광손실율을 고려해서 목표조도보다 약 20~30% 높은값으로 광원 및 조명기구의 개수가 선정되는데, 초기의 조도값은 광원 및 조명기구와 공간에서 발생하는 빛의 손실을 미리 감안해서 초기값을 높게 설정하게 됨
- 그래서 초기에는 목표 조도값보다 높은 조도값으로 인해 불필요한 에너지가 낭비되는 것으로, 전체 조명기구를 목표 조도값이 될 수 있도록 광속을 일괄적으로 줄여주면 에너지 절감을 도모할 수 있음
- 시간이 지남에 따라 점차적으로 다시 광속을 높여주고, 광원의 교체시기에 즈음에서는 100%의 광속을 유지하게 함

◎ 조명제어의 방식 - 재실감지

- 재실감지는 재실감지 센서(또는 거주감지 센서로 불림, occupancy sensor)를 통해 재실자의 움직임을 감지하여 인공조명을 점소등하는 것임. 최근에는 재실감지 방법으로 CCTV나 피플 카운팅 등의 방법도 이용되고 있음
- 실내공간 중의 복도, 화장실, 회의실, 복사실 등과 같이 간헐적으로 사용되면서 오랜 시간 사용되지 않는 공간과 사용시간의 예측이 힘든 공간 등에서 주로 사용되고 있으며, 약 25~50%의 조명용 전기에너지를 절감할 수 있음
- 재실감지 센서의 감지방법은 초음파를 이용하는 방법과 적외선을 이용하는 방법이 사용되며, 초음파의 이용은 인간의 움직임으로 인해 생기는 공간 음장에서서의 간섭이 높은 주파수의 소리 파장에 변화를 주는 것을 감지하는 것이고, 적외선의 이용은 인간의 움직임 등에 의한 공간의 적외선 변화를 감지하는 것임
- 재실감지 센서는 시간 지연(delay)장치, 센서의 민감정도 조절장치 등을 포함하기도 하는데, 센서 시간 지연은 마지막 움직임이 감지된 후 조명이 소등되기 전까지의 시간을 의미함. 이 시간이 짧을수록 에너지 절감량은 많아지나, 잦은 점소등으로 인해 광원의 수명과 시스템 안정성에 영향을 줄 수 있고, 일반적으로 15분 이상이 제안되고 있으며, 최대 30분을 넘지 않도록 하고 있음
- 센서의 민감정도란 조명기구를 점소등하기 위한 움직임의 정도를 의미하는 것으로 민감정도가 높을수록 넓은 면적을 커버할 수 있으나 잘못된 소등을 야기할 수 있고, 반대로 민감정도가 낮을수록 적은 면적밖에 커버 못하며, 너무 낮은 경우에는 소등을 제대로 수행하지 못할 수도 있음

◎ 조명제어의 방식 - 주광이용 광센서 조광제어

- 주광이용 광센서 조광제어는 실내로 유입되는 주광량을 광센서로 측정하여 그 만큼의 인공조명의 광속을 줄여주는 시스템으로, 이용 가능한 주광량은 창문의 종류, 크기, 투과율, 건물의 디자인, 건물의 방향, 실내의 디자인, 가구, 차광기구 등에 영향을 받음
- 주광만으로는 항상 계획(설정)조도를 유지할 수 없기 때문에 인공조명이 반드시 필요하며, 인공조명의 절감을 위해서는 주광과 인공조명의 통합(integration) 즉 인공조명의 제어가 꼭 필요함, 조광제어는 실내로 입사된 주광과 조광된 인공조명의 합 조도가 실내의 주광량 변화와 관계없이 항상 설정조도에 유지될 수 있도록 하는 것이고, 유리창의 면적과 투과율, 공간의 방위 등에 따라 조명용 전기에너지가 약 30~60% 까지 절감될 수 있음

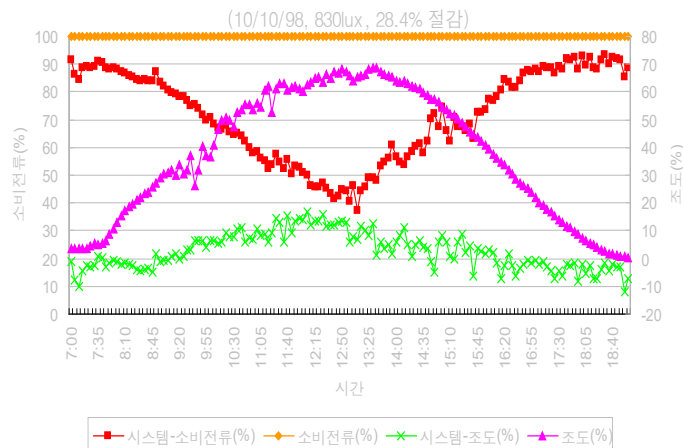


그림. 에너지 절감 예시(출처: 빛과 조명)

◎ 조명제어의 방식 - 스케줄링

- 조명시스템의 원격조정이 가능함에 따라 조명시스템의 점소등 통제가 가능하여, 많은 조명용 전기에너지를 절감할 수 있게 되었음, 이른 아침 출근 전의 조명시스템을 통제할 수 있고, 점심시간에는 전체의 조명기구를 부분적으로 소등하여 불필요한 전력낭비를 방지할 수 있는 스케줄 제어를 가능하게 함
- 스케줄 제어는 소프트웨어를 통해 일간, 주간, 휴일, 국경일 등으로 분리 설정할 수 있도록 되어 있고, 저녁 퇴근 후에는 잔업자들의 공간만 조명시스템을 점등할 수 있는 그룹제어가 가능함
- 예전의 스케줄 제어는 점소등만 으로 제어되었으나, LED 조명기구의 적용으로 인해 조광제어도 일반화 되고 있음

구분	제어방법
재실 감지 (O)	• 재실자가 있을 경우에는 자동으로 점등하고, 재실자가 없을 경우에는 자동으로 소등하거나 미리 설정된 최저 조도로 변경함
최대 밝기 줄임 (H)	• 공간의 유형에 따라서 업무시간의 경우 최대 조도레벨의 70-80%를 적용함
주광 이용 (D)	• 실내로 유입되는 주광의 양에 따라서 소등을 하거나 불필요한 조명의 밝기를 줄여주는 디밍제어를 함 • 유입되는 주광이 많을 경우에는 창측 조명들의 조도를 낮게 하거나 소등되게 하고, 유입되는 주광이 적을 경우에는 자동으로 조도가 높아지게 함
개별 디밍 (P)	• 작업의 종류나 사용자의 요구에 따라서 디밍스위치나 모바일 기기를 이용한 조도 변경이 가능하도록 함
스케줄링 (S)	• 계절별/시간대에 따라서 조명이 제어되게 하거나 평일과 주말/공휴일, 업무시간과 업무 외 시간로 구분하여 스케줄을 설정한 후 설정된 스케줄에 따라서 자동으로 점소등 되거나 디밍제어되도록 함

구분	제어방법
O + H / S + H	• 재실이 감지되거나 on으로 스케줄링된 시간에 최대 조도레벨의 70-80% 정도로 점등되게 함
O + D / S + D	• 재실자의 유무 (또는 사용자의 스케줄)와 실내 조도값을 동시에 고려하여 조명을 제어함 • 재실이 감지되거나 on으로 스케줄링된 시간에 주광의 유입으로 실내 조도가 권장조도값 이상일 경우에는 조명을 디밍제어하거나 소등함
O + D + P / S + D + P	• 재실이 감지되거나 on으로 스케줄링된 시간에 유입되는 주광의 양에 따라서 자동으로 조명을 제어하며, 필요시 사용자의 요구에 맞게 수동으로 조도를 조절할 수 있도록 함
O + S + P	• 재실자의 유무 (또는 사용자의 스케줄)에 따라서 자동으로 조명을 제어하고, 필요시 사용자의 요구에 맞게 수동으로 조도를 조절할 수 있도록 함 • 가령, 야근 시 전반조명의 조도는 낮추고 작업공간과 주변공간만 작업자가 원하는 적정 조도로 조절함. 회의 시에는 회의의 성격에 따라서 (빔 프로젝터 이용하는 회의 또는 이용하지 않는 회의) 조도를 제어할 수 있도록 함

* 재실 감지 (O), 최대 밝기 줄임 (H), 주광 이용 (D), 개별 디밍 (P), 스케줄링 (S)

공간 유형	공간명	적용 가능한 조명제어 방법				
		스케줄링	재실감지	최대밝기 줄임	주광이용	개별 디밍
사무영역	사무실	●	●	●	●	●
	회의실	●	●	●	●	●
휴게·편의시설영역	휴게실	●	●	●	●	
	매점 식당	● ●		● ●	● ●	
공용시설영역	로비	●	●	●	●	
	복도	●	●	●	●	
	계단실	●	●			
	화장실	●	●	●	●	
관리영역	기계실	●				
	전기실	●				
	관리실	●	●	●	●	

◎ 조명제어 프로토콜

- 조명제어시스템을 효율적으로 운영하기 위해서 각 기기(component) 간의 신호 교환의 정확성과 합리성을 고려해야 함
- 각 컴포넌트 간의 신호의 규약을 조명제어 프로토콜이라고 하며, 이것은 전체 시스템 중 다른 브랜드의 컴포넌트가 사용될 시에도 조명제어가 원활히 될 수 있도록 프로토콜(protocol)이 오픈되고 사용되어야 함
- 통신 프로토콜은 한 명의 제조업자(개발자) 소유하고, 설비를 위해 독점적으로 사용되는 것을 독점 프로토콜이라 함 그리고 개인적으로 개발되었어도 다른 사람의 사용이 가능하고, 프로토콜에 맞는 설비생산을 결정한 다른 제조업자들로부터 설비들 사이에 통신을 허용해 주는 것을 개방 프로토콜이라 함
- 대표적인 조명제어 방식으로 아날로그 컨트롤인 0~10 V 제어 방법은 조명광원을 조광제어하는데 많이 사용되어 왔으며, 주로 형광램프의 조광제어에 많이 사용되었고 이러한 전압 신호값을 조광용 안정기로 보내고 그에 의해 형광램프의 광속을 조절할 수 있음
- 이러한 방법은 IEC60929(International Electrotechnical Commission)의 안정기 제어방법으로 채택되었으며, IEC60929는 전자식 안정기의 표준을 다루는 내용임
- IEC60929는 PWM(Pulse Width Modulation) 제어방법도 채택하였는데, 이 방법은 최소 0 ~ 1.5 V 및 최대 10~25 V를 갖음
- DMX512(Digital Multiplex)는 대표적인 디지털 프로토콜인데, 주로 무대조명의 제어에 많이 사용됨.
- 디지털 커뮤니케이션 네트워크에 있어 데이터를 교환하는 방식으로 실제 데이터 교환에는 EIA-RS485(Electronic Industries Alliance-Recommended Standard) 방식을 채택하였으나, 현재는 USB(Universal Serial Bus)로 대체되었음.
- 512의 의미는 최대 512개의 채널의 조광이 가능하다는 것임



그림. DMX 관련 그림(출처: JB Lighting 회사제품)

- DALI(Digital Addressable Lighting Interface)는 기존의 IEC60929 0~10 V 아날로그 제어를 대체하는 방법이며, 건물자동화를 다루는 IEC62386에도 관련이 있음
- 조명제어의 대표적인 프로토콜로서 안정기와 연결되어 원하는 조명연출이 가능하도록 하였고, 각각의 안정기에는 고유의 주소가 부여되어 그룹 또는 개별 제어가 가능하기 때문에 모든 조명기구를 각각 별도로 제어할 수 있게 된 것임
- DALI 안정기의 효시는 1999년 유럽의 오스람, 필립스, 헬바에서 그 개념을 소개하였고, 그 후 많은 제조사에서 그 방식을 채택하였음
- DALI는 양방향 통신이 가능하여 조명기구의 오작동을 중앙제어시스템에서 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있음

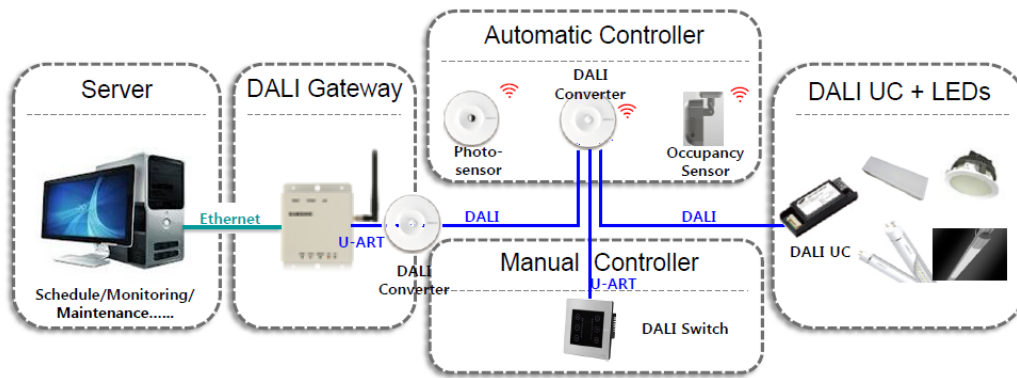


그림. DALI 시스템 예시(출처: 삼성 LED 발표자료)

구분	개념	특징
0-10V	디지털 프로토콜 방식이 등장하기 전까지 건축시스템에서 가장 일반적으로 사용된 아날로그 유선 조광방식	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 형광램프의 조광제어에 많이 사용되었으며, 0-10V의 직류전압 신호값을 조광용 안정기로 보내고 그에 의해 형광램프의 광속 (0V: 꺼짐, 10V: 100% 밝기)을 조절함
DMX 512	디지털 조명제어 통신 프로토콜의 표준으로, 한 쌍의 RS485 통신선을 이용하여 디지털 제어신호를 전달하는 통신방식	<ul style="list-style-type: none"> • 유선통신을 기반으로 하기 때문에 데이터 전송이 안정적이지만, 시스템의 설치 및 유지, 보수에 많은 비용이 필요하고, 제어 가능한 채널수와 물리적 제어 범위의 한계가 존재하여 넓은 지역을 한 번에 제어하기 위해서는 추가적인 장비나 비용이 요구됨 • 통신 방법이 단방향 구조이므로 현재 조명의 상태를 모니터링 할 수 없음
DALI	IEC 62386에 의한 개방형 표준의 조명제어용 통신 프로토콜	<ul style="list-style-type: none"> • 조명기구마다 address를 부여하여 독립적인 기능을 갖게 함으로써 작업공간의 변화 시 별도의 배선작업 없이 프로그램으로 간단하게 조명의 변경이 가능함 • 양방향의 정보통신으로 안정기와 광원의 상태를 파악할 수 있어 유지보수에도 효과적임 • 재실감지 조명, 스케줄링 조명, 수요관리 측면에서의 피크 컷팅용 조명제어 등에 적용 가능하며, 적절히 적용될 경우 30-60%의 에너지 절약이 가능함

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 빛과 조명, 문운당, 2020년, 최안섭 저
2. 최신 스마트 조명 핸드북: 조명기초, 조명제어 & 인증과 법규, 2023년, 한국조명전기설비학회 저
3. DIN V 18599-4, 2016

3 스마트 조명제어

◎ 스마트 조명제어의 개념

Light is not just for vision anymore.....

RPI Lighting Research Center, U.S.

‘망막에 도달한 빛은 인간의 행동에 다음과 같은 2가지 영향을 미친다.’

- Visual effect : Visual task를 할 수 있는 능력
- ↓
- Emotion
- ↑
- Non-visual effect : 인간 생체리듬을 24시간 주기에 맞춤

Characteristic	Visual	Circadian
Quantity	✓	✓
Spectrum	✓	✓
Timing	✓	✓
Duration	✓	✓

- 생체리듬(일주기리듬, Circadian rhythm)은 체온, 수면패턴, 호르몬 분비, 혈압과 관련이 있음
- 빛은 생체리듬을 변화시키는 가장 중요한 자극제로서, 특히 멜라토닌 호르몬과 밀접한 관련성이 있음.
- 낮에는 충분한 양의 빛에 노출되어야 하고, 야간에는 최소한의 빛과 낮은 색온도의 빛을 통해 멜라토닌 분비를 촉진시켜야 함
- 스마트 조명제어라 함은 조명이 필요한 곳에 적절한 밝기의 빛을 자동적으로 조절하는 것을 의미함
- 유선 또는 무선 네트워크로 연결되어 센서, 제어기기 등의 정보의 입출력과 제어를 통해 조명의 품질을 만족하면서 주변환경(주변의 빛, 움직임 등)이나 사전 설정(시간, 밝기 등) 등에 따라 변경이 가능한 조명시스템을 의미함

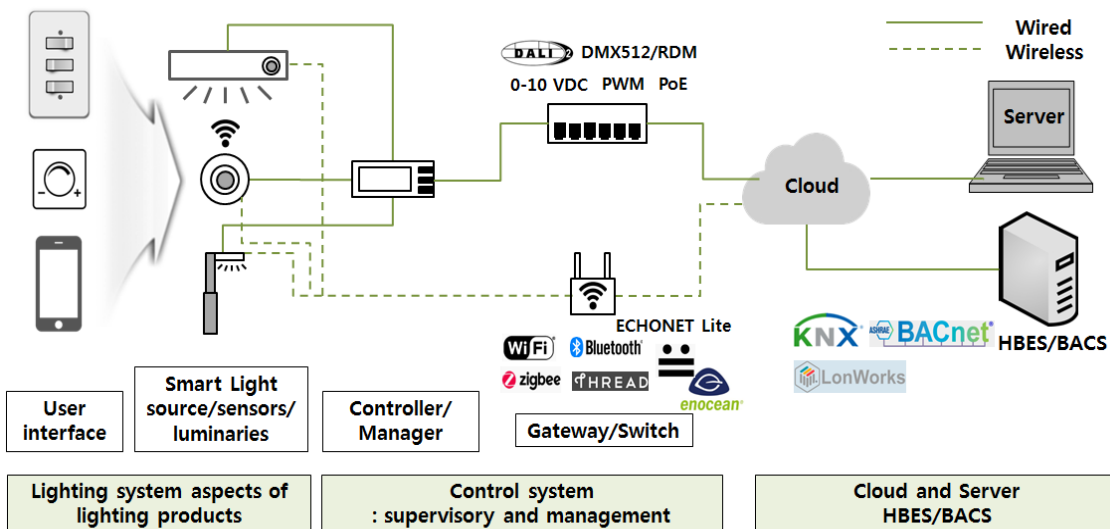


그림. 스마트 조명의 개념(출처: 최신 스마트 조명 핸드북: 조명기초, 조명제어 & 인증과 법규)

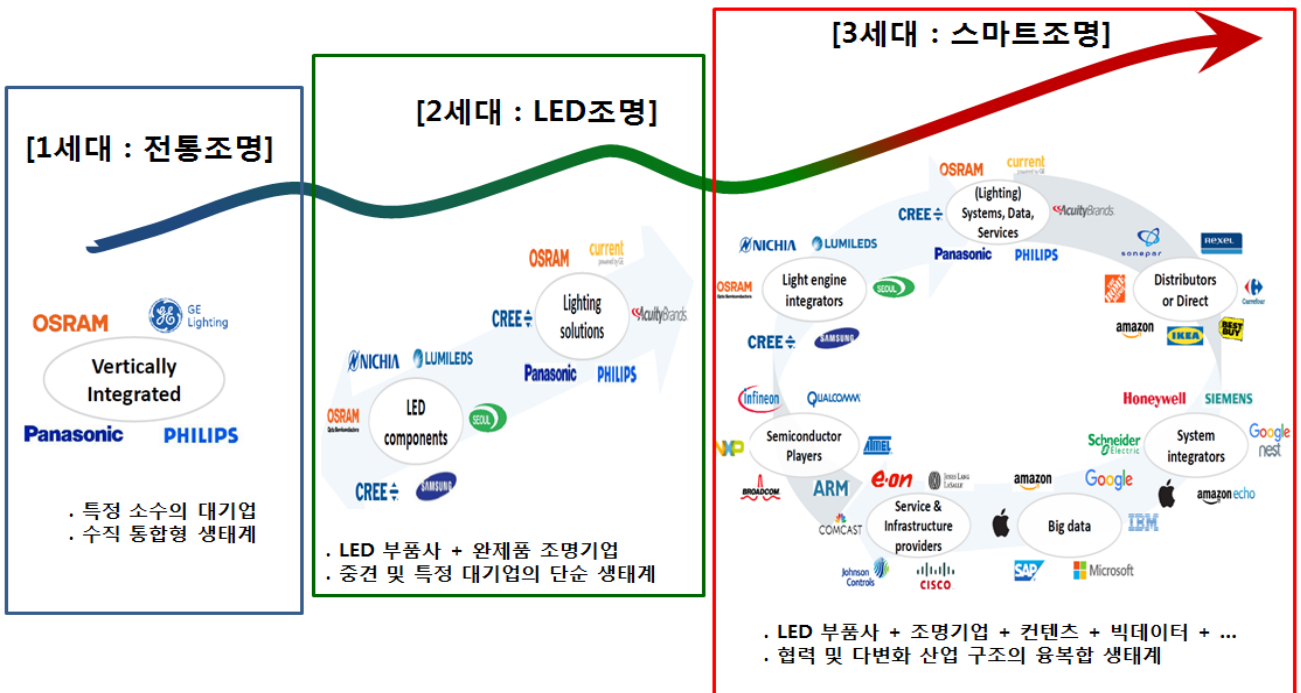


그림. 스마트 조명 산업 변화(출처: 최신 스마트 조명 핸드북: 조명기초, 조명제어 & 인증과 법규)

- 더 나아가, 인간의 생체리듬에 적합한 빛의 세기와 색온도를 조성하고, 특별 상황에 맞도록 배광조절 등을 통해 공간의 빛환경 변화를 제공하며, 이러한 조절이 행위자의 생활 시나리오와 공간위치에 따라 자동적으로 조절되는 조명시스템을 지칭함
- 스마트 조명은 서케디언 리듬(circadian rhythm), 감성(emotion), 지능(intelligence)의 세 가지의 개념으로 나누어 볼 수 있으며, 이 세 가지 개념이 종합될 때 진정한 의미의 스마트 조명제어시스템이 되는 것임

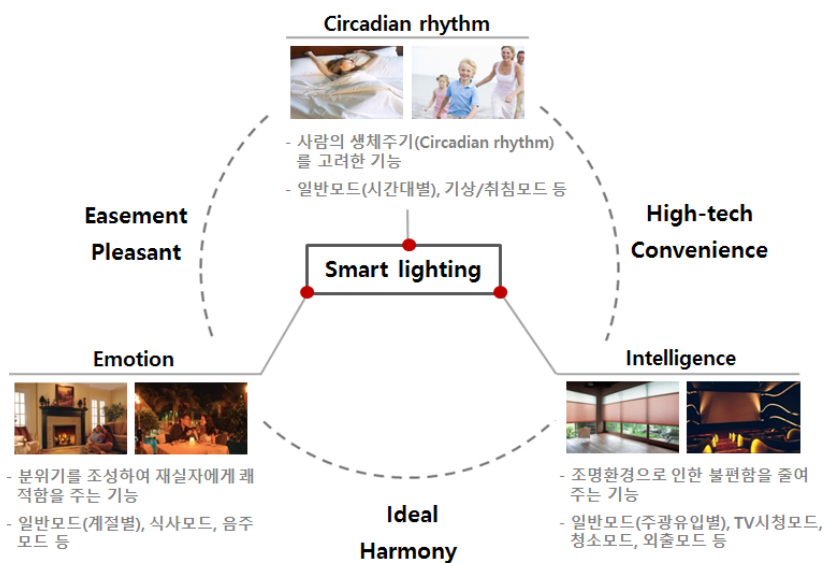


그림. 스마트 조명의 개념(출처: 빛과 조명)

◎ 스마트 조명제어의 적용

■ 주거공간의 스마트 LED 조명시스템 콘텐츠

- + 계절에 따른 색온도 제어
- 계절에 따라 색온도를 제어하여 쾌적하고 감성적인 조명환경 제공
- 색온도 제어 범위 제한 : 봄/가을 - 4000K~4500K, 여름 - 5000K~5500K, 겨울 - 3000K~3500K



Time scheduling /Touch pad /Mobile

■ 주거공간의 스마트 LED 조명시스템 콘텐츠

- + 시간에 따른 색온도 제어
- PM 10:00와 AM 12:00를 기준으로 점진적으로 조도 레벨을 낮춤.
- 에너지 절약 및 눈에 피로도 감소의 효과를 주고, 빛의 생체리듬에 대한 영향의 최소화
- 기존 조도의 80% 수준으로 조광 제어함.
- ※ 사람이 조도의 변화를 인식하는 시점은 기존조도에서 20% 이상으로 변할 때이므로 그 범위 이내에서 조도 조절함.



Time scheduling /Touch pad /Mobile

그림. 주거공간의 스마트 조명제어 예시(출처: 빛과 조명)



봄/가을: 코브, 거실등, 복도등 : 4500K, 전반조도 400lx



여름: 코브, 거실등, 복도등 : 5500K, 전반조도 400lx



겨울: 코브, 거실등, 복도등 : 3500K, 전반조도 400lx



코브, 거실등 : 5500K, 전반조도 300lx
스포츠 시청 모드



코브, 거실등 : 4500K, 전반조도 200lx
일반 TV 시청 모드



코브, 거실등 : 3500K, 전반조도 100lx
영화 관람 모드

그림. 주거공간의 스마트 조명제어 예시(출처: 빛과 조명)



독서등, 거실등, 코브 : 5500K, 작업면조도 400lx
플로어스탠드 off, 독서조명 on



플로어스탠드, 거실등, 코브 : 5500K, 작업면조도 400lx
플로어스탠드 on, 독서조명 off



거실등, 코브(TV시청모드) : 4500K, 전반조도 200lx
조리대, 간이조리대, 주방보조등 : 5500K, 식탁면조도 400lx
거실에 채실자가 TV시청을 하고 있을 때 거실 모드 유지



코브, 거실등 : 3500K, 150lx
조리대, 간이조리대, 보조등 : 3500K, 600lx
거실에서 본 주방이미지



코브, 거실등 : 3500K, 전반조도 150lx
조리대, 간이조리대, 보조등 : 4500K, 식탁면조도 400lx
거실에서 본 주방이미지

그림. 주거공간의 스마트 조명제어 예시(출처: 빛과 조명)

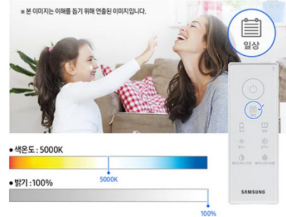


그림. 주거공간의 색온도 변화(출처: 직접 촬영)



▶ 일상 모드

Human Center Solution 없이 일상적인 생활에 필요한 채도 및 색온도를 선택하세요.
(이모션으로 일상 모드를 선택 시 일일리듬을 자동으로 선택합니다.)



▶ 휴식 모드

가벼운 독서를 하거나 음악청취 등, 편안한 분위기에서 휴식을 취할 때 선택하세요.
(이모션으로 휴식 모드를 선택 시 일일리듬을 자동으로 선택합니다.)



▶ 집중 모드

낮 시간 태너리와의 중요으로 할러도, 낮의 약한사기과 두뇌를 각성, 신개 활동성을 높일 수 있습니다.
명예를 향해서 집중력이 향상되는 모드를 선택하세요.
(이모션으로 집중 모드를 선택 시 일일리듬을 자동으로 선택합니다.)



그림. 생체리듬 조명(출처: 삼성전자 생체리듬 조명)



그림. 생체리듬 조명(출처: 삼성전자 생체리듬 조명)

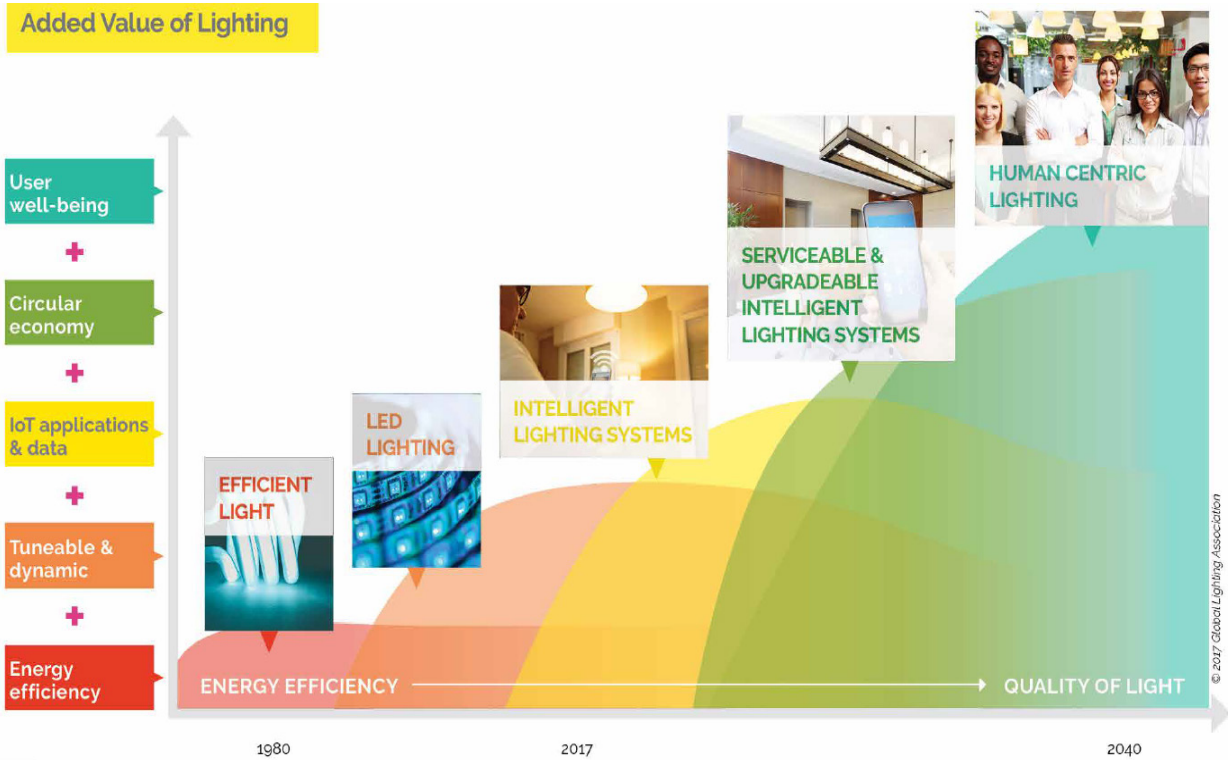


그림. 조명산업의 로드맵(출처: GLA 2018)

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 빛과 조명, 문운당, 2020년, 최안섭 저
2. 최신 스마트 조명 핸드북: 조명기초, 조명제어 & 인증과 법규, 2023년, 한국조명전기설비학회 저
3. DIN V 18599-4, 2016

B.9

태양광, BIPV 설비 기술

교육 목표

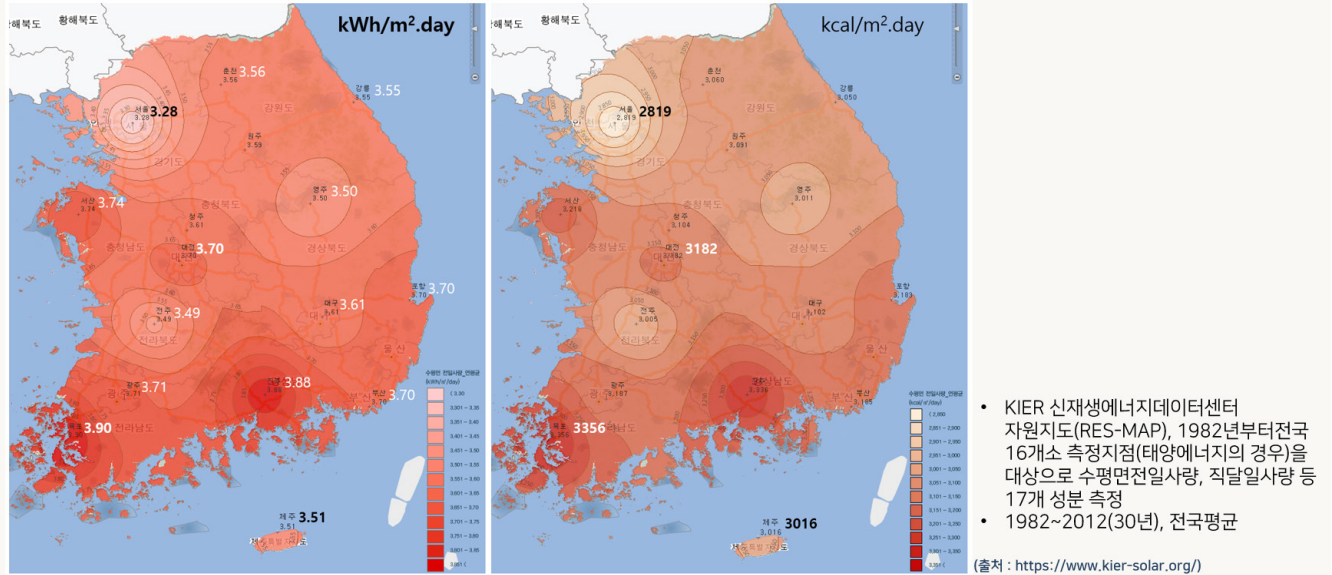
- * 태양광발전 시스템의 주요 구성요소와 발전 원리를 이해한다.
- * 태양광발전 시스템의 발전 성능 영향 요소 및 현 기술수준을 파악한다.
- * 태양광발전 시스템의 개략적 용량 설계 및 발전량 평가방법을 학습한다.
- * 국내 건물에너지 정책 변화 고찰을 통해 관련 기술 및 시장의 현황과 미래를 파악한다.
- * 제로에너지건축물 의무화 제도를 이해하고, 등급 달성을 위한 기본 전략을 학습한다.
- * 건물의 에너지소비 및 생산의 정량적 밸런스를 이해하고, 핵심 지표를 숙지한다.

태양광, BIPV 설비 기술

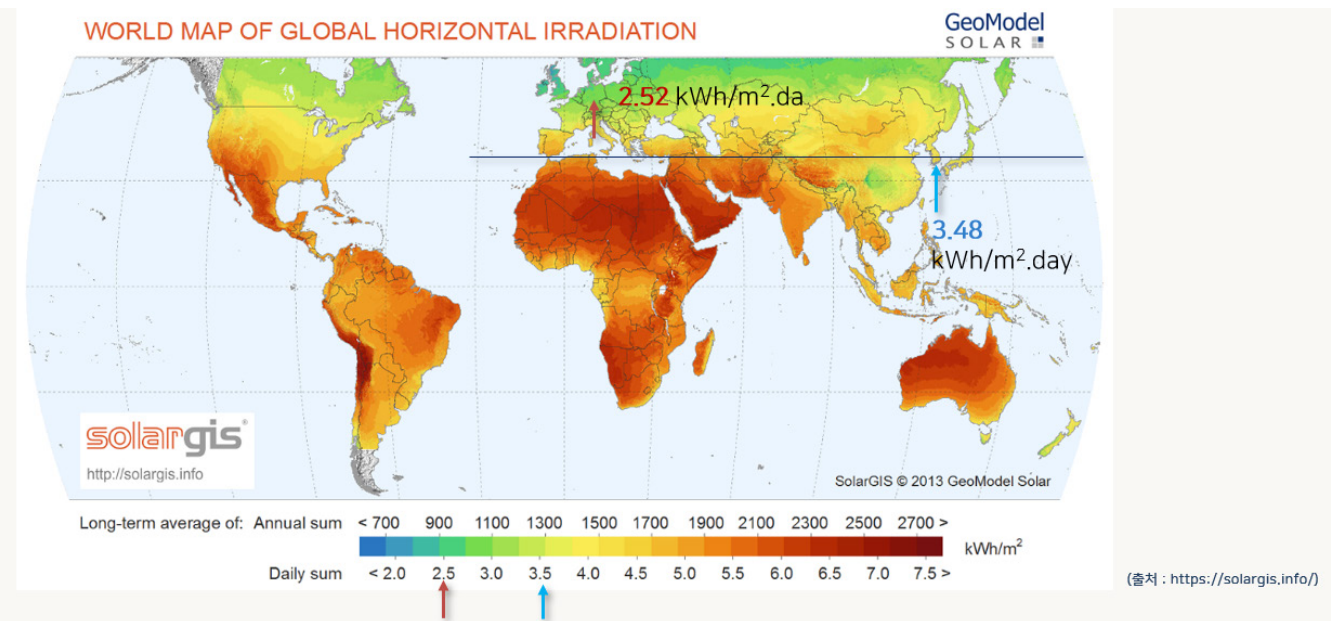
- * 건물의 용도별 제로에너지 자립 전략을 숙지한다.
- * 주거 및 상업/공공건물의 현재 기술수준과 제로에너지 달성 가능성을 학습한다.
- * ZEB의 구현에 요구되는 태양광발전의 역할 및 정량적 잠재시장을 숙지한다.
- * 건물일체형 태양광발전(BIPV)의 개념과 장단점, 요구성능 등을 학습하고,
- * 현재의 기술수준 및 최신의 동향을 파악함으로써 BIPV 시장대응 능력을 배양한다.
- * 최신의 설계사례를 통해 이 시장의 핵심 가치와 미래 발전방향을 숙지한다.
- * BIPV 성능에 영향을 미치는 핵심 고려요소를 학습하고, 최적 설계 능력을 배양한다.

1 태양광발전 기초지식

☉ 태양에너지 자원

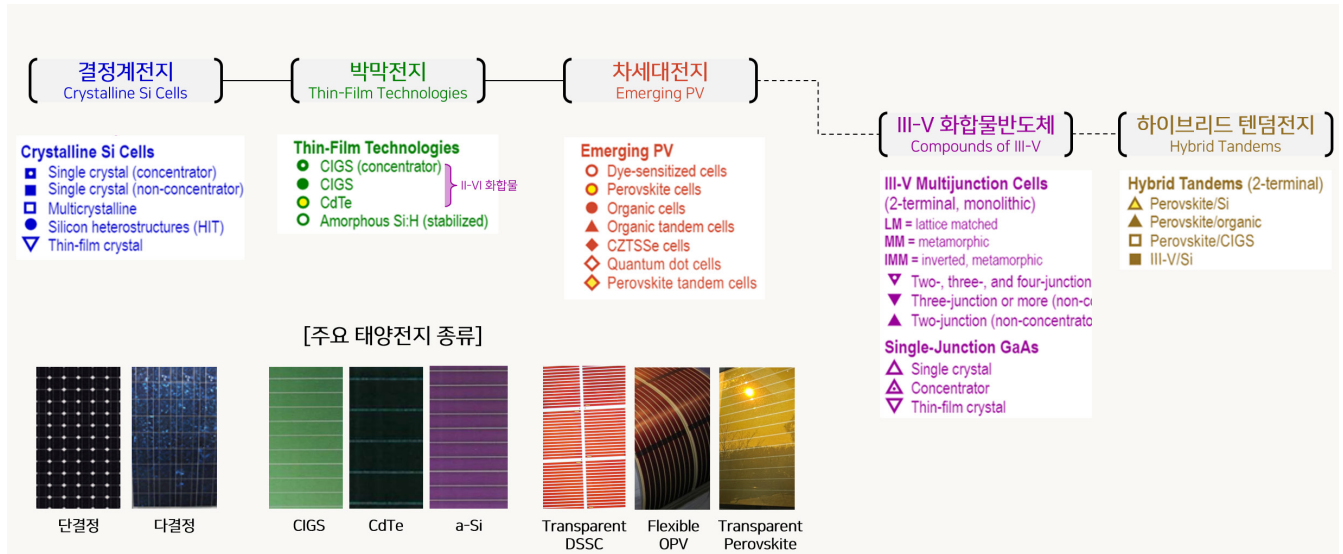


- 국내 연평균 일일적산일사량: 3.48 kWh/m².day = 2,993 kcal/m².day
- 국내 연적산일사량: 1,270 kWh/m².yr = 1,092 Mcal/m².yr



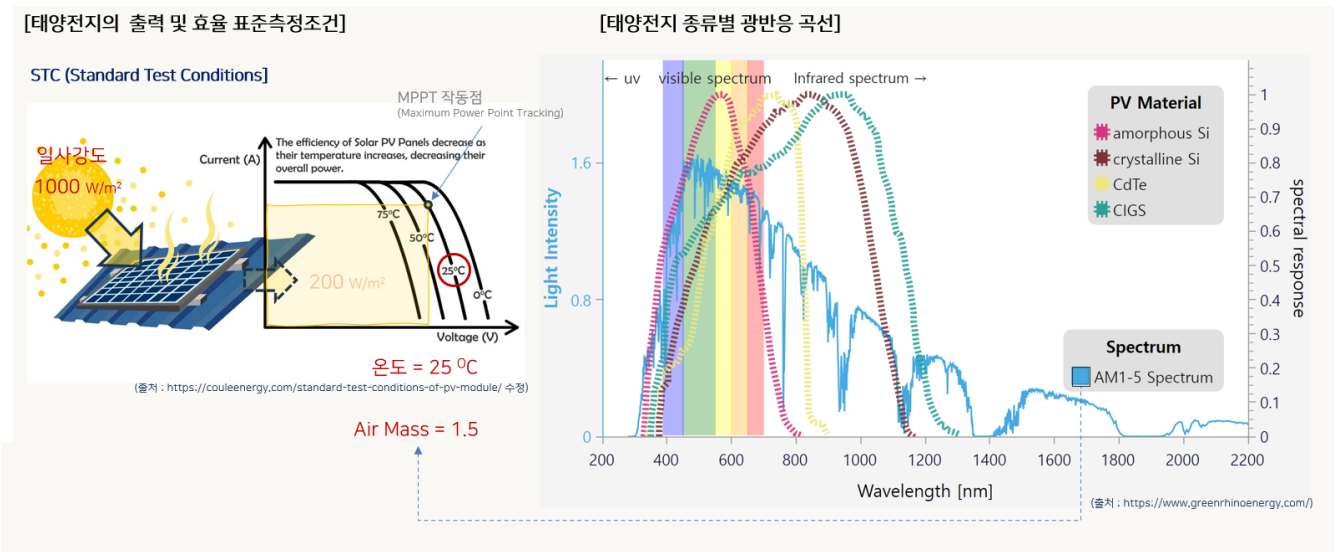
- 국내 연평균 일일적산일사량: 3.48 kWh/m².day
- 국내 연적산일사량: 1,270 kWh/m².yr
- 일본: 3.25 kWh/m².day
- 독일: 2.52 kWh/m².day
- 네덜란드: 2.85 kWh/m².day

☉ 태양전지 종류



- 태양전지는 광전효과를 이용해 태양복사 에너지를 전기에너지로 변환하는 반도체 소자로 정의됨
- 생산되는 전기는 직류임
- 기술개발의 수준에 따라 1세대 결정계 실리콘 태양전지, 2세대 박막 태양전지, 차세대 태양전지로 분류
- 소재의 종류에 따라 실리콘계 태양전지와 화합물반도체계 태양전지 및 유기계 태양전지로 구분
- 결정계 전지의 경우 단결정 및 다결정 태양전지, 박막전지의 경우는 a-Si과 CIGS 태양전지 건축분야에 응용 가능
- 차세대 태양전지 중에서는 염료감응형 태양전지와 유기태양전지 및 최근에는 페로브스카이트 태양전지에 큰 관심
- 특히 Perovskite 태양전지는 높은 광전 변환효율과 낮은 생산단가로 인해 결정계 태양전지를 대체할 차세대 전지의 대표주자이며 특히 BIPV 분야의 높은 활용성에 큰 기대

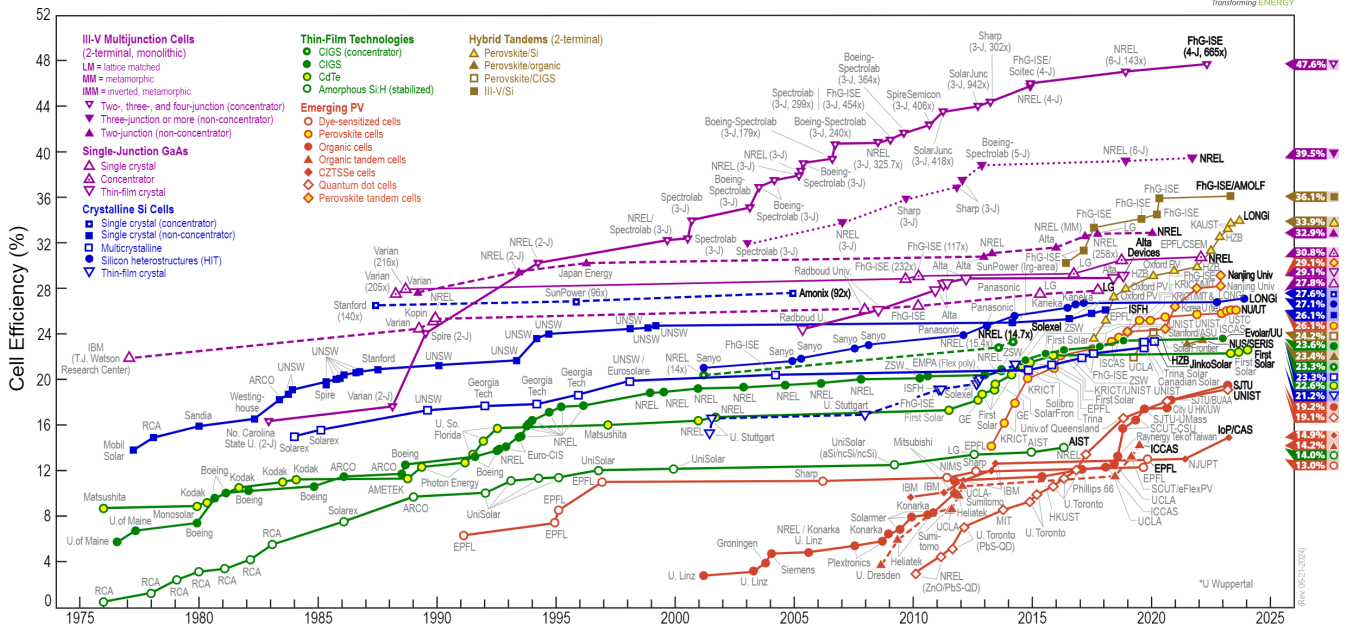
☉ 태양전지 효율과 표준측정조건



- 태양전지의 효율 및 출력에 가장 큰 영향을 미치는 것은 태양복사의 강도, 태양전지 온도 및 대기질량
- 좌측 그림의 그래프는 태양전지의 출력을 나타내는 IV곡선으로 x축은 전압(V), y축은 전류(I)를 나타냄
- 태양전지의 출력은 주어진 온도 또는 일사강도 조건에서 곡선상의 특정점에서 작동하며, 이때의 출력값은 특정점과 이루는 사각형의 면적, 즉 전류*전압에 의해 결정
- 곡선상에서 사각형의 면적이 최대가 되는 특정점을 찾아 태양전지가 작동되게 할 경우 가장 큰 출력을 기대할 수 있으며, 이는 인버터 내에 있는 MPPT (최대출력점추적) 제어회로에 의해 조절됨
- 온도에 따라 출력특성이 변하며 일반적으로 온도가 상승하면 전압강하가 발생하여 전체적인 발전 출력도 감소
- 태양복사의 강도가 높아질 경우는 비례적으로 전류량도 증가하여 최종 출력값도 증가
- 우측 그래프는 태양복사 스펙트럼과 주요 태양전지의 광반응 곡선을 나타냄
- 적색으로 표시된 a-Si의 경우 주로 단파장의 가시광선 영역에서 반응하여 발전
- 결정계 태양전지는 근적외선 영역까지 훨씬 더 넓은 광반응 특성 가지고 있음
- 태양복사 스펙트럼의 강도와 태양전지의 광반응 곡선이 잘 매칭될 경우 높은 발전효율을 기대할 수 있음
- 태양복사가 대기권을 통과하는 경로(에어매스)에 따라 태양복사 스펙트럼도 변화, 이에 대한 표준조건도 설정 필요
- 태양전지 또는 태양광 모듈의 효율 측정을 위해선 변수에 대한 동일한 환경의 표준값이 적용되어야 하며, STC 표준조건은 일사강도 1000 W/m², 온도 25°C 및 Air Mass = 1.5 로 정하고 있음

☉ 태양전지 종류 및 성능

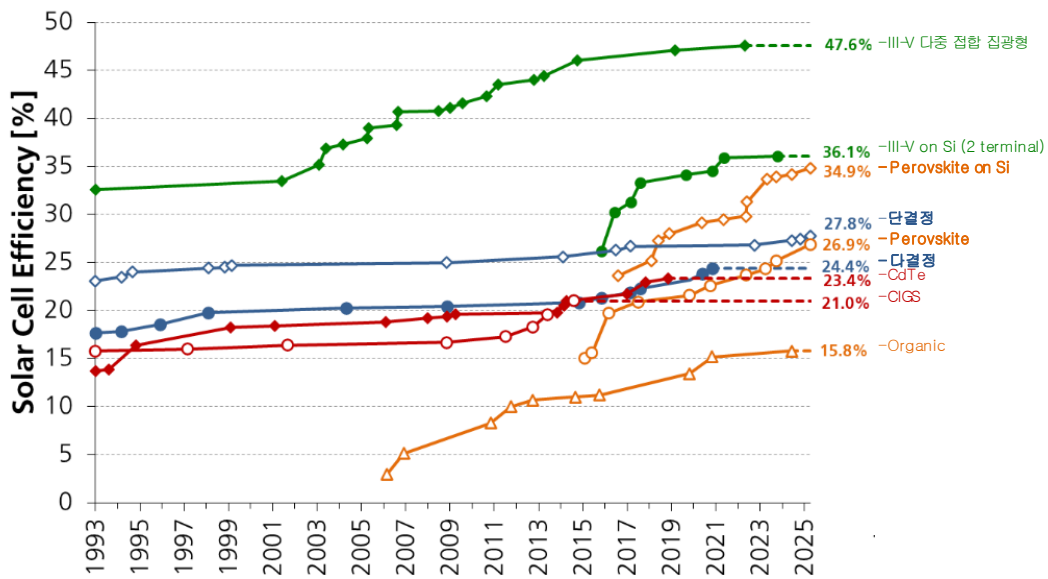
Best Research-Cell Efficiencies



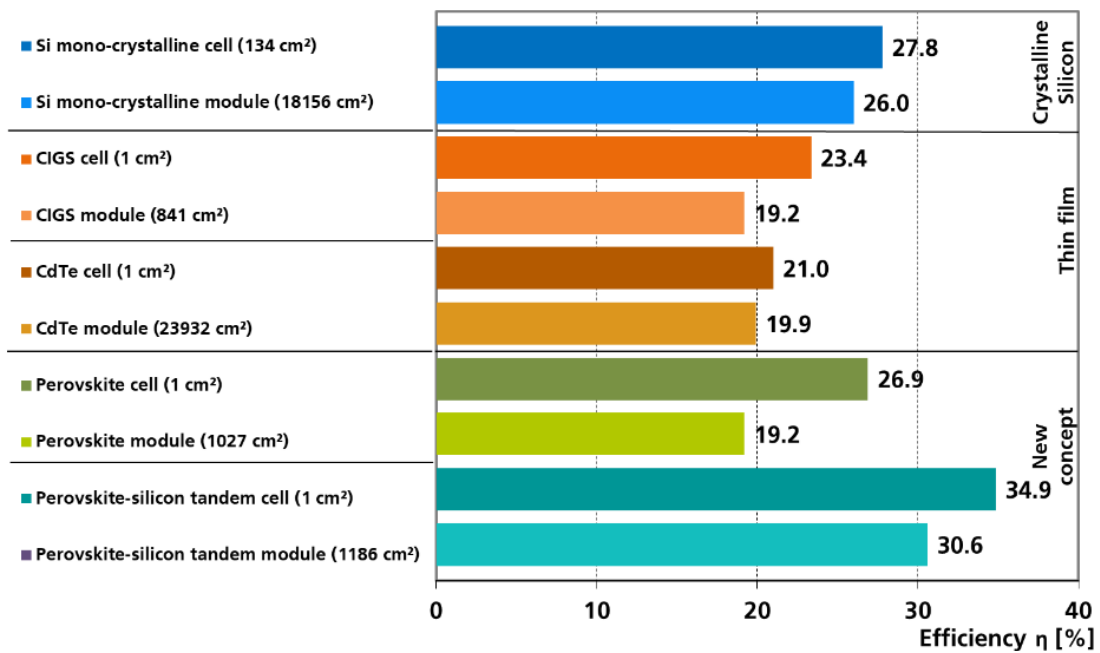
[태양전지 종류별 세계 최고효율 변화동향]

출처 : <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>

- NREL에서는 매년 태양전지(1976~) 및 태양광모듈(1988~)의 세계 최고효율 달성기록 모니터링 및 발표
- NREL의 자료는 모든 태양전지 종류를 포함하고 있어 다소 복잡



[태양전지 종류별 세계 최고효율 변화동향]
출처 : <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>

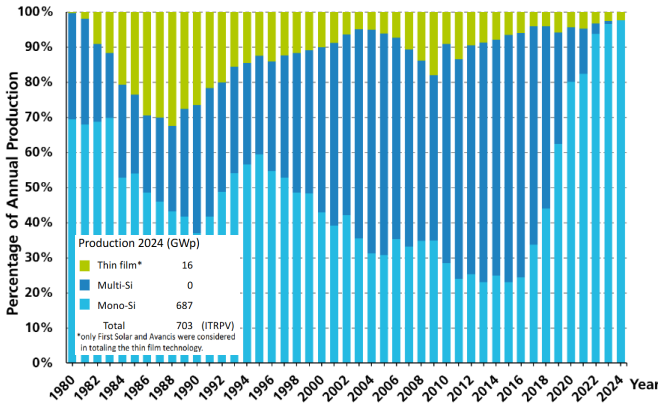


[태양전지 종류별 전지 및 모듈의 세계 최고효율 비교 | Best Lab Cells vs. Best Lab Modules]
출처: Photovoltaics Report - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, 29 May 2025
<https://www.ise.fraunhofer.de/>

- 2025년 5월 독일 프라운호퍼 ISE에서 제시한 그래프(위): 실험실 수준의 주요 태양전지 최고효율의 연간 변화동향
- 아래 그래프는 CTM(Cell to Module ratio)을 고려하여 동일전지를 모듈화 했을 때의 효율 비교
- 현재 태양광발전 시장의 주류를 이루고 있는 단결정 태양전지는 27.8%, 모듈은 26%로 세계 최고 효율 수준으로 평가
- BIPV 시장에서 기대하고 있는 CIGS 태양전지의 경우 23.4%, 모듈 19.2% 수준
- Perovskite 태양전지는 26.9%와 모듈 19.2%로 평가
- 현재 및 미래 ZEB 건물의 에너지자립율 예측 평가를 위해서는 모듈 효율 기준 활용

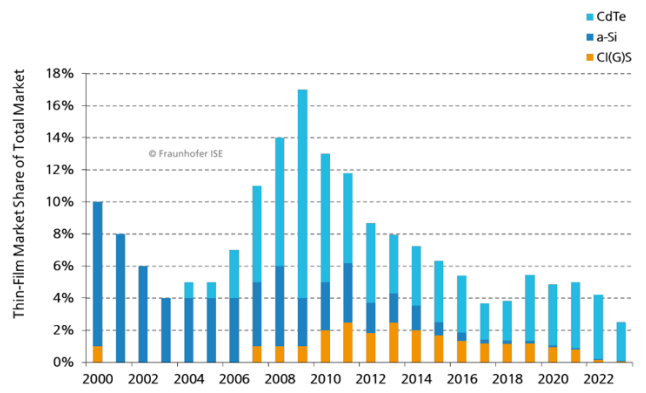
☉ 태양전지 종류 및 시장주도 기술

[태양전지 종류별 시장점유율]



(출처 : Photovoltaics Report - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, 29 May 2025
https://www.ise.fraunhofer.de/)

[태양전지 종류별 시장점유율]



(출처 : Photovoltaics Report - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, 17 May 2024
https://www.ise.fraunhofer.de/)

- 2024년 기준 전세계 태양광 시장의 97.7% 이상이 단결정(mono c-Si) 태양전지가 차지함.
- 박막 태양전지는 2.3%의 점유율을 보이며, 발전소 분야에 응용되고 있는 CdTe가 대부분임.
- BIPV 분야에서 크게 기대하고 있던 a-Si 및 CIGS는 효율한계 및 제작공정의 복잡성, 가격경쟁력 등에서 최근 들어 시장점유율이 매우 저조한 상황.

- 지난 40여년간의 전세계 태양전지 종류별 시장점유율(좌)과 2000년 이후 박막전지 종류별 시장 점유율(우)
- 2024년 기준으로 전세계 태양광 시장의 97.7% 이상이 단결정(mono c-Si) 태양전지가 공급
- 다결정(poly c-Si)은 한때 가격경쟁력으로 유행했으나, 최근 비용효과 측면에서 2024년 기준 생산 중단
- 박막전지의 시장점유율은 약 2.3%
- a-Si은 실리콘 소모량이 결정계 실리콘 태양전지 대비 약 1/100 수준이라 낮은 효율에도 불구하고 초기시장 주도
- 투광성 a-Si은 건축물의 유리창을 대체할 수 있어 BIPV 분야에서 많은 인기
- 효율개선을 위해 적층형 구조의 개발 등 시도, 근본적 효율한계가 14% 수준이라 결국 시장에서 퇴출되는 분위기
- CIGS 전지의 경우 박막임에도 불구하고 광전 변환효율이 결정계 수준과 경쟁할 수 있을 정도로 매우 높음
- 다만 생산단가가 높고 대면적화, 대량생산 등에서 큰 진보가 이루어 지지 않음

◎ PV 모듈의 구조 및 종류, 용어 정의



- 모듈(module) 또는 태양광 패널(solar panel): 다수의 태양전지(solar cell)를 직렬 또는 병렬로 구성하여 제작한 하나의 판재
- 스트링(string): 다수의 모듈을 직렬 연결한 것, 모듈 연결할 수록 전압 증가
- 어레이(array): 다수의 스트링을 병렬 연결한 것, 전류 증가
- 어레이의 구성을 통해 최종 직-병렬 회로 구성 완성, 태양광 시스템의 용량 및 사양이 결정됨

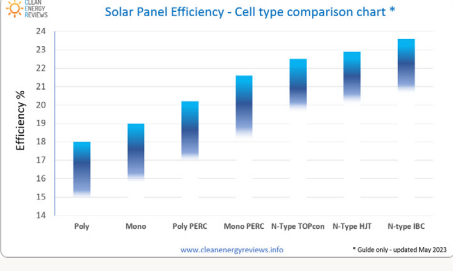
- PV모듈은 제일 상부층부터 전면재, 봉지재, 태양전지, 봉지재, 후면재, 단자함 및 외곽프레임으로 구성
- 전면재는 일반적으로 투과율을 최대화하기 위해 저철분유리를 사용하며 최근 컬러 유리 또는 필름 등 적용
- 봉지재는 태양전지를 보호하기 위한 접착, 기밀, 수밀 등의 역할을 하는 층으로 투명 필름인 EVA, PVB 등 사용
- 후면재는 충격, 부식, 방습 등으로부터 보호, 구조강성 강화, 내화, 방열 등 담당하며 PET, PVF 등의 백시트 필름, 투명한 유리, 강판 등 적용

- PV모듈의 제작에서 가장 중요한 과정은 각 부재를 결합하여 하나의 판재로 봉합하는 라미네이팅 과정임
- 진공 가열 및 냉각과정을 통해 기포 없이 판재화 하는 과정으로 모듈의 내구성 및 신뢰성에 큰 영향

◎ 상용화 PV 모듈의 종류 및 성능

- 고효율 모듈: Mono, N-type, PERC, TOPCon, Half-cut, Singled, HJT, : MBB(Multiple micro-wire, Smart-wire), IBC, MWT/EWT, IBC
- 최고효율 모듈: 485 W, 24.3%

- 핵심 적용기술에 따른 고효율 태양전지 효율개선효과
 - Polycrystalline - 15 to 18%
 - Monocrystalline - 16.5 to 19%
 - Polycrystalline PERC - 17 to 19.5%
 - Monocrystalline PERC - 17.5 to 20%
 - Monocrystalline N-type - 19 to 20.5%
 - Monocrystalline N-type TOPcon - 20 to 22.4%
 - Monocrystalline N-type HJT - 20.5 to 22.6%
 - Monocrystalline N-type IBC - 20.8 to 22.8%

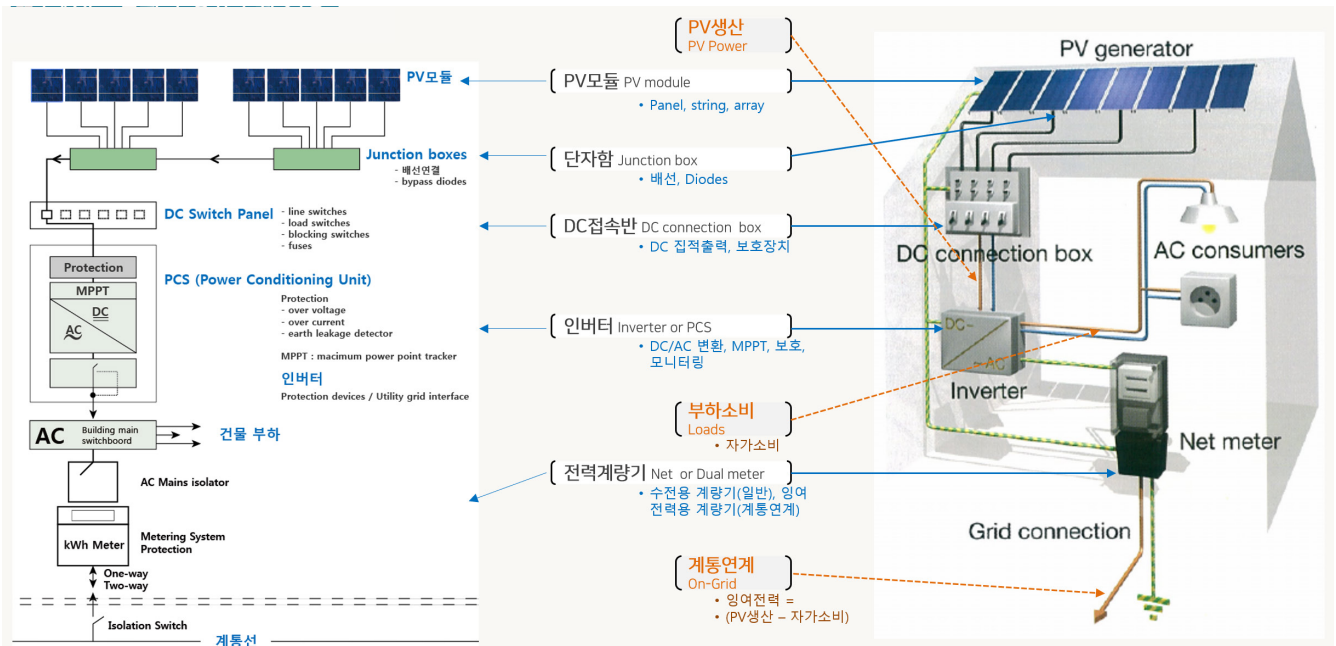


Solar Cell Types and Panel Efficiency v3

CLEAN ENERGY REVIEWS Most Efficient Residential Solar Panels 2025 * VS.0 Mar 2025				
Manufacturer	Model	Power Rating	Cell Technology	Efficiency
AIKO	Necstar 2P	485W	N-Type ABC (Back Contact)	24.3 %
maxeon	Maxeon 7	445W	N-Type IBC (Back Contact)	24.1 %
Jinko Solar	Tiger NEO 60HL4-V	515W	N-Type TOPcon	23.8 %
REC	Black Tiger Series	460W	N-Type TOPcon (Back Contact)	23.6 %
SPIC	Andromeda 3.0	460W	N-Type ABC (Back Contact)	23.6 %
LONGI Solar	Hi-MO 6 Scientist	455W	N-Type Hetero Hybrid Back Contact	23.3 %
HJASUN	Himalaya G12R	450W	N-Type HJT	23.0 %
CanadianSolar	TOPHiKu6	470W	N-Type TOPcon	23.0 %
WINNICO	WST-NGK-D3	450W	N-Type TOPcon	23.0 %
TrinaSolar	Vertex S+	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
TW SOLAR	Repower N G12R-40	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
JASOLAR	Deep Blue 4.0	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
risen	n-Type Topcon	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
DASOLAR	DAS-DH96NE	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
ASTHORENER	Astro N5S	445W	N-Type TOPcon	22.8 %
REC	Alpha Pure RX	470W	N-Type HJT	22.6 %
PHOENIX	Helios	440W	N-Type HJT	22.5 %
Q CELLS	Q.TRON M-G2+	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
YUNIPOLAR	Panda 3.0 Mini	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
SHARP	NU-JC40	440W	N-Type TOPcon	22.5 %

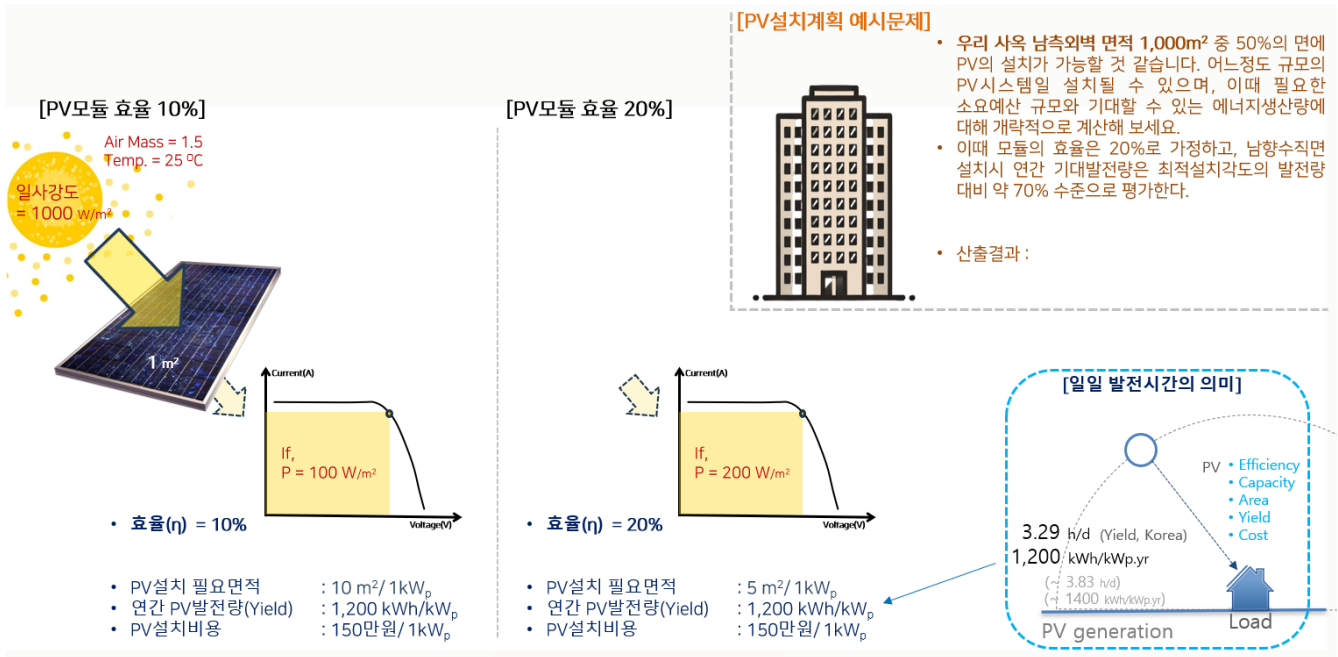
- PV모듈 수준에서 효율 개선 위한 기술은 단결정, PERC, N-type, TOPcon, HJT 및 백컨택 IBC 기술 등
- 2025년 5월 기준 상용화 수준의 세계 최고 성능 모듈은 AIKO사의 n-type ABC 모듈(출력 485W, 효율 24.3%)

◎ PV 시스템의 구성요소와 기능



- 태양광시스템의 핵심 구성요소는 PV모듈, 인버터이며 DC접속반과 전력계량기 등이 필요함
- PV모듈을 통해 생산된 직류전기는 스트링 및 어레이 결선을 통해 DC접속반으로 모임
- 접속반에서는 모듈간의 연결과 보호기능을 제공, DC전류를 모아 인버터로 제공함
- 인버터(또는 PCS)에서는 PV모듈에서 생산된 직류전력을 교류전력으로 변환하여 자가소비 하거나 계통에 송전함
- 인버터 내부에는 DC/AC 변환 외에도 발전량 극대화 위한 MPPT 제어회로와 다양한 보호회로 내장
- 대부분의 인버터 내부에는 발전 관련 필수 정보 모니터링 회로 내장, RTU 별도 설치할 경우 데이터 수집도 가능
- 인버터로 변화된 직류전력은 건물 내 부하가 존재할 경우 우선 자가소비, 잉여전력 발생시 계통으로 역송전
- 수전과 송전의 가격이 동일할 경우 하나의 전력량계로 net metering 가능, 혹은 dual metering 필요
- 계통연계가 되지 않는 건물의 경우 ESS 등 설치되어야 잉여전력 활용 가능

◎ PV 시스템의 개략적 용량산출 방법



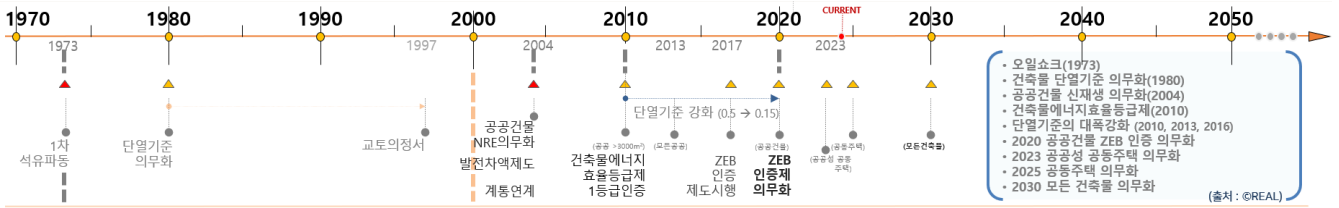
- PV모듈의 효율이 10%, 표준조건 단위면적당 1,000W/m²의 태양복사 투사될 경우 발전량 P는 100W/m²
- 역으로 1000 W/m² 출력을 얻고자 할 경우, PV모듈 10장 즉, 총 10m²의 PV 필요
- 우리나라 기상조건에서 남향 30° 경사면 지붕에 PV 1kW_p 설치할 경우, 365일간 평균 발전량 1,200 kWh/kW_p.yr
- 해당 값을 365로 나누면 하루 평균 1kW_p당 약 3.29 kWh/kW_p.day의 전기 생산 가능
- 이를 우리나라 평균 일일발전시간 3.29 시간(hours/day)로 정의한 것임
- 최근에는 1kW_p로 연간 1,400 kWh/kW_p까지 생산하며, 일일 발전량이 3.83 시간/day까지 증가함
- 설치 비용 또한 급속히 하락하여 제반 구성요소, 설치비 등 포함 주택 지붕용 약 150만원/1kW_p 이하
- 단위용량당 필요면적, 설치비용, 연간 기대발전량의 3개 지표로 태양광시스템의 설치계획 개략적 평가 가능

◎ 참고 서적 및 사이트

1. <https://www.kier-solar.org/>
2. <https://solargis.info/>
3. <https://www.greenrhinoenergy.com/>
4. <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>
5. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
6. <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/most-efficient-solar-panels>

2 ZEB와 태양광발전

◎ 국내 제로에너지건축물 의무화 배경 및 인증제도 현황



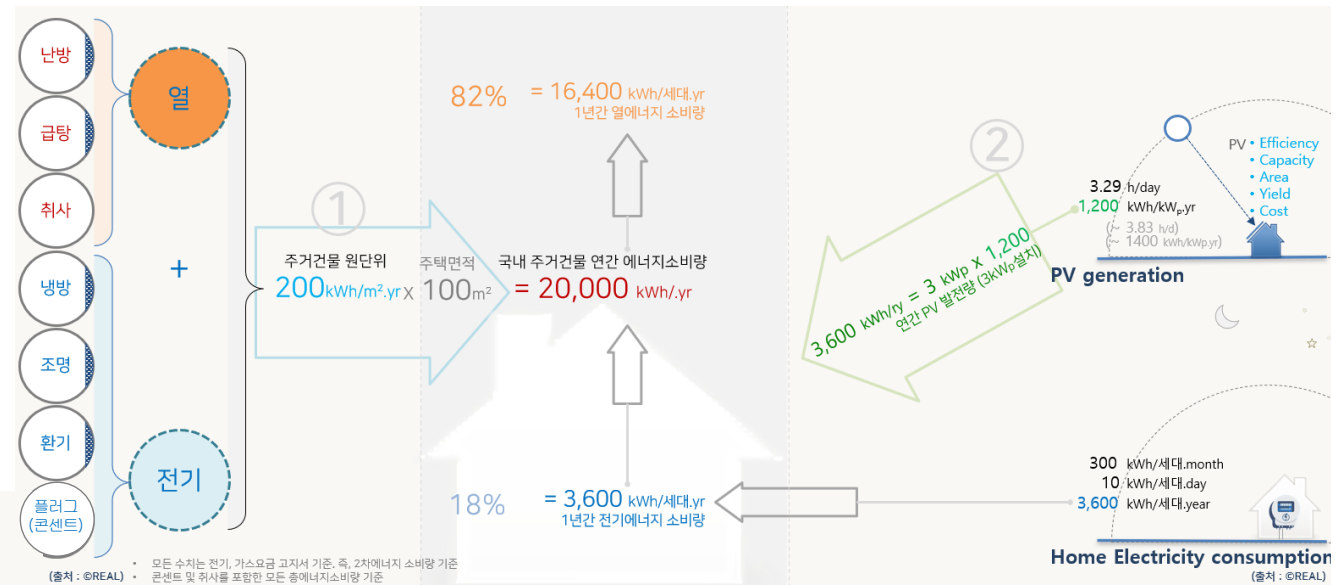
- 지난 50년간 국내 건물에너지 분야의 주요 정책변화
- 1980년 단열재 설치 의무화, 2000년까지는 건물에너지 절약 및 효율 기술에 집중하였음
- 2000년 이후부터 신재생에너지에 대한 집중 투자가 이루어졌으며, 2004년 발효된 공공건물 신재생에너지의무화 제도, 발전차액제도, 계통연계 제도 등이 매우 큰 전환점이 됨
- 2010년 이후 건축물에너지효율등급제 시행, 단열기준의 강화
- 2017년 ZEB 인증제도 시행 및 2020년 공공건물 대상 의무화 시작, 2025년 민간 공동주택까지 확대



[제로에너지건축물 의무화 제도 인증기준 및 현황]

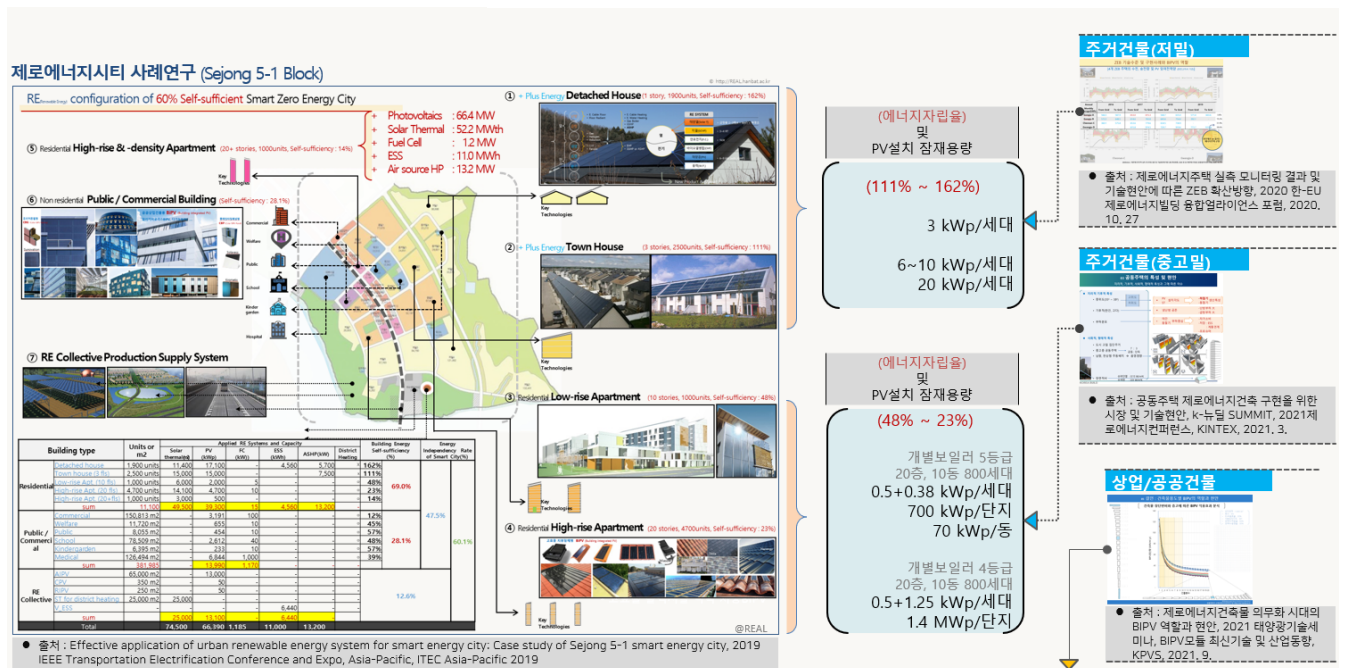
- 현행 ZEB 인증제도의 인증기준 및 현황
- 2025년부터 기존 건축물에너지효율등급제가 제로에너지건축물 인증제로 통합됨
- 인증기준의 핵심 요구사항은 에너지자립률과, 단위면적당 1차에너지소요량 기준 충족 및 모니터링시스템의 설치
- 단열 기준 포함 대부분의 패시브 및 효율 기술은 이미 충분히 포화상태로 볼 수 있음
- 신재생에너지를 통해서만 대폭적인 에너지자립률, 즉 등급의 변화가 가능할 것으로 보임

◎ 주거건물 에너지 소비 현황 및 PV 생산 에너지 밸런스



- 주거건물의 에너지 소비는 크게 열(가스)과 전기로 구분되며, 열은 난방/급탕/취사에 사용 됨
- 전기의 경우 냉방/ 조명/ 환기/ 플러그에 사용되어 총 7개의 항목에 에너지 소비
- 제로에너지인증제도 등 국가 관리 1차에너지소비량에는 취사와 플러그가 빠진 5개 항목만을 포함

◎ 건물용도별 ZEB 기술현황 및 PV 잠재시장



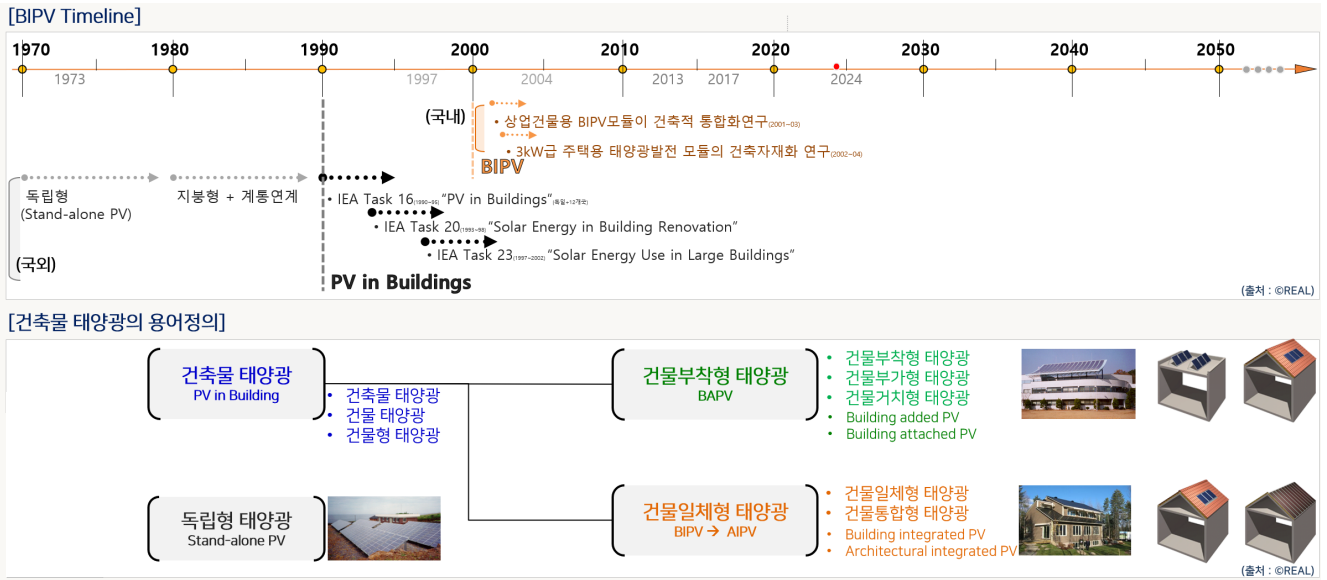
- 2019년 세종시 5-1 블록 대상 “스마트제로에너지시티” 계획 결과
- 계획연도 기준 3~5년 뒤 실지 입주 가정, 현재 기술 및 경제성 고려하여 건물용도별 최대 구현가능한 설계 적용 사례
- 저층 주거건물 경우 약 111% ~ 162%까지 플러스에너지주택 구현 가능, 세대당 6~20kWp PV시스템 용량 요구
- 중고층 아파트 경우 약 48 ~ 23%의 에너지자립률 확보, 세대당 약 0.88~1.75 kWp PV시스템 용량 요구
- 상업 공공건물 경우 전기에너지 비중이 훨씬 크고 충분한 태양광의 설치면적 확보 불가로 에너지자립률 낮음

◎ 참고 서적 및 사이트

1. 제로에너지주택 실측 모니터링 결과 및 기술현안에 따른 ZEB 확산방향, 2020 한-EU 제로에너지빌딩 융합얼라이언스 포럼, 2020.10.27.
2. 공동주택 제로에너지건축 구현을 위한 시장 및 기술현안, k-뉴딜 SUMMIT, 2021 제로에너지컨퍼런스, KINTEX, 2021. 3.
3. 제로에너지건축물 의무화 시대의 BIPV 역할과 현안, 2021 태양광기술세미나, BIPV모듈 최신기술 및 산업동향, KPVS, 2021. 9.
4. Effective application of urban renewable energy system for smart energy city: Case study of Sejong 5-1 smart energy city, 2019 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific, ITEC Asia-Pacific 2019

3 건물일체형 태양광발전(BIPV)

◎ 국내외 건축물태양광 개발 역사 및 분류와 용어정의



- 세계적으로 태양광 시스템을 건축에 도입한 시기는 1990년초, 국내에서는 2000년초부터 본격적 연구 사업이 시작 됨
- 태양광 모듈을 건축물이나 도시에 응용하기 위한 개념으로 시작
- 최초의 독립형 태양광(Stand Alone PV) 시스템과 구분하기 위해 "PV in Building"이라는 용어로 처음 시작됨
- 이후 설치 방식에 따라 BAPV(Building Added or Attached PV), BIPV(Building Integrated PV), AIPV(Architectural Integrated PV) 등으로 사용
- 국내에서도 BAPV의 경우 건물부착형, 건물부가형, 건물거치형 태양광 등의 용어로 사용되고 있음
- BIPV의 경우 건물일체형 또는 건물통합형 태양광 등의 용어로 사용됨
- 최근 BIPV와 BAPV의 명확한 구분이 어려워 포괄적 의미에서 건물 태양광, 건물형 태양광, 건축물 태양광 등 혼용

◎ BIPV 시스템의 개념 및 정의와 장점

[BIPV의 개념 및 정의]

- PV 모듈이 건축물 외피의 일부로 적용되어 건축물외장재의 기능과 전력을 생산하는 PV모듈의 기능을 동시에 수행할 경우 건물일체형 태양광발전(BIPV, Building Integrated Photovoltaics)으로 정의하며, 이러한 기능을 수행하는 자재를 BIPV 모듈로 정의한다.
- 이때 BIPV모듈의 건축물외장재 기능 충족 여부는, BIPV 모듈이 건축물외피에서 제거될 경우 건축물 외피의 핵심요구기능이 상실 또는 훼손될 수 있어 적절한 다른 건축자재로 대체되어야 하는 경우로 규정한다.

[BIPV의 장점]

- offset building material
- supporting structure, cable
- site
- maintenance
- distribution loss
- added value

[BIPV ← BAPV ← Stand-alone]

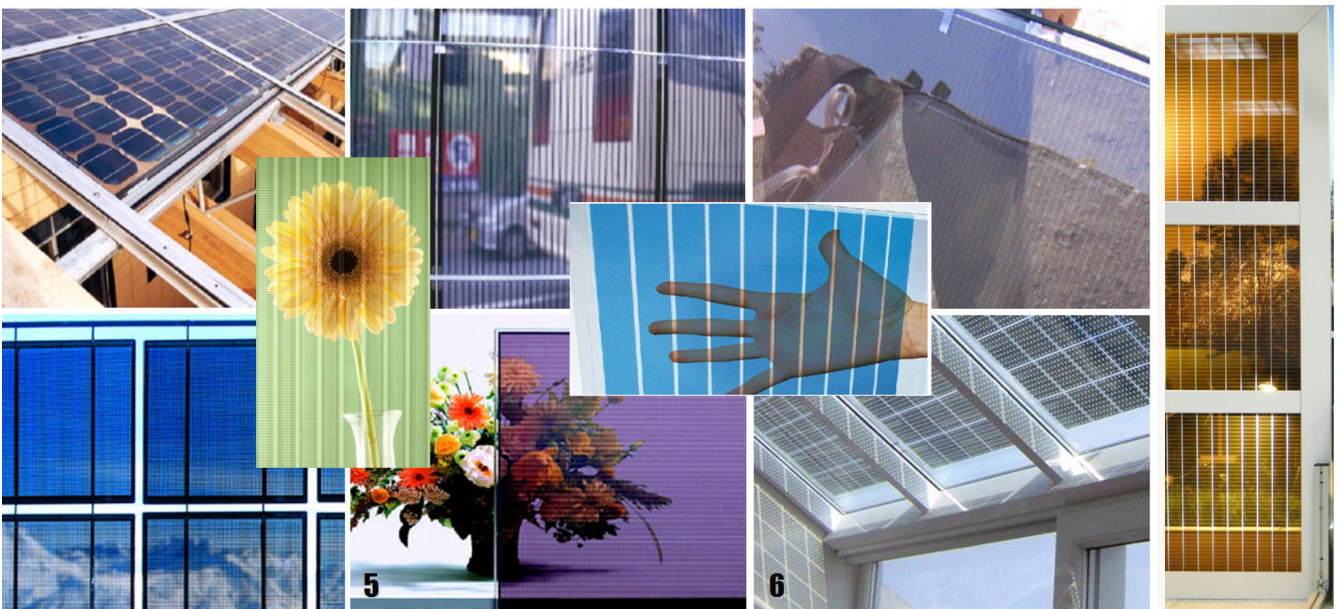
- 건물일체형 태양광발전(BIPV): 건축물 외피의 일부로 외장재의 기능과 전력 생산 기능을 동시에 수행하는 PV 모듈
- 이때 건축물 외장재 기능 충족 여부는 BIPV 모듈이 외피에서 제거될 경우 건축물 외피의 핵심 요구 기능이 상실 또는 훼손될 수 있어 적절한 다른 건축자재로 대체되어야 하는 경우로 규정
- 현재 태양광 설비 시공 기준이나 KS 8577 등 여러 규정에서 조금씩 상이하게 정의하고 있어 BIPV, BAPV에 대한 명확한 결론이 내려지지 않은 상황임
- 기존 외장재를 대체하여 경제적 이득, 지지 구조물이나 배선작업 절감, 부지확보 비용 절감, 적은 송전 손실, 건물 부가가치 증가 등의 장점을 가짐

◎ 유형별 BIPV 모듈의 종류 | 불투명 외장재형



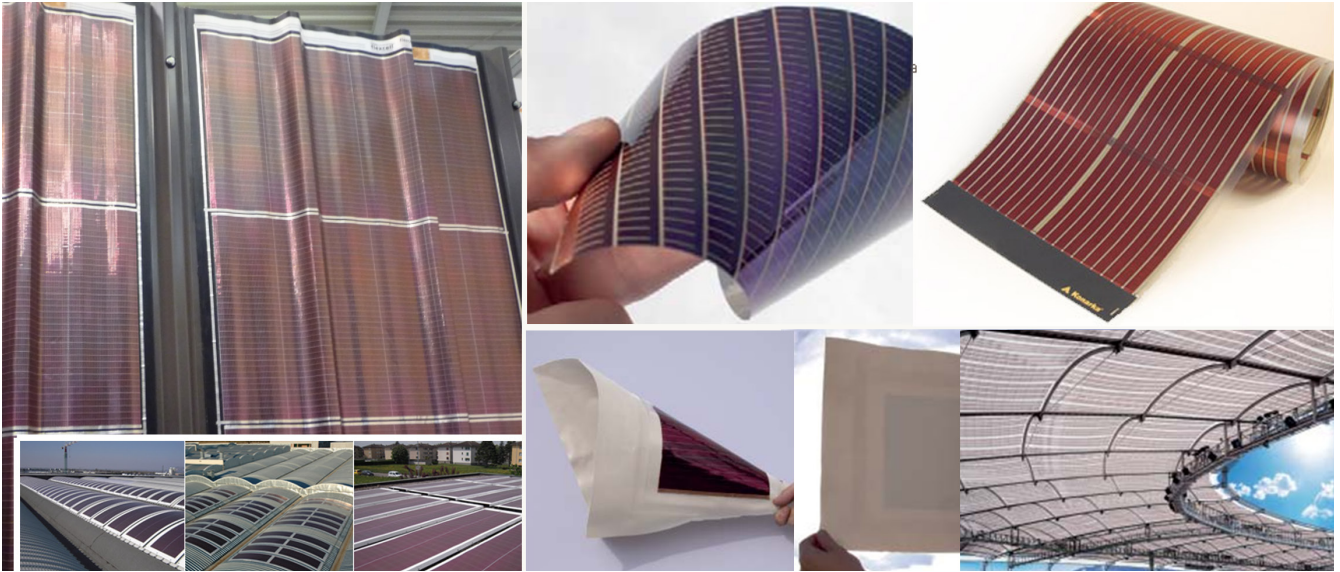
- 지붕재, 외벽재를 중심으로 손쉽게 설치 및 해체가 가능한 다양한 형태

◎ 유형별 BIPV 모듈의 종류 | 투명 창호형



- 창호를 대체할 수 있는 투명 창호형 BIPV 모듈
- 결정계 태양전지의 경우 태양전지 사이 공간 확보 후, 후면재까지 투명소재를 적용해, 부분 투광성 확보
- 전후면재 모두 유리가 적용되기 때문에 Glass to Glass (G2G) 모듈로 불림
- 박막계 태양전지는 A-Si과 같이 코팅면 일부를 일정 간격으로 깎아 투광성을 확보하는 방식과 염료 감응형, 유기 태양전지 같이 투광성이 있는 재료를 모듈 적용 소재에 전부 적용하는 방식으로 구분

◎ 유형별 BIPV 모듈의 종류 | 기타 유연소재형

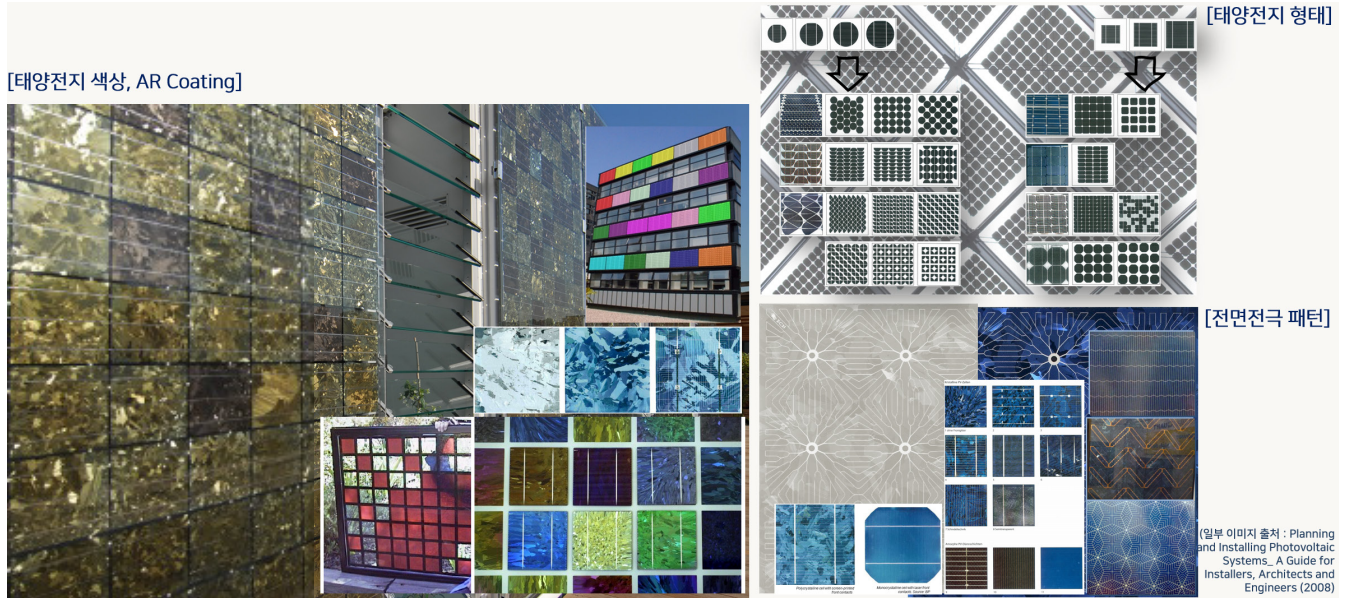


- 대부분 얇은 폴리머나 얇은 기판 위에 박막전지를 직접 코팅하거나, 필름 형태를 기판에 접합하는 방식
- 곡면형 외벽이나 막구조 공법 등에 적용 가능함



- 각 요구 성능들 간의 상관관계 및 각종 고려요소들을 정리한 개념도 입니다.
- 건축 분야에서 통용되는 3원칙(구조/기능/미)에 따라 필요한 핵심 고려 요소
- 안전과 관련된 사항은 가장 기본의 필요 충족 요건
- 기능적 측면에서는 건자재와 전기제품의 다양한 기본 특성을 확보해야 하며 다양한 기술개발, 인증 및 지원 추진
- 도시수용성과 직결 되는 미적인 문제, 즉 심미성이 여전히 큰 숙제로 남아있음

◎ BIPV 시스템 도시수용성 현안: 심미성 | 심미성 개선노력

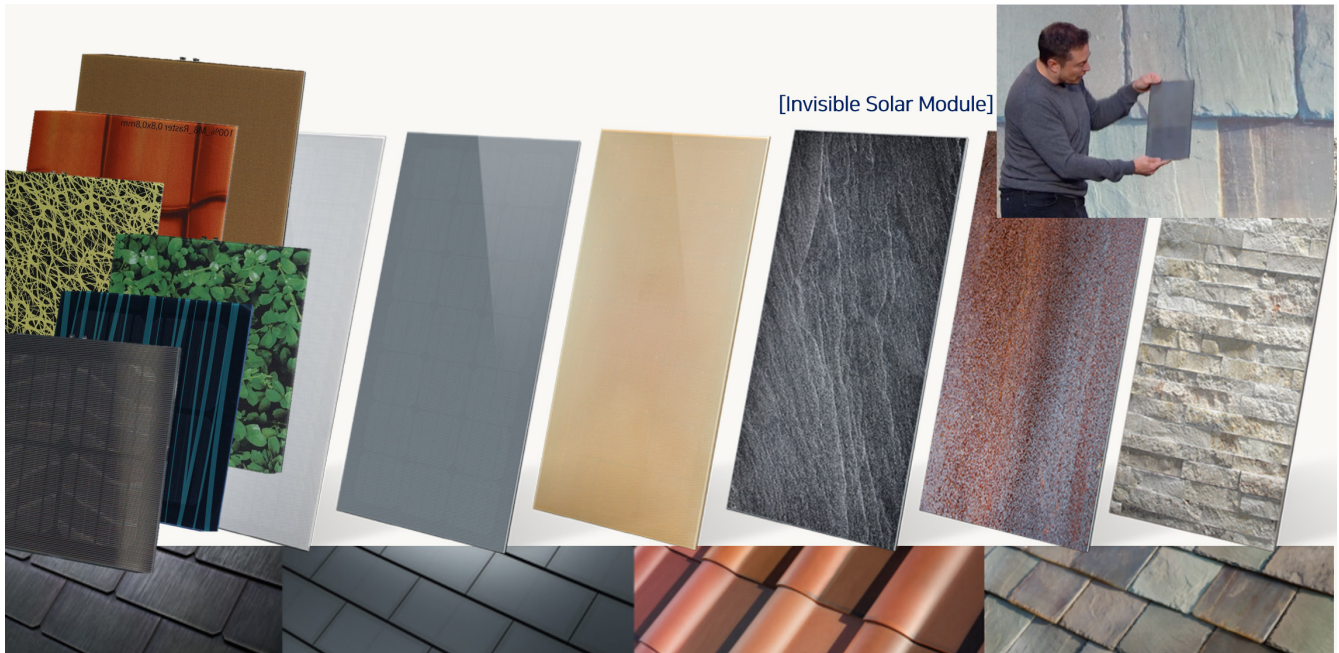


- 태양전지의 형상과 형태를 통한 변형, 표면 전면 전극의 디자인을 활용한 변화 및 다양한 색상의 태양전지 개발 등



- 많은 노력에도 불구하고 외관상 멀리서 보아도 PV 모듈임을 인지할 수 있는 근본적 한계는 극복하지 못함

◎ BIPV 시스템 도시수용성 현안: 심미성 | 심미성의 패러다임 변화



- 최근 새로운 개념의 컬러코팅 전면재 기술이 도입되며 새로운 전환기를 맞이하고 있음



- 필름형태로 제공되는 컬러코팅 전면재 관련 제품 예시
- 태양전지 앞단의 유리나 같은 전면재나 봉지재에 등에 직접 코팅 또는 부착되는 형태로 후면의 태양전지를 가리는 기술
- 색상과 관련되는 가시광선대 일부 영역만 반사시켜 발전과 색상을 동시에 해결하는 개념(우측 그래프)
- 색상구현을 위한 코팅적용으로 인해 발생하는 투과손실은 대략 10~20%로 심미성을 위해 수용 가능한 수준

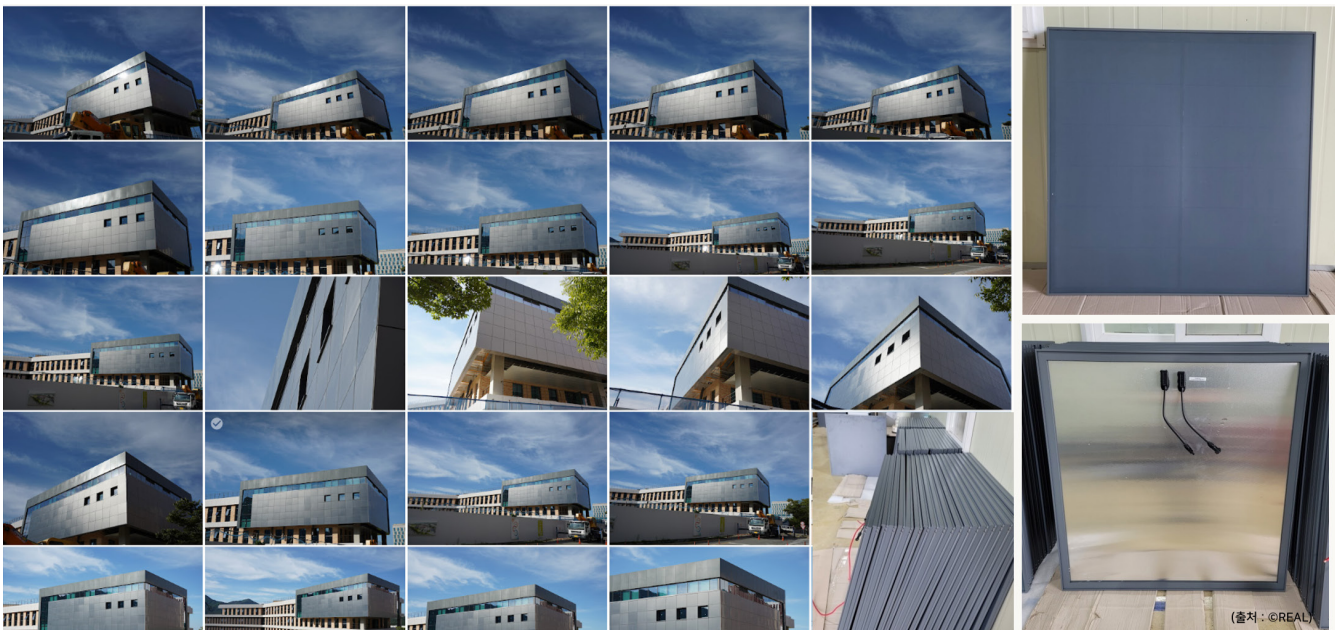
◎ BIPV 전면재의 기술현황과 시사점 | 심미성의 패러다임 변화

(BIPV Field Test Facility @REAL, 한밭대학교)





- 2023년 초 건립된 한밭대학교내 창의혁신관 신축 건물 남측면 일부 부위에 BIPV를 적용한 사례



- 컬러코팅 유리가 전면재로 적용되었으며 후면재를 강판으로 적용하여 개발한 제품 사례

◎ BIPV 전면재의 기술현황과 시사점 | 한밭대학교 창의혁신관 신축, BIPV 시공방법 및 순서

설치 시공시간 Time Lapse : 7:00AM ~ 11:00AM (4hrs)

구조물의 위치 실측

단열재 및 투습방수지 시공작업

하지철물 먹출작업

알루미늄 프레임(프로파일) 설치작업

전기 배관 배선 작업

움티마이저 및 간선작업 접지작업

열교차단 트러스 프레임(하지철물) 설치작업

모듈 1개 설치시간 : 3.2분
모듈 설치완료 : 총 5시간

(출처 : ©REAL)

- 래치를 이용한 착탈식 방식으로 탈부착 용이
- 약 13kWp의 모듈을 5시간 이내에 설치 가능, 탈거할 경우도 모듈의 손상 없이 빠르게 제거 가능
- 실리콘 등을 사용하지 않은 오픈조인트 방식

◎ BIPV 전면재의 기술현황과 시사점 | 심미성의 패러다임 변화

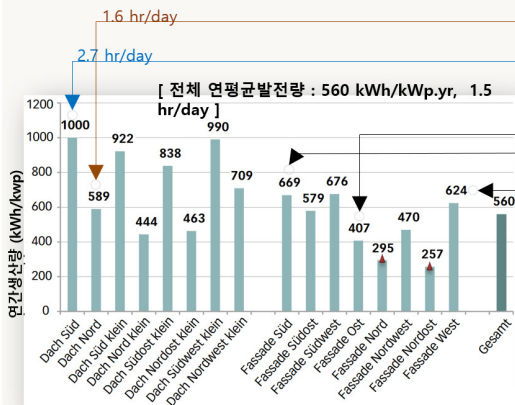


- 10세대 신축 연립주택
- 연면적 814 m², 거주자 22명
- Red/brown digital ceramic printed, monocrystalline G2G type frameless BIPV module
- 남동서측의 주택 전체 외벽과 지붕에 타일형태의 후면환기형 설치방식
- 74kWp, 800m²

(출처 : <http://www.scherrer.biz/>)

해외 주거건물 BIPV 신축 사례, Wohnhuas Solaris, Zurich, 2017

(해외 주거건물 BIPV 신축 사례, Wohnhuas Solaris, Zurich, 2017)



(출처 : <http://www.pvaustria.at>)

BIPV 외피 위치별 발전량 (측정기반 예측치)

(출처 : <http://www.scherrer.biz/>)



Source ; www.pvaustria.at

(Raw data source ; www.pvaustria.at)

- 다양한 위치에 설치된 각 모듈들에서 생산된 연간 발전량 예시한 결과(좌측 그래프)
- 가장 양호한 설치조건인 남측 경사면 대비, 북측 수직면에 설치된 BIPV 모듈의 경우 약 1/4 수준의 발전성능을 보임
- 발전량이 적어도 심미성과 도시 수용성 중시하고 모든 면에 동일 소재의 BIPV 모듈을 적용하는 사례 확대 기대

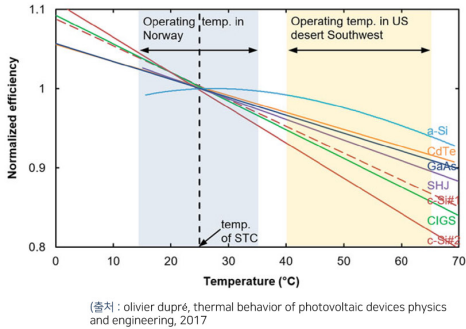
◎ BIPV 시스템 성능관련 설계 고려요소: 설치각도, 온도, 음영 | 음영 Shading



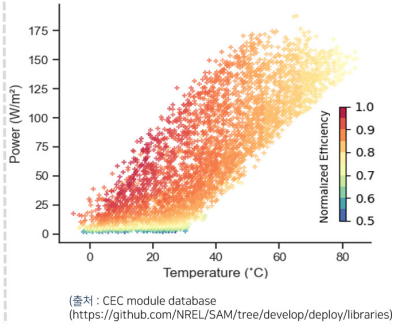
- 직렬로 연결되는 태양전지의 특성상 다양한 형태의 부분음영은 시스템의 전체성능 저하에 큰 영향을 미침
- 상부 돌출 및 측면 돌출의 깊이가 크지 않아도 계절 및 시간에 따라 매우 큰 음영 영향을 받음(우측 그림)
- 건물의 자체차양 및 다양한 돌출물, 주변 식생이나 인접건물에 의한 영향은 설계 초기 단계부터 신중한 고려 필요

◎ BIPV 시스템 성능관련 설계 고려요소: 설치각도, 온도, 음영 | 온도 Temperature

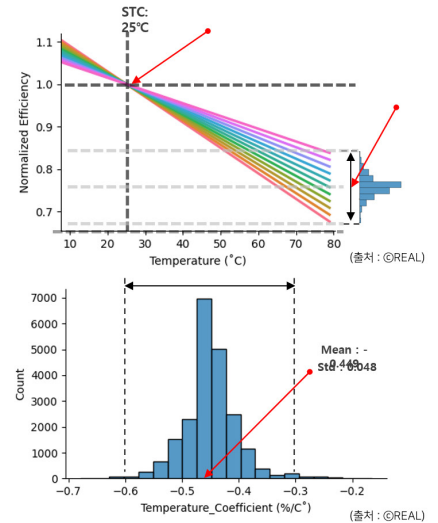
태양전지 종류별 온도계수 특성



시판 중인 PV모듈들의 온도계수 통계분석 결과

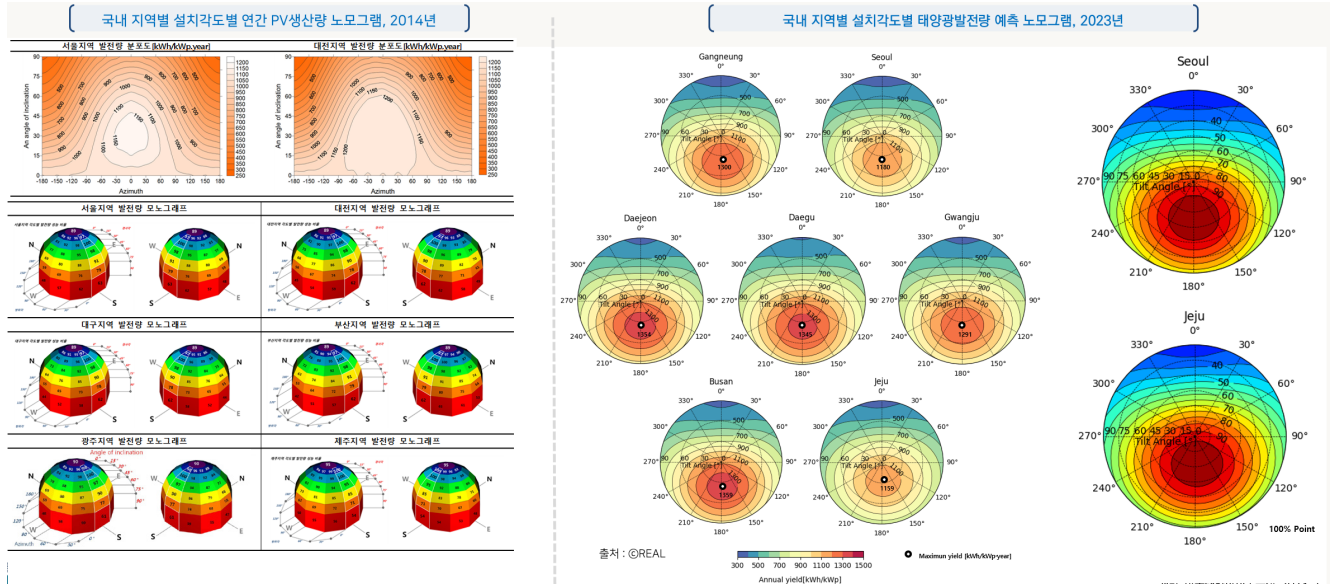


시판 중인 PV모듈들의 온도계수 통계분석 결과



- 태양전지는 온도가 상승하면 효율저하가 발생하며 단위 온도 상승당 떨어지는 비율인 온도계수(%/°C)로 표현
- 결정계 태양전지들이 온도의 영향을 가장 크게 받으며, 박막전지인 a-Si은 비교적 가장 영향이 적음(좌측 그래프)
- 현재 시판 중인 PV모듈들의 데이터베이스 이용해 통계분석한 결과(우측 자료)
- 온도계수는 -0.45 (%/°C)가 가장 많으며, 정규화된 효율로 보면 0.75, 즉 75% 부근에서 피크 발생
- 시판 중인 모듈의 대부분이 결정계기 때문에 태양전지의 일반적 온도 계수 특성으로 보아도 무방

◎ BIPV 시스템 성능관련 설계 고려요소: 설치각도, 온도, 음영 | 설치각도(방위각, 경사각)



출처: 건물적용 태양광발전시스템의 국내 지역별 따른 설치각도별 연간 전력생산량 예측에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 2014.2.

출처: 표준기상자료를 활용한 태양광발전 시스템의 설치 조건별 발전량 예측 노모그램 개발, 한국태양학회논문집, 2023.7.

- 건축물에서는 항상 최적각도로 설치하는 것이 불가, 건물의 조건에 따라 다양한 방위 및 각도 적용
- 설계 초기단계에 주어진 조건에서 최적의 위치 및 설치각도를 결정하는 것이 매우 중요
- 지역별로 모든 방위각 및 경사각을 대상으로 설치조건에 따른 연간 발전량을 예측할 수 있는 노모그램(좌)
- 전세계 일사강도가 높아짐에 따라 새로운 기상자료 기반으로 업데이트된 노모그램(우)

◎ BIPV 시스템 성능 현안: 설치각도 활용사례

남향 및 북향 박공지붕의 연간발전 사례
(완주주택, 2020 ~ 2022)

북향 경사지붕면 설치사례
단독주택 RIPV, 발전사업, 2020

- 설치위치 : 전북 완주군 구이면
- 설치 용량 : 17.16 kWp
- 모듈 용량 : 325 Wp, 390 Wp
- 모듈 개수 : 48 장
- 방위각 : 남향(6.435kWp), 북향(6.890kWp)
- 경사각 : 18°



(출처 : The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022)

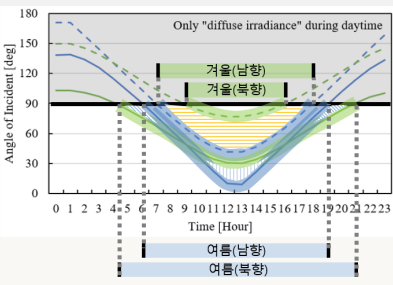
- 전북 완주에 위치, 남향 및 북향에 약 17kWp의 태양광모듈 설치(경사각 남향 및 북향 18°)

남향 및 북향 박공지붕의 연간발전 사례
(완주주택, 2020 ~ 2022)
북향 경사지붕면 설치사례
단독주택 RIPv, 발전사업, 2020

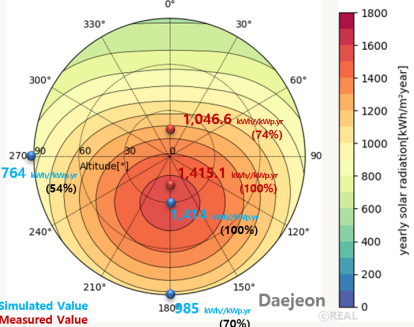
- 설치위치 : 전북 완주군 구이면
- 설치 용량 : 17.16 kWp
- 모듈 용량 : 325 Wp, 390 Wp
- 모듈 개수 : 48 장
- 방위각 : 남향(6.435kWp), 북향(6.890kWp)
- 경사각 : 18°



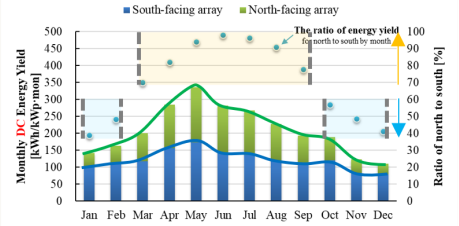
하일 및 동지의 남향/북향 경사지붕면 시간별 입사각 변화



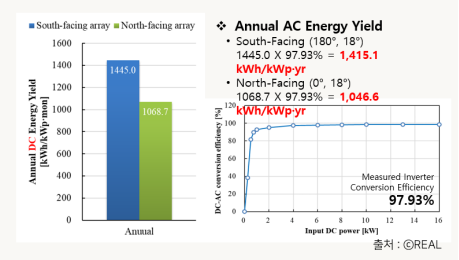
(출처 : The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022)



남향 및 북향 경사지붕면 연간발전량 실적결과와 비교
단위용량당 월별누적발전량(kWhoc/kWp·month)



남향 및 북향 경사지붕면 연간발전량 실적결과와 비교
단위용량당 월별누적발전량(kWhoc/kWp·year)



- 중앙의 노모그램 적색은 측정값, 청색은 이론적 예측값
- 노모그램의 등발전곡선 활용 시 최적의 설치조건 결정 용이

◎ BIPV 시스템 성능 현안: 설치각도, 온도, 음영 | 설치조건의 현행기준 및 개선방향

신·재생에너지 설비 지원 등에 관한 지침 개정 2022. 8. 17 (29차)

[별표 1] 신·재생에너지 설비 원별 시공기준 (제7조제1항 관련) <개정 2021.5.12., 2022.8.17.>

신·재생에너지 설비 원별 시공기준 (제7조제1항 관련)

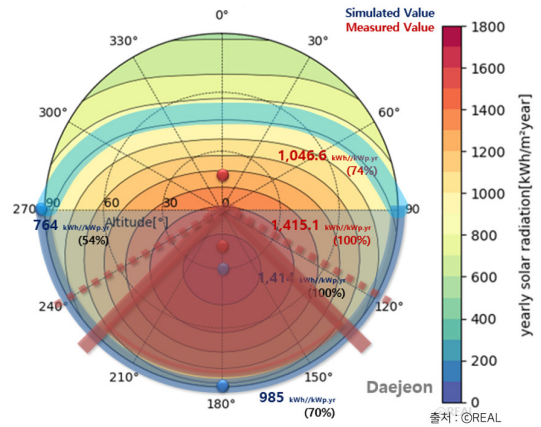
2. 태양광설비 시공기준

- 표 4 -

다) 설치상태

- ① 모듈의 일조면은 원칙적으로 정남향 방향으로 설치하여야 한다. 정남향으로 설치가 불가능할 경우 한하여 정남향을 기준으로 동쪽 또는 서쪽 방향으로 45도 이내 (공급 인증서 발급대상 설비의 경우 60도 이내)로 설치하여야 한다. 다만, 기존 건축물의 지붕, 벽체 등과 평행하게 태양광 설비(BAPV형 또는 BIPV형)를 설치하는 경우에는 정남향을 기준으로 동쪽 또는 서쪽으로 90도 이내에 설치할 수 있다.
- ② 지붕 등 경사가 있는 건축물(공작물 포함)에 건물설치형 태양광 설비를 설치할 경우에는 모듈의 경사 및 방향이 건축물의 경사 및 방향과 최대한 일치되도록 설치하는 것을 권장한다.
- ③ 모듈의 일조시간은 장애물로 인한 음영에도 불구하고 1일 5시간 [준계(3~5월) - 추계(9~11월)]기준1 이상이어야 하며, 전선, 피뢰침, 안테나 등 경미한 음영은 장애물로 보지 않는다.
- ④ 모듈 설치 열이 2열 이상일 경우 앞 열은 뒷 열에 음영이되지 않도록 설치하여야 한다.

- 기본설치기준
+45° ~ -45°
- REC대상
+60° ~ -60°
- 수직벽체, 평형면
+90° ~ -90°
- 동일성능 확장면



(출처 : The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022)

- 현행 신·재생에너지 설비지원 등에 관한 지침의 내용(좌)
- 현재 기준에서 요구하고 있는 설치조건의 경계선을 도식 노모그램(우)
- 현행의 기준에서는 북향설치가 원천적으로 불가하지만 일정 경사각 수준의 북향면 설치는 많은 장점 가짐
- 동향 또는 서향 수직보다 우수한 발전성능을 기대 영역이 북향조건에 매우 넓게 존재(오른쪽 노모그램 하늘색 등고선)

◎ 참고 서적 및 사이트

1. Planning and Installing Photovoltaic Systems_ A Guide for Installers, Architects and Engineers (2008)
2. <https://www.solaxess.ch/en/home/>
3. <http://www.scherrer.biz/>
4. <http://www.pvaustria.at>
5. olivier dupré, thermal behavior of photovoltaic devices physics and engineering, 2017
6. CEC module database (<https://github.com/NREL/SAM/tree/develop/deploy/libraries>)
7. 건물적용 태양광발전시스템의 국내 지역에 따른 설치각도별 연간 전력생산량 예측에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, Feb. 2014.
8. 표준기상자료를 활용한 태양광발전 시스템의 설치 조건별 발전량 예측 노모그램 개발, 한국태양학회논문집, 2023. 7.
9. The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022

B.10 지열히트펌프 설비 기술

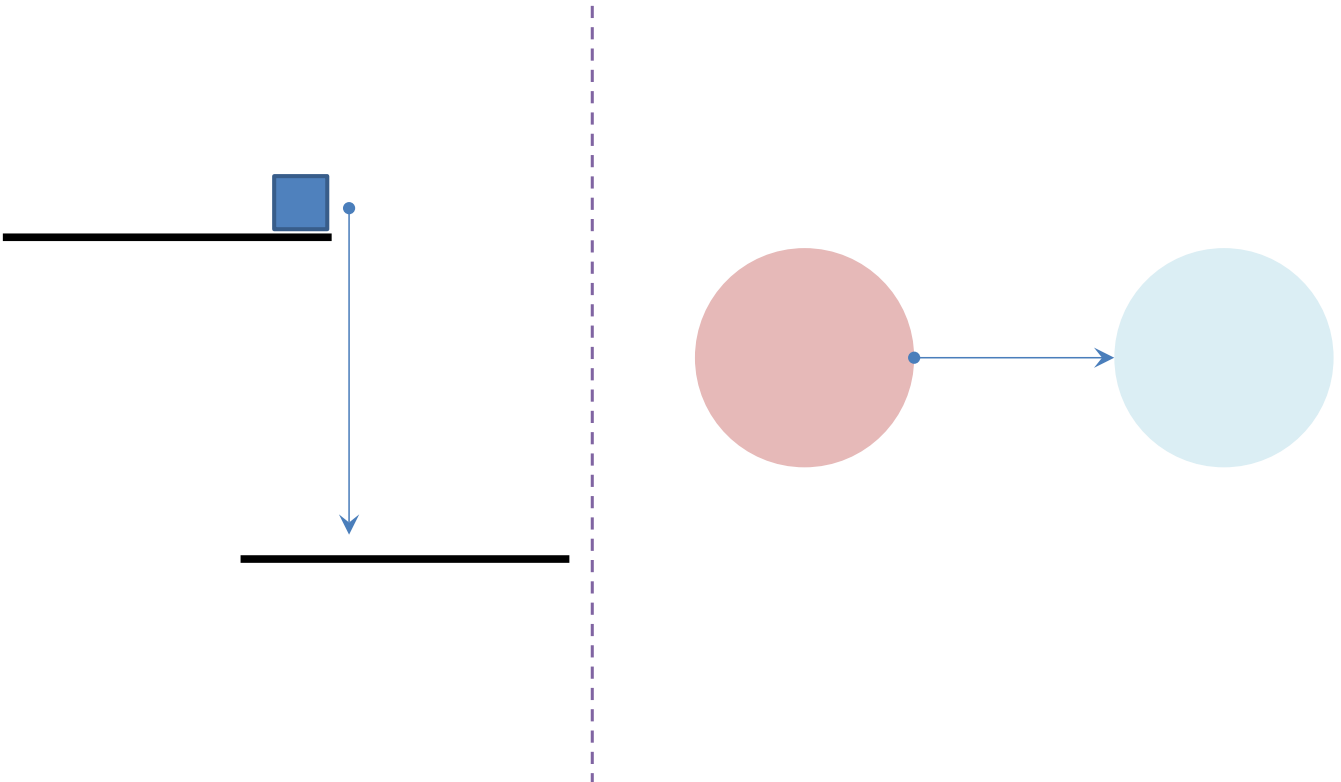
교육 목표

지열히트펌프 설비 기술

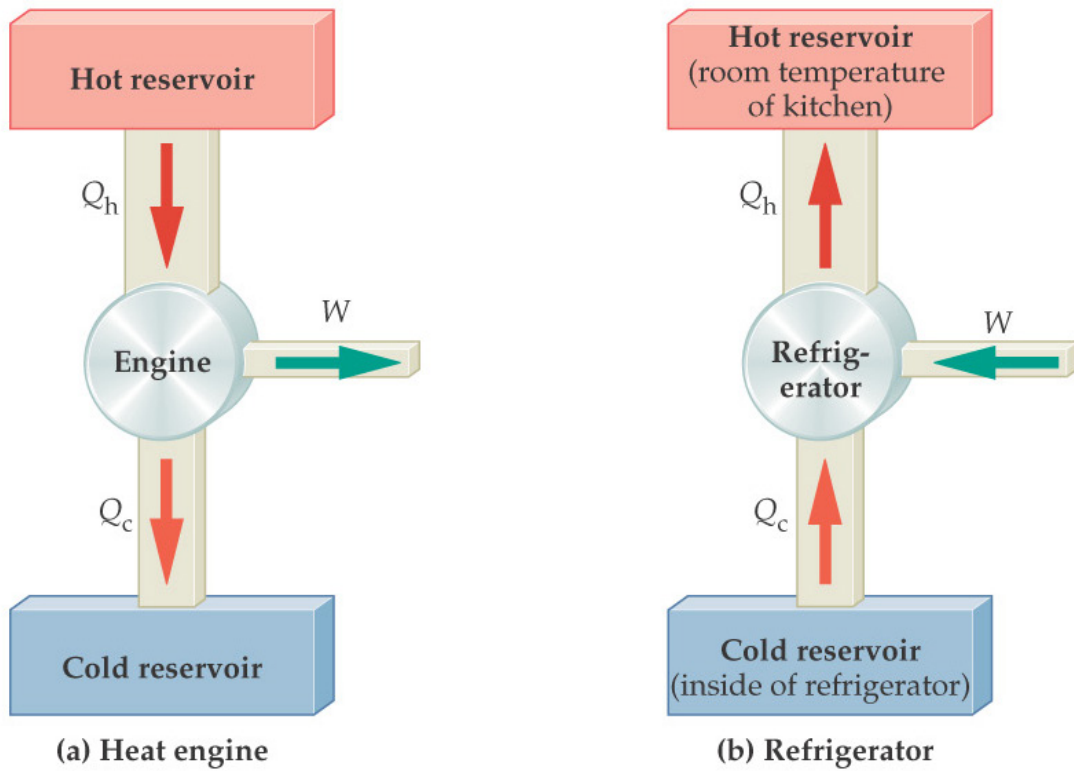
- * 히트펌프의 개략적인 원리를 이해
- * 지열 히트펌프의 구성 이해
- * 지중열 교환기의 종류를 이해
- * 지중열 교환기 주변 물리 현상을 이해
- * 지열 히트펌프에서 지중열교환기에 따른 영향
- * 지중열 교환기 설계 방법

1 지열 히트펌프 원리

◎ Water pump & Heat pump



◎ An example of EHP | EHP 예시

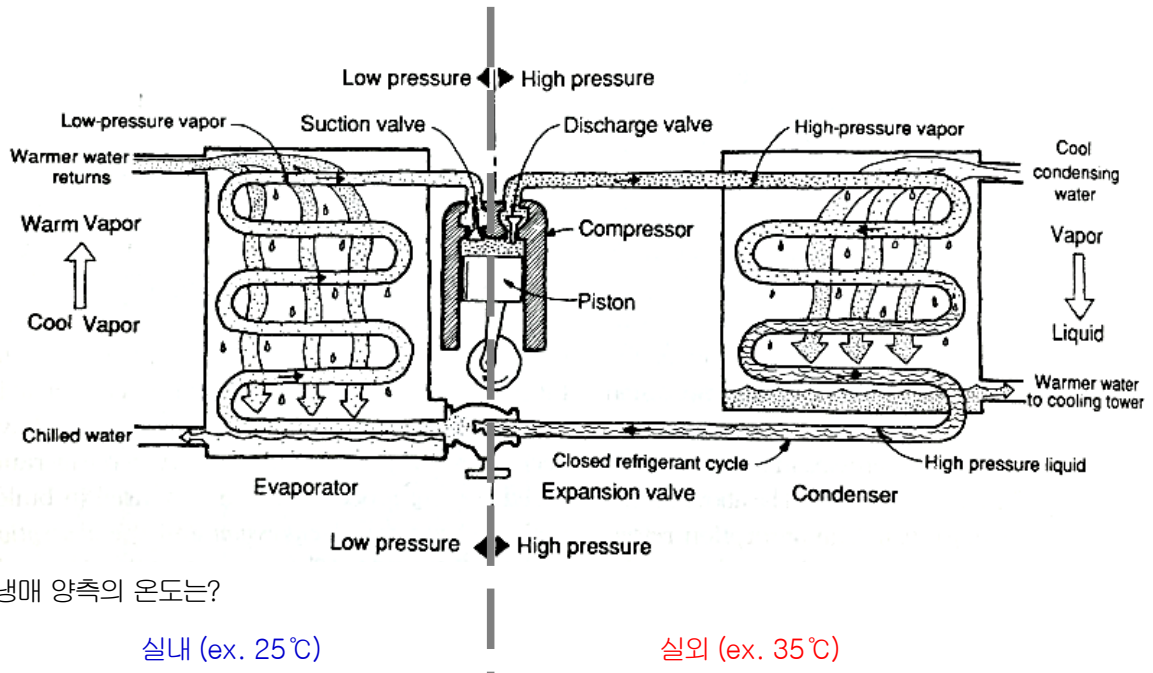


$$Q_h = Q_c + W$$

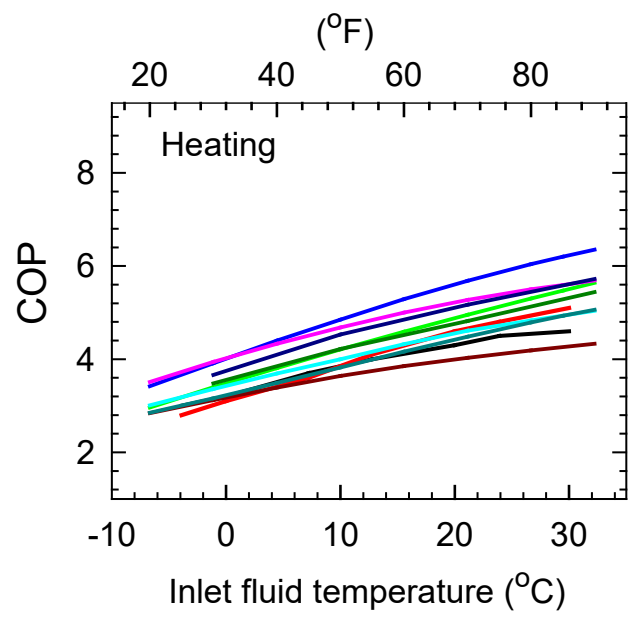
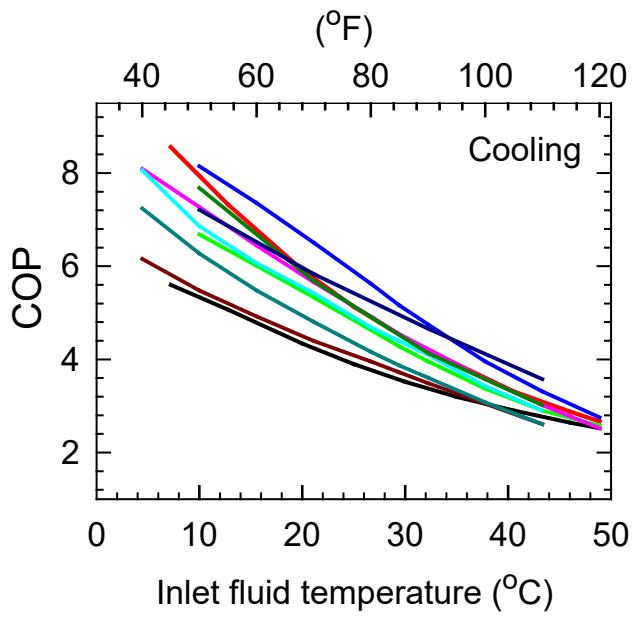
- More heat is exhausted to the kitchen than is removed from the refrigerator

What is the COP?

◎ Electric Heat Pump (summer case)

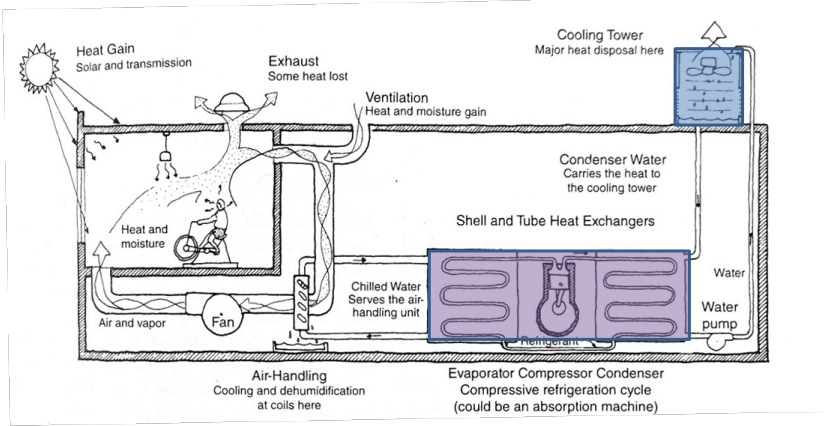


◎ COP in GCHP vs. EHP

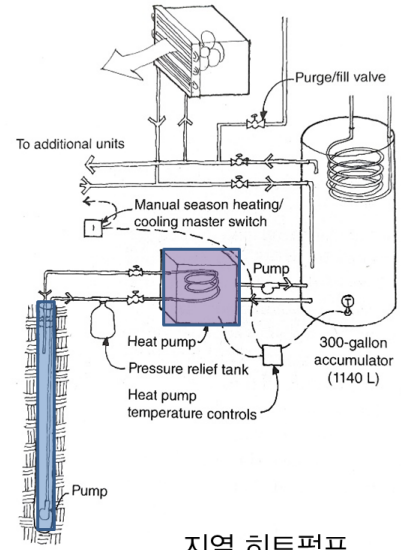


◎ 냉각탑 대신 지열히트펌프

Q. Source 측 온도는?



냉각탑과 결합된 일반적인 히트펌프



지열 히트펌프

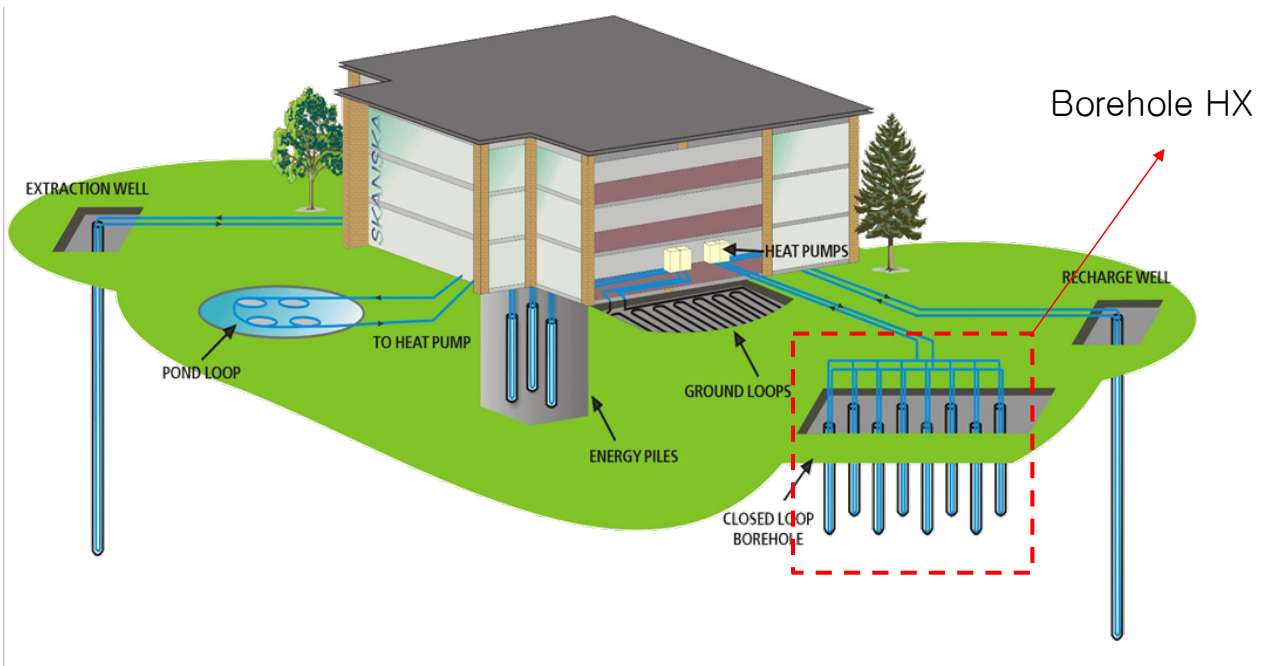
◎ 참고 서적 및 사이트

1. Mechanical and electrical equipment for buildings, W.T. Grondzik and A.G.Kwok, 12ed
2. Presentation of ECW, Geothermal Heat Pump Systems: From Basics to Hybrids

2 지중열교환기 이해와 종류

◎ 지중열 교환기 종류

- Systems can be combined to give optimal solution
- Adopted system will depend on the local geology, geography and geometry



Configuration

- 500m deep
- 12-15m away from others
- Typically X6 (vs. BHE)

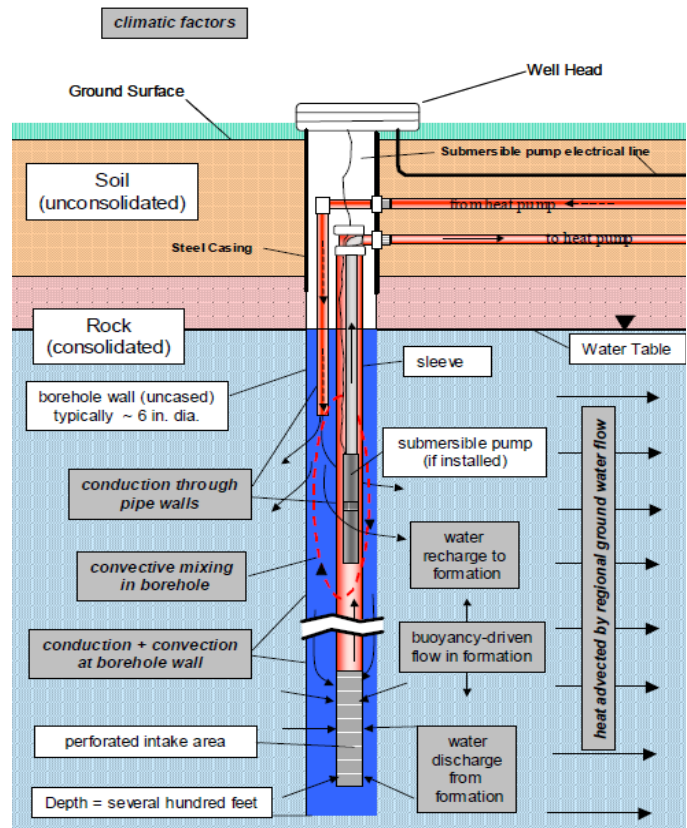
Direct contact

- Higher heat transfer rate

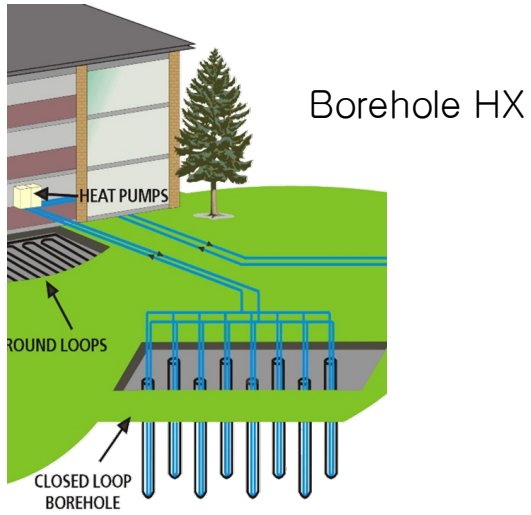
Well field size is smaller

- Fewer wells required

Difficult in sizing



◎ 보어홀 지중열교환기 시공



Drilling



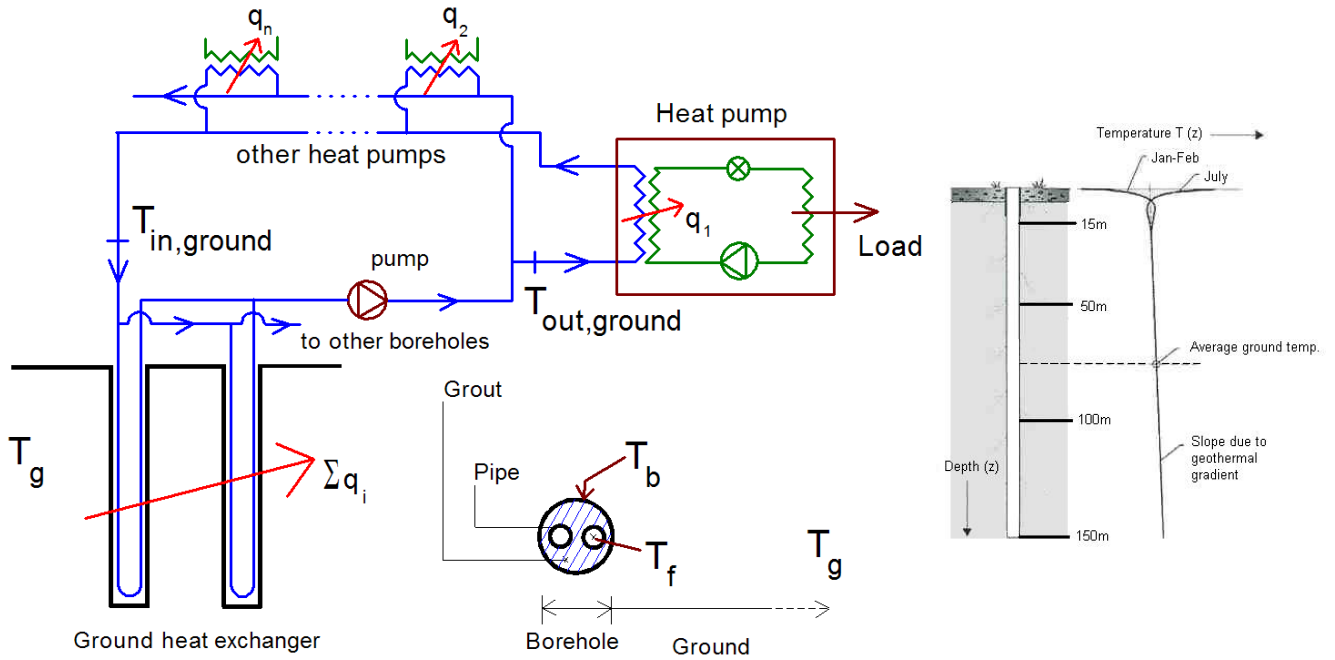
U-pipe



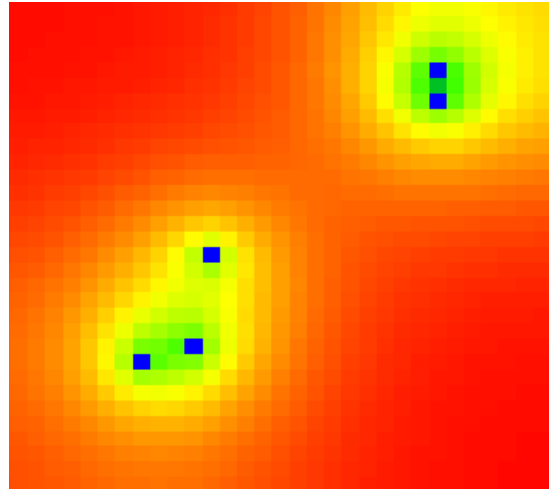
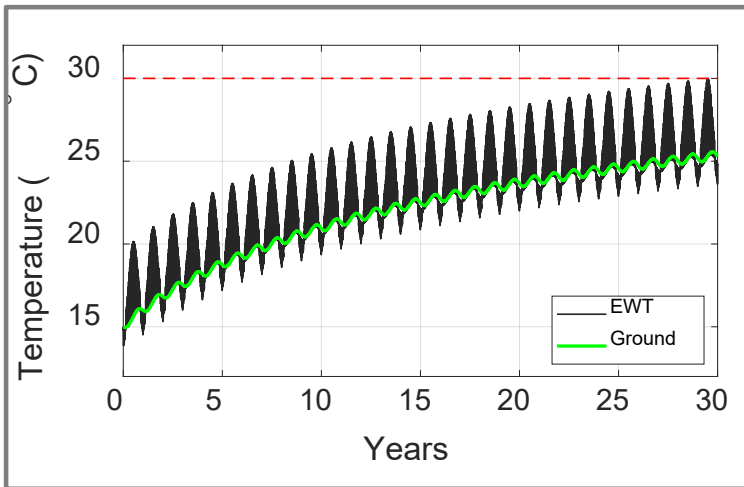
Grouting



◎ 보어홀 지열히트펌프 시스템



◎ 지중 온도변화 with BHEs



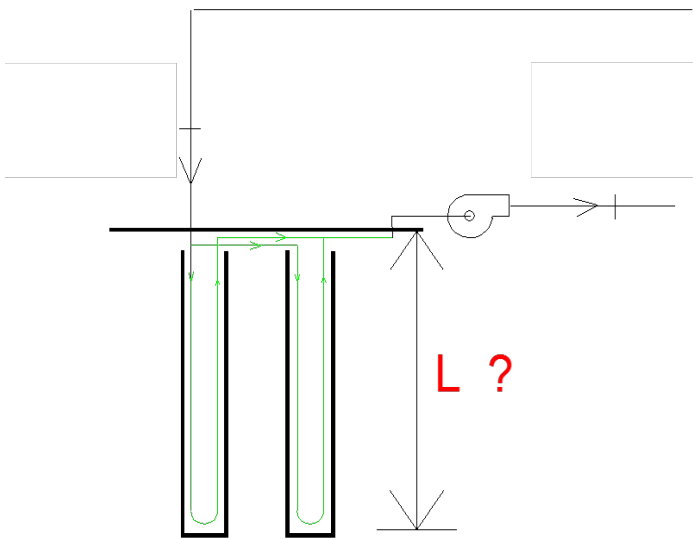
◎ 참고 서적 및 사이트

1. <https://www.tccmaterials.com/product/tenon-thermaseal-geothermal-grout/>
2. <https://www.changeenvironmental.com/project/geothermal-design/>
3. https://www.profs.polymtl.ca/michel.bernier/Open_geo.htm

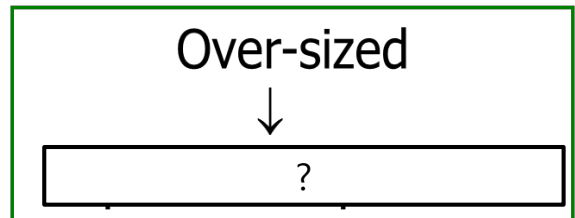
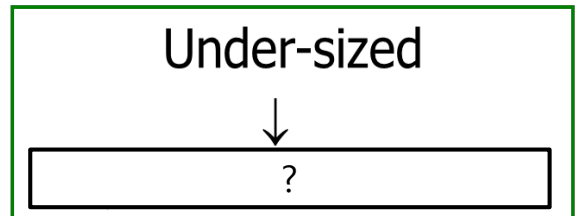
3 지열 히트펌프의 설계

◎ 적절한 설계란?

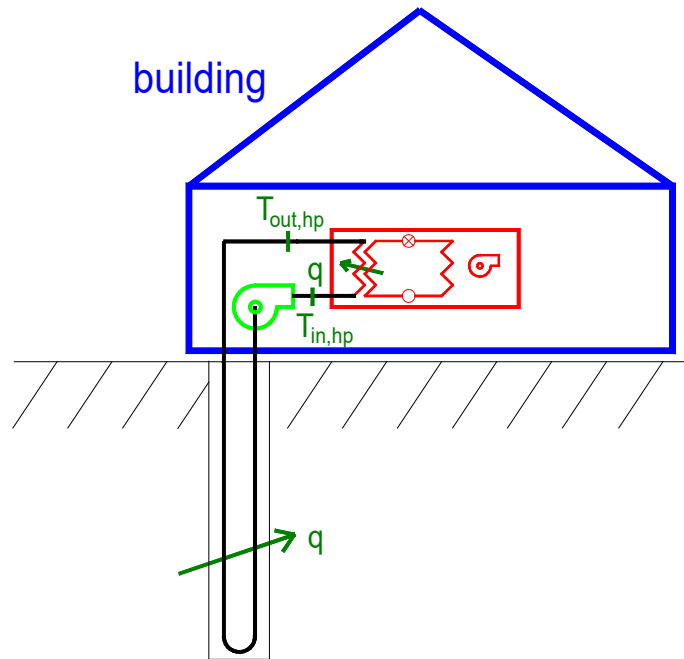
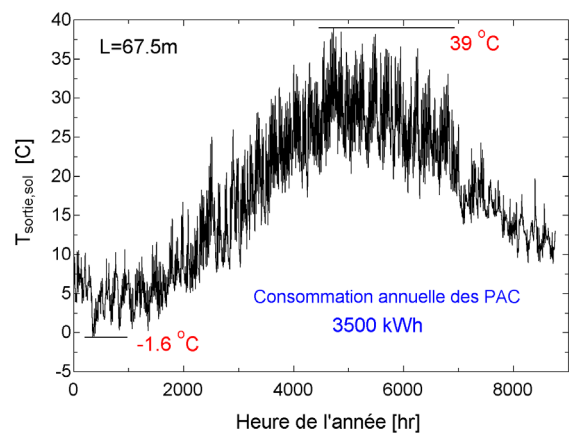
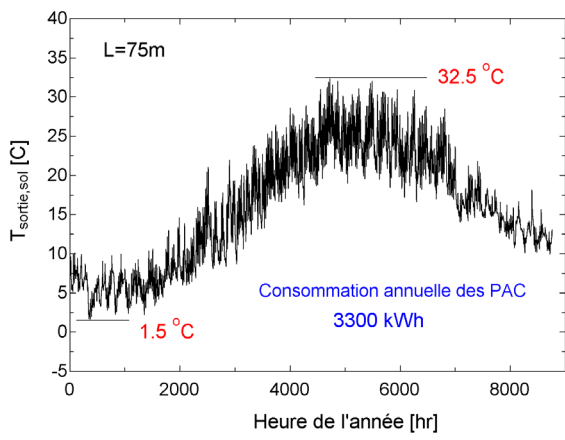
- To size (determine the length) properly:



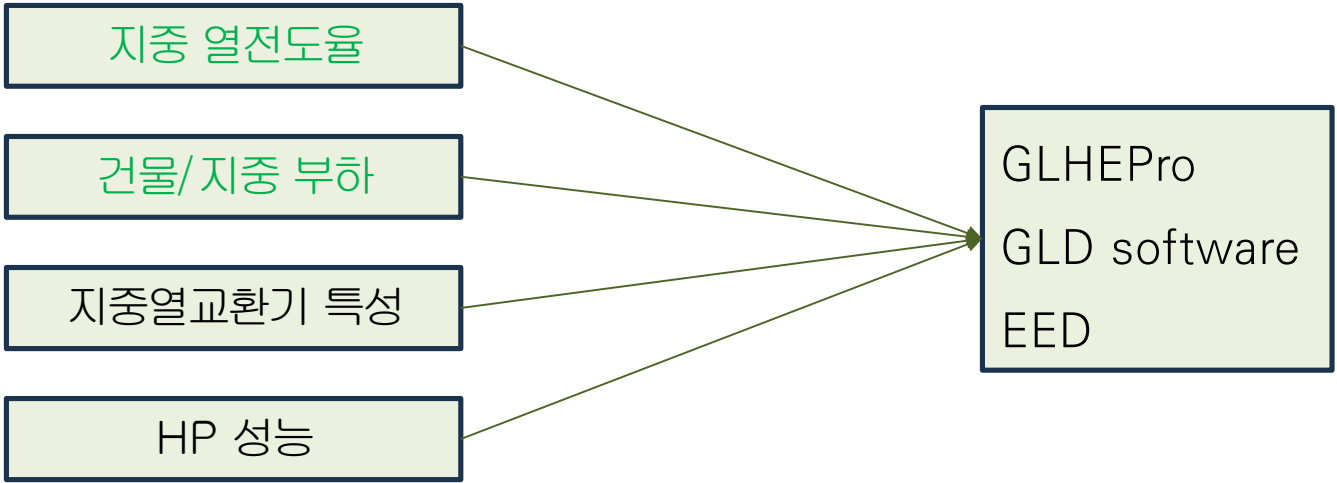
히트펌프의 Source측 부하 – 지중부하
Acceptable Temp. to HP



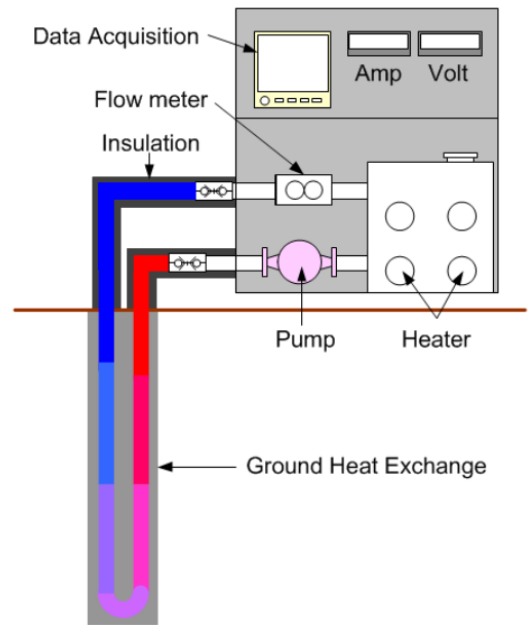
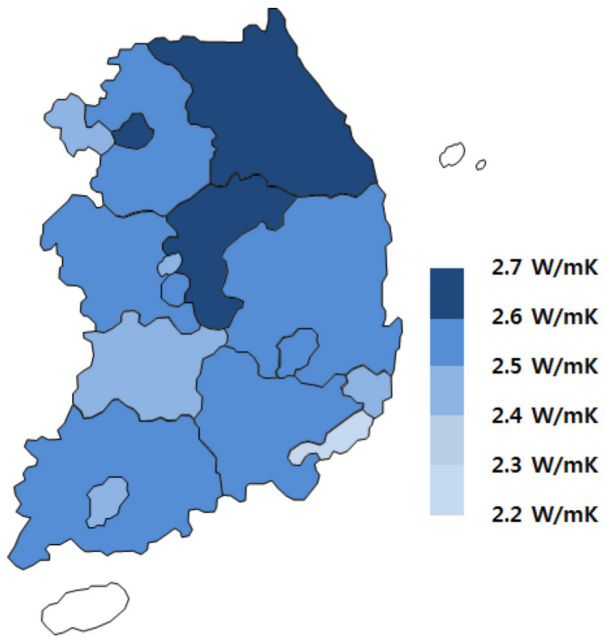
◎ Impact of the length of GHX



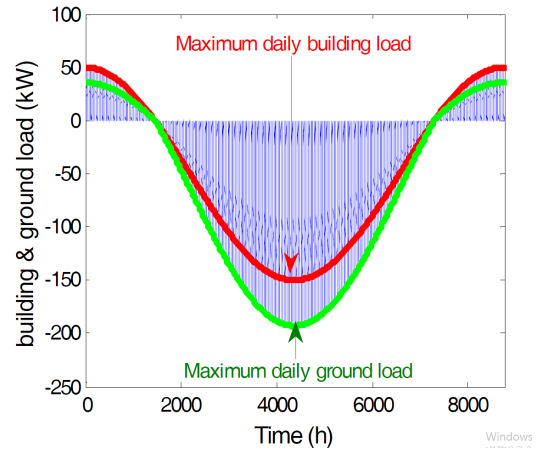
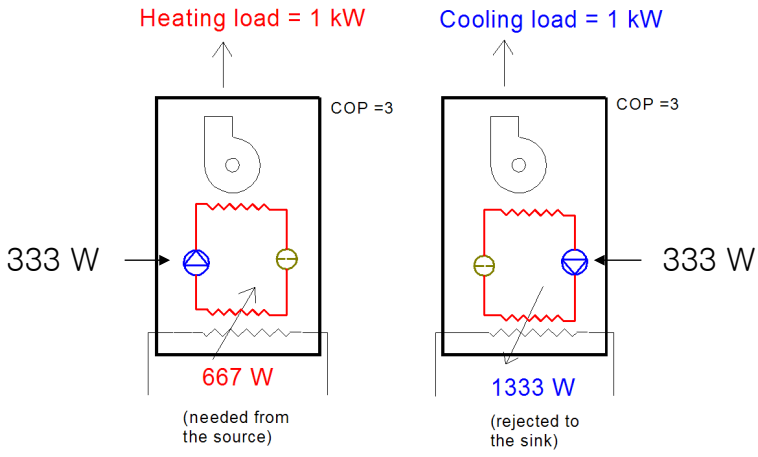
◎ 설계 입력값



◎ 지중 열전도율



◎ 지중부하



◎ 설계 프로세스

3. 지열 교환기 길이 산정

본 연구에서는 ASHRAE에서 제안한⁸⁾ 길이 산정 방법을 택하였고 이에 따라 필요한 총 지열 교환기 길이 L 은 다음 식으로 표현 된다:

$$L = \frac{q_h R_g + q_g R_{10g} + q_m R_{1m} + q_h R_{6h}}{(T_g + T_p) - T_m} \quad (4)$$

T_p 는 다수의 지열 교환기에 의한 열 증첩을 고려한 가중치를 나타낸다. ASHRAE에서 제안하는 T_p 는 케이스 스터디로 얻어진 근사 값을 제공하므로 본 연구에서는 Bemier et al.⁹⁾에 의해 제안된 g -function을 이용한 상세 계산 방식을 택하였다:

$$T_p = \frac{q}{2\pi k_s} \times g_{n,1}(t/t_s, B/H, \Omega) \quad (5)$$

$$g_{n,1} = g_n(t/t_s, B/H, \Omega) - g_1(t/t_s)$$

식(4)~식(5)로부터 지열 교환기의 길이를 산정하는 방법은 다음과 같다:

- (1) 건물 부하와 히트 펌프 성적 계수(COP)로부터 지중부하(q_h, q_m, q_g)를 계산한다.
- (2) 지중 및 지열 교환기의 파라미터로부터 필요한 열 저항($R_g, R_{10g}, R_{1m}, R_{6h}$)을 계산한다.
- (3) 우선 식(4)에서 $T_p = 0$ (단일 지열 교환기)로 가정 후 초기 전체 길이 L 을 계산한다.
- (4) 대상 지역의 상황을 고려하여 초기 L 로부터 초기 H_{inital} , 필요한 지열 교환기 수 n , 지열 교환기 배열 간격 등을 선택한다.
- (5) 식(5)로부터 연평균 지중 부하 q 와 지열 교환기 배치(n, B)를 고려한 10년 후의 g -function 값을 이

용하여 T_p 를 계산하고 이로부터 다시 L 을 계산한다.

- (6) H 의 함수인 T_p 로부터 계산된 L 과 $H \times n$ 값이 동일해질 때까지 H 를 값을 변경하면서 과정(5)을 반복하고 필요시 과정(4)에서 지열 교환기의 수와 배열을 변경한다.

1. 건물부하 계산

2. 지중부하계산 (COP, 시간별/월별/연별)

3. 단일 지중열교환기에 대한 열저항을 계산

4. 초기 배열 및 길이를 결정

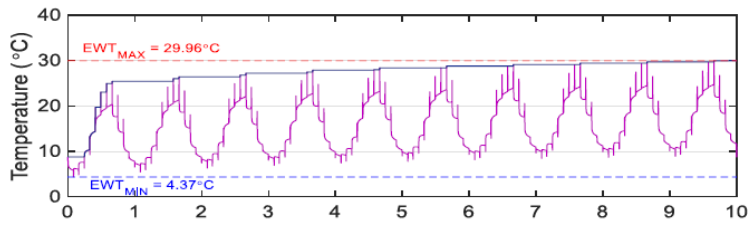
5. 주어진 배열 하에서의 패널티 온도를 결정

6. 이로부터 다시 새로운 길이 (배열 길이를 결정)

7. 수렴할 때까지 4~6을 반복

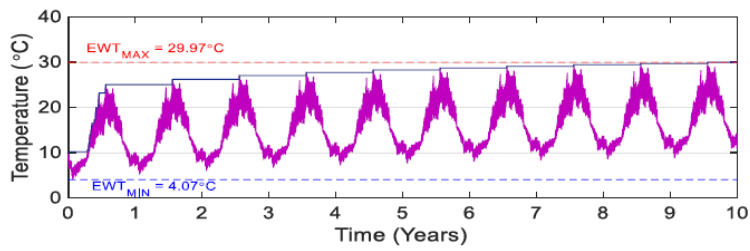
경계조건에 따른 지열 응답 함수의 차이가 수직형 지열 교환기 길이 산정에 미치는 영향, 2014, 설비공학논문집

◎ Sizing 방법 I



(A)

GLHEPRO, GLD

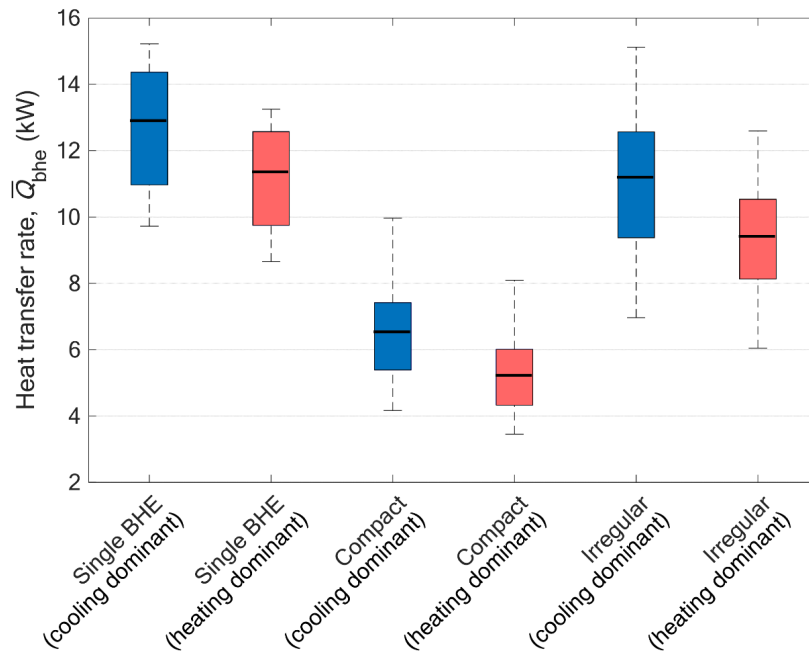


(B)

트랜시스+opt

Figure 5. Simulation results for the EWTs (A: GLHE; B: DST and TRNOPT).

◎ Sizing 방법 II



◎ 참고 서적 및 사이트

1. 경계조건에 따른 지열 응답 함수의 차이가 수직형 지열 교환기 길이 산정에 미치는 영향, 2014, 설비공학논문집
2. Optimal Sizing of Irregularly Arranged Boreholes Using Duct-Storage Model, 2019, Sustainability
3. Proposition of Design Capacity of Borehole Heat Exchangers for Use in the Schematic-Design Stage, 2021, Energies
4. 지중 유효 열전도도의 지역별 분포, 2016, 대한기계학회

건축물에너지평가사
보수교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART C

BEMS 운영

[C.1]

BEMS 기술 개요

[C.2]

BEMS 관련 평가사항(현장평가방법)

C.1

BEMS 기술 개요

교육 목표

BEMS 기술 개요

- * 국내 법, 기준의 에너지관리시스템(EMS) 및 국내 건축물에너지관리시스템(BEMS) 정의 이해
- * 건축물 생애주기 연계, 관리의 중요성을 인식하고 국제 기준의 BEMS 운영 원칙 이해
- * KS BEMS 기반 주요 공간/설비 중심 운영 특성 및 AI 운영 기술 등 이해
- * 제로에너지건축물(ZEB) BEMS 설치 가이드 및 ISO 운영 기술 등 이해
- * 건축물 운영 성과 및 절감량 검증 기술 표준 이해
- * 건축물 에너지 절감(운영 성과) 검증 방법론 이해

1 BEMS 정의 및 원칙

◎ (B)EMS 정의

● 에너지관리시스템 EMS(Energy Management System)

: (에너지이용합리화법 시행규칙 제29조) 에너지사용을 효율적으로 관리하기 위하여 센서·계측장비(HW), 분석 소프트웨어(SW) 등을 설치하고 에너지 사용 현황을 실시간으로 모니터링하여 필요시 에너지사용을 제어할 수 있는 통합관리시스템

● 건물(Building), 가정(Home), 공장(Factory) 등에 적용 시 BEMS, HEMS, FEMS 등 용어로 사용

EMS 주요 기능

① 계측·통신(H/W)

계측기, 통신 이용 측정 및 정보 획득

② 모니터링 수집·분석(S/W)

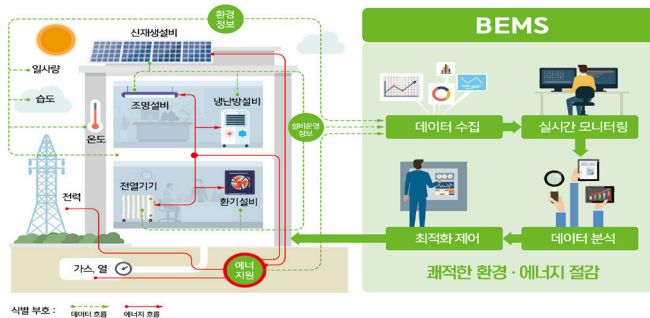
S/W 이용 데이터 저장 및 원단위 등 에너지성과지표 분석 관리

③ 제어

공정/설비 운전방법 제어 (예. 온도/압력제어, 대수제어, on/off제어, 회전수제어 등)

④ 최적화

타 공정 및 시스템 연계 최적화
해당 공정 설비의 최적 에너지효율 운전조건 구현



◎ BEMS 운영 원칙

● BEMS 의무화

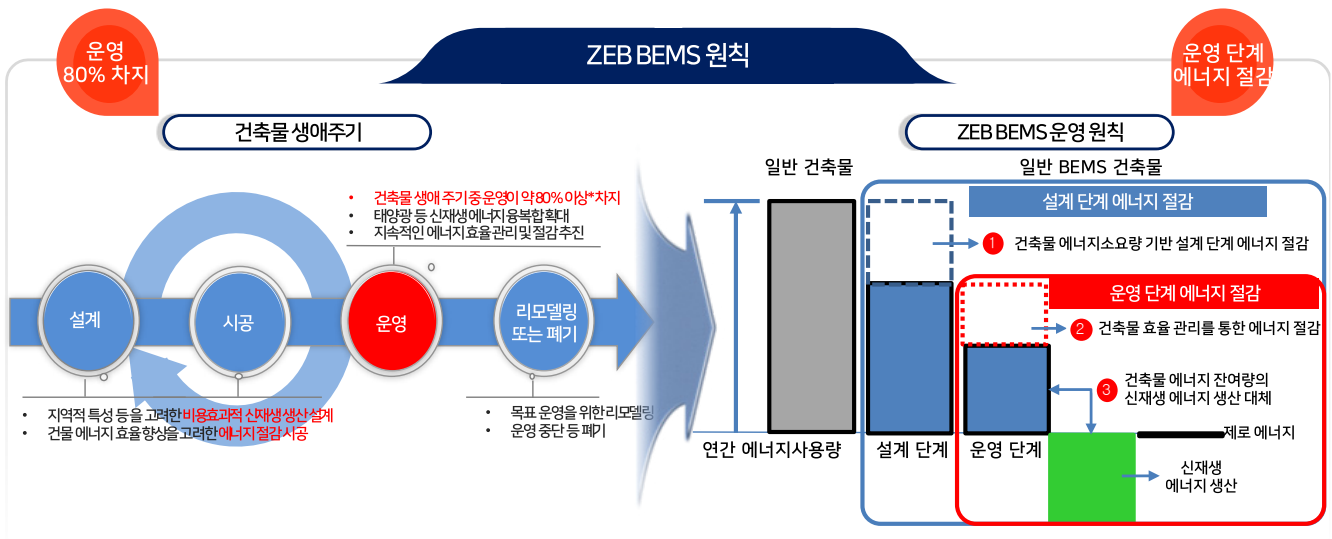
1. 국토부 제로에너지건축물(이하 ZEB), 2. 산업부 공공건물(연면적 10,000㎡ 이상) 설치·운영 의무

● 운영 원칙

건축물 생애주기 중 운영이 약 80% 이상 차지, 에너지 관리를 통한 에너지 절감 추진이 핵심

● 공공건물 BEMS 설치확인 및 설치 후 5년 이내 운영성과 확인 취득 의무

(공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정(산업부 고시))



◎ BEMS + 신재생 관리

- 미국 캘리포니아 덕 커브 이해를 통한 에너지 관리의 중요성 인식
- 국내 제주도 출력 제한 등의 경험

무분별한 신재생 발전은 출력제한 또는 블랙아웃 초래

에너지 관리 중요성

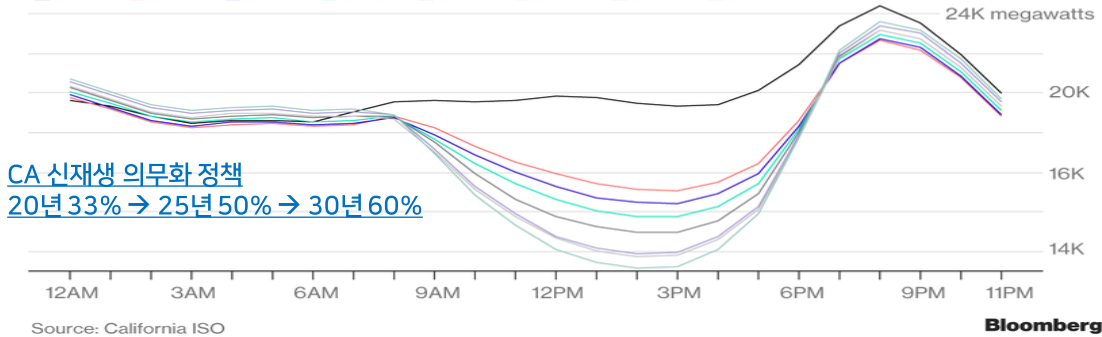
미국 캘리포니아 경우, **신재생 과잉공급과 에너지 관리 미숙**으로, 20년 8월에 2일 연속 **블랙아웃** (대규모 정전사태, 원인: 기후변화 폭염, 에너지 사용 예측 오류) 발생, 80만 가구와 기업 등 400만 인구가 피해를 입음

The duck Curve*

Solar's Surge

The proliferation of solar farms in California has led to an oversupply of power generation in the middle of the day and steep drop-off in the evening

■ 2013 ■ 2014 ■ 2015 ■ 2016 ■ 2017 ■ 2018 ■ 2019 ■ 2020

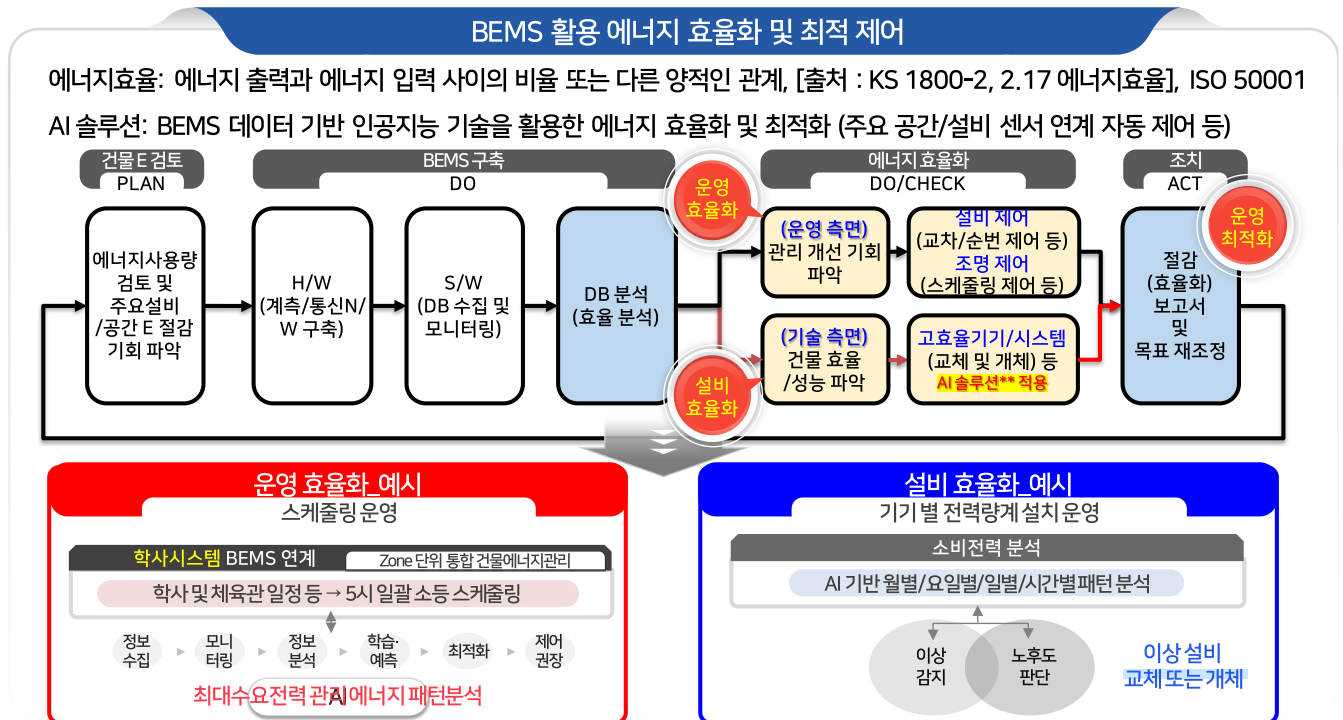


용어 설명

덕 커브(Duck Curve): 수요와 공급의 시간별 변동을 시각화한 그래프, 신재생(태양광 등) 발전량 급증으로 일반발전소가 저녁 시간대 급격히 증가하는 전력수요 충족 어려움. 부하량 예측 정확성 하락, 전력망 운영 비용 상승, 블랙아웃(대정전)과 같은 상황 발생 초래

◎ 에너지 효율화

- 에너지 효율화를 위해서는 에너지 검토 필요
- 에너지 검토 3단계 (ISO 50001)
 1. 건물 에너지 이용(냉난방 급탕, 조명, 환기, 전열, 취사 등) 및 사용량 분석
 2. 중요 에너지 이용 및 사용량 부분 파악 (주요 공간/설비 파악)
 3. 에너지성과 개선, 즉 에너지 절감을 위한 기회 확인

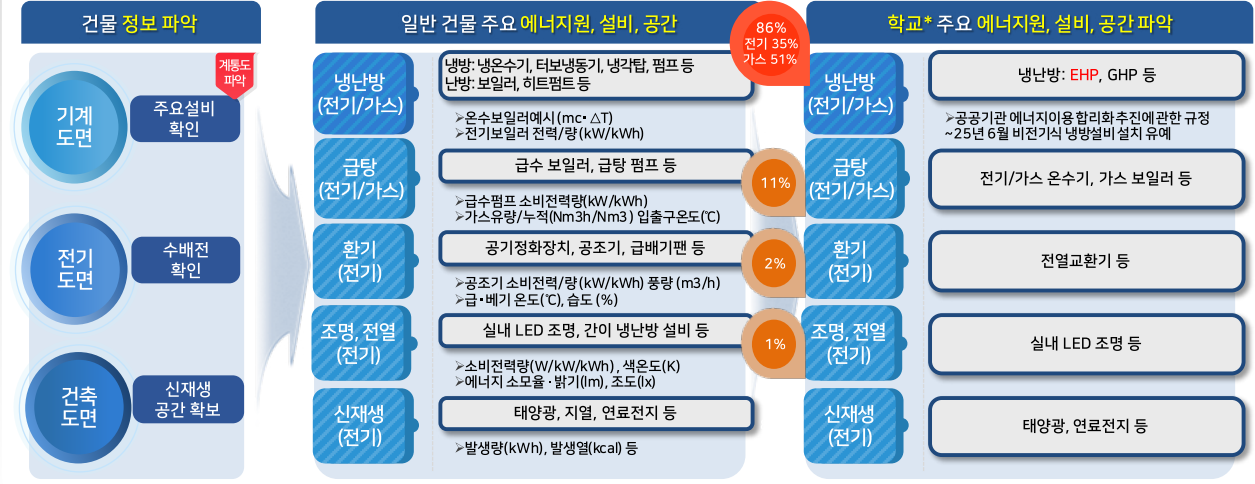


◎ 주요 공간/설비 파악

주요 에너지원, 설비, 공간 에너지 절감

KS BEMS 및 ISO 50001 핵심은 중요 에너지, 즉 주요 공간, 설비의 특성 파악 → 이를 통한 에너지 운영, 설비 효율화 및 개선 프로젝트를 확인이 핵심 → 데이터 기반 운영 및 성과 관리로 연계 절감량 산정과 연계한 선순환 운영 관리 필요

[참고] 공장: 중요 에너지 설비/공정/시스템 경계 수립 및 개선 기회 파악 추진

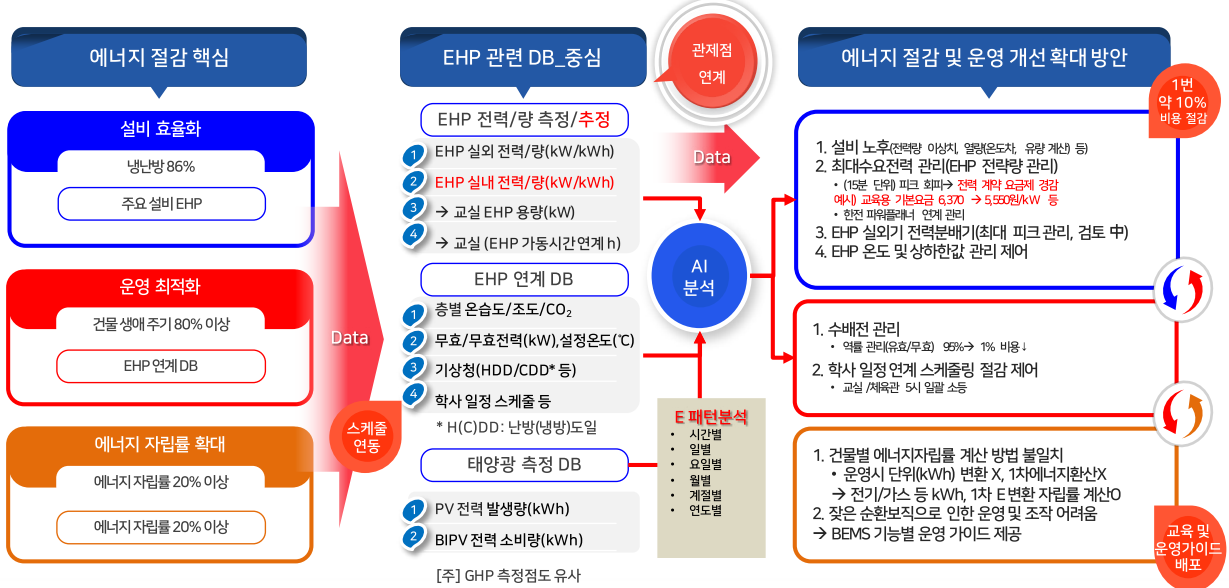


* 학교 에너지 사용 비율 근거: 2023년 실태조사를 통한 5대 에너지이용별 에너지 사용량기반 계산

◎ BEMS 운영 원칙

BEMS 운영을 통한 에너지계측 핵심_학교 예시

학교의 경우 건물 에너지 사용의 86% 차지하는 EHP 중심, 에너지 절감 및 운영 개선 확대 방안 先수립



◎ BEMS 설치 가이드

ZEB BEMS 설치가이드 기준 개선

건축물의 규모 및 전담관리자 유무 등 고려 인증제도 개선, **종합유지관리시설: 시스템 정상작동 및 데이터/계측기 확인 및 시정 등 (필수항목) 6개 항목, 1만 ㎡ 이하 건물은 ① 에너지사용량(원별), ② 신재생에너지생산량만 확인(기준 개선)**

● 필수, ◐ 권장

[현행]

- 산업부 공공 BEMS 설치확인 기준 및 KS 항목
- 국토부 ZEB 전자식 원격검침계량기 필수 6개, BEMS 필수 9개 항목

평가항목 구분	산업부		국토부			
	BEMS	KS	전자식 원격검침계량기	BEMS		
공통	1	일반사항	●	-	-	-
	2	시스템 설치	●	-	-	-
설치확인	3	데이터 수집 및 표시	●	●	●	●
	4	정보감시	●	●	◐	●
	5	데이터 조회 및 관리	●	●	●	●
	6	에너지소비 현황 분석	●	●	●	●
	7	설비의 성능 및 효율 분석	●	●	◐	●
	8	실내의 환경 정보 제공	●	●	◐	●
	9	에너지소비량 예측	●	●	●	●
	10	에너지 비용 조회 및 분석	●	●	-	●
	11	제어시스템 연동	●	●	-	●
운영성과 확인	12	에너지성능개선 및 유지관리	●	-	-	-
	13	에너지절감성과	●	●	-	-
ZEB 기준	14	계측기 관리	-	-	●	-
	15	데이터 관리	-	●	●	-

[개선]

**건축물에너지관리시스템
필수 6개 항목, 권장 7개 항목**

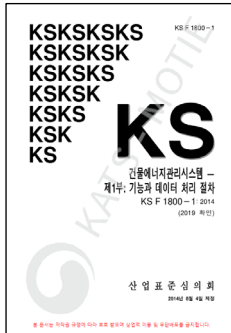
평가항목 구분	필수여부	
1	일반사항	●
2	시스템 설치	●
3	데이터 수집 및 표시	●
4	정보감시	◐
5	데이터 조회 및 관리	●
6	에너지소비 현황 분석	●
7	설비의 성능 및 효율 분석	◐
8	실내의 환경 정보 제공	◐
9	에너지소비량 예측	◐
10	에너지 비용 조회 및 분석	◐
11	제어시스템 연동	◐
12	종합유지관리	●
13	시스템 확장성	◐

- ① 일반사항, 시스템 설치항목 추가
- ② 계측기 관리, 데이터 관리 항목 삭제 (종합 유지 관리로 변경)

출처: 한국에너지공단 건물에너지실 ZEB 인증 관련 설명회 안내자료(2024.05.28)

◎ KS BEMS 표준

KS BEMS 주요 내용 및 설치가이드 연계 활용



한국산업표준 KS



법령 및 고시



KS BEMS 1부 기능과 데이터 처리 절차

BEMS 주요기능 명시 및 데이터의 획득, 전달, 관리 등의 기초적 내용 기술
기능 및 데이터처리 절차를 바탕으로 **BEMS 설치확인 기준 제정**

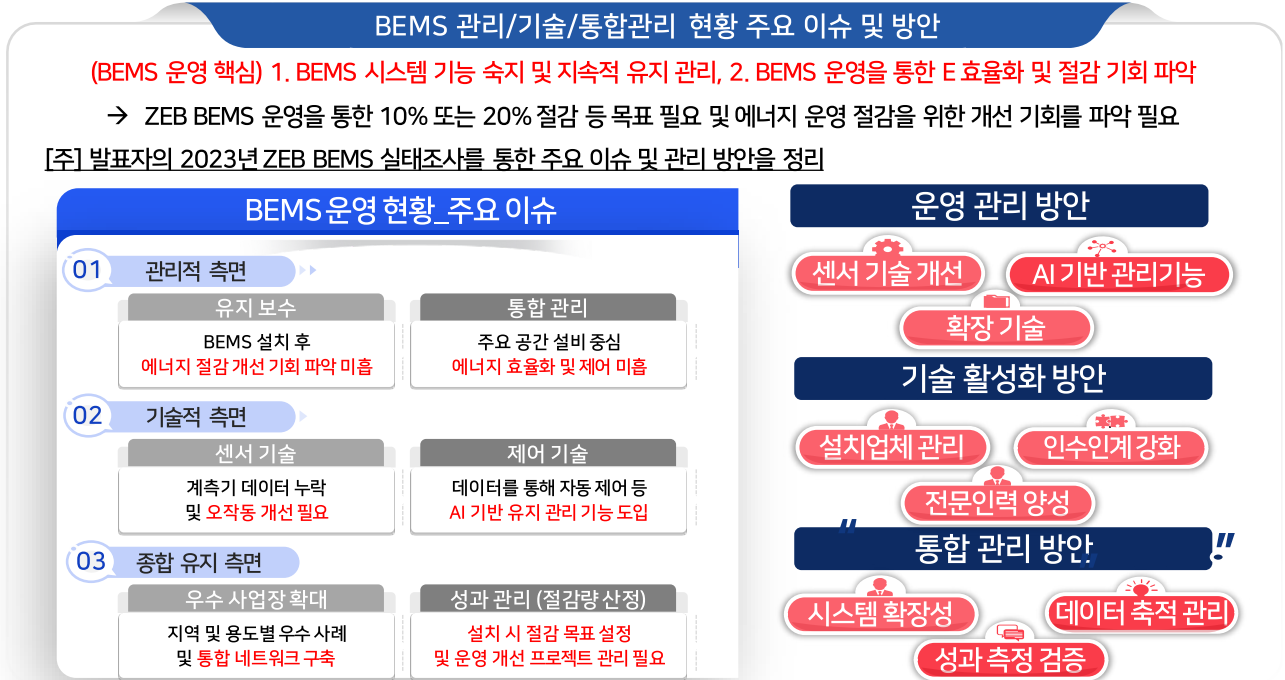
KS BEMS 2부 관제점 선정, 데이터 관리 및 에너지 절감량 산출

(BEMS 운영 주기(데이터 수집·분석·활용)를 거쳐 단계별 표준화
(수집) 관제점 및 태그 관리 → (분석) 데이터 분류 및 관리 → (활용) E효율개선 및 E절감량 산출

[주] 관제점 : 에너지소비량 영향요인 측정지점(예 : 지열히트펌프의 경우 지열측입구온도, 냉난방부하 등)
태그 : 용도·설비·단위 등 에너지데이터를 함축적으로 표현한 이름표(예 : 보일러 BLR)

2 BEMS 운영 기술

◎ 운영 이슈 및 해결 방안



- (HW) 건물 유형별 E 원별/설비별/존별 우선 관제점 선정 및 제어 방안 선행 E 검토 미흡
- (SW) 데이터 저장 등 분석을 통해 건물주 또는 임대인 등 건물관계자에게 E 환경정보, 지표 등 필요한 E 정보 제공 미흡
- (제어) HW/SW 기반 제어 방안 제시가 없어 관계자 참여 체감 부재
- (최적화) 제어 등을 기반한 통합관리시스템을 구현하여야 하나 HW, SW, 제어 등 문제점으로 최적화 실현 미흡

◎ AI 기반 운영 방안

BEMS 운영_LLM 활용 무인 자율 운영 시스템 구축

대규모 언어 모델(LLM, Large Language Model)은 텍스트를 인식하고 생성하는 등의 인공지능(AI) 프로그램

예시) GPT-3, GhatGTP(향후 활용될 데이터 수: 약 100조 이상)

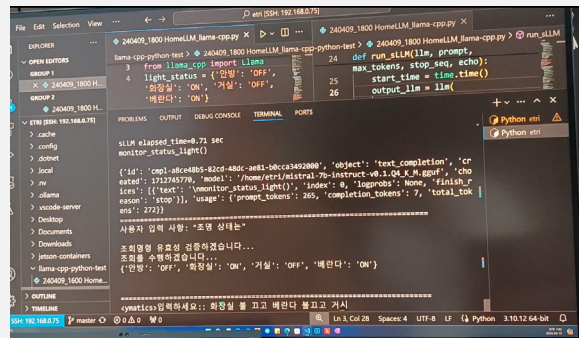
→ BEMS 활용 예시) 건물 누설 에너지(냉난방기 공회전 등)의 센서를 통한 사람 감지 및 자동 제어, 스케줄링 차단 제어 등

대규모 언어 모델 GPT

[서비스별 사용자 100만명 달성 소요기간 비교]



LLM 활용 무인자율ZEB 프로토타입 제시



출처: (좌) statista(2023.01) <https://www.statista.com/chart/29174/time-to-one-million-users/>; (우) 와이매릭스기업의 LLM을 활용한 기술 개발

- 1. 실시간 모니터링 및 분석: 예시) 이상현상 식별 운영자 경고 메시지 송부 및 원인 조사 시정 조치
- 2. 예측 유지 관리: 예시) 특정 시스템 고장예측, 일정 관리를 통한 에너지 소비와 중단 및 고장 수리 비용 최소화
- 3. 에너지 최적화: 예시) 특정 시간 동안 상업용 건물이 비어 있음을 인식하면 온도 설정을 조정하거나 불필요한 조명 제어
- 4. 수요 대응 관리: 예시) 피크 시간 대의 에너지 소비 전환 잠재적인 전력망 과부하 방지

◎ 기저 및 최적 제어

BEMS + AI 적용 운영 방안

(BEMS 운영 건전성 분석) 에너지 및 관련 데이터*를 활용한 설비점검, 센서 교체, 통신 점검이 가능한 건전성 AI 분석

* 실내외 전력/량 (kW/kWh), 가스/누적량 (m3/h, m3), 층별 온습도/조도/CO2, 학사 일정 스케줄, 재실 등 데이터용

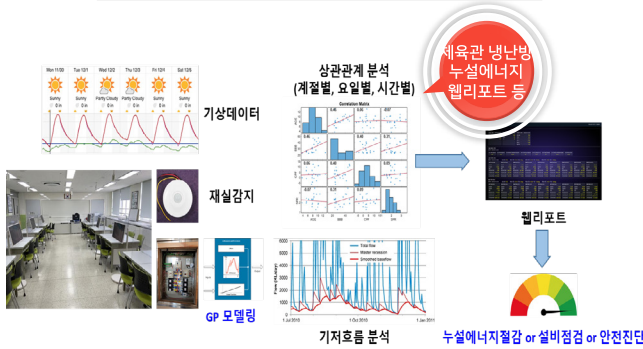
이상 탐지

이상 분류

결함 분리

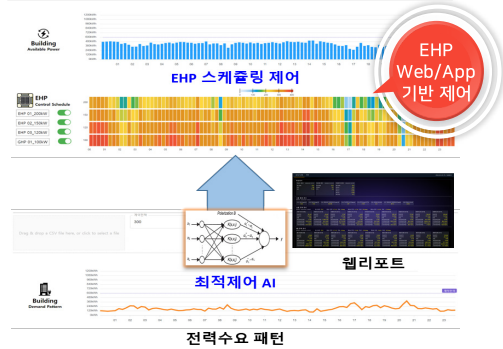
결함 원인 파악 등

기저흐름 데이터시분석



- EHP 에너지 사용량/영향 인자 모델링 반 기저흐름 데이터시분석
- 실시간 상관관계 분석으로 누설에너지 검출 → 사용자 정보 알람 및 제어

전력수요 데이터시분석 및 EHP 제어 활용



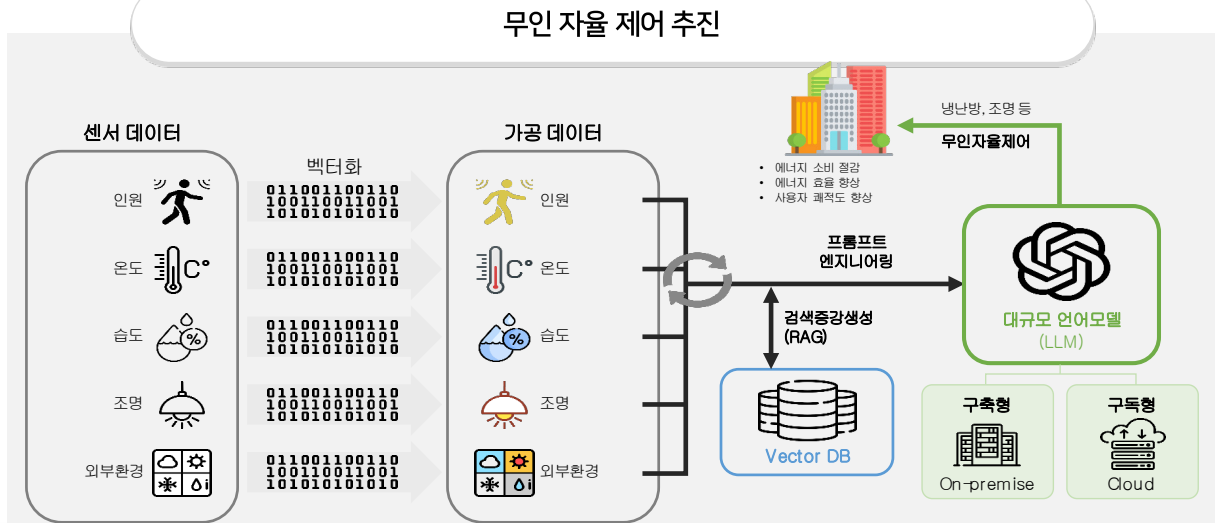
건물
설비
기저부하
제어
최적제어

- 다중 EHP의 운전 데이터시분석
- 실시간 최적운전 스케줄링 제어(또는 API) → 자동 제어

◎ 무인 자율 제어

ChatGPT, 생성형 AI가 가져올 건물 에너지의 변화

BEMS 와 AI LLM 결합 구조로 에너지 정보를 사람의 행동변화 추진 및 방대한 센서 및 가공 데이터의 학습(머신 러닝 등)을 통해 잦은 순환 보직, 전문성을 자율적으로 해결하는 건물 사회 구조 생성



- 제어시스템은 건축물의 건축물에너지관리시스템을 통한 제어 기능을 평가하는 항목이며, 에너지 효율적인 방향으로 설비를 제어하는 기능을 확인하는 항목임
- 자동제어란, 건축물 설비, 전력, 조명 등의 운영 현황을 관리 및 자동으로 제어할 수 있도록 하는 시스템으로써 쾌적한 건축물환경의 제공 및 에너지 절감 등을 목적으로 함. 자동제어에는 설비제어, 전력제어, 조명제어 등이 있음.

◎ 국제기준 적용 운영방안

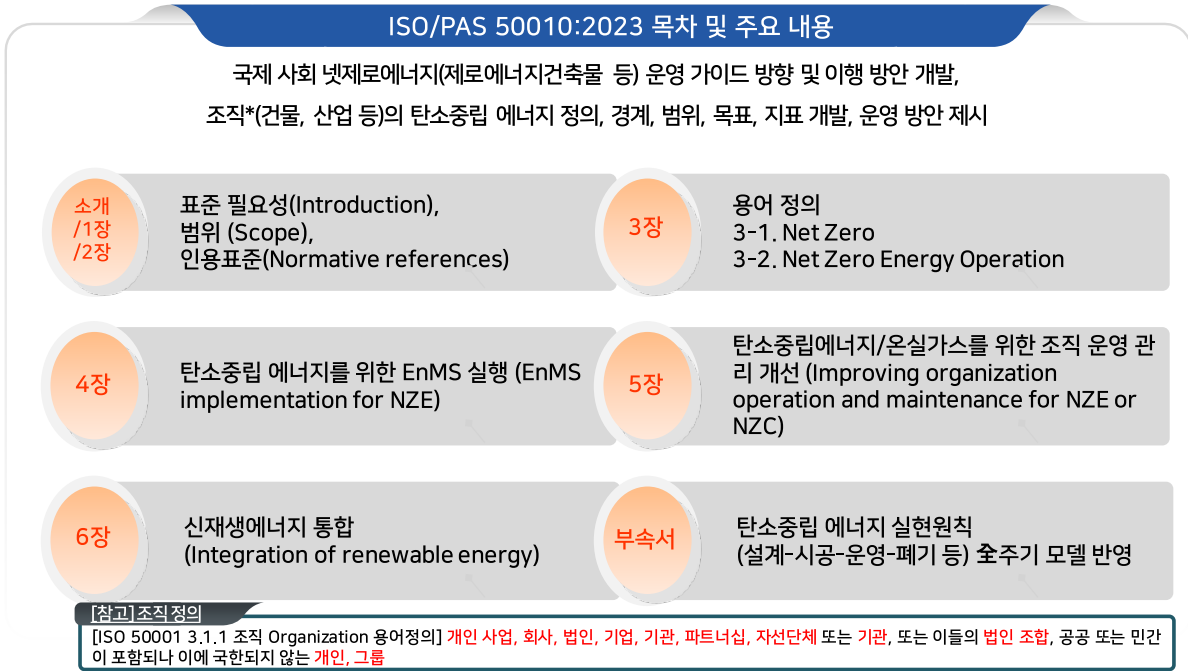
ISO/PAS 50010:2023 Net Zero Energy 운영 가이드 개요

- 탄소중립 실현을 위한 에너지 중심 가이드 및 방법론 제시
- 넷제로에너지(Net Zero Energy, 이하 NZE) 목표 및 지표 등 정의
- EMS의 신재생 연계 에너지 절감 및 관리 방안 제시

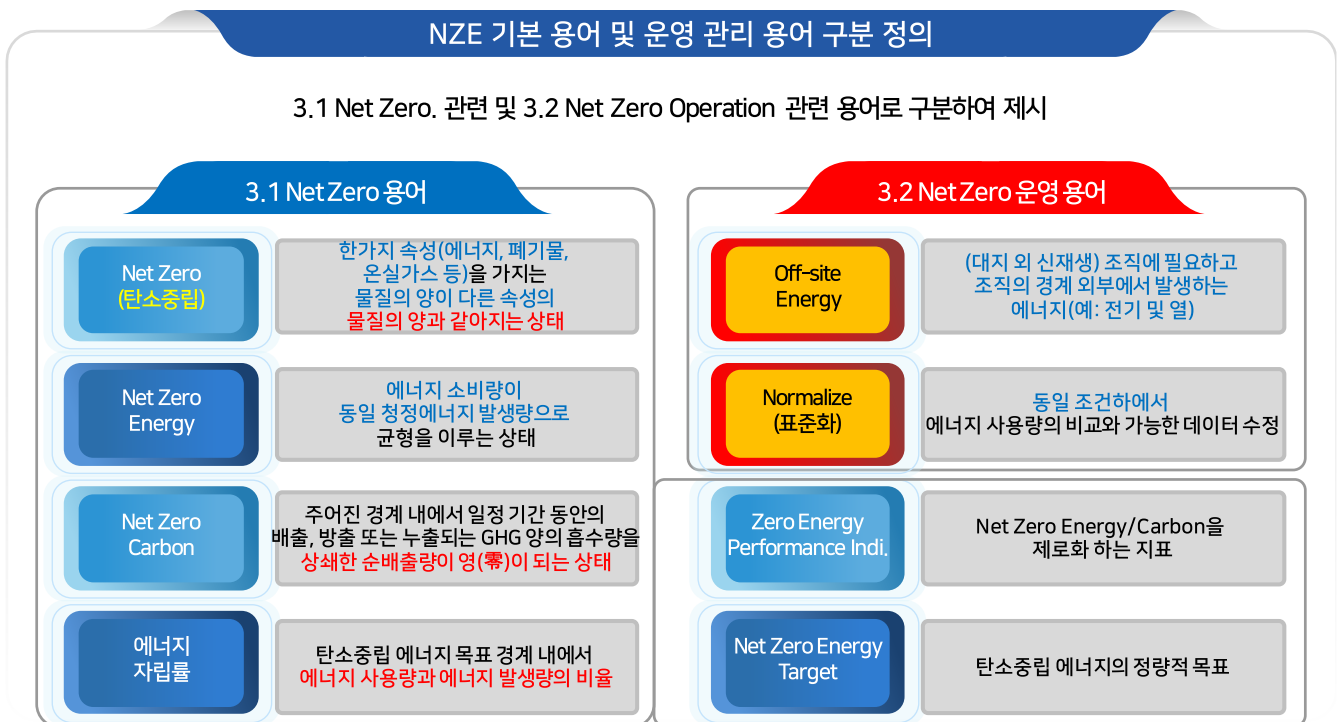


<p>제목</p>	<p>에너지관리 및 절감 - 탄소중립 에너지 운영 가이드(ISO 50001 이용)</p>	<p>범위</p>	<p>NZE 실현을 위한 ISO 50001 활용 NZE 원칙에 기반한 운영 및 유지 관리 개선 신재생 에너지 통합</p>
<p>주요 용어</p>	<p>Net Zero 용어, NZE 용어로 구분 정의 - Net Zero, NZE, NZC, Off-stie energy, zEnPls, NZE target boundaries, etc.</p>	<p>주요 활동</p>	<p>ISO TC 207 Carbon Neutral과 협력 개발 주요 선진 국가* 전문가들과 협력 개발 80개국(미국, 영국, 캐나다, 멕시코 등 참여)</p>
<p>적용 방안</p>	<p>국내 제로에너지건축물 BEMS 운영 적용 -> 가이드 제시를 통한 건물(산업), 마을, 도시 단위 실현 가능 BEMS, RE100, 탄소중립건물의 신재생 E 확대 통합, E 자립률 제고 원칙, 방향성 제시 및 검증 활용</p>		

◎ NZE 목차 및 주요 내용



◎ NZE 용어 설명



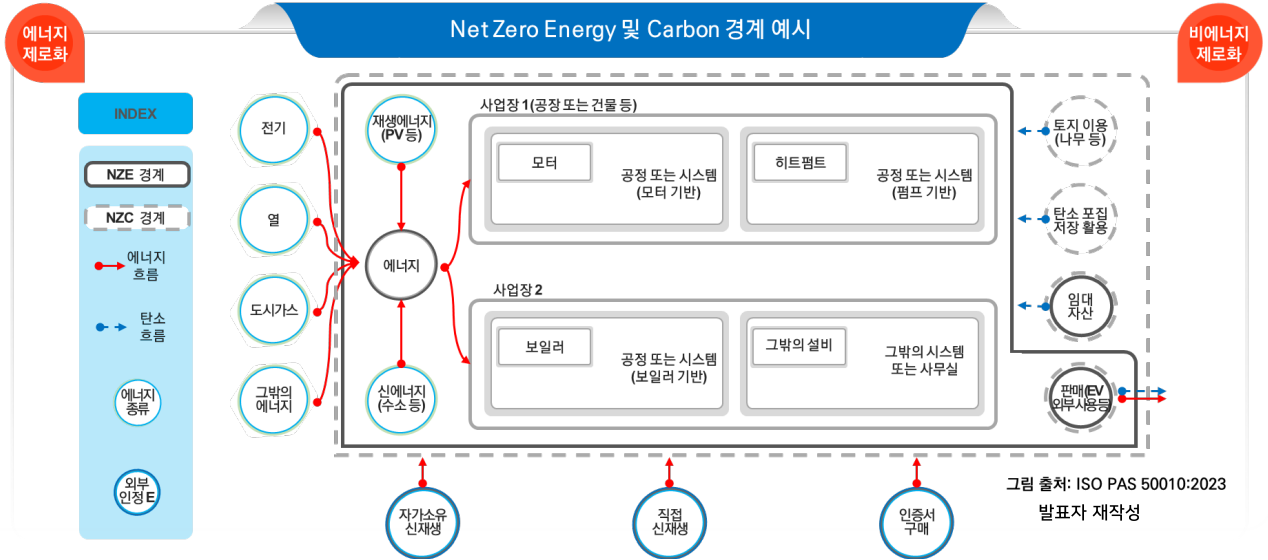
출처: ISO PAS 50010:2023_발표자 제작성

◎ 넷제로에너지 범위 경계

ZEB BEMS 구현을 위한 BEMS 경계 및 온실가스 경계

넷제로에너지 목표 수립 및 탄소중립 에너지 성과 지표 가이드 개발을 위한 예시 제시

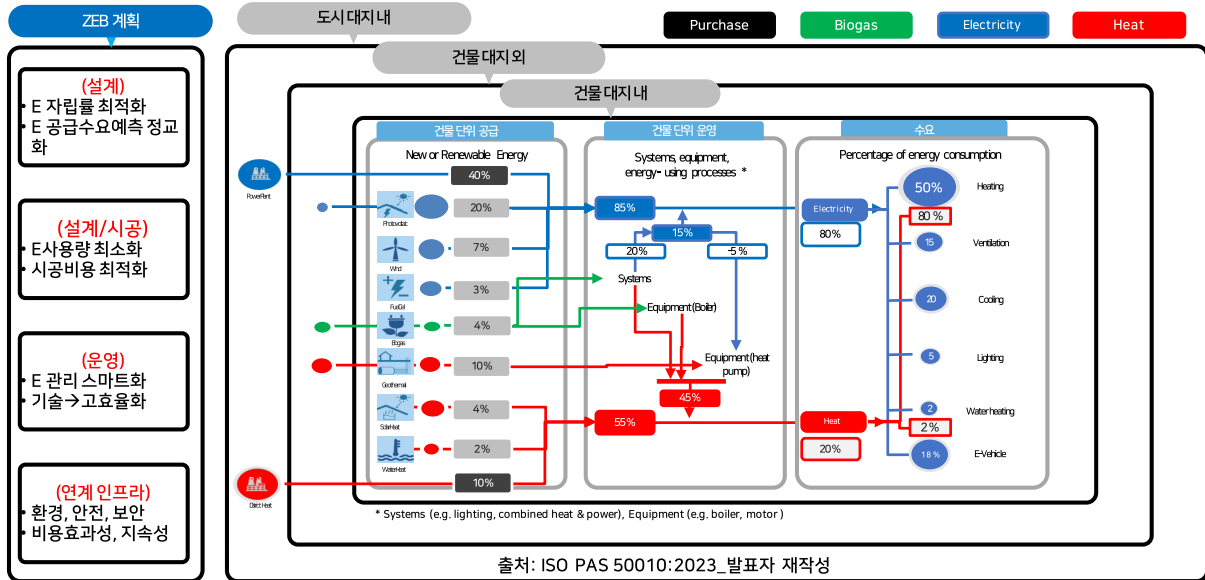
→ (활용방안) ZEB BEMS 운영 목표 수립/온실가스 산정 연계 및 SCOPE 3 에너지 연계 방안 확산



◎ NZE 계획 및 실현방안

BEMS 연계 BEMS 계획 및 운영 절감 방안

[아래 그림 설명] 건축물 전주기를 고려한 에너지자립률 50% 달성을 위한 건물 에너지 공급 수요기반 운영 개념도 제시
전력화, 보일러(연료 전환), 히트펌프(섹터커플링 P2G, P2H, V2G 등) 등을 이용한 ZEB BEMS 구축(국가 분산에너지특별법)

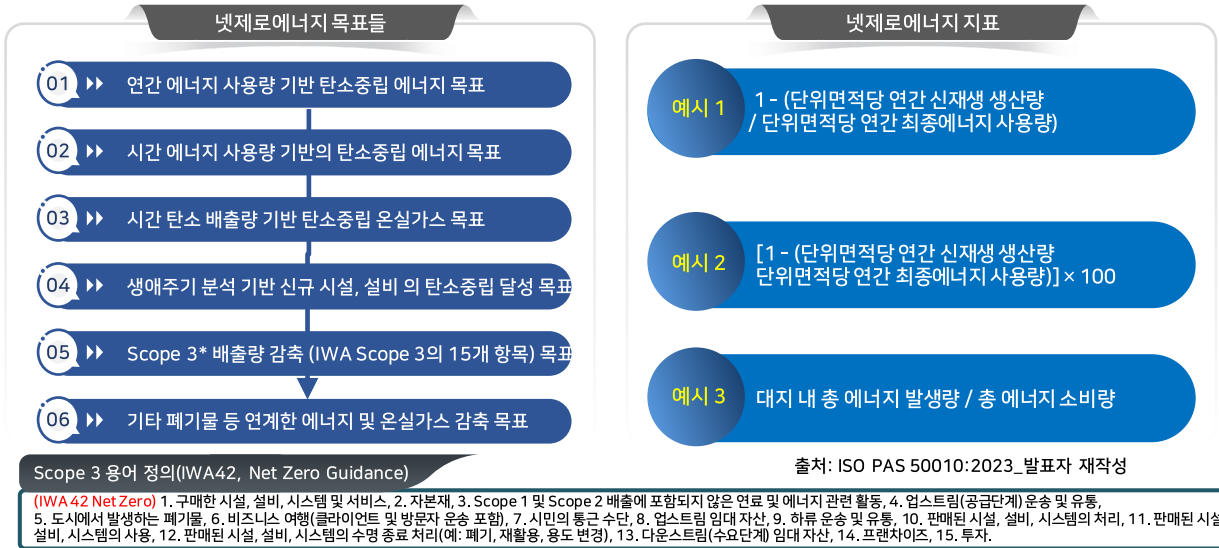


◎ NZE 목표(지표)

NZE 목표 및 지표_BEMS 연계 목표 수립 활용

넷제로에너지 목표 수립 및 탄소중립 에너지 성과 지표 가이드 개발을 위한 예시 제시

→ (활용방안) ZEB BEMS 운영 목표 수립/온실가스 산정 연계 및 SCOPE 3 에너지 연계 방안 확산



◎ BEMS 운영 방안

대지 내 및 대지 외 신재생 활용 BEMS 연계 구축 활용

대지 내 신재생 생산 원칙을 통해
부족 분에 대한 대지 외 신재생 생산 방법 및 연계 방안 제시

대지 내 신재생

신재생 설비가 위치한 장소에 있는
설비, 공정, 시스템 등과의 운영 통합

신재생 에너지 생산은
사용 시기와 설치 시기를 고려하여 제어 가능

그리드 연계 에너지 사용량이 가장 높은 시간대
또는 계절적 요인을 고려하여 최적화 생산

대지 외 신재생

대지 외 자체 소유 태양광 등
설비를 통한 신규 신재생 에너지 생산

대지 외 타인 또는 타 기관 소유의
신규 신재생 에너지 생산

신재생 인증서 구매 또는 계약을 통한 신재생 연
계

3 BEMS 검증 기술

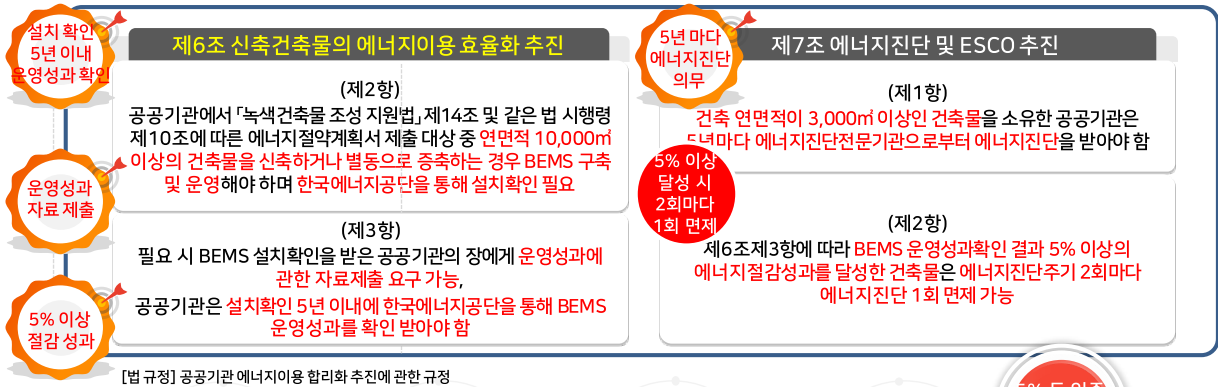
◎ BEMS 운영 성과 검증

- 공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정 설치 확인 5년 이내 운영성과확인 명시
- (ZEB BEMS 연계) 운영 성과 검증을 위한 KS BEMS 2부 활용

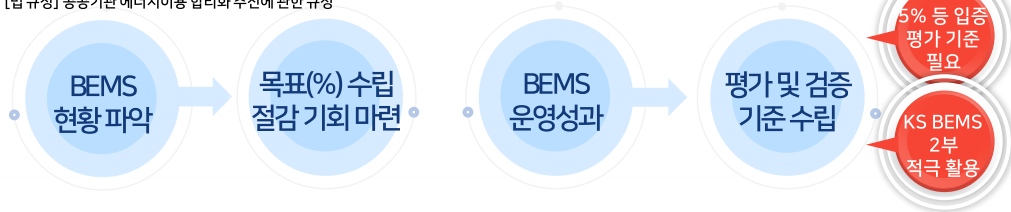
(국가 규정) BEMS 운영 성과 검증

공공 BEMS의 효율적인 운영 성과 확인 및 평가를 검증 기술 필요

→ KS BEMS 2부 에너지 절감량 산정 기술 적극 활용, 운영 성과 검증을 통한 BEMS 선순환 활용 체계 마련



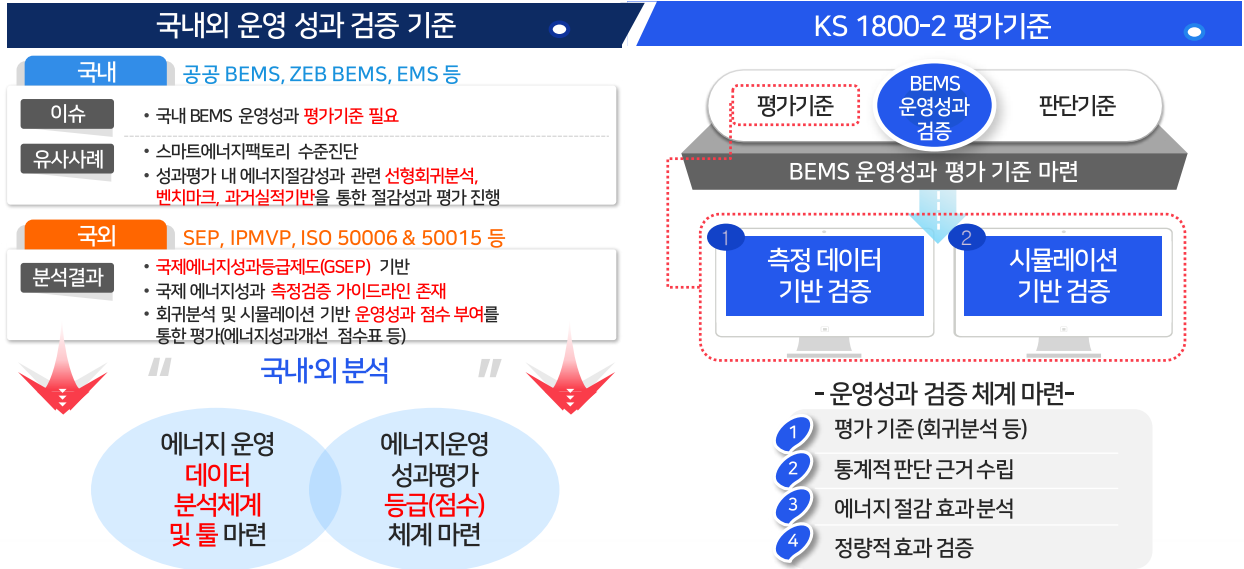
[법규정] 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정



◎ BEMS 성과 검증 표준

KS 1800-2 BEMS 운영 성과 검증 기준

(국외) US SEP(Superior Energy Performance), ISO 50006(에너지 절감량 산정), IPMVP(측정 검증) 기준 존재
 (국내) 국제 기준에 부합한 측정데이터 기반 검증 및 시뮬레이션 기반 검증 표준 기술 공포(2021년)



◎ BEMS 성과 검증 이해

국외 MV(운영 성과 검증) 가이드라인

1. 미국 SEP(Superior Energy Performance) M&V(Measurement and Verification) Protocol, 2012년~현재
-에너지성과개선(절감량)을 가시화하여 국제에너지성과등급제도(GSEP, Global SEP) 국제 협력
2. IPMVP(International Performance and Verification Protocol) Volume 1 (2012년 개발)
-EVO(Efficiency Valuation Organizations)에서 제시한 국제 에너지성과 측정검증 가이드라인
3. ISO 50006 & 50015(2017년 개발)
-미국/EVO 포함 62개국이 참여하여 에너지성과 MV 표준 개발 완료

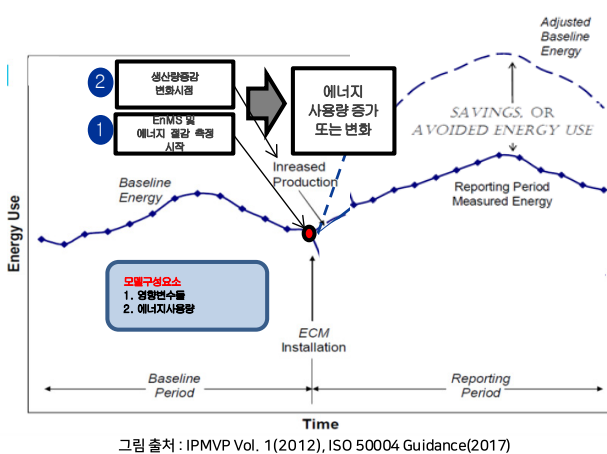


그림 출처 : IPMVP Vol. 1(2012), ISO 50004 Guidance(2017)

$$\text{Energy Savings} = \checkmark \text{Adjusted Baseline Energy} - \text{Reporting Period Energy}$$

(조정된 에너지사용량 - 실제 에너지사용량)

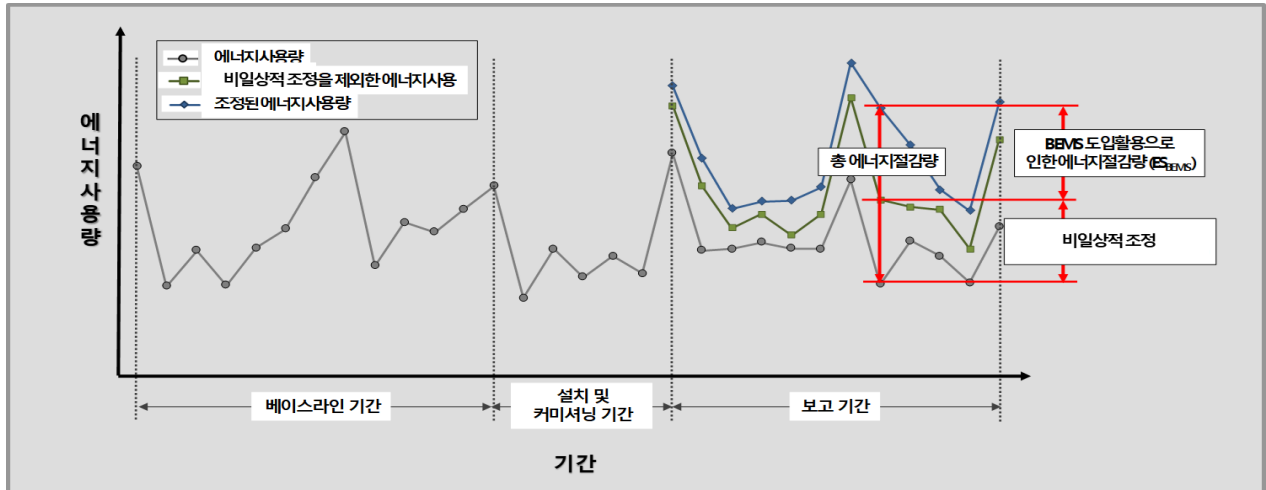
에너지사용량과 영향변수를 이용한 지표 개발

- 절감량 산정(Calculation)
- 검증(Verification)
- 인증(Certification)

◎ BEMS 성과 검증 방법론

건물에너지관리시스템 에너지절감량 산정

BEMS 도입 전후의 객관적인 에너지절감성과 파악을 위한 에너지절감량 산출 및 결과보고 방법
기후 조건 변화(전년 대비 외부 온도 차이 등)에 절감이 아닌 BEMS 도입 활용을 통한 에너지 절감량을 계산



※ 조정(adjustment) : 보고 기간과 베이스라인기간을 동일한 조건하에 에너지성과 비교가 가능하도록 에너지베이스라인을 수정하는 프로세스
 ※ 보고기간(reporting period) : 에너지절감량의 산정과 보고를 위하여 선택된 시간의 정해진 기간
 ※ 비일상적 조정에는 BEMS 운영과 관련이 없는 노후화 또는 고장에 따른 설비 교체 등이 해당

강의를 마치며

국제 사회 AI 적용 BEMS 상용화 서비스 추진

ChatGPT를 이용한 에너지 운영 절감

Smart home service for just \$2.49 /month



Sensibo Energy Saver Plan

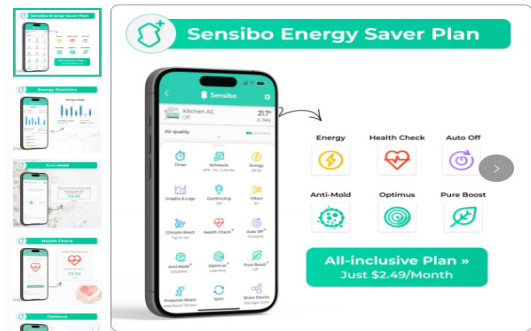
₩3,500 /month
billed yearly (₩42,000 /year)

ADD TO CART

48-hour shipping | Free with 2+ items

Secure Checkout

Free 1-year warranty



출처: <https://sensibo.com/>

◎ 참고서적 및 사이트

1. KS F 1800-1:2014 건물에너지관리시스템 — 제1부 : 기능과 데이터 처리절차
2. KS F 1800-2:2021 건물에너지관리시스템 — 제2부: 관제점 선정, 데이터 관리 및 에너지절감량 산출
3. ZEB 인증을 위한 BEMS 작성 가이드라인, 한국에너지공단, 2017.03
4. ZEB 구현을 위한 전자식 원격검침계량기 설치가이드, 한국에너지공단, 2021.06
5. ZEB 인증제도 개편 설명회, 한국에너지공단, 2024.05
6. KA A ISO 50001:2018 에너지경영시스템 — 사용자지침을 포함한 요구사항 (2023 탈탄소 연계 개정 중)
7. KS A ISO 50004:2020 에너지경영시스템 — KS A ISO 50001 에너지경영시스템의 실행, 유지 및 개선을 위한 지침
8. KS A ISO 50006:2014 에너지경영시스템 — 에너지베이스라인(EnB) 및 에너지성능 지표(EnPI)를 이용한 에너지성과 측정 — 일반 원칙 및 지침
9. KS A ISO 50007:2017 에너지 서비스 — 사용자를 위한 에너지 서비스의 평가 및 개선 지침
10. ISO/TS 50008:2018 Building energy data management for energy performance — Guidance for a systemic data exchange approach
11. ISO/PAS 50010:2023 에너지관리 및 절감 — ISO 50001 기반 넷제로 에너지 운영 가이드라인
12. KS A ISO 50015:2014 에너지경영시스템 — 조직의 에너지성과 측정 및 검증 — 일반 원칙 및 지침
13. KS A ISO 17741:2018 프로젝트 에너지절감량의 측정, 계산 및 검증을 위한 일반적인 기술 규정
14. KS A ISO17742:2018 국가, 지역 및 도시의 에너지효율 및 절감량 계산
15. ISO 17742:2015 Energy efficiency and savings calculation for countries, regions and cities, 2021 개정
16. ISO 50049:2020 Calculation methods for energy efficiency and energy consumption variations at country, region and city levels
17. ISO 52000:2017 Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures
18. ISO IWA 42:2023 Net Zero Guidelines
19. KS I ISO 14067:2020 온실가스 — 제품 탄소발자국 — 정량화를 위한 요구사항 및 지침
20. ISO/IEC 13273:2015. Energy efficiency and renewable energy sources — Common international terminology — Part 1: Energy Efficiency
21. SEP IPMVP50001 MV Protocol:2019. Better building better plants, Guidance for the SEP 50001™ Program Measurement, USDOE(2019).
22. 국가직무능력(NCS) 건물에너지관리시스템 Part 1 ~ Part 5, 2019년
23. Core Concepts:2014 International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) – core concepts
24. statista <https://www.statista.com/chart/29174/time-to-one-million-users>(2024.06 접속 확인)
25. 시보 컴퍼니 available at <https://sensibo.com/> (2024.06 접속 확인)
26. EMWG <https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/energy-management-working-group/>
27. 에너지절감량 산정 툴 무료 버전 다운로드 웹사이트 available at <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/energy-performance-indicator-tool>

C.2

BEMS 관련 평가사항

교육 목표

BEMS 관련
평가사항

- * 2025년 개정된 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드 개정사항
- * 열원(전기,가스,지역난방)이 이동 경로 및 관제점 포인트 위치 확인
- * 에너지흐름도 작성 지침 이해
- * 에너지흐름도를 활용 관제점 설치대상 사전 체크
- * 수배전반결선도 및 분전반 결선도에 대한 이해
- * 계측기 종류 설치 위치 확인
- * 현장 애로사항
- * 건물에너지관리시스템에서 필수 이행 사항 확인
- * 평가기준 및 유의사항
- * 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석

1 에너지흐름도 검토

◎ 건축물에너지관리시스템 보고서

● 필수 기능 항목

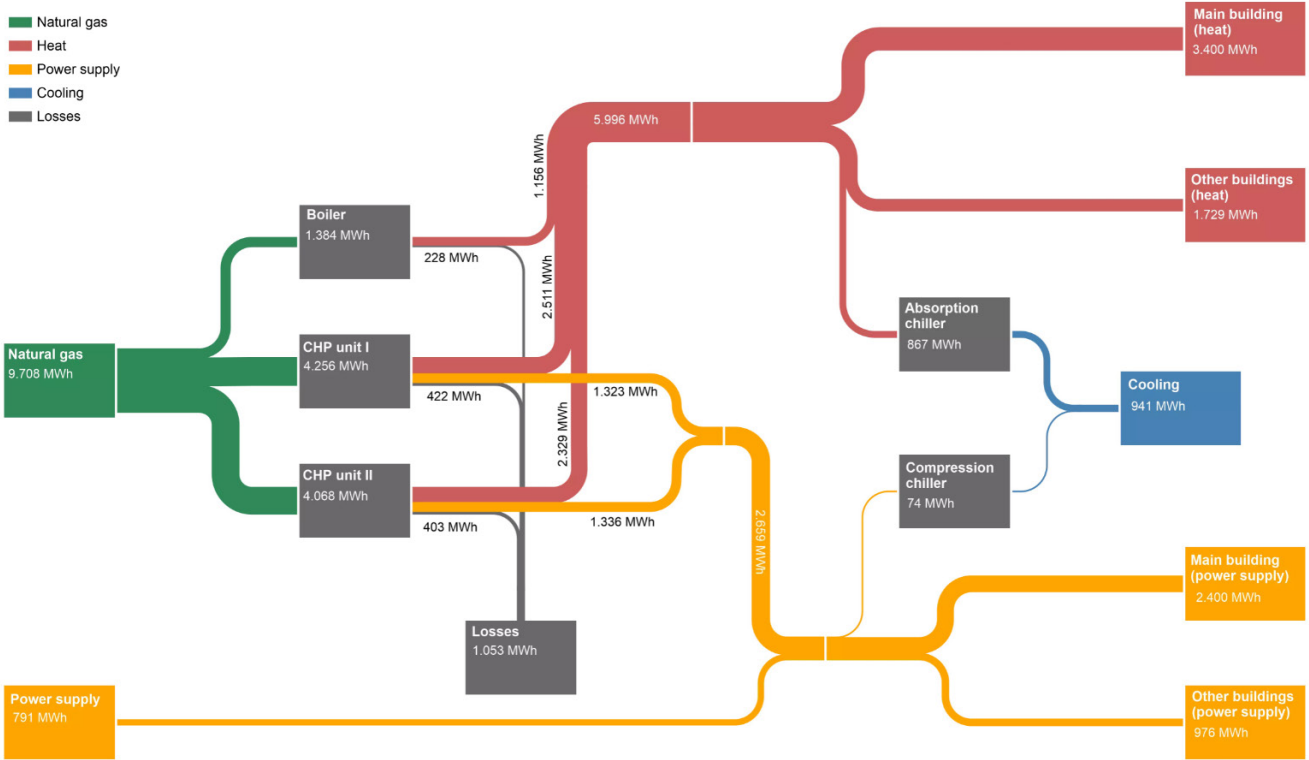
항목	필수 기능 요구사항	필수여부	이행여부	
1	일반사항	대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성 (에너지흐름도)	필수	✓
2	시스템 설치	건축물에너지관리시스템을 구축 및 운영하기 위하여 건축물에너지관리시스템 설치 시 필요한 일반적인 요구사항을 평가	필수	✓
3	데이터 수집 및 표시	대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	필수	✓
5	데이터 조회	일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	필수	✓
6	에너지소비 현황 분석	2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석	필수	✓
12	종합유지관리	계측 장비 및 계측 데이터에 대한 체계적 관리 수행	필수	✓

출처 : 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드

- 1. 6개의 필수항목 확인
- 2. 일반사항 항목 내 에너지흐름도 작성
- 3. 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 에너지흐름도 제출 예외 가능

에너지흐름도 작성

에너지흐름도란 무엇인가



에너지흐름도 작성예시

1-4 에너지흐름도

1단계	2단계	3단계
<p>전체 에너지사용량의 소비량 100%</p> <p>총량 : 000,000kWh 전력 : 00kWh(39%) LNG : 00kWh(61%)</p>	<p>난방 40% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh</p> <p>전력 30% LNG 70%</p>	<p>냉온수기 80% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh (열선) 00kWh</p> <p>전력 20% LNG 80%</p>
		<p>EHP 0% (전력) 00kWh</p> <p>전력 100%</p>
	<p>난방 30% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh</p> <p>전력 10% LNG 90%</p>	<p>냉온수기 80% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh (열선) 00kWh</p> <p>전력 10% LNG 90%</p>
	<p>급탕 10% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh</p> <p>전력 10% LNG 90%</p>	<p>보일러 10% (전력) 00kWh (LNG) 00kWh (열선) 00kWh</p> <p>전력 10% LNG 90%</p>
	<p>조명 10% (전력) 00kWh</p> <p>전력 100%</p>	
	<p>환기 5% (전력) 00kWh</p> <p>전력 100%</p>	<p>정밀공조환기장치 (or AHU, CHU) (전력) 00kWh</p> <p>전력 100%</p>

* 구겨움 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비구겨움 건축물시 경우 제외 가능

- 1단계 공조기 에너지 주공급단 (전력, 도시가스, 지역난방, 태양광)
 - 전력 2개, 태양광 1개, 도시가스 1개
- 2단계 에너지 전환 및 분배단 (용도별 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기등)
 - 전력: 냉난방용 EHP실 00개, 1층 ~ 4층 분전반 4개
 - 가스: 냉난방용 GHP실 00개, 급탕 및 난방용 보일러실 00개
 - 지역난방: 난방 00개, 급탕 00개
- 3단계 에너지 최종 소비단(열원기기 등)
 - 전력: EHP(냉난방) 00개, 냉동기(냉방) 00개, 전기보일러(급탕) 00개
 - 가스: GHP(냉난방) 00개, 보일러(난방) 00개, 보일러(급탕) 00개
 - 지역난방: 열량계(난방) 00개, 열량계(냉방) 00개, 열량계(급탕) 00개

출처 : 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드

◎ 에너지흐름도 작성 지침

● 에너지흐름도 주요사항

- 장비일람표 및 조명밀도계산서를 근거로 작성한다.
- 소비전력 또는 연료소비량을 기준으로 작성한다.
(단, 지역난방의 경우 정확한 소비량을 선정하는 것이 불가하므로 설비용량으로 작성한다.)
- 개별 기기는 용도별 사용량 대비 5% 이상 설비를 기재한다. ←개별기기만 가능함
- 난방, 냉방, 급탕 관련 펌프류는 각 용도에 포함하여 기재한다. (냉온수 순환펌프는 난방과 냉방 측에 각각 기재)
- 전력 및 가스를 동시에 사용하는 설비(GHP 등)의 경우 투입되는 소비전력과 가스소비량을 구분하여 모두 기재한다.
- 난방·급탕 겸용 보일러의 경우 난방과 급탕 부문에 각각 기재한다.
- 환기설비는 외기를 도입할 수 있는 팬이 달린 설비 (일반급·배기 팬, 전열교환환기장치, AHU, OHU 등)를 기재한다.
(히트펌프류 실내기는 난방과 냉방 부문에 각각 기재)
- 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 에너지흐름도를 작성하지 않을 수 있다.

출처 : 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드

● 용도별 장비종류

용도	계통 내 기기(예)
냉방	냉동기, 히트펌프 실외기/실내기, 냉온수기, 냉각탑, 축열조 등
난방	보일러, 히트펌프 실외기/실내기, 냉온수기, 축열조 등
환기	공조기, 전열교환기, 터미널유닛(팬코일유닛 등) 등
급탕	급탕보일러, 전기 온수기, 저탕조 등
수송(운송)	엘리베이터, 에스컬레이터, 입체주차장 등
조명	등기구 등
보조장치(기타)	급배수 펌프, 자동문 등

출처 : 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드

- 1. 3단계 에너지 최종 소비단은 위 용도별 장비종류에 맞추어 작성
- 2. 열원시스템을 이해해야 함. (냉열원 시스템 : 냉동기, 냉각탑, 냉각수펌프, 냉수펌프로 구성됨)
- 3. 히트펌프 실내기는 냉난방용도에 해당 (단, 공조기, FCU는 환기용도임)

◎ 에너지흐름도 예시

● 에너지흐름도 샘플

구분	장비구분	장비번호	대수	소비전력			가스			지역난방, 열		
				냉방	난방	급탕,기타	냉방	난방	급탕,기타	냉방	난방	급탕,기타
조명	조명		1			62.748						
난방	바닥난방		1		150.040							
급탕	가스보일러	GT-101	4				0.275					
급탕	가스보일러	GT-102	1				0.075					
난방	가스보일러	B-101	2		0.380			55.200				
급탕	전기온수기	EHI-101	66			1.500						
급탕	전기온수기	EHI-102	27			2.000						
급탕	전기온수기	EHI-103	2			2.500						
기타	펌프	P-101	2			2.200						
기타	펌프	P-102	1			0.950						
난방	온수순환펌프	P-103	1		1.500							
급탕	급탕관련펌프	P-104	1			0.750						
난방	천장형전기온풍기	HF-101	39		1.200							
난방	천장형전기온풍기	HF-102	26		1.800							
난방	천장형전기온풍기	HF-103	16		2.700							
환기	팬	OF-101	1			2.200						
환기	팬	OF-102	7			0.033						
환기	팬	EF-101	1			2.200						
환기	팬	EF-102	1			7.500						
환기	팬	EF-103	1			15.000						
환기	팬	EF-104	52			0.030						
환기	팬	EF-105	59			0.033						
환기	팬	EF-106	7			0.033						
환기	팬	UF-101	2			0.400						
환기	팬	SAU-101	1			5.000						
환기	팬	JCS-101	1			5.000						
환기	팬	JCE-101	1			3.000						
기타	펌프	BP-101	3			22.500						
환기	전열교환기	ERV-150	3			0.055						

출처 : 한국부동산원 에너지흐름도 작성

- 1. 장비종류에 따라 용도(냉방,난방등) 선택
- 2. 장비구분에서 해당장비 선택 (예 : 전기바닥난방, 가스보일러등)
- 3. 해당 장비가 사용하는 전력량 또는 가스발열량 기재 (장비일람표 정격사용량 기준으로 작성)

소비총량

총	전기	가스,OIL	지역난방
3002.104	1160.404	1841.700	0.000
	38.65%	61.35%	0.00%

구분	총	전기	가스	지역난방	장비구분	총			전기		가스, OIL		지역난방	
						kW	kW	%	kW	%	kW	%		
난방	1330.890	505.890	825.000	0.000	EHP	204.640	204.640	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
	44.33%	38.01%	61.99%	0.00%	GHP	726.750	12.150	1.67%	714.600	98.33%	0.000	0.00%	0.000	0
					가스보일러	111.160	0.760	0.68%	110.400	99.32%	0.000	0.00%	0.000	0
					온수순환펌프	1.500	1.500	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
					바닥난방	150.040	150.040	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
					천장형전기온풍기	136.800	136.800	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
냉방	993.560	267.360	726.200	0.000	EHP	249.430	249.430	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
	33.10%	26.91%	73.09%	0.00%	GHP	744.130	17.930	2.41%	726.200	97.59%	0.000	0.00%	0.000	0
급탕	450.425	159.925	290.500	0.000	가스보일러	291.675	1.175	0.40%	290.500	99.60%	0.000	0.00%	0.000	0
	15.00%	35.51%	64.49%	0.00%	전기온수기	158.000	158.000	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
					급탕관련펌프	0.750	0.750	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
환기	91.631	91.631	0.000	0.000	실내기	14.066	14.066	100.00%						
	3.05%	100.00%	0.00%	0.00%	팬	44.669	44.669	100.00%						
					전열교환기	32.896	32.896	100.00%						
조명	62.748	62.748	0.000	0.000	조명	62.748	62.748	100.00%						
	2.09%	100.00%	0.00%	0.00%										
기타	72.850	72.850	0.000	0.000	펌프	72.850	72.850	100.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0
신재생	0.000	0.000	0.000	0.000										

생산총량

총	전기	급탕, 열
436.200	436.200	0.000
	100.00%	0.00%

구분	총	전기	급탕, 열	장비구분	총			전기		급탕, 열	
					kW	kW	%	kW	%	kW	%
신재생	436.200	436.200	0.000	태양광	436.200	436.200	100.00%			0.000	0%

출처 : 한국부동산원 에너지흐름도 작성

◎ 참고서적 및 사이트

1. <http://www.zeb.energy.or.kr/> (한국에너지공단 제로에너지건축물 사이트)
2. 건축물에너지관리시스템 보고서 작성양식 (한국에너지공단)

2 관제점 현장 확인

◎ 에너지흐름도

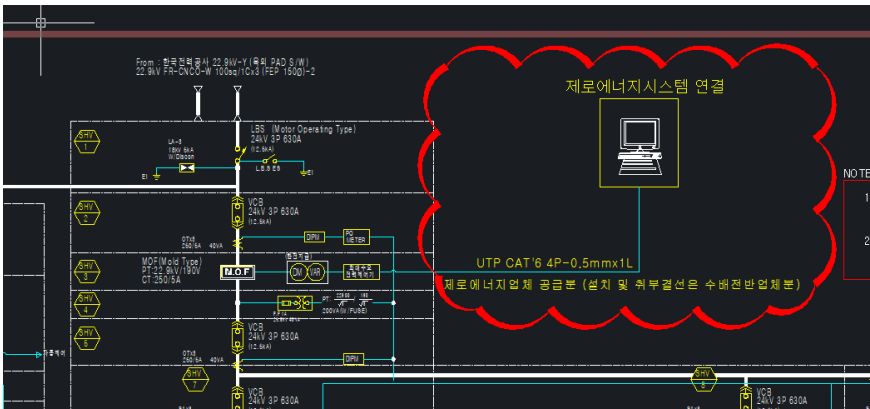
● 계측기 적용 위치 파악

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
용도별대상 (3개 선택)	난방	냉방	급탕	조명	환기									
	O	O	O	X	X									
단위: kW														
계측대상		구분		장비		1대당 사용량, 생산량								
계측대상 여부	계측기 번호	구분	장비구분	장비번호	대수	소비전력			가스			지역난방, 열		
						냉방	난방	급탕,기타	냉방	난방	급탕,기타	냉방	난방	급탕,기타
O	본관분류선도	급탕	전기온수기	ET-2	1			6.600						
O	동관방기 계측가능	난방	복사난방패널	BLS-045	23		0.450							
O	동관방기 계측가능	난방	복사난방패널	BL-075	10		0.750							
O	동관방기 계측가능	난방	복사난방패널	BL-090	6		0.900							
O	동관방기 계측가능	난방	복사난방패널	BL-105	15		1.050							
X		환기	실내기	1WAY-1	3			0.010						
X		환기	실내기	1WAY-2	2			0.020						
X		환기	실내기	1WAY-3	1			0.030						
X		환기	실내기	4WAY-1	9			0.025						
X		환기	실내기	4WAY-2	10			0.030						
X		환기	실내기	4WAY-3	4			0.047						
X		환기	실내기	4WAY-4	19			0.053						
X		환기	실내기	4WAY-5	10			0.069						
X		환기	실내기	4WAY-6	37			0.076						
X		환기	실내기	4WAY-7	2			0.097						
X		환기	실내기	4WAY-8	8			0.110						
X		환기	실내기	DUCT-1	2			0.350						
X		환기	실내기	DUCT-2	2			0.350						
X		환기	실내기	DUCT-3	2			0.350						
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-1	1	6.6	7.200							
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-2	1	16	14.100							
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-3	2	18	16.800							
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-4	1	19	16.500							
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-5	1	22.200	21.700							
O	OAC-A,B,C	냉난방	EHP	EHP-6	1	25.000	23.600							
O	가스배관계통 OAC-A,B,C	냉난방	GHP	GHP-1	6	1.700	1.190		26.200	26.600				
O	가스배관계통 OAC-A,B,C	냉난방	GHP	GHP-2	6	1.700	1.190		32.800	33.000				
O	가스배관계통 OAC-A,B,C	냉난방	GHP	GHP-3	1	1.700	1.190		41.900	43.400				
O	노면기실	급탕	급탕관리원프	HP-1	4			0.040						
X		환기	전열교환기	ERV-100	23			0.051						
X		환기	전열교환기	ERV-150	4			0.060						
X		환기	전열교환기	ERV-250	5			0.104						
X		환기	전열교환기	ERV-350	7			0.178						
X		환기	전열교환기	ERV-500	35			0.220						
X		환기	전열교환기	ERV-800	4			0.420						
X		환기	전열교환기	ERV-1000	12			0.530						

● 1. 용도별 측정대상 장비 확인 필요

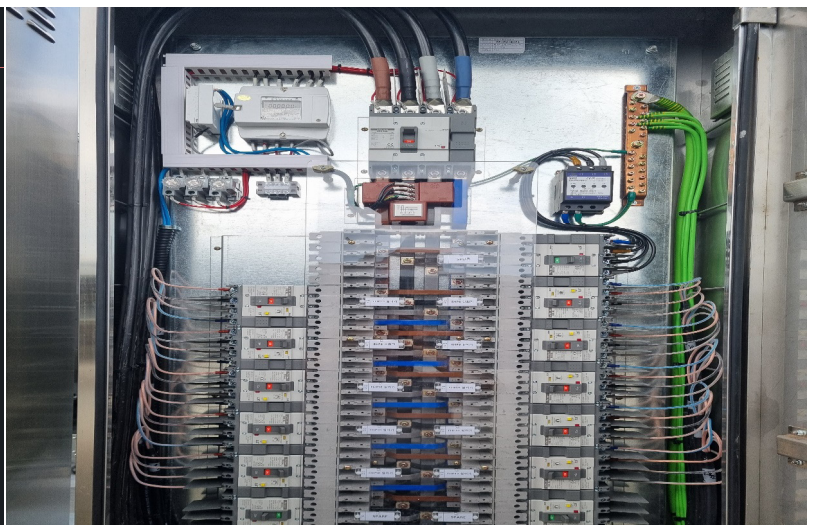
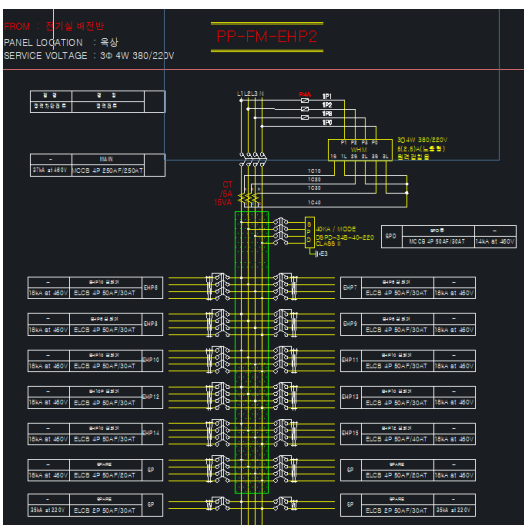
◎ 전력계통의 이해

● 수변전단선결선도



- 1. 건물 전력 인입은 수변전단선결선도를 통해 확인 가능
- 2. 수변전단선결선도는 건물이나 시설의 전력계통을 한 눈에 확인할 수 있도록 그린 단선도
- 3. 주요 목적은 수전설비에서부터 건물 내부 부하까지 전력 흐름을 간단히 표현
- 4. MOF(Metering OutFit) → DM, VAR에서 측정후 통신라인 통해 건축물관리시스템 연결
- 5. 저압수전일 경우 별도 계량기 설치 필요

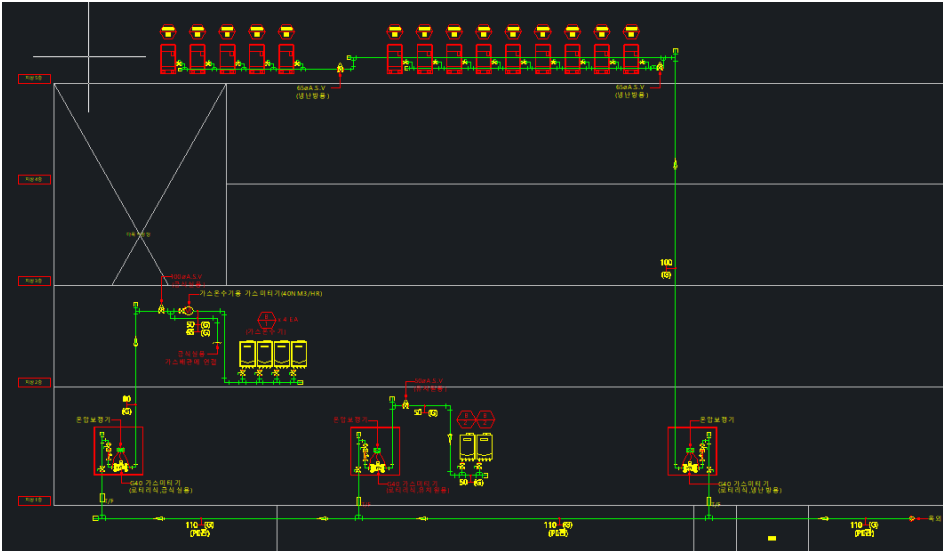
● 분전반 결선도



- 1. 분전반결선도는 각 부하(조명, 콘센트, 각종기기)로 전기를 배분하는 Panel내 결선도
- 2. W.H.M (Watt-Hour Meter, 전력량계) 하부 부하에 용도에 맞지 않는 부하 있는지 확인 필요
- 3. EHP 분전반에 부하에는 냉난방 장비 이외의 장비가 있으면 안됨 (예 : 배기팬등)

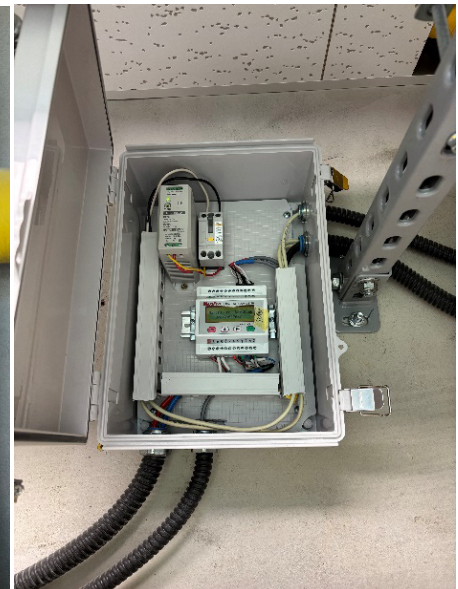
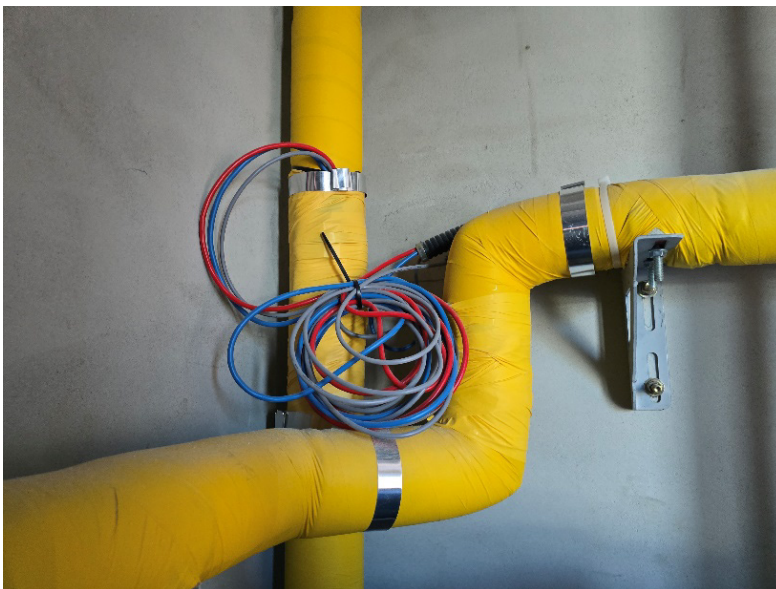
◎ 계측기 종류 및 설치 위치 확인

● 가스 계통도



- 1. 가스배관 최종 사용기기 확인 필요
- 2. GHP 냉난방 기기와 급탕기기는 별도의 가스계량기 분리
- 3. 취사용 가스배관 필히 확인하여 분리

● 급탕 열량계



- 1. 급탕 열량계는 유량계, 입출구 온도 센서로 구성
- 2. 유량계 (Flow Meter) : 급탕 배관내 유량 측정
- 3. 온도센서(Temperature Sensor) : 공급관과 환수관에 설치 → ΔT (온도차)측정
- 4. 열량계 연산기 : 유량 X ΔT X 비열 X 밀도로 열량 계산
- 5. 유량계 (보일러 인입배관 환탕+보충수 유량을 측정), 열량계 (보일러 입출구 온도차)

● 기타 센서등



실내 복합 검출기 (온도, 습도등)



실외 백엽상



백엽상 내

◎ 참고서적 및 사이트

1. <http://www.zeb.energy.or.kr/> (한국에너지공단 제로에너지건축물 사이트)
2. 건축물에너지관리시스템 보고서 작성양식 (한국에너지공단)

3 BEMS 프로그램 확인

◎ 건축물에너지관리시스템 보고서

● 필수 기능 항목

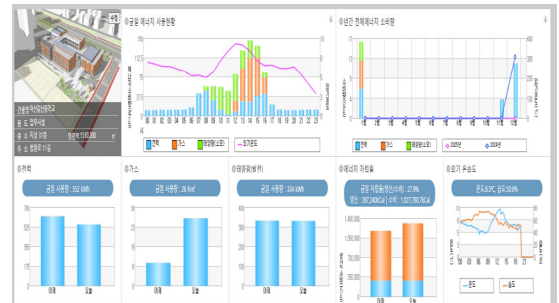
항목		필수 기능 요구사항	필수여부	이행여부
1	일반사항	대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성 (에너지흐름도)	필수	✓
2	시스템 설치	건축물에너지관리시스템을 구축 및 운영하기 위하여 건축물에너지관리시스템 설치 시 필요한 일반적인 요구사항을 평가	필수	✓
3	데이터 수집 및 표시	대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	필수	✓
5	데이터 조회	일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	필수	✓
6	에너지소비 현황 분석	2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석	필수	✓
12	종합유지관리	계측 장비 및 계측 데이터에 대한 체계적 관리 수행	필수	✓

출처 : 건축물에너지관리시스템 보고서 작성기준 및 가이드

- 1. 6개의 필수항목 확인
- 2. 일반사항 항목 내 에너지흐름도 작성
- 3. 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 에너지흐름도 제출 예외 가능

- 데이터 수집 및 표시
- 설치기준
 - 대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시
- 필수 이행 사항

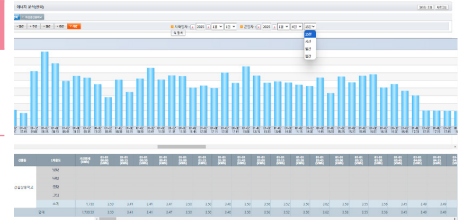
요구사항	기능 구현 요구사항
데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시
에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중
에너지원별 계측	건물 내 인입 에너지 종별
에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계측



- 평가 기준 및 유의사항
 - ㉠ 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 한다.
 - * 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다.
 - ㉡ 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다.
 - ㉢ 다만, 건물의 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다.
 - ㉣ 에너지공급자를 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등)의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계측하고 표시하여야 한다.
 - ㉤ 에너지공급자에서 제공하는 실시간 계측정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다.
 - ㉬ 에너지원별 주 공급관에 계측기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합으로 표시할 수 있다.
 - ㉭ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다.
 - ㉮ 에너지원별 계측 작성 시 에너지흐름도를 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다.
 - ㉯ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지흐름도를 기준으로 작성한다.
 - ㉺ 건물에 설치된 모든 계측기를 기재하도록 한다.

- 데이터 조회
 - 설치기준
 - 일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회
 - 필수 이행사항

요구사항	기능 구현 요구사항
다양한 양식으로 다운로드 기능	.csv, .png 등 다양한 형식 데이터 유형
기간별 조회 기능	데이터 조회시 기간(년/월/일/시간, 특정기간) 또는 간격(15분/1시간 등) 조회



- 평가기준 및 유의사항
 - ㉠ 조회한 데이터는 표 또는 그래프로 화면상에 가시화되어야 하며 텍스트 파일, 스프레드시트 등 관리자가 일반적으로 사용 가능한 형태의 파일로 다운로드 할 수 있어야 한다. 또한, 조회한 데이터에 맞는 단위가 함께 표현되어야 한다.
 - ㉡ 시스템 설계자가 데이터 조회 간격을 설정하여 시간, 일, 월, 년 등 고정된 기간 동안의 데이터를 조회할 수 있다.
 - ㉢ 관리자가 데이터 조회 간격(15분, 1시간, 일 등) 및 기간(00년. 00월. 00일~00년. 00월. 00일)을 선택할 수 있다.

- 에너지소비 현황 분석
 - 설치기준
 - 2종 이상의 에너지원 단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석
 - 필수 이행사항

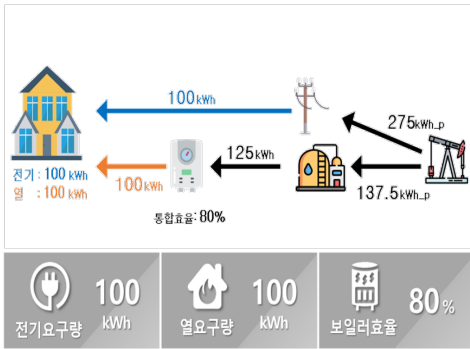
요구사항	기능 구현 요구사항
2가지 이상의 에너지원단위	신재생에너지 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원단위 관리
3가지 이상의 용도별 에너지사용량 관리	건축물 에너지용도(냉방/난방/급탕/조명/환기) 중 3종 이상 에너지사용량 관리

- 평가기준 및 유의사항
 - ㉠ 건물의 에너지원단위는 1차 에너지를 기준으로 2종 이상 산출하여 관리하여야 하며, 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다.
 - ㉡ 건축물의 5대 에너지 용도(냉방/난방/급탕/조명/환기) 중 3종 이상 관리하여야 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다. 에너지흐름도 파악 시 5대 에너지 용도 이외의 용도에 대한 에너지사용 비중이 높은 경우는 <표 2>를 참조하여 다른 용도로 대체할 수 있다.
 - ㉢ 신재생에너지 생산비율 관리 기능 구현 시 아래의 수식에 따른다.

$$\frac{1차\ 신재생에너지\ 생산량(계측기\ 종류\ 기재) - 1차\ 신재생에너지\ 생산에\ 소비되는\ 에너지양*(계측기\ 종류\ 기재)}{건축물\ 1차에너지소비량(계측기\ 종류\ 기재,\ 전체\ 및\ 3종\ 용도^{**})} \times 100 = 00.0\%$$

- 신재생에너지 생산량 = 연간 신재생에너지 생산량(kWh)
신재생에너지 생산에 소비되는 에너지양 = 연간 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지양(kWh)
(외부로부터 공급받은 에너지원과 신·재생에너지 생산에 소비되는 에너지양 포함)
- 신재생에너지 생산비율 계산 시 건축물 1차에너지소비량의 경우
 - ① 건물 전체 에너지사용량과 ② 에너지소비현황 분석하는 3종 용도에 대한 사용량 두 가지를 모두 고려하여 계산

태양광	$\frac{\text{태양광계측치(kWh)} \times 2.75}{\text{분자값} + [\text{메인전력량계 계측치(kWh)} \times 2.75 + \text{전체 가스계량기 계측치(kWh)} \times 1.1 + \text{전체 지역난방 열량계 계측치(kWh)} \times 0.728]}$ <p style="text-align: center;">or</p> $\text{분자값} + [3\text{종 에너지용도별 계측치(kWh)} \times 1\text{차에너지환산계수}]$
지열 HP	$\frac{\text{지열열량계 계측치(kWh)} - [\text{지열HP용(HP, 지열냉온수순환펌프, 지열원순환펌프 등) 전력량계 계측치(kWh)} \times 2.75]}{\text{상동}}$
연료 전지	$\frac{[\text{연료전지 전력계측치(kWh)} \times 2.75 + \text{연료전지열량계 계측치(kWh)}] - [\text{연료전지용 가스계량기 계측치(kWh)} \times 1.1]}{\text{상동}}$



[신재생 미반영]

1차 에너지 생산량

- 없음

1차 에너지 소비량

- 전기 : $100 \times 2.75 = 275.0$ kWh

- 열 : $125 \times 1.1 = 137.5$ kWh

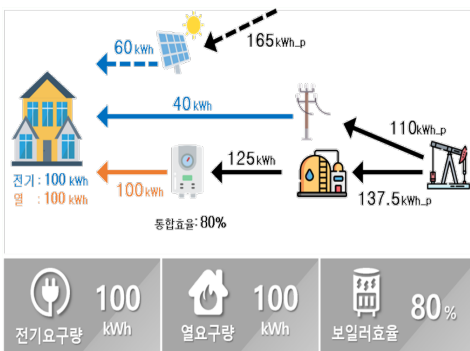
- 합계 : $275.0 + 137.5 = 412.5$ kWh

에너지자립률

- $0 \div 412.5 \times 100 = 0\%$

순생산량

생산량&소비량



[태양광 시스템]

1차 에너지 생산량

- 태양광 : $60 \times 2.75 = 165.0$ kWh

1차 에너지 소비량

- 전기 : $40 \times 2.75 = 110.0$ kWh

- 열 : $125 \times 1.1 = 137.5$ kWh

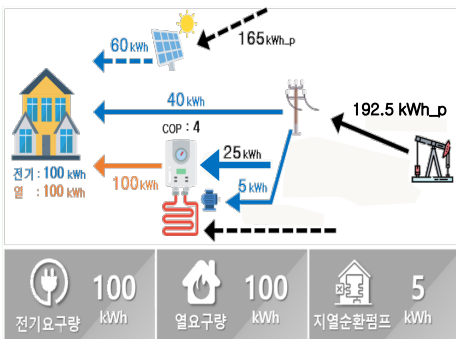
- 태양광 : 165.0 kWh
- 합계 : $110.0 + 137.5 + 165.0 = 412.5$ kWh

에너지자립률

- $165.0 \div 412.5 \times 100 = 40.0\%$

순생산량

생산량&소비량



[태양광 + 지열 시스템]

1차 에너지 생산량

- 태양광 : $60 \times 2.75 = 165.0$ kWh

- 지열 : $100 - ((25 + 5) \times 2.75) = 17.5$ kWh

- 합계 : $17.5 + 165.0 = 182.5$ kWh

1차 에너지 소비량

- 전기 : $(40 + 25 + 5) \times 2.75 = 192.5$ kWh

- 지열 : 17.5 kWh

- 태양광 : 165.0 kWh

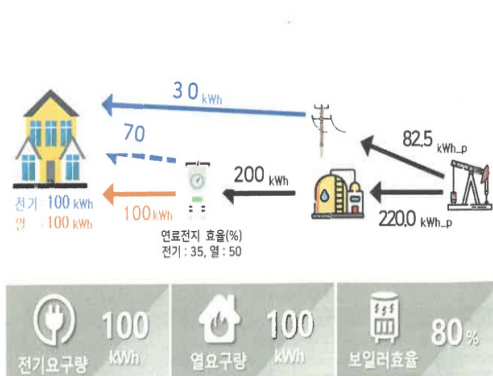
- 합계 : $192.5 + 17.5 + 165.0 = 375.0$ kWh

에너지자립률

- $182.5 \div 375.0 \times 100 = 48.67\%$

순생산량

생산량&소비량



[연료전지]

1차 에너지 생산량

- 연료전지 : $70 \times 2.75 + 100 = 292.5$ kWh

$292.5 - (200 \times 1.1) = 72.5$ kWh

1차 에너지 소비량

- 전기 : $30 \times 2.75 = 82.5$ kWh

- 열 : $200 \times 1.1 = 220.0$ kWh

- 연료전지 : 72.5 kWh

- 합계 : $82.5 + 220.0 + 72.5 = 375.0$ kWh

에너지자립률

- $72.5 \div 375.0 \times 100 = 19.33\%$

순생산량

생산량&소비량

〈 표 1 〉 에너지원단위 및 에너지용도 우선 고려 순위

구분		에너지원단위 고려 순위	에너지용도 고려 순위
주거용	주거 시설	1. 신재생에너지 생산비율(필수) 2. 단위 면적당 에너지소비량 3. 1인당 에너지소비량 * 공동주택 단지 전체, 단독주택 동별	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 조명, ⑤ 환기 * 공용부 없을 경우 제외
주거용 외	숙박형 서비스 시설	1. 신재생에너지 생산비율(필수) 2. 단위 면적당 에너지소비량 3. 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 조명, ④ 급탕, ⑤ 환기
	사무/교육/서비스 시설	1. 신재생에너지 생산비율(필수) 2. 1인당 에너지소비량 3. 단위 면적당 에너지소비량 4. 매출액당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 조명, ④ 급탕, ⑤ 환기
	개방/모임 시설	1. 신재생에너지 생산비율(필수) 2. 1인당 에너지소비량 3. 단위면적당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 환기, ④ 조명, ⑤ 급탕

〈 표 2 〉 에너지 용도 및 계통 내 기기 (예시)

용도	계통 내 기기(예)
냉방	냉동기, 히트펌프 실외기/실내기, 냉온수기, 냉각탑, 축열조 등
난방	보일러, 히트펌프 실외기/실내기, 냉온수기, 축열조 등
환기	공조기, 전열교환기, 터미널유닛(팬코일유닛 등) 등
급탕	급탕보일러, 전기 온수기, 저탕조 등
수송(운송)	엘리베이터, 에스컬레이터, 입체주차장 등
조명	등기구 등
보조장치(기타)	급배수 펌프, 자동문 등

◎ 참고서적 및 사이트

1. <http://www.zeb.energy.or.kr/> (한국에너지공단 제로에너지건축물 사이트)
2. 건축물에너지관리시스템 보고서 작성양식 (한국에너지공단)

건축물에너지평가사
보수교육



ZERO ENERGY BUILDING
TRAINING TO BE PROFESSIONALS

PART D

ECO2 평가

[D.1]

기술 요소별 에너지 해석-패시브

[D.2]

기술 요소별 에너지 해석-액티브/신재생

[D.3]

제출도서(건축/기계/전기/통신) 분석 방법

[D.4]

예비인증평가 보완 사례 및 유형별 대응 전략

B.1

기술 요소별 에너지 해석 - 패시브

교육 목표

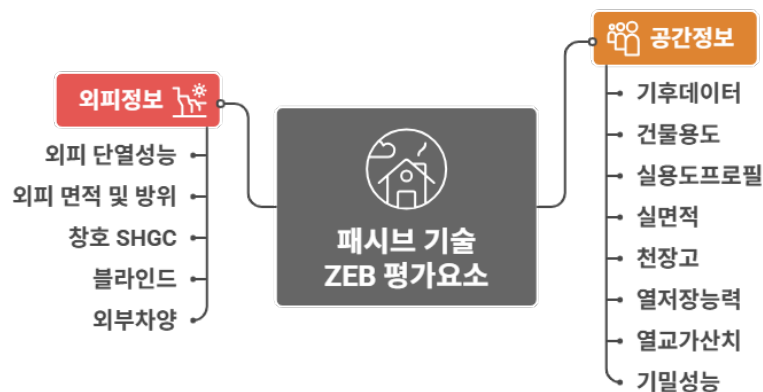
기술 요소별
에너지 해석 - 패시브

- * ZEB 인증평가에서 반영되는 패시브 기술요소에 대한 반영 방식 이해
- * 패시브 기술 요소의 인증평가 결과에 대한 영향도 분석
- * 용도프로필(운영스케줄) 변화가 결과에 미치는 영향 사례 분석
- * 패시브 기술 요소 중 외피성능(단열성능 및 일사부하 조절) 변화에 따른 영향도 분석
- * 기타 패시브 기술 요소 변화에 따른 영향도 분석
- * 전체 요소의 중요도 비교 및 실무 응용 정리
- * 예비인증 단계의 신재생(태양광) 주요 검토사항과 메인전력과의 관계를 이해
- * 예비인증 단계의 건축물에너지관리시스템 보고서 주요 항목의 검토 사항을 이해

1 ZEB 패시브 기술요소

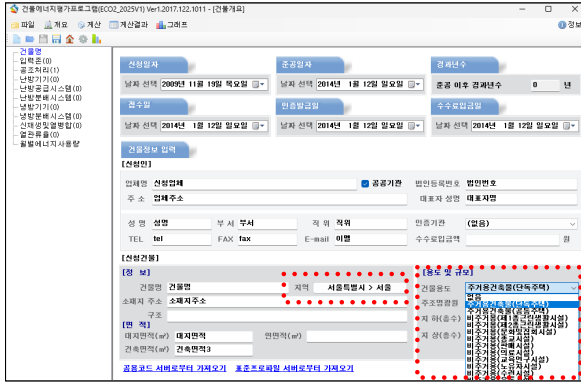
◎ 인증평가 입력요소

- 제로에너지건축물 인증평가에 입력되는 패시브 기술요소
 - 1. 공간정보 : 기후데이터, 건물용도, 실용도프로필, 실면적, 천장고, 열저장능력, 열교가산치, 기밀성능
 - 2. 외피정보 : 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능, 외피 면적 및 방위, 창호 SHGC, 블라인드, 외부차양

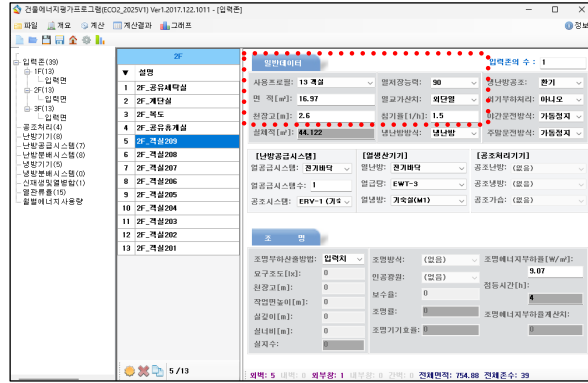


● 제로에너지건축물 인증평가에 입력되는 패시브 기술요소

- 1. 공간정보 : 기후데이터, 건물용도, 실용도프로필, 실면적, 천장고, 열저장능력, 열교가산치, 기밀성능
- 2. 외피정보 : 외피(외벽, 지붕, 바닥,창호) 단열성능, 외피 면적 및 방위, 창호 SHGC, 블라인드, 외부차양



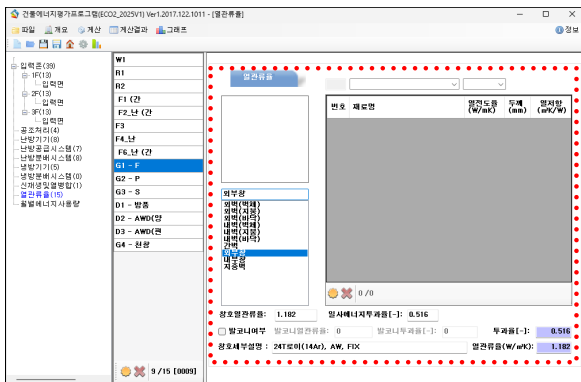
ECO2 프로그램 개요탭 캡처 화면



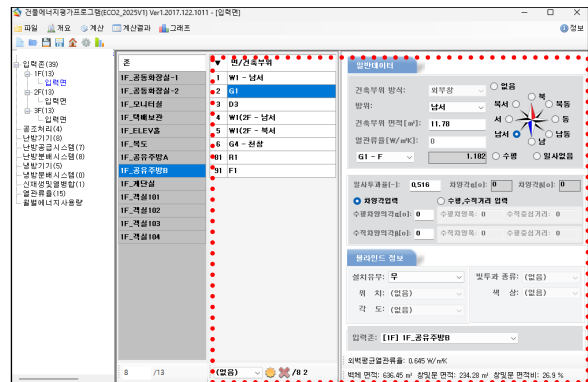
ECO2 프로그램 입력준비탭 캡처 화면

● 제로에너지건축물 인증평가에 입력되는 패시브 기술요소

- 1. 공간정보 : 기후데이터, 건물용도, 실용도프로필, 실면적, 천장고, 열저장능력, 열교가산치, 기밀성능
- 2. 외피정보 : 외피(외벽, 지붕, 바닥,창호) 단열성능, 외피 면적 및 방위, 창호 SHGC, 블라인드, 외부차양



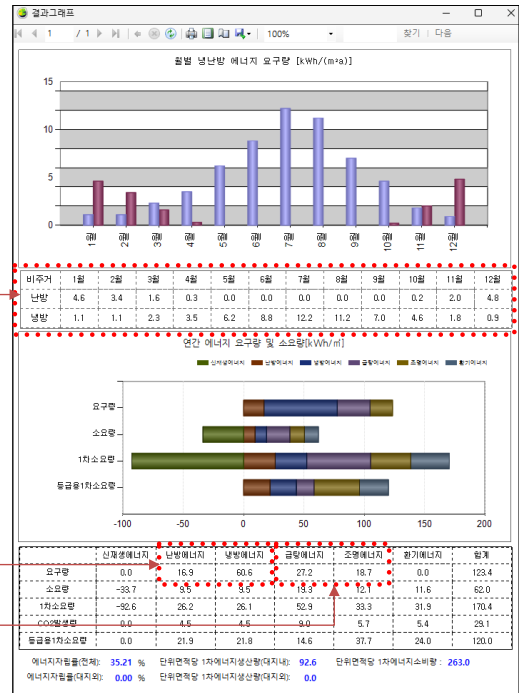
ECO2 프로그램 열관류율 탭 캡처 화면



ECO2 프로그램 입력면 탭 캡처 화면

◎ 평가결과 상관성

- 공간정보 및 외피정보는 요구량 산출의 핵심요소
- 난방 및 냉방 요구량에 영향 : 대부분 패시브 요소
- 급탕 및 조명 요구량에 영향 : 실별 프로필 설정치



ECO2 프로그램 결과 그래프 캡처 화면

◎ 용도프로필의 적용

- 건축물 용도프로필 (제로에너지건축물 인증 제도 운영규정 [별표2])

구분	단위	주거공간	소규모 사무실	대규모 사무실	회의실	강당	구내식당	화장실	그외채류	부속공간	창고, 문서실	전산실	주방, 조리실	병실	객실	교실 (초·중고)	강의실 (대학교)	매장	전시실	열람실	체육시설	구내식당 (초·중고)	주방/조리 (초·중고)	체육시설 (초·중고)	
사용시간과 운전시간																									
사용시작시간	[hh:mm]	00:00	9:00	9:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	7:00	00:00	8:00	00:00	21:00	8:00	9:00	8:00	10:00	8:00	8:00	11:00	8:00	9:00	
사용종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	24:00	8:00	15:00	18:00	20:00	18:00	20:00	23:00	15:00	15:00	16:00	
운전시작시간	[hh:mm]	00:00	7:00	7:00	7:00	7:00	8:00	7:00	7:00	7:00	00:00	8:00	00:00	21:00	8:00	9:00	8:00	10:00	8:00	10:00	8:00	11:00	8:00	9:00	
운전종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	15:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	24:00	8:00	15:00	18:00	20:00	18:00	20:00	23:00	15:00	15:00	16:00		
설정 요구량																									
최소도입외기량	[m³/(m²h)]	1.1	4	6	15	2	18	15	7	0.15	1.3	90	4	3	10	30	4	2	8	3	18	90	3		
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	84	30	30	30	30	1250	0	30	0	30	0	82	82	30	30	30	30	220	1250	0	220			
조명시간	[h]	5	6	9	11	11	7	11	11	11	12	7	12	4	6	6	6	12	8	12	15	4	7	7	
열발열원																									
사람	[Wh/(m²d)]	53	30	55.8	96	36	177	0	96	0	15	56	108	70	100	420	84	28	168	60	177	56	60		
작업보조기기	[Wh/(m²d)]	52	42	126	8	24	10	0	8	0	1800	1800	24	44	20	24	24	0	0	0	10	1800	0		
실내공기온도																									
난방설정온도	[°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
냉방설정온도	[°C]	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
월간 사용일수																									
1월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	22	31	0	0	26	22	26	26	0	0	26	
2월 사용일수	[d/mth]	28	19	19	19	19	19	19	19	19	28	19	28	19	28	14	0	23	19	23	23	14	14	23	
3월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	21	31	23	20	25	21	25	25	23	23	25	
4월 사용일수	[d/mth]	30	22	22	22	22	22	22	22	22	30	22	30	22	30	22	20	26	22	26	26	22	22	26	
5월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	22	31	21	15	26	22	26	26	21	21	26	
6월 사용일수	[d/mth]	30	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	30	20	30	22	20	24	20	24	24	22	22	24	
7월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	22	22	22	22	31	22	31	22	31	15	5	26	22	26	26	15	15	26	
8월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	21	31	3	0	26	21	26	26	3	3	26	
9월 사용일수	[d/mth]	30	18	18	18	18	18	18	18	18	30	18	30	18	30	22	20	22	18	22	22	22	22	22	
10월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	21	31	21	20	25	21	25	25	21	21	25	
11월 사용일수	[d/mth]	30	21	21	21	21	21	21	21	21	30	21	30	21	30	22	21	26	21	26	26	22	22	26	
12월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	21	21	21	21	31	21	31	21	31	15	9	25	21	25	25	15	15	25	
용도별 보정계수																									
난방	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.503	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31	
냉방	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.196	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31	
급탕	-	1	1	1	1	1	0.024	0	1	0	0	0.685	0	0.251	0.251	1.25	1.667	0.833	1	0.833	0.114	0.03	0	0.114	
조명	-	1	1.5	1	0.818	0.818	1.286	0.818	0.818	0.818	0.818	0.514	1.286	0.514	1.541	1.875	2.5	※수식	1.125	0.625	0.5	2.813	1.607	1.071	
환기	-	1	1	1	1	1	1.571	1	1	1	1	0.314	1.571	0.314	0.685	1.964	2.037	0.764	1.375	0.764	0.611	3.438	1.964	1.31	

- 공간별 사용시간이나 요구량, 발열량 등 건축물 에너지에 영향을 주는 요소 설정
→ 설정된 값은 그 공간의 특성을 나타냄

◎ 주요 용도프로필 비교

- 주거, 사무, 식당, 부속, 전산, 교실 프로필 특징 비교

구분	주거공간	대규모사무실	구내식당	부속공간	전산실	교실
사용시간과 운전시간						
사용시작시간	00:00	9:00	8:00	7:00	00:00	8:00
사용종료시간	24:00	18:00	15:00	18:00	24:00	15:00
운전시작시간	00:00	7:00	8:00	7:00	00:00	8:00
운전종료시간	24:00	18:00	15:00	18:00	24:00	15:00
설정 요구량						
최소도입외기량	1.1	6	18	0.15	1.3	10
급탕요구량	84	30	1250	0	30	30
조명시간	5	9	7	11	12	6
열발열원						
사람	53	55.8	177	0	15	100
작업보조기기	52	126	10	0	1800	20
월간 사용일수						
1월 사용일수	31	22	22	22	31	0
-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-
8월 사용일수	31	21	21	21	31	3
-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-	-생략-
12월 사용일수	31	21	21	21	31	15

주거, 전산실: 24시간 사용

식당: 급탕사용량 다

전산실: 서버 및 장비 발열량 다

교실: 방학 기간 사용일수 반영

- 공간의 특성과 사용 패턴을 정확히 반영해야 현실적인 냉난방 부하 산정과 에너지 소요량 예측 가능

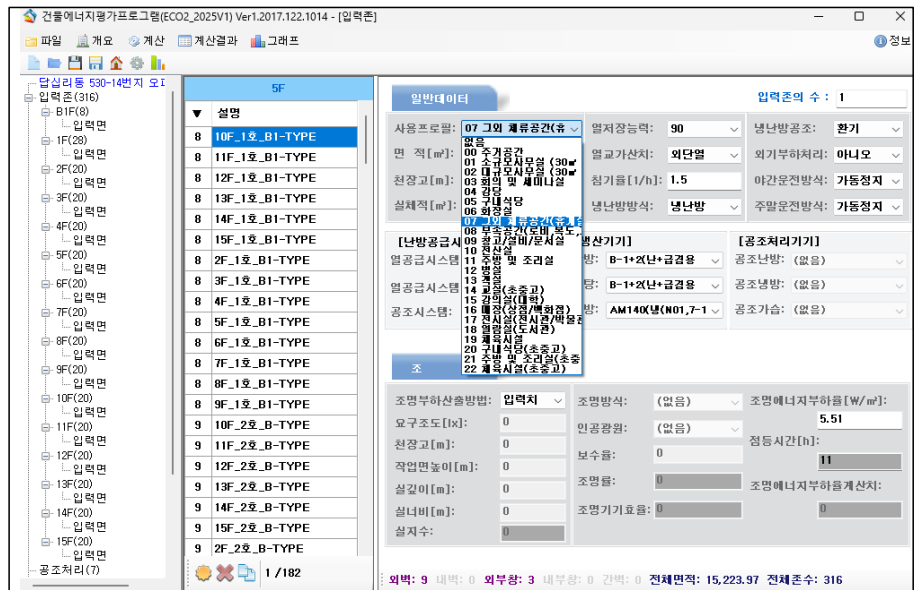
◎ 용도프로필 사례 검토

- 용도프로필 변화에 따른 평가 결과 비교 분석



00 오피스텔
지하 5층, 지상 15층
연면적 : 22,788.45㎡
오피스텔 면적 비중 약 70%
난방 : 중앙식 케스케이드 보일러
냉방 : 층별 전기히트펌프
태양광 제외 후 분석

프로필 변화에 따른 결과값 분석



건물에너지평가프로그램(ECO2_2025V1) Ver1.2017.122.1014 - [입력폼]

단상리동 530-14번지 모리
입력준 (316)

5F

설명

- 8 10F_1호_B1-TYPE
- 8 11F_1호_B1-TYPE
- 8 12F_1호_B1-TYPE
- 8 13F_1호_B1-TYPE
- 8 14F_1호_B1-TYPE
- 8 15F_1호_B1-TYPE
- 8 2F_1호_B1-TYPE
- 8 3F_1호_B1-TYPE
- 8 4F_1호_B1-TYPE
- 8 5F_1호_B1-TYPE
- 8 6F_1호_B1-TYPE
- 8 7F_1호_B1-TYPE
- 8 8F_1호_B1-TYPE
- 8 9F_1호_B1-TYPE
- 9 10F_2호_B-TYPE
- 9 11F_2호_B-TYPE
- 9 12F_2호_B-TYPE
- 9 13F_2호_B-TYPE
- 9 14F_2호_B-TYPE
- 9 15F_2호_B-TYPE
- 9 2F_2호_B-TYPE

일반데이터

사용프로필: 07 그외 계류공간(계류)
면적 [㎡]: 00 추가공간 (30㎡)
01 추가사무실 (30㎡)
02 추가사무실 (30㎡)
03 회의 및 세미나실
04 강의실
05 구내식당
06 외장실
07 그외 계류공간(계류)
08 방수공간(외발 등)

입력준의 수 : 1

설치장능력: 90
냉난방공조: 환기
외기장치: 외단열
외기부하처리: 아니오
침기율 [1/h]: 1.5
야간운전방식: 가동정지
냉난방방식: 냉난방
주말운전방식: 가동정지

[난방공급시] 09 공급/공비/공비율
열공급시스템: 10 열공급시스템
11 열공급시스템
12 열공급시스템
13 열공급시스템
14 열공급시스템 (추종)
15 열공급시스템 (추종)
16 열공급시스템 (추종)
17 열공급시스템 (추종)
18 열공급시스템 (추종)
19 열공급시스템 (추종)
20 열공급시스템 (추종)
21 열공급시스템 (추종)
22 열공급시스템 (추종)

공조처리기기: 09 공조처리기기
공조난방: (없음)
공조냉방: (없음)
공조가습: (없음)

조명부하산출방법: 입력치
요구조도 [lx]: 0
인공광량: (없음)
작업면높이 [m]: 0
보수율: 0
실깊이 [m]: 0
조명면적 [㎡]: 0
조명기기효율: 0
실지수: 0

조명방식: (없음)
조명에너지부하율 [W/㎡]: 5.51
점등시간 [h]: 11
조명에너지부하율계산치: 0

외벽: 9 내벽: 0 외부창: 3 내부창: 0 간벽: 0 전체면적: 15,223.97 전체준수: 316

ECO2 프로그램 입력폼 캡처 화면

용도프로필 비교

구분	단위	소규모 사무실	대규모 사무실	그외체류
사용시간과 운전시간				
사용시작시간	[hh:mm]	9:00	9:00	7:00
사용종료시간	[hh:mm]	18:00	18:00	18:00
운전시작시간	[hh:mm]	7:00	7:00	7:00
운전종료시간	[hh:mm]	18:00	18:00	18:00
설계용 요구량				
최소도입외기량	[m³/(m²h)]	4	6	7
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	30	30	30
조명시간	[h]	6	9	11
열발열원				
사람	[Wh/(m²d)]	30	55.8	96
직업보조기기	[Wh/(m²d)]	42	126	8
실내공기온도				
난방설정온도	[°C]	20	20	20
냉방설정온도	[°C]	26	26	26
월간 사용일수				
1월 사용일수	[d/mth]	22	22	22
2월 사용일수	[d/mth]	19	19	19
3월 사용일수	[d/mth]	21	21	21
4월 사용일수	[d/mth]	22	22	22
5월 사용일수	[d/mth]	22	22	22
6월 사용일수	[d/mth]	20	20	20
7월 사용일수	[d/mth]	22	22	22
8월 사용일수	[d/mth]	21	21	21
9월 사용일수	[d/mth]	18	18	18
10월 사용일수	[d/mth]	21	21	21
11월 사용일수	[d/mth]	21	21	21
12월 사용일수	[d/mth]	21	21	21
용도별 보정계수				
난방	-	1	1	1
냉방	-	1	1	1
급탕	-	1	1	1
조명	-	1.5	1	0.818
환기	-	1	1	1

인증안) 그 외 체류

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	7.5	20.4	7.5	18.0	0.0	53.4
소요량	0.0	9.3	8.1	14.3	18.0	7.2	56.9
1차소요량	0.0	13.3	22.2	17.1	49.5	19.7	121.8
CO2발생량	0.0	2.4	3.8	3.1	8.4	3.4	21.1
등급용1차소요량	0.0	13.3	22.2	17.1	40.5	19.7	112.8

비교안1) 소규모 사무실

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	7.5	15.8	7.5	13.2	0.0	44.0
소요량	0.0	9.3	6.3	14.3	13.2	4.3	47.4
1차소요량	0.0	13.3	17.4	17.1	36.2	12.0	96.0
CO2발생량	0.0	2.4	3.0	3.1	6.2	2.0	16.7
등급용1차소요량	0.0	13.3	17.4	17.1	43.2	12.0	103.0

비교안2) 대규모 사무실

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	5.5	28.7	7.5	16.1	0.0	57.8
소요량	0.0	6.9	11.2	14.3	16.1	6.2	54.7
1차소요량	0.0	10.6	30.8	17.1	44.2	17.1	119.8
CO2발생량	0.0	1.9	5.3	3.1	7.5	2.9	20.7
등급용1차소요량	0.0	10.6	30.8	17.1	41.3	17.1	116.9

조명시간 감소
▽
조명 및 냉방요구량 감소

발열원 증가
▽
냉방요구량 증가

실의 특성(설정요구량 및 발열원)을 고려하여 적절한 프로파일 설정 필요

◎ 건물 용도별 요구량 특성

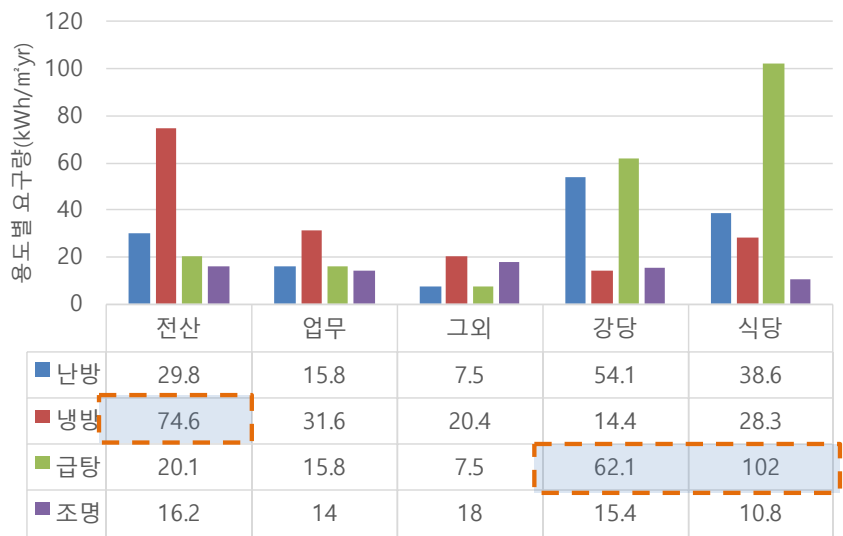
데이터센터
전산실 15%

00업무시설
사무실 50%

00오피스빌
그 외 체류 70%

다목적강당 별동 증축
체육시설(초중고) 80%

00대 병사식당
식당, 주방 30%



냉방 부하 지배적 : 전산실 업무
급탕 부하 지배적 : 식당 및 강당

해당 용도 액티브 설계요소
중요도 함께 강조됨

◎ 용도프로필의 반영

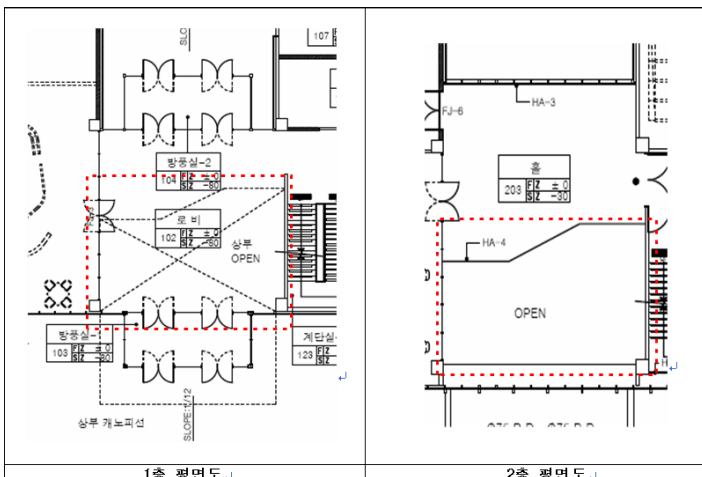
구 번	용도프로필명	사용 시간	운전 시간	설정 요구량			열발열원	
				최소도입 외기량	급량 요구량	조명시 간	사람	작업보조 기기
1	주거공간	24	24	1.1	84	5	53	52
2	소규모사무실	9	11	4	30	6	30	42
3	대규모사무실	9	11	6	30	9	55.8	126
4	회의실 및 세미나실	11	11	15	30	11	96	8
5	강당	11	11	2	30	11	36	24
6	구내식당	7	7	18	1250	7	177	10
7	회장실	11	11	15	0	11	0	0
8	그 외 채유공간	11	11	7	30	11	96	8
9	부속공간	11	11	0.15	0	11	0	0
10	창고/설비/문서실	11	11	0.15	0	11	0	0
11	전산실	24	24	1.3	30	12	15	1800
12	주방 및 조리실	7	7	90	0	7	56	1800
13	병실	24	24	4	82	12	108	24
14	객실	11	11	3	82	4	70	44
15	교실(초중고)	7	7	10	30	6	100	20
16	강의실(대학)	9	9	30	30	6	420	24
17	매장(상점/백화점)	12	12	4	30	12	84	24
18	전시실(전시관/박물관)	8	8	2	30	8	28	0
19	열람실(도서관)	12	12	8	30	12	168	0
20	체육시설	15	15	3	220	15	60	0
21	구내식당(초중고)	4	4	18	1250	4	177	10
22	주방 및 조리실(초중고)	7	7	90	0	7	56	1800
23	체육시설(초중고)	7	7	3	220	7	60	0

세부평가지침(표 2-3 용도프로필 세부내역)

2.3 용도프로필 적용

- 1) 건축물 각 실의 실명 및 사용용도에 따라 '[별첨] 용도프로필 정의 및 예시 공간'을 참고하여 용도 프로필을 적용하며, 실명만으로 용도프로필 선정이 모호한 경우 <표 2-3>의 용도프로필별 사용 및 운전시간, 설정요구량 및 열발열원을 고려하여 해당 실의 사용행태와 가장 유사한 프로필 적용.
- 2) 특수한 용도의 건축물 평가 시 용도프로필 적용 판단이 모호한 경우에는 운영기관과 협의 후 용도 프로필을 선정.

◎ 실면적, 천장고 평가



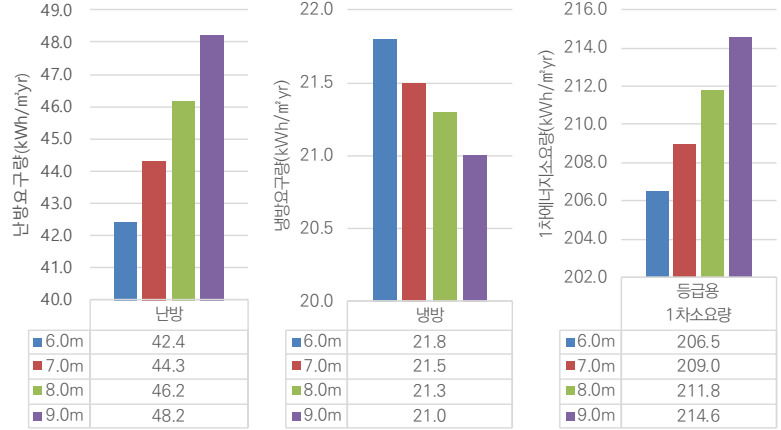
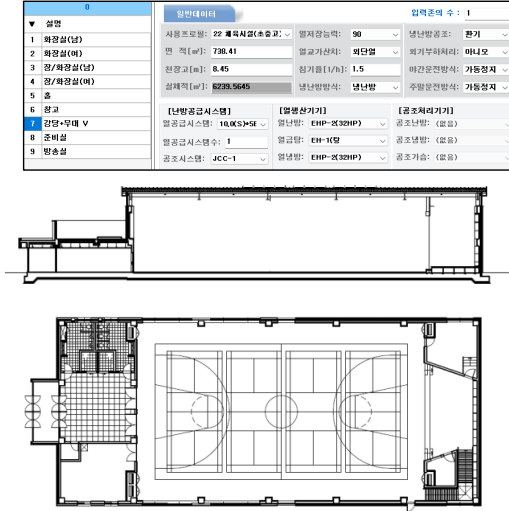
세부평가지침(그림 2-3 천장고가 상이한공간 예시)

2.4 기타 건축부문 모델링 기준

- 1) -생략-
- 2) 천장고가 상이한 공간에 대한 모델링.
그림 2-3과 같이 하나의 존의 천장고가 상이한 경우 Open 공간의 외피를 해당존에 입력하고, 가중 평균한 천장고를 적용하는 것을 원칙으로 한다. 단, 천장고 및 공기조기기가 상이한 공간을 별도의 존으로 분리하여 모델링할 수 있다.
또한, 실내마감 계획에 의해 일부분의 천장고가 다른 경우 존의 대표 천장고(해당존 면적의 90% 이상이 동일한 경우)를 적용하여 평가할 수 있다.

◎ 실면적, 천장고 사례 검토

- 체적변화에 따른 평가 결과 분석 : 별도 증축 체육관 사례(태양광 제외, 단열성능 지역별 열관류율 기준 적용)



난방시 : 천장고 증가 → 공조공간 증가, 열손실 증가 → 난방 요구량 증가
 냉방시 : 천장고 증가 → 체적대비 내부발열 비중 감소 → 냉방 요구량 소폭 감소

◎ 참고서적 및 사이트

1. 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정 [시행 2025.3.11.] [한국에너지공단규정]
2. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침

2 패시브 기술 영향도 분석 1

◎ 단열성능 평가 반영

- 외피 형별정보 입력 (ECO2 열관류율 탭): 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능, 창호 SHGC 설정

열관류율

0001 실외열전달저항(벽체, 직접)

번호	재료명	열전도율 (W/mK)	두께 (mm)	열저항 (m ² K/W)
0001	실외열전달저항(벽체, 직접)			0.043
0002	PF보드(실직서)	0.020	80	4
0003	콘크리트(1:2:4)	1.6	300	0.1875
0004	실내열전달저항(벽체)			0.11

외벽(벽체)
외벽(벽체)
외벽(지붕)
외벽(바닥)
외벽(외벽)
내벽(벽체)
내벽(지붕)
내벽(바닥)
간벽
외부창호
내부창호
지중벽

창호열관류율: 일사에너지투과율[-]:

발코니여부 발코니열관류율: 발코니투과율[-]: 투과율[-]:

창호세부설명: 열관류율(W/m²K): 0.23

열관류율

창호열관류율: 1.313 일사에너지투과율[-]: 0.516

발코니여부 발코니열관류율: 0 발코니투과율[-]: 0 투과율[-]: 0.516

창호세부설명: (1.313) AL T24(5LE+14Ar+5CL) fix 열관류율(W/m²K): 1.313

ECO2 프로그램 열관류율 캡처 화면
ECO2 프로그램 열관류율 캡처 화면

◎ 단열성능 사례 분석 - 주거(남부)

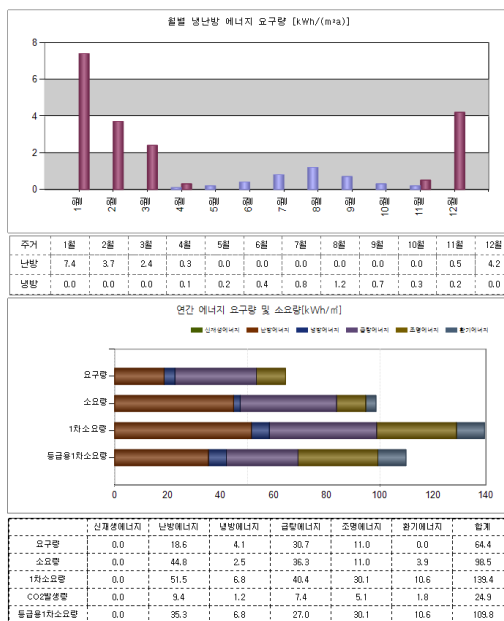
- 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능 변화에 따른 주거용 건축물 영향도 분석

주거 가상단지 설정치

남부지역(부산)
총 600세대 단지
59, 76, 84타입 각 200세대
6개동 25층

외벽, 지붕, 바닥, 창호
지역별 열관류율 기준 적용

개별난방, 기본냉방
전열교환기 적용, 신재생x



외피성능 열관류율 입력값 (W/m²K)

	원안	10%△	20%△	30%△
외벽	0.22	0.198	0.176	0.154
내벽	0.32	0.288	0.256	0.224
지붕	0.18	0.162	0.144	0.126
바닥	0.22	0.198	0.176	0.154
창	1.2	1.080	0.960	0.840
문	1.4	1.260	1.120	0.980



난방, 냉방요구량 변화 예상

● 단열성능 변화에 따른 평가결과 분석 : 난방 및 냉방 요구량 및 1차에너지 소요량값 비교

원안

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	18.5	4.1	30.7	11.0	0.0	64.4
소요량	0.0	44.8	2.5	36.3	11.0	3.9	98.5
1차소요량	0.0	51.5	6.8	40.4	30.1	10.6	139.4
CO2발생량	0.0	9.4	1.2	7.4	5.1	1.8	24.9
등급별1차소요량	0.0	35.3	6.8	27.0	30.1	10.6	109.8

난방 : 18.6
냉방 : 4.1
소요량 : 109.8

외벽 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	15.7	4.2	30.7	11.0	0.0	61.6
소요량	0.0	40.9	2.6	36.3	11.0	3.9	94.7
1차소요량	0.0	47.2	7.1	40.4	30.1	10.6	135.4
CO2발생량	0.0	8.6	1.2	7.4	5.1	1.8	24.1
등급별1차소요량	0.0	32.4	7.1	27.0	30.1	10.6	107.2

난방 : 15.7
냉방 : 4.2
소요량 : 107.2
(2.37% ▽)

지붕 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	18.5	4.1	30.7	11.0	0.0	64.3
소요량	0.0	44.7	2.5	36.3	11.0	3.9	98.4
1차소요량	0.0	51.3	6.8	40.4	30.1	10.6	139.2
CO2발생량	0.0	9.4	1.2	7.4	5.1	1.8	24.9
등급별1차소요량	0.0	35.2	6.8	27.0	30.1	10.6	109.7

난방 : 18.5
소요량 : 109.7

바닥 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	18.4	4.1	30.7	11.0	0.0	64.2
소요량	0.0	44.6	2.5	36.3	11.0	3.9	98.3
1차소요량	0.0	51.2	6.9	40.4	30.1	10.6	139.2
CO2발생량	0.0	9.4	1.2	7.4	5.1	1.8	24.9
등급별1차소요량	0.0	35.1	6.9	27.0	30.1	10.6	109.7

난방 : 18.4
소요량 : 109.7

창 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	15.3	4.3	30.7	11.0	0.0	61.3
소요량	0.0	40.4	2.6	36.3	11.0	3.9	94.2
1차소요량	0.0	46.5	7.2	40.4	30.1	10.6	134.8
CO2발생량	0.0	8.5	1.2	7.4	5.1	1.8	24.0
등급별1차소요량	0.0	32.0	7.2	27.0	30.1	10.6	106.9

난방 : 15.3
냉방 : 4.3
소요량 : 105.9
(3.55% ▽)

문 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	18.2	4.1	30.7	11.0	0.0	64.0
소요량	0.0	44.3	2.5	36.3	11.0	3.9	98.0
1차소요량	0.0	50.9	6.9	40.4	30.1	10.6	138.9
CO2발생량	0.0	9.3	1.2	7.4	5.1	1.8	24.8
등급별1차소요량	0.0	34.9	6.9	27.0	30.1	10.6	109.5

난방 : 18.2
소요량 : 109.5

외피 전체 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	11.9	4.5	30.7	11.0	0.0	58.1
소요량	0.0	35.9	2.7	36.3	11.0	3.9	89.8
1차소요량	0.0	41.5	7.6	40.4	30.1	10.6	130.2
CO2발생량	0.0	7.6	1.3	7.4	5.1	1.8	23.2
등급별1차소요량	0.0	28.7	7.6	27.0	30.1	10.6	104.0

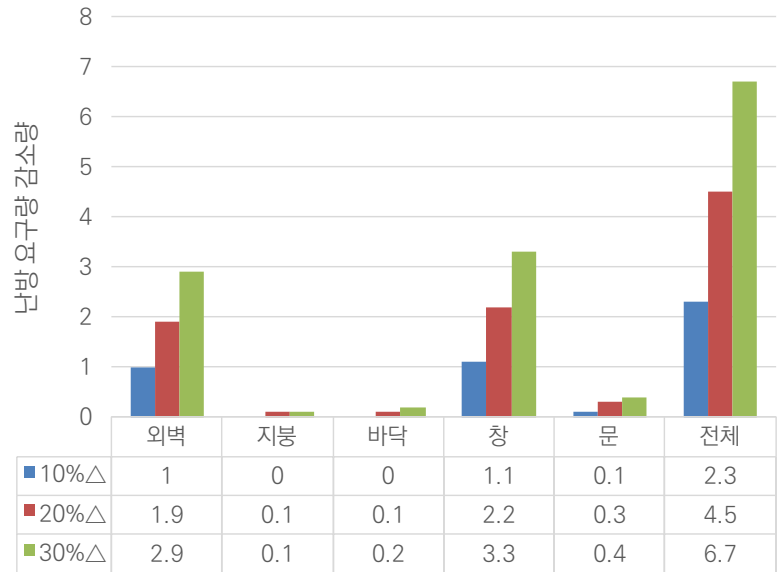
난방 : 11.9
냉방 : 4.5
소요량 : 104.0
(5.28% ▽)

● 단열성능 변화에 따른 평가결과 분석 : 단계별 난방 요구량 영향도

난방 요구량(kWh/m²yr) 결과 통계

구분	외벽	지붕	바닥	창	문	전체
원안	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
10%△	17.6	18.6	18.6	17.5	18.5	16.3
20%△	16.7	18.5	18.5	16.4	18.3	14.1
30%△	15.7	18.5	18.4	15.3	18.2	11.9

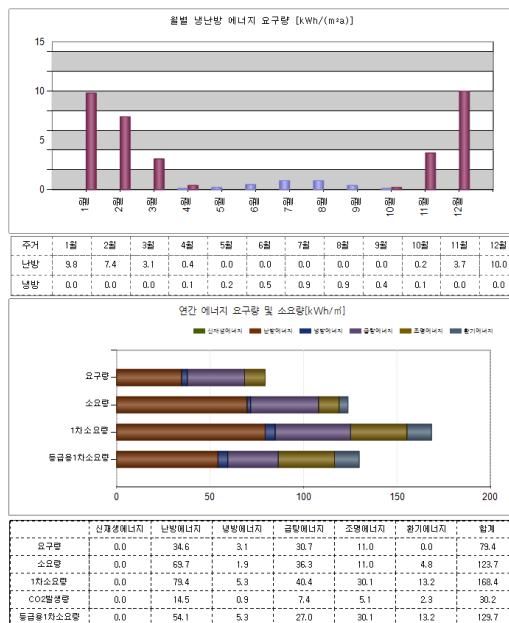
외벽, 창 단열성능 강화시 난방요구량 감소량 큼



◎ 단열성능 사례 분석 - 주거(중부1)

● 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능 변화에 따른 주거용 건축물 영향도 분석

주거 가상단지 설정치
 중부1지역(파주)
 총 600세대 단지
 59, 76, 84타입 각 200세대
 6개동 25층
 외벽, 지붕, 바닥, 창호
 지역별 열관류율 기준 적용
 개별난방, 기본냉방
 전열교환기 적용, 신재생x



외피성능 열관류율 입력값 (W/m²k)

중부1	원안	10%△	20%△	30%△
외벽	0.15	0.135	0.120	0.105
내벽	0.21	0.189	0.168	0.147
지붕	0.15	0.135	0.120	0.105
바닥	0.15	0.135	0.120	0.105
창	0.90	0.810	0.720	0.630
문	1.40	1.260	1.120	0.980



난방, 냉방요구량 변화 예상

● 단열성능 변화에 따른 평가결과 분석 : 난방 및 냉방 요구량 및 1차에너지 소요량값 비교

원안

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	34.6	3.1	30.7	11.0	0.0	79.4
소요량	0.0	69.7	1.9	36.3	11.0	4.8	123.7
1차소요량	0.0	79.4	5.3	40.4	30.1	13.2	168.4
CO2발생량	0.0	14.5	0.9	7.4	5.1	2.3	30.2
등급용1차소요량	0.0	54.1	5.3	27.0	30.1	13.2	129.7

난방 : 34.6
냉방 : 3.1
소요량 : 129.7

외벽 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	31.3	3.2	30.7	11.0	0.0	76.2
소요량	0.0	65.3	2.0	36.3	11.0	4.8	119.4
1차소요량	0.0	74.5	5.4	40.4	30.1	13.2	163.6
CO2발생량	0.0	13.6	0.9	7.4	5.1	2.3	29.3
등급용1차소요량	0.0	50.8	5.4	27.0	30.1	13.2	126.5

난방 : 31.3
냉방 : 3.2
소요량 : 126.5
(2.47% ▽)

지붕 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	34.4	3.1	30.7	11.0	0.0	79.2
소요량	0.0	69.5	1.9	36.3	11.0	4.8	123.5
1차소요량	0.0	79.1	5.3	40.4	30.1	13.2	168.1
CO2발생량	0.0	14.5	0.9	7.4	5.1	2.3	30.2
등급용1차소요량	0.0	53.9	5.3	27.0	30.1	13.2	129.5

난방 : 34.4
소요량 : 129.5

바닥 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	34.4	3.1	30.7	11.0	0.0	79.2
소요량	0.0	69.5	1.9	36.3	11.0	4.8	123.5
1차소요량	0.0	79.1	5.3	40.4	30.1	13.2	168.1
CO2발생량	0.0	14.5	0.9	7.4	5.1	2.3	30.2
등급용1차소요량	0.0	53.9	5.3	27.0	30.1	13.2	129.5

난방 : 34.4
소요량 : 129.5

창 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	30.4	3.3	30.7	11.0	0.0	75.4
소요량	0.0	64.1	2.0	36.3	11.0	4.8	118.2
1차소요량	0.0	73.1	5.5	40.4	30.1	13.2	162.3
CO2발생량	0.0	13.4	0.9	7.4	5.1	2.3	29.1
등급용1차소요량	0.0	49.9	5.5	27.0	30.1	13.2	125.7

난방 : 30.4
냉방 : 3.3
소요량 : 125.7
(3.08% ▽)

문 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	34.0	3.2	30.7	11.0	0.0	78.9
소요량	0.0	68.0	1.9	36.3	11.0	4.8	122.0
1차소요량	0.0	78.5	5.3	40.4	30.1	13.2	167.5
CO2발생량	0.0	14.3	0.9	7.4	5.1	2.3	30.0
등급용1차소요량	0.0	53.5	5.3	27.0	30.1	13.2	129.1

난방 : 34.0
소요량 : 129.1

외피 전체 단열 30% 강화

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	26.3	3.4	30.7	11.0	0.0	71.4
소요량	0.0	50.5	2.1	36.3	11.0	4.8	112.7
1차소요량	0.0	67.0	5.7	40.4	30.1	13.2	156.4
CO2발생량	0.0	12.2	1.0	7.4	5.1	2.3	28.0
등급용1차소요량	0.0	45.8	5.7	27.0	30.1	13.2	121.8

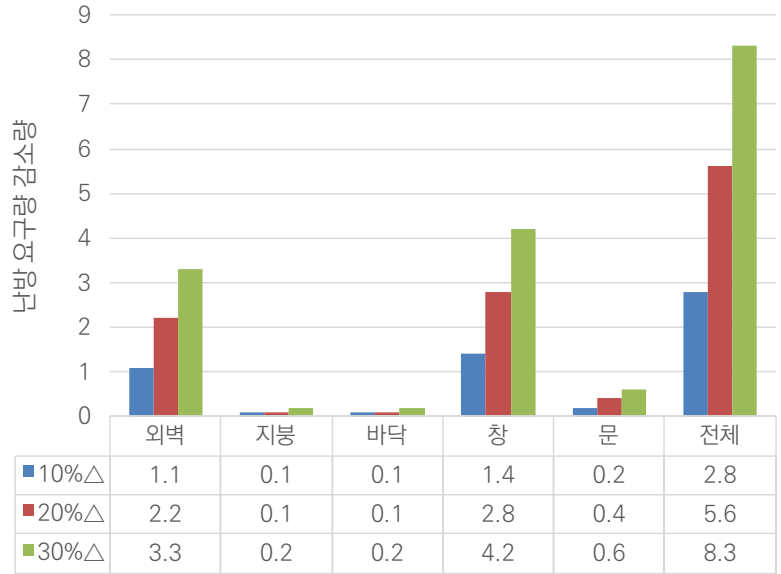
난방 : 26.3
냉방 : 3.4
소요량 : 121.8
(6.09% ▽)

● 단열성능 변화에 따른 평가결과 분석 : 단계별 난방요구량 영향도

난방 요구량(kWh/m²yr) 결과 통계

구분	외벽	지붕	바닥	창	문	전체
원안	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6	34.6
10%△	33.5	34.5	34.5	33.2	34.4	31.8
20%△	32.4	34.5	34.5	31.8	34.2	29.0
30%△	31.3	34.4	34.4	30.4	34.0	26.3

외벽, 창 단열성능의 난방 요구량 영향도 다



◎ 단열성능 사례 분석 - 주거(종합)

● 주거용 건축물 지역별 (남부,중부1) 외피성능에 따른 영향도 비교 (난방요구량 및 1차에너지소요량)

원안-남부

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	18.6	4.1	30.7	11.0	0.0	64.4
소요량	0.0	44.8	2.5	36.3	11.0	3.9	98.5
1차소요량	0.0	51.5	6.8	40.4	30.1	10.6	139.4
CO ₂ 발생량	0.0	3.4	1.2	7.4	5.1	1.8	24.9
등급용1차소요량	0.0	35.3	6.8	27.0	30.1	10.6	109.8

외피 전체 단열 30% 강화-남부

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	11.9	4.5	30.7	11.0	0.0	58.1
소요량	0.0	39.9	2.7	36.3	11.0	3.9	89.8
1차소요량	0.0	41.5	7.6	40.4	30.1	10.6	150.2
CO ₂ 발생량	0.0	7.6	1.3	7.4	5.1	1.8	23.2
등급용1차소요량	0.0	28.7	7.6	27.0	30.1	10.6	104.0

난방 : 18.6
소요량 : 109.8

➔

난방 : 11.9
(-6.7, -36.0%)

소요량 : 104.0
(-5.8, -5.3%)

원안-중부1

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	34.6	3.1	30.7	11.0	0.0	79.4
소요량	0.0	69.7	1.9	36.3	11.0	4.8	123.7
1차소요량	0.0	79.4	5.3	40.4	30.1	13.2	168.4
CO ₂ 발생량	0.0	14.5	0.9	7.4	5.1	2.3	30.2
등급용1차소요량	0.0	54.1	5.3	27.0	30.1	13.2	129.7

외피 전체 단열 30% 강화-중부1

	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	26.3	3.4	30.7	11.0	0.0	71.4
소요량	0.0	88.5	2.1	36.3	11.0	4.8	112.7
1차소요량	0.0	67.0	5.7	40.4	30.1	13.2	156.4
CO ₂ 발생량	0.0	12.2	1.0	7.4	5.1	2.3	28.0
등급용1차소요량	0.0	45.6	5.7	27.0	30.1	13.2	121.8

난방 : 34.6
소요량 : 129.7

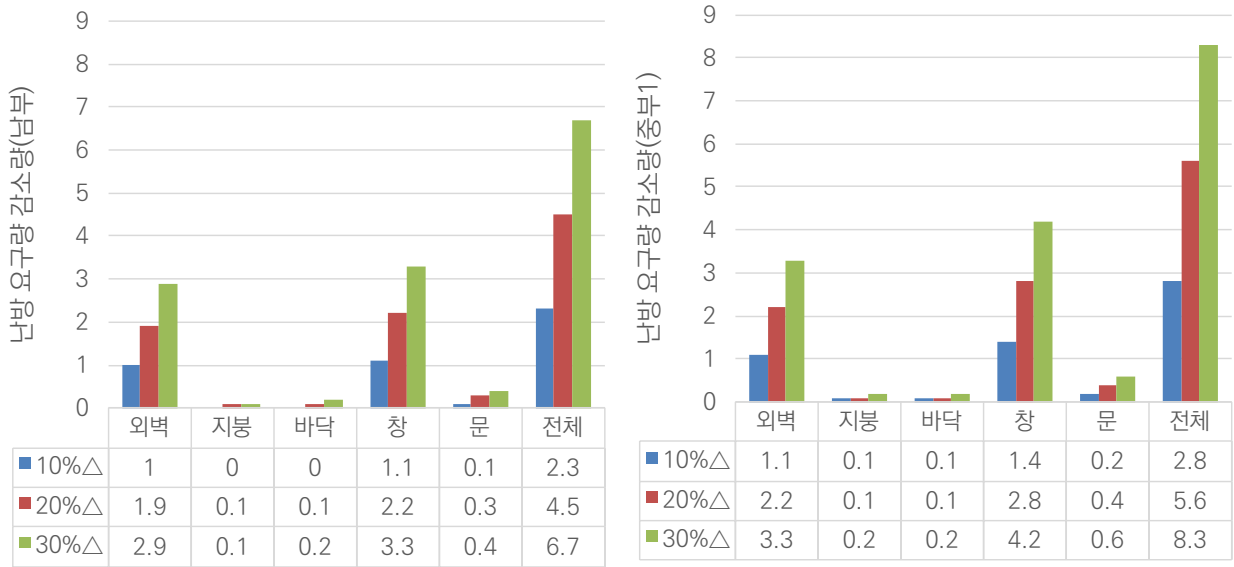
➔

난방 : 26.3
(-8.3, -24.0%)

소요량 : 121.8
(-7.9, -6.1%)

난방 부하가 큰 중부1지역이 남부지역보다 평가결과에 미치는 영향이 근소하게 큰 편임.

● 주거용 건축물 지역별 (남부,중부1) 외피성능에 따른 영향도 비교 (난방요구량 변화폭)



난방 부하가 큰 중부1지역이 남부지역보다 평가결과에 미치는 영향이 근소하게 큰 편임.

◎ 단열성능 사례 분석 - 비주거

● 외피(외벽, 지붕, 바닥,창호) 단열성능 변화에 따른 주거용 이외 건축물 영향도 분석

실제 인증사례 검토
(업무시설, 교육연구시설)

- 00 R&D센터
창면적비 56%
- 00오피스텔
창면적비 21%
- 00초등학교 교사동
창면적비 30%
- 00초 체육관
창면적비 25%

일반데이터

건축부위 방식: 외벽 없음

방위: 남동 북서 북 동 남서 남 남동

건축부위 면적 [m²]: 53.34

열관류율 [W/m²K]: 0

W2 0.23 수평 일사없음

일사투과율[-]: 0 차양각[도]: 0 차양각[도]: 0

차양각입력 수평,수직거리 입력

수평차양각[도]: 0 수평차양폭: 0 수평중심거리: 0

수직차양각[도]: 0 수직차양폭: 0 수평중심거리: 0

블라인드 정보

설치유무: 무 빛투과 종류: (없음)

위 치: (없음) 색 상: (없음)

각 도: (없음)

입력존: [BIF] 업무시설-1

외벽평균열관류율: 0.853 W/m²K

벽체 면적: 6288.18 m² 창면적 면적: 8008.010 m² 창면적 면적비: 56.0%

ECO2 프로그램 입력면 캡처 화면

수도권 (중부2지역) 사례기준 검토

외피성능 열관류율 입력값 (W/m²k)


중부2	원안	10%Δ	20%Δ	30%Δ
외벽	0.240	0.216	0.192	0.168
내벽	0.340	0.306	0.272	0.238
지붕	0.150	0.135	0.120	0.105
바닥	0.200	0.153	0.136	0.119
창	1.500	1.350	1.200	0.630
문	1.900	1.710	1.520	1.330

주거와 동일 방식으로 적용 및 비교

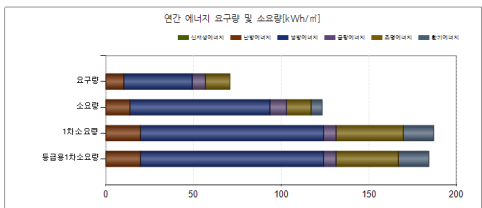
(신재생 설비는 제외하고 산출)

● 업무시설 분석

중부2지역 업무시설
신재생설비 제외 분석

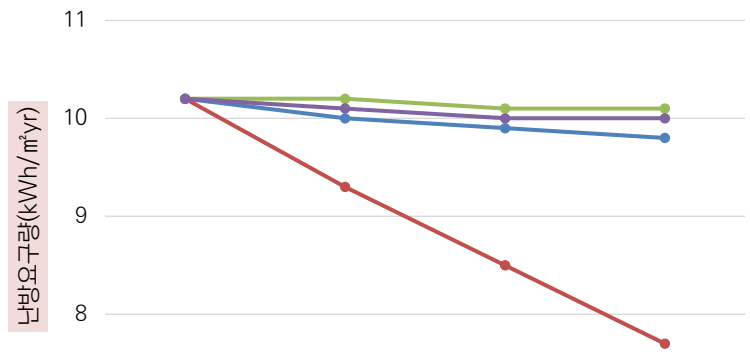


00 R&D센터
창면적비 56%

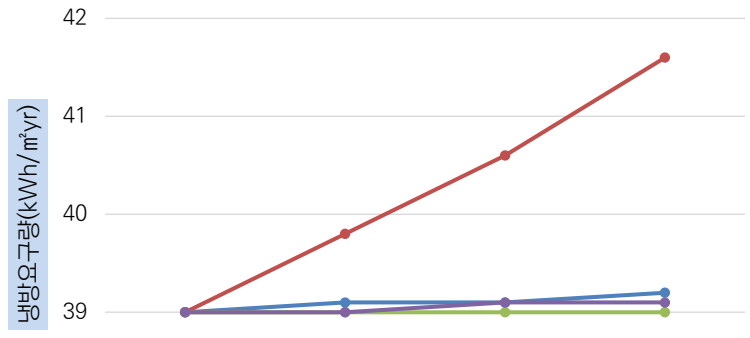


	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	전기에너지	합계
요구량	0.0	10.2	39.0	7.5	14.0	0.0	70.7
소요량	0.0	19.6	194.4	7.2	30.4	13.3	165.9
1차소요량	0.0	3.7	20.1	1.6	6.5	2.9	34.9
등급별1차소요량	0.0	19.6	104.4	7.2	35.6	17.3	184.1

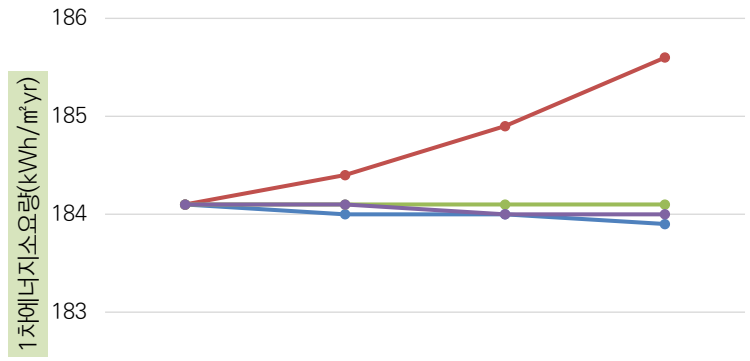
난방 요구량 : 10.2
냉방 요구량 : 39.0
전체 1차에너지소요량 : 184.1



	원안	10%	20%	30%
벽	10.2	10	9.9	9.8
창	10.2	9.3	8.5	7.7
지붕	10.2	10.2	10.1	10.1
바닥	10.2	10.1	10	10




	원안	10%	20%	30%
벽	39	39.1	39.1	39.2
창	39	39.8	40.6	41.6
지붕	39	39	39	39
바닥	39	39	39.1	39.1



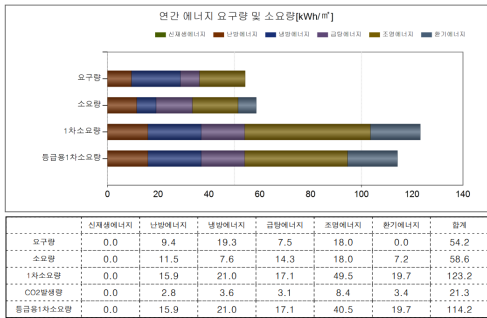
	원안	10%	20%	30%
벽	184.1	184	184	183.9
창	184.1	184.4	184.9	185.6
지붕	184.1	184.1	184.1	184.1
바닥	184.1	184.1	184	184

● 업무시설 분석

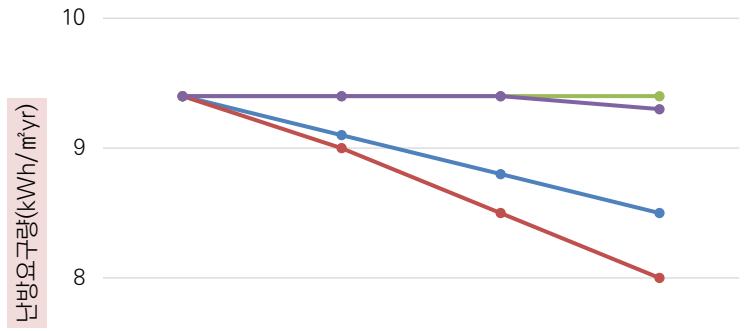
중부2지역 오피스텔
신재생설비 제외 분석



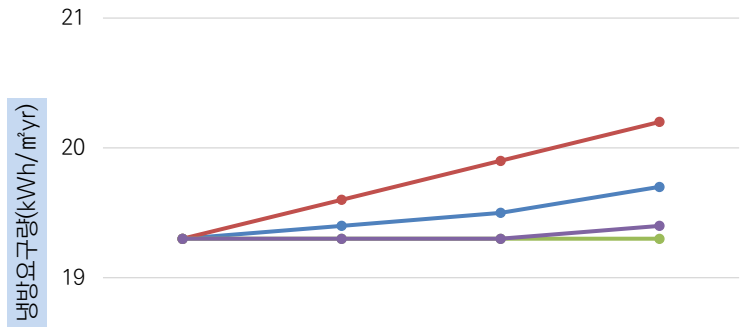
00오피스텔
창면적비 21%



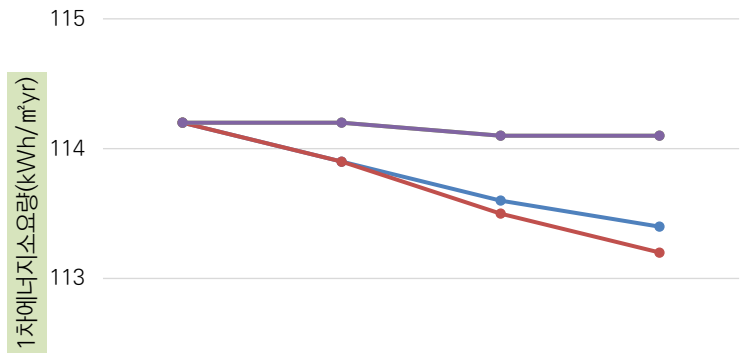
난방 요구량 : 9.4
냉방 요구량 : 19.3
전체 1차에너지소요량 : 114.2



	원안	10%	20%	30%
벽	9.4	9.1	8.8	8.5
창	9.4	9	8.5	8
지붕	9.4	9.4	9.4	9.4
바닥	9.4	9.4	9.4	9.3




	원안	10%	20%	30%
벽	19.3	19.4	19.5	19.7
창	19.3	19.6	19.9	20.2
지붕	19.3	19.3	19.3	19.3
바닥	19.3	19.3	19.3	19.4



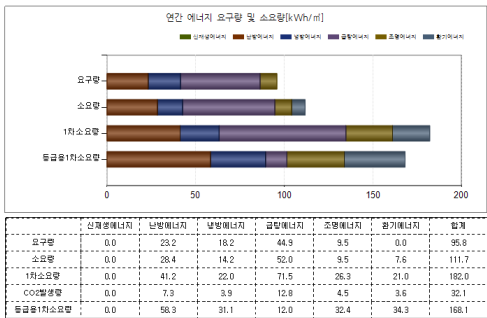
	원안	10%	20%	30%
벽	114.2	113.9	113.6	113.4
창	114.2	113.9	113.5	113.2
지붕	114.2	114.2	114.1	114.1
바닥	114.2	114.2	114.1	114.1

● 학교 분석

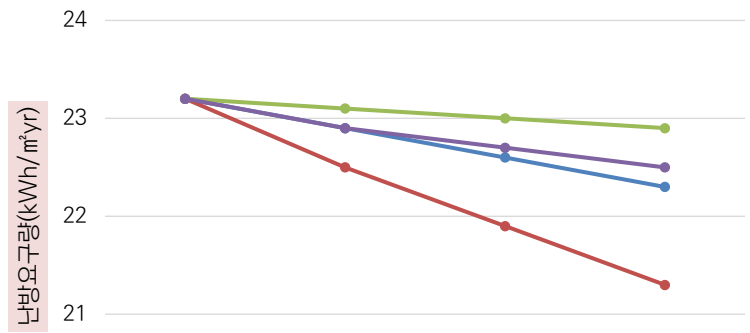
중부2지역 학교
신재생설비 제외 분석



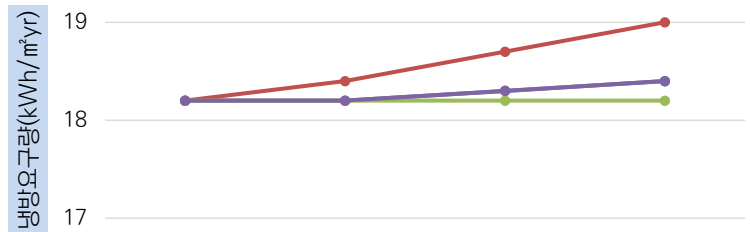
00초등학교 교사동
창면적비 30%



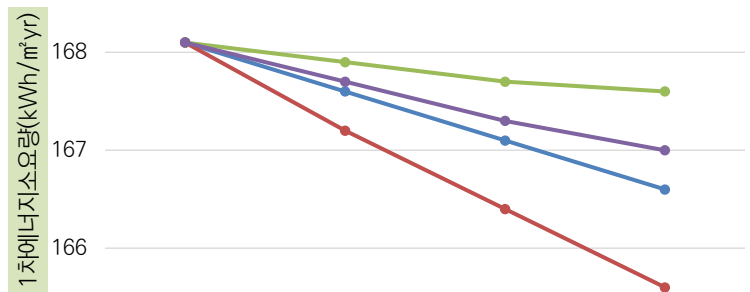
난방 요구량 : 23.2
냉방 요구량 : 18.2
전체 1차에너지소요량 : 168.1



원안	10%	20%	30%	
벽	23.2	22.9	22.6	22.3
창	23.2	22.5	21.9	21.3
지붕	23.2	23.1	23	22.9
바닥	23.2	22.9	22.7	22.5




원안	10%	20%	30%	
벽	18.2	18.2	18.3	18.4
창	18.2	18.4	18.7	19
지붕	18.2	18.2	18.2	18.2
바닥	18.2	18.2	18.3	18.4



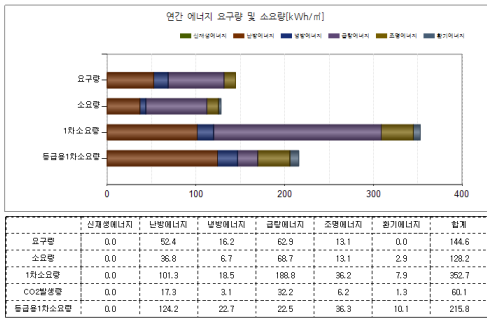
원안	10%	20%	30%	
벽	168.1	167.6	167.1	166.6
창	168.1	167.2	166.4	165.6
지붕	168.1	167.9	167.7	167.6
바닥	168.1	167.7	167.3	167

● 체육관 분석

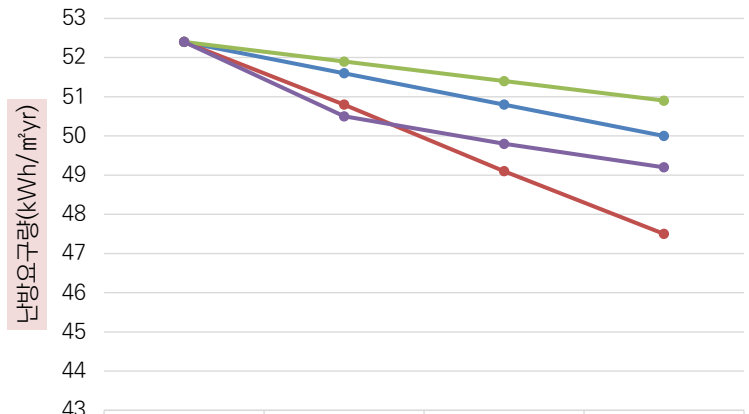
중부2지역 체육관(별동)
신재생설비 제외 분석



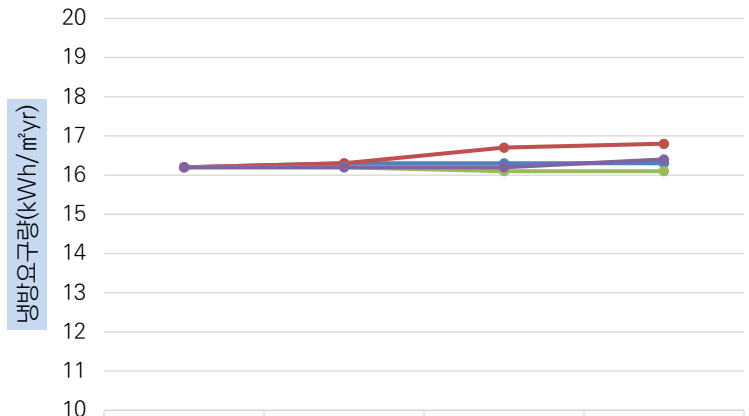
00초 체육관
창면적비 25%



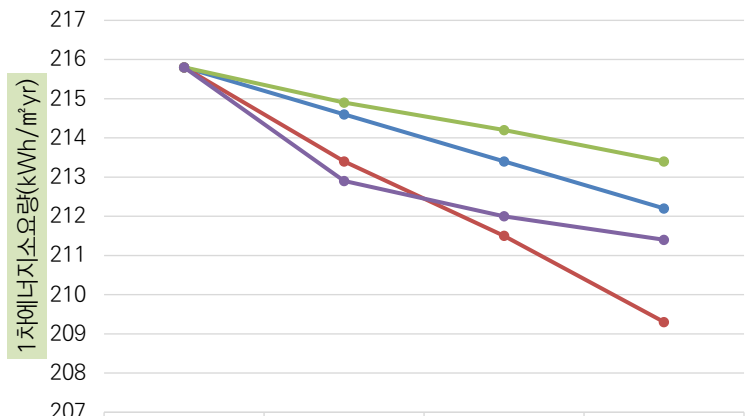
난방 요구량 : 52.4
냉방 요구량 : 16.2
전체 1차에너지소요량 : 215.8



원안	10%	20%	30%	
벽	52.4	51.6	50.8	50
창	52.4	50.8	49.1	47.5
지붕	52.4	51.9	51.4	50.9
바닥	52.4	50.5	49.8	49.2



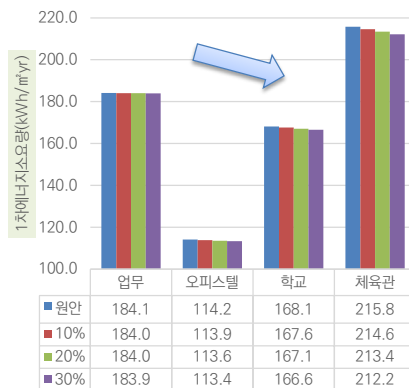
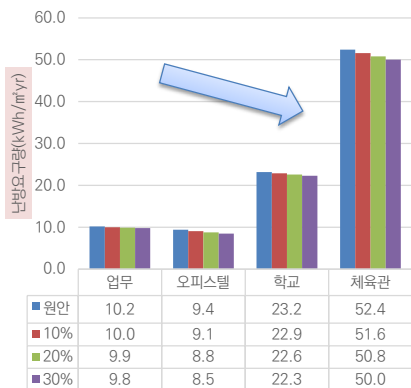
원안	10%	20%	30%	
벽	16.2	16.3	16.3	16.3
창	16.2	16.3	16.7	16.8
지붕	16.2	16.2	16.1	16.1
바닥	16.2	16.2	16.2	16.4



원안	10%	20%	30%	
벽	215.8	214.6	213.4	212.2
창	215.8	213.4	211.5	209.3
지붕	215.8	214.9	214.2	213.4
바닥	215.8	212.9	212	211.4

◎ 단열성능 사례 분석 - 종합

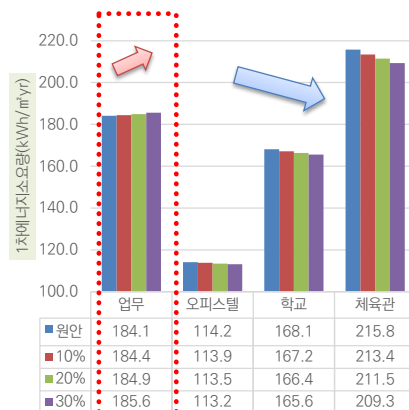
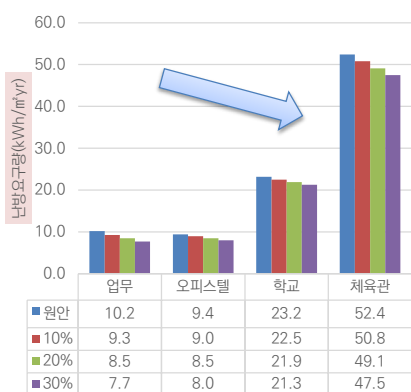
● 건물 유형별 단열성능(벽체)에 따른 평가결과값 비교 분석



● 외피 단열성능에 따른 평가결과 영향도

- 열관류율 향상 : 난방 소요량 감소, 냉방 소요량 증가
 - 냉방부하가 큰 건물 : 대체로 1차에너지소요량 감소
 - 난방부하가 큰 건물 : 대체로 1차에너지소요량 증가
- => 대규모 업무시설 등의 냉방부하가 큰 건물 : 외피 단열성능 향상이 무조건 유리x

● 건물 유형별 단열성능(창)에 따른 평가결과값 비교 분석



● 외피 단열성능에 따른 평가결과 영향도

- 열관류율 향상 : 난방 소요량 감소, 냉방 소요량 증가
 - 냉방부하가 큰 건물 : 대체로 1차에너지소요량 감소
 - 난방부하가 큰 건물 : 대체로 1차에너지소요량 증가
- => 대규모 업무시설 등의 냉방부하가 큰 건물 : 외피 단열성능 향상이 무조건 유리x

- 1. 외피의 열관류율 향상시 요구량 결과값 변화 추이
 - 난방 : 외피 열손실량 감소 영향 반영 → 난방 요구량 감소
 - 냉방 : 단열로 외부 열 차단 vs 내부 발생열 축적 → 내부 열 축적이 더 큰 경우 냉방 요구량 증가
- 2. 주거용 건축물의 경우 단열성능 강화에 따른 난방요구량 감소효과 기대
 - 설계 초기단계가 아니면 공동주택의 설계 특성을 고려할때 대안요소로 제시하기 힘든 패시브 요소임
- 3. 냉방부하가 큰 건물 유형에서는 소요량 감소를 기대하기 어려움
 - 내부 열과 태양복사열의 축적으로 단열성능이 증가할수록 오히려 냉방 요구량 증가

◎ 창호 SHGC 평가 반영

- 외피 형별정보 입력 (ECO2 열관류율 탭) : 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능, 창호 SHGC 설정

4) 일사에너지투과율(SHGC)

① 일사에너지투과율은 창호의 차폐계수에 0.86(ASHRAE HANDBOOK)을 곱하여 입력할 수 있으며, 차폐계수는 유리 구성에 따라 <표 3-2>를 적용할 수 있다.

유리 구성	차폐계수
단창유리	0.9
복층유리	0.8
Low-E 복층유리	0.6
Low-E 단창유리	0.67

<표 3-2 유리 구성에 따른 차폐계수>

② 삼중창, 사중창 등과 같이 유리 구성이 복합인 경우, 유리 구성을 조합하여 아래의 합성 일사에너지투과율 식으로 계산하여 평가한다.

- 합성 일사에너지투과율 $g = \frac{g_1 \times g_2}{g_1 + g_2 - g_1 \times g_2}$

g_1 : 유리1의 일사에너지투과율
 g_2 : 유리2의 일사에너지투과율

*예) 삼중창 : 단창, 복층창의 합성
 사중창 : 복층창, 복층창의 합성

세부평가지침 - 일사에너지투과율 항목

창호열관류율: 1.170 일사에너지투과율[-]: 0.516

발코니여부 발코니열관류율: 0 발코니투과율[-]: 0

창호세부설명: FIX_28T(6LE+16Ar+6CL)_SOFT_AL

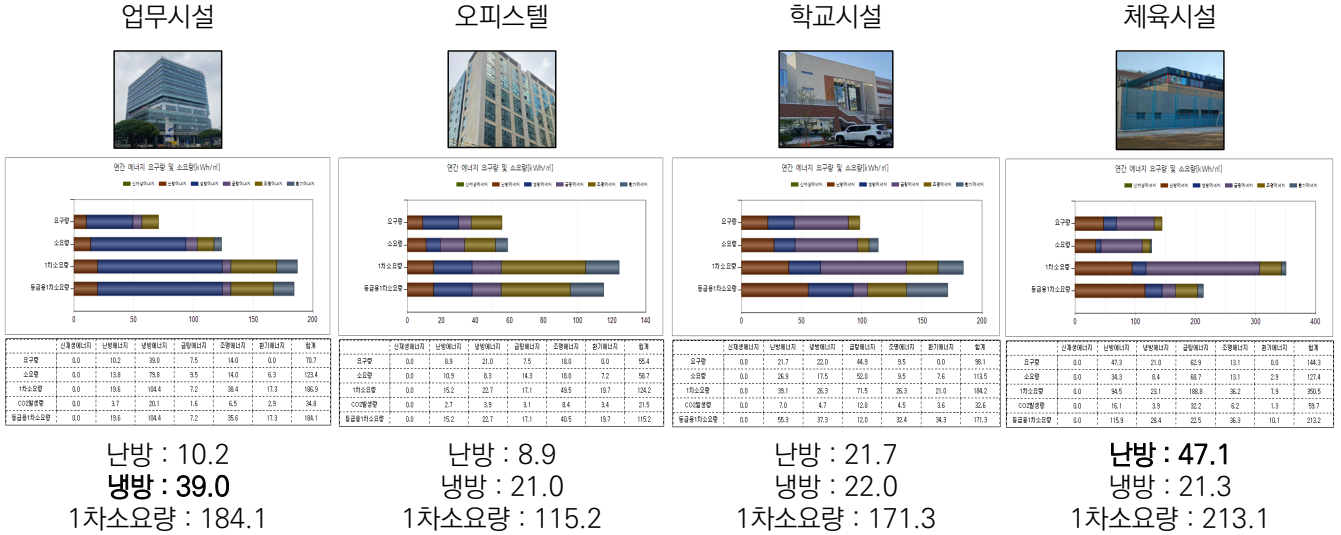
ECO2 프로그램 열관류율 캡처 화면

구 분		SHGC	내부	발코니	합성SHGC			
단 창	일반단창	0.774	일반복층	일반복층	0.524			
	로이단창	0.576		로이복층	0.418			
복 층 창	일반복층	0.688		양면로이	0.329			
	로이복층	0.516	로이복층	일반복층	0.418			
	양면로이	0.386		로이복층	0.348			
삼 중 창	로이복층+일반단창	0.448		양면로이	0.283			
	로이복층+로이단창	0.374	양면로이	0.283				
			양면로이	0.239				
사 중 창	일반복층+일반복층	0.524	내부	발코니	합성SHGC			
	로이복층+일반복층	0.418				일반복층+일반복층	일반복층	0.424
	양면로이+일반복층	0.329				로이복층	0.351	
	로이복층+로이복층	0.348	양면로이	0.286				
	양면로이+로이복층	0.283	로이복층+일반복층	일반복층	0.351			
	양면로이+양면로이	0.239	로이복층+일반복층	로이복층	0.300			
			양면로이	0.251				
			로이복층+로이복층	일반복층	0.300			
			로이복층	0.262				
			양면로이	0.224				

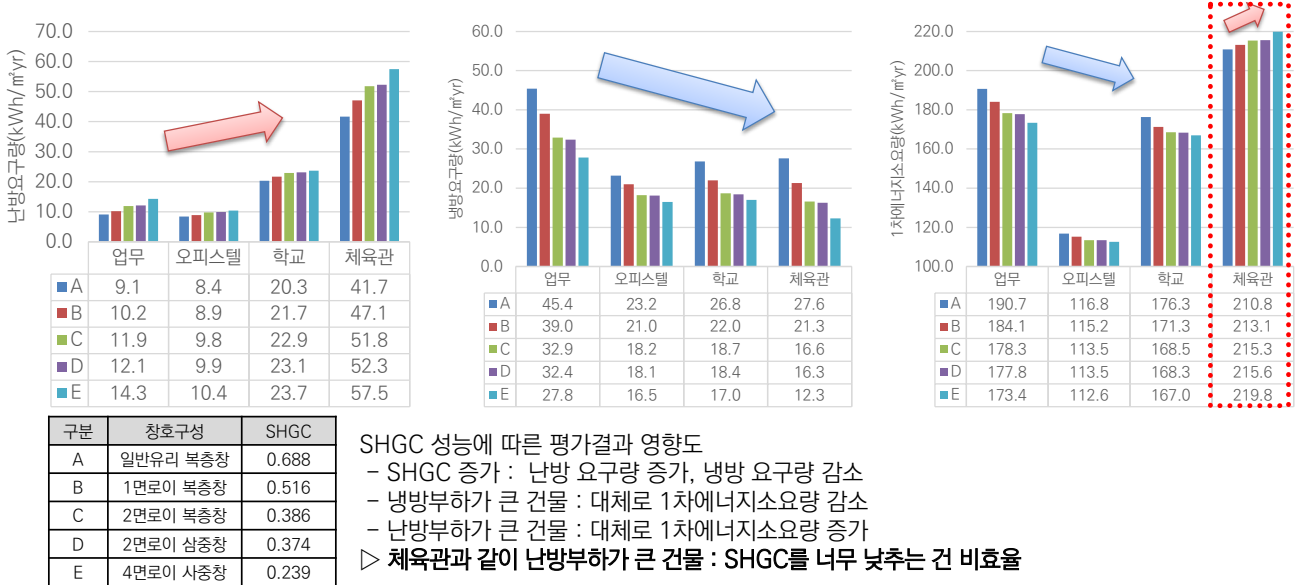
창호 유형별 SHGC 계산값

◎ 창호 SHGC 성능 사례 분석

● 1면 로이 북층창(SHGC 0.516) 적용기준 평가 결과값 비교 분석

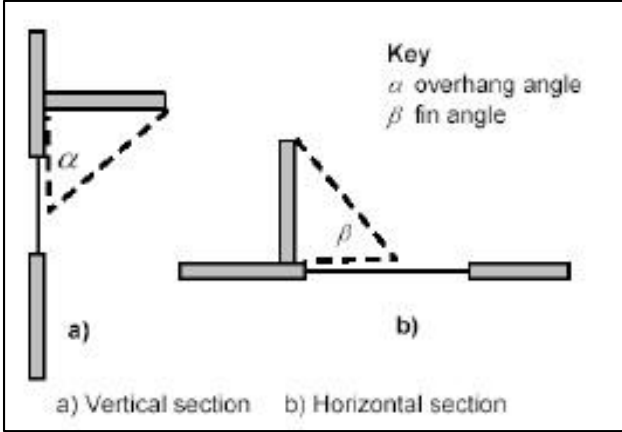


● 건물 유형별 창호 SHGC에 따른 평가결과값 비교 분석



◎ 차양 평가 반영

● 차양의 평가방법 : 수평, 수직 차양각 입력



일반데이터

건축부위 방식: 외부창 없음

방위: 남 북서 북 북동 동

건축부위 면적 [m²]: 4.845 서 남서 남 남동 일사없음

열관류율 [W/m²K]: 0

G1 1.5 수평 일사없음

일사투과율[-]: 0.516 차양각 α [o]: 0 차양각 β [o]: 0

차양각입력 수평, 수직거리 입력

수평차양각 α [o]: 0 수평차양폭: 0 수직중심거리: 0

수직차양각 β [o]: 0 수직차양폭: 0 수평중심거리: 0

블라인드 정보

설치유무: 유 빛투과 종류: 불투과(t=0.0)

위 치: 내부 색 상: 검은색

각 도: 45도

창호 유형별 SHGC 계산값

● 블라인드의 평가방법

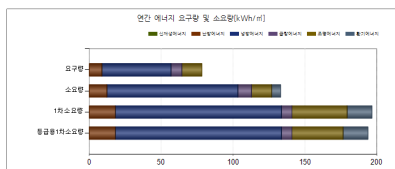
1. 투과종류 : 불투과 / 약투과 / 반투과
2. 위치 : 내부 / 중간 / 외부
3. 색상 : 흰색 / 밝은색 / 어두운색 / 검은색
4. 각도 : 90도 / 45도

◎ 차양 사례 검토

● 차양 적용 여부에 따른 평가 결과 분석 : 업무시설 사례

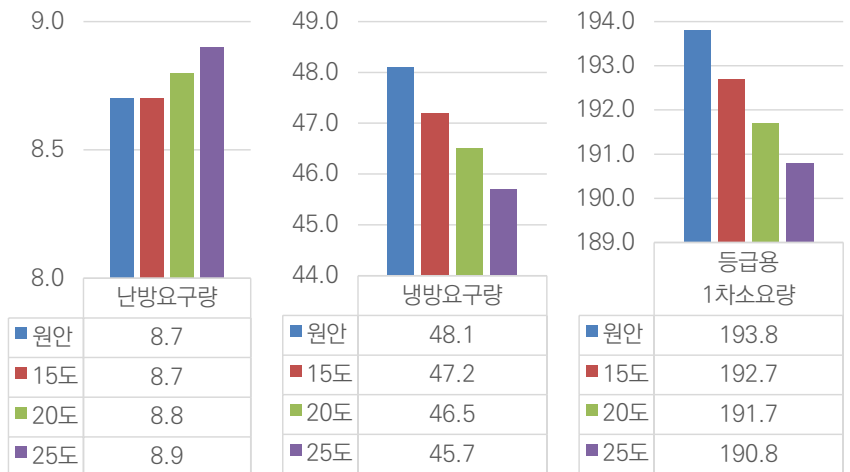
중부2지역 업무시설
신재생설비 제외 분석

00 R&D센터
 창면적비 56%
 SHGC 0.688



요구량	원안	15도	20도	25도
난방요구량	8.7	8.7	8.8	8.9
냉방요구량	48.1	47.2	46.5	45.7
등급용 1차소요량	193.8	192.7	191.7	190.8

난방 요구량 : 8.7
 냉방 요구량 : 48.1
 전체 1차에너지소요량 : 193.8



차양 증가 → 냉방부하 감소 → 냉방 요구량 감소
 겨울철 일사 유입도 일부 차단 → 난방 소요량도 소폭 증가

◎ 일사부하 관련 사례 분석

- 1. 일사부하 관련 평가 요소에 따른 요구량 결과값 변화 추이
 - 일사 유입 차단 효과 → 난방 요구량 증가, 냉방 요구량 감소
 - 상대적으로 창호 SHGC 조정에 따른 냉방 요구량 감소가 더 기대되는 경향
- 2. 창면적비가 크며, 냉방부하가 지배적인 건물에 일사부하 관련 평가요소들이 권장됨
- 3. 난방부하가 큰 건물 유형에서는 소요량 감소를 기대하기 어려움
 - 오히려 난방 요구량 증가로 인한 소요량 증가치가 영향력이 큼

◎ 참고서적 및 사이트

1. 건축물의 에너지절약설계기준 [시행 2025.1.1.] [국토교통부고시 제2024-1026호]
2. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침

3 패시브 기술 영향도 분석 2

◎ 기타 패시브 기술 요소 분석

- 외피 형별정보 입력 (ECO2 열관류율 탭): 외피(외벽, 지붕, 바닥, 창호) 단열성능, 창호 SHGC 설정

1. 열저장능력 : 구조체의 열 저장능력

- 50 : 가벼운 건축물, 즉 경량 구조 건물
- 90 : 중간수준 건축물, 철근콘크리트조
- 130 : 중량 건축물, 석조건물 등

▷ 열 저장능력 ↑ : 온도 변화 ↓, 열보존 ↑
▷ 열 저장능력 ↓ : 온도 변화 ↑, 열보존 ↓

일반데이터		입력존의 수 : 46	
사용프로필: 00 주거공간	열저장능력: 90	냉난방공조: 환기	
면적 [㎡]: 84	열교가산치: 내단열	외기부하처리: 아니오	
천장고 [m]: 2.3	침기율 [1/h]: 6	야간운전방식: 정상가동	
실체적 [㎡]: 193.2	냉난방방식: 냉난방	주말운전방식: 정상가동	
[난방공급시스템]		[열생산기기]	
열공급시스템: B2	열난방: B2	[공조처리기기]	
열공급시스템수: 1	열급량: B2	공조난방: (없음)	
공조시스템: ERV-2	열냉방: 84	공조냉방: (없음)	
		공조가습: (없음)	

2. 열교가산치 : 내/외단열 적용 여부

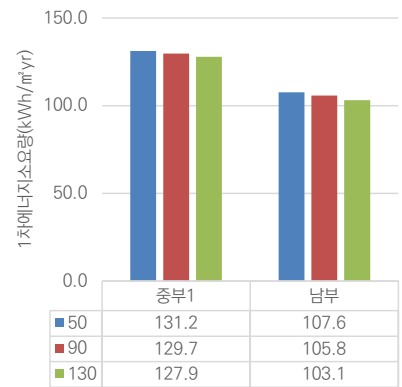
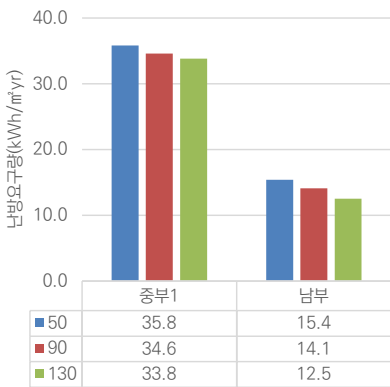
- 외단열이 열 손실이 적게 반영

3. 침기율 : 기밀성능 반영

- 공간의 기밀성능에 따른 열 손실량 반영
- 비주거의 경우 창호 설치 유무 적용 (1.5 or 0.0)
- 주거의 경우 설정치(6.0 또는 3.5) 적용, 본인증은 측정값 적용

◎ 열저장능력 분석 - 주거

- 지역별 주거용 건축물의 열저장능력에 따른 평가 결과값 비교 분석



[열저장능력 : 구조체의 열 저장능력]

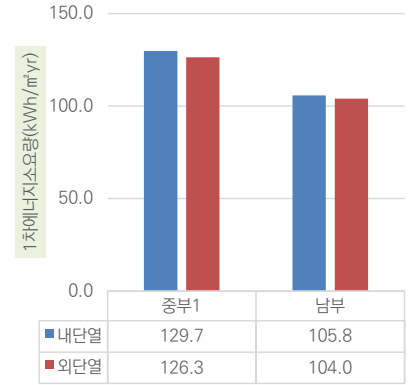
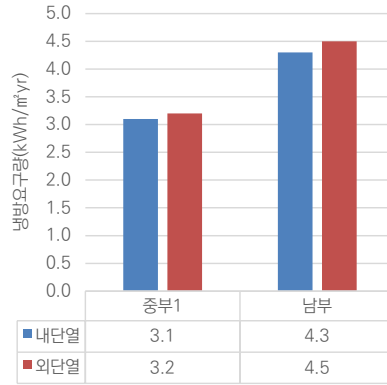
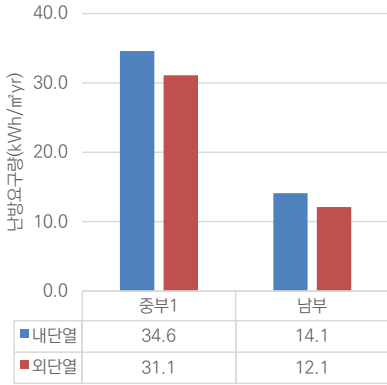
- 50 : 가벼운 건축물, 즉 경량 구조 건물
- 90 : 중간수준 건축물, 철근콘크리트조
- 130 : 중량 건축물, 석조건물 등

열저장능력에 따른 평가결과 영향도

- 설정치 변화(50→130)에 따라 난방 및 냉방 요구량 감소 경향.

◎ 열교가산치 분석 - 주거

● 지역별 주거용 건축물의 열교성능에 따른 평가 결과값 비교 분석



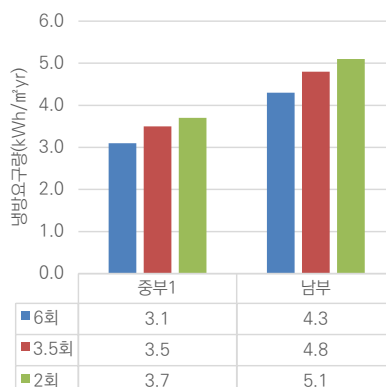
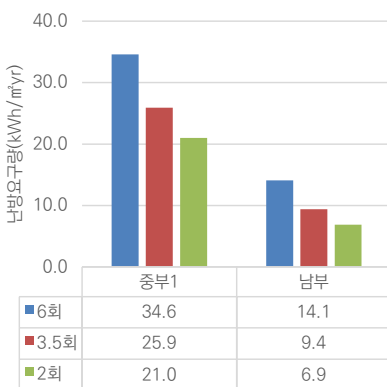
[열교가산치 : 내/외단열 적용 여부]
외단열이 열 손실이 적게 반영

내단열에 비해 외단열 적용시 평가결과 영향도

- 난방 요구량 감소
- 냉방 요구량 증가
- 전체 1차에너지소요량 감소

◎ 기밀성능 분석 - 주거

● 지역별 주거용 건축물의 기밀성능에 따른 평가 결과값 비교 분석



기밀성능에 따른 평가결과 영향도

- 난방 요구량 감소 경향. 전체 1차 에너지소요량 감소
- 등급 변동의 가능성이 있을 정도로 인증결과에 영향도가 큰 편.
- 인증 실무시 침기울 측정의 중요도가 상당함.

◎ 인증 개정 전후 비교 분석

- 25년 이전 인증건 기준 25년도 평가방법 반영시 평가 결과 분석

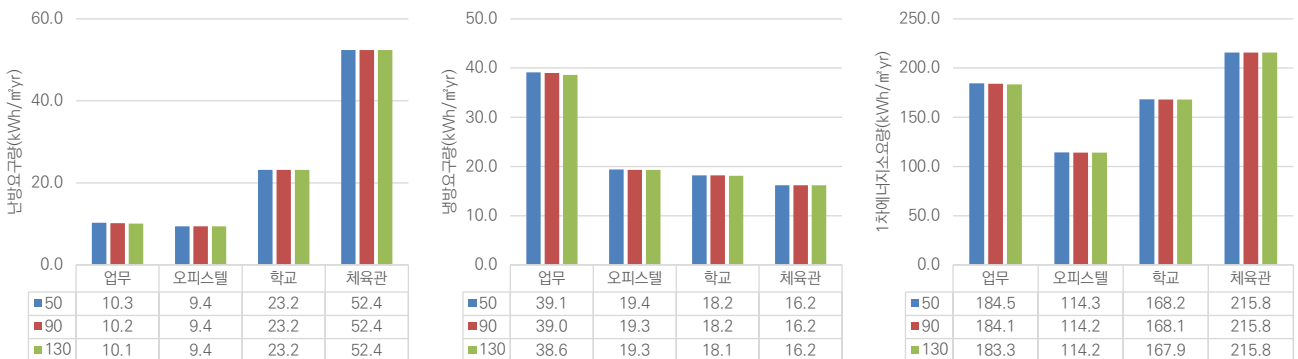
구분		기밀 6회	기밀 3.5회	냉방	기밀+냉방
		20V	25V	25V	25V
중부1	개별	141.8	131.8 (▼7.05)	145.6 (▲2.68)	136.0 (▼4.09)
		107.9	99 (▼8.25)	113.1 (▲4.82)	104.8 (▼2.87)
		106.6	95.6 (▼10.32)	114.5 (▲7.41)	104.2 (▼2.25)
	중앙	106.8	98.8 (▼7.49)	113 (▲5.81)	105.6 (▼1.12)
		112.2	104 (▼7.31)	117.5 (▲4.72)	109.8 (▼2.14)
		109.5	101.5 (▼7.31)	114.9 (▲4.93)	107.5 (▼1.83)
중부2	개별	113.8	104.6 (▼8.08)	119.5 (▲5.01)	110.7 (▼2.72)
		112.7	102.7 (▼8.87)	117.9 (▲4.61)	108.4 (▼3.82)
		99.9	91.8 (▼8.11)	106.6 (▲6.71)	98.9 (▼1.00)
	중앙	97.6	88.5 (▼9.32)	103.6 (▲6.15)	94.8 (▼2.87)
		127.9	119.6 (▼6.49)	137.3 (▲7.35)	129.6 (▲1.33)
		120.9	112.1 (▼7.28)	127.2 (▲5.21)	118.7 (▼1.82)
남부	개별	95.7	90.2 (▼5.75)	103.9 (▲8.57)	98.8 (▲3.24)
		99	90 (▼9.09)	105.9 (▲6.97)	97.3 (▼1.72)
		111.3	105.4 (▼5.30)	119.8 (▲7.64)	114.5 (▲2.88)
	중앙	79	73.2 (▼7.34)	86.7 (▲9.75)	81.6 (▲3.29)
		91.6	86.2 (▼5.90)	98.6 (▲7.64)	93.8 (▲2.40)
		93.2	87.6 (▼6.01)	100.0 (▲7.30)	94.9 (▲1.82)
단위 : 등급용 1차에너지소요량 (kWh/m ² yr)		▼7.51%	▲6.29%	▼0.74%	

지역별 열원별 총 18개 단지 분석
(EOC2 2025v1 + 25년도 평가방법 적용)

1. 기밀성능
 - 난방 요구량 및 소요량 값 감소 : 약 5~9%
2. 냉방 기본값 평가
 - 냉방 요구량 및 소요량 값 증가 : 약 2~9%
3. 최종 결과치
 - 중부1 : 난방 요구량 감소 경향 지배적
 - 남부 : 냉방 요구량 증가 경향 지배적

◎ 열저장능력 분석 - 비주거

- 용도별 비주거 건축물의 열저장능력에 따른 평가 결과값 비교 분석



[열저장능력 : 구조체의 열 저장능력]

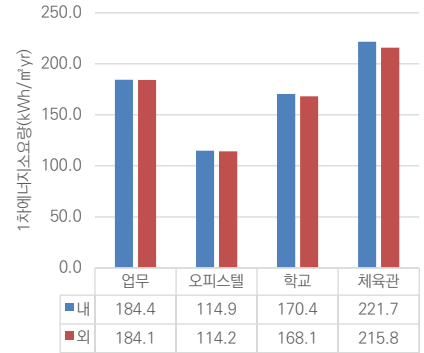
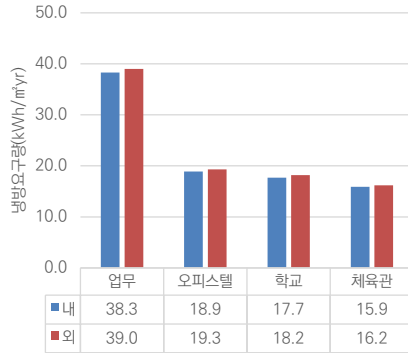
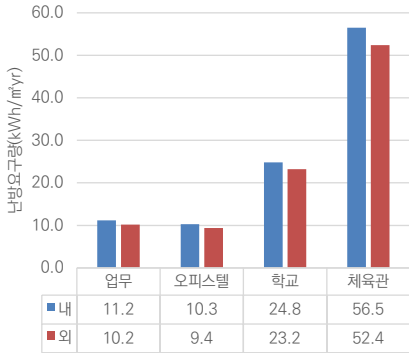
- 50 : 가벼운 건축물, 즉 경량 구조 건물
- 90 : 중간수준 건축물, 철근콘크리트조
- 130 : 중량 건축물, 석조건물 등

열저장능력에 따른 평가결과 영향도

- 설정치 변화(50→130)에 따라 난방 및 냉방 요구량 감소 경향.
- 비주거 용도건물에서는 상대적으로 영향 미미

◎ 열교가산치 분석 - 비주거

● 용도별 비주거 건축물의 열교성능에 따른 평가 결과값 비교 분석



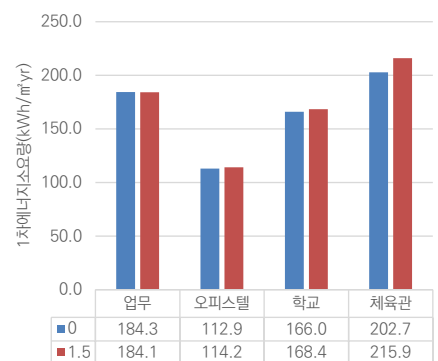
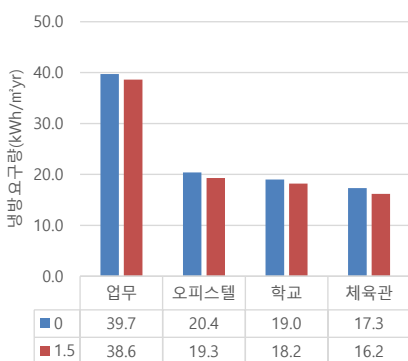
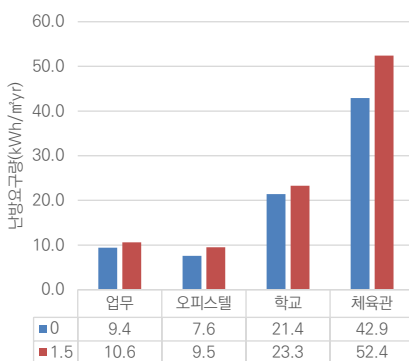
[열교가산치 : 내/외단열 적용 여부]
외단열이 열 손실이 적게 반영

내단열에 비해 외단열 적용시 평가결과 영향도

- 난방 요구량 감소, 냉방 요구량 증가 (난방 영향도 더 큼)
- 전체 1차에너지소요량 감소

◎ 기밀성능 분석 - 비주거

● 용도별 비주거 건축물의 기밀성능에 따른 평가 결과값 비교 분석



기밀성능에 따른 평가결과 영향도

- 비주거의 경우 각 실별 창호적용사항에 따라 0 또는 1.5 입력
- 일부 건물에 대해서는 0 과 1.5 결과값 편차 큰 편.
- 인증 실무시 입력 중요도 상당함.

◎ 기타 패시브 요소 사례 분석

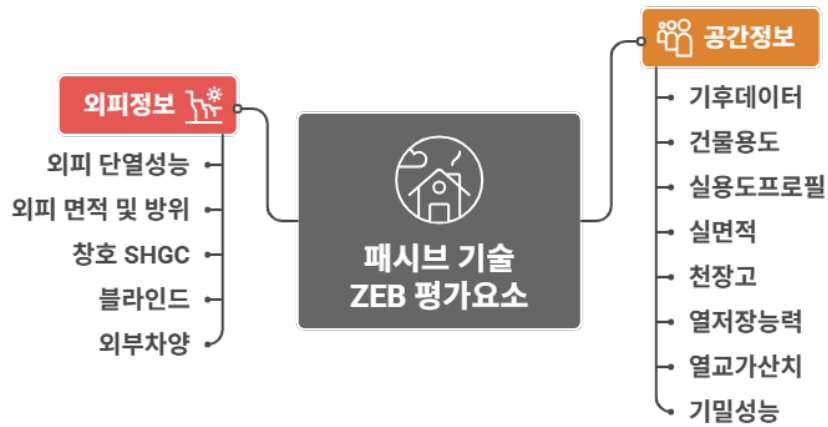
- 1. 열저장능력에 따른 결과값 변화
 - 축열효과가 클수록(50→130) 난방 및 냉방 요구량 감소
 - 비주거 용도에서는 영향력 미미

- 2. 열교성능에 따른 결과값 변화
 - 외피 단열성능 향상과 유사한 경향 : 난방 요구량 감소, 냉방 요구량 증가
 - 대체적으로 1차 에너지요량은 감소되는 경향 (상대적으로 냉방 요구량 증가 미미)

- 3. 기밀성능에 따른 결과값 변화
 - 외피 단열성능 향상과 유사한 경향 : 난방 요구량 감소, 냉방 요구량 증가
 - 주거용 건물 평가시에는 지배적 영향
 - 비주거용 건물 평가시에도 난방 지배적 유형의 건물에서는 최종 결과 편차가 큼

=> 주거, 비주거 모두 영향력이 큰 평가요소 : 인증 실무시 보다 정확도가 강조되는 평가 요소

◎ 입력요소 요약 정리



[난방 소요량에 영향이 큰 요소]

기밀성능, 외피 단열성능,
열교가산치

[그 외 영향이 큰 요소]

기후데이터, 건물용도
실용도프로필, 실면적, 천장고

[냉방 소요량에 영향이 큰 요소]

창호 SHGC, 블라인드, 차양,
열저장능력

◎ 참고서적 및 사이트

1. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침

B.2

기술 요소별 에너지 해석 - 액티브/신재생

교육 목표

기술 요소별
에너지 해석 -
액티브/신재생

- * 액티브 시스템의 개념에 대해 이해할 수 있다.
- * 액티브 시스템의 도입 절차에 대해 이해할 수 있다.
- * 공조처리시스템의 정의를 이해할 수 있다.
- * 공조처리시스템의 종류별 특성과 에너지 소요량에 대한 영향을 분석할 수 있다.
- * 냉·난방설비의 정의를 이해할 수 있다
- * 냉·난방설비의 종류별 특성과 에너지소요량에 대한 영향을 분석할 수 있다.
- * 신·재생에너지 설비의 정의를 이해할 수 있다.
- * 신·재생에너지 설비의 종류별 특성과 에너지 소요량에 대한 영향을 분석할 수 있다.

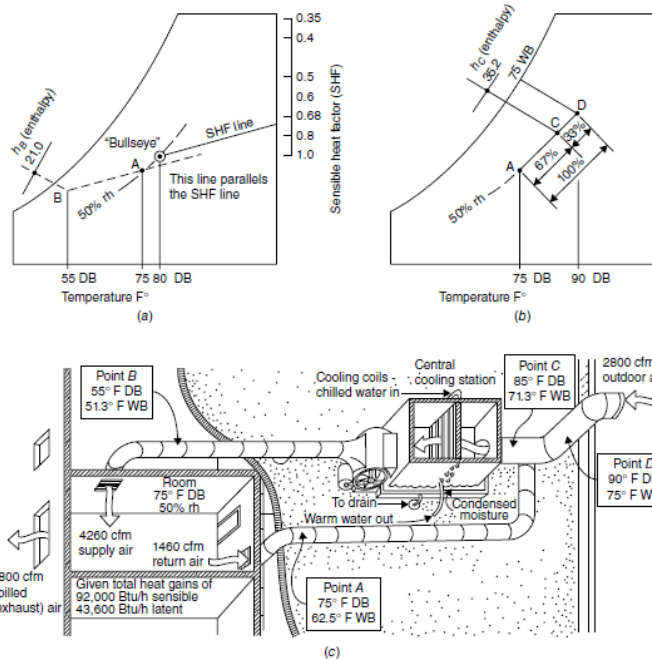
1 액티브 시스템의 개념

◎ 액티브 시스템의 정의와 특징

- 정의: 열적 쾌적과 실내 공기질을 위해 전기에너지 등 외부 에너지를 사용하여 냉난방, 환기 등을 제어하는 시스템
- 특징
 - 1. 외부 에너지(전기, 가스 등)를 사용
 - 2. 단일 목적(냉방, 난방, 환기 등)을 갖는 여러 종류의 설비(보일러, 히트펌프, 공조기, 전열교환기 등)로 구성
 - 3. 건축적인 요소와 부분적으로 통합됨
 - 4. 일반적으로 건축가 외의 전문 엔지니어가 설계함
- 통상적으로 액티브 시스템은 HVAC(Heating, Ventilating, Air Conditioning)으로 설명됨
 - 1. 공기 온도 제어(난방 또는 냉방)
 - 2. 공기 습도 제어
 - 3. 공기 분배(속도, 방향) 제어
 - 4. 실내 공기 질 제어

◎ 액티브 시스템의 도입 절차

- 프로젝트의 요구 사항(설계 의도, 기준 등) 및 Zone별 요구 사항 수립
- 요구 사항에 따른 초기 시스템 선정
- 냉, 난방 부하 계산
- 열원 장비 용량 산정
- 냉, 난방 공급 및 환기 시스템 선정
- 에너지 분석 시행 및 설계 최적화
- 시공 및 검증



습공기선도표를 사용한 냉각 장비 용량 산정 예
출처: Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 「Mechanical and Electrical Equipment for Buildings」

2 액티브 요소: 공조처리시스템

◎ 공조처리시스템 개요

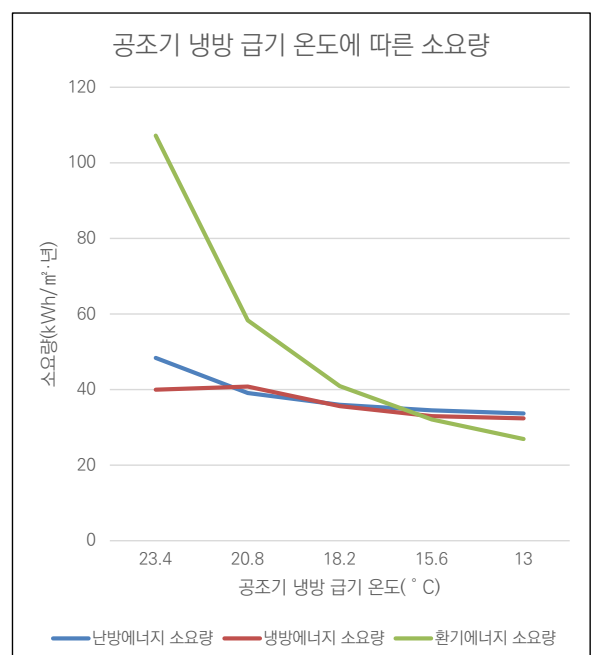
- 정의: 외기를 도입할 수 있는 팬이 포함된 설비
- 종류: 급·배기 팬, 전열교환기, 공기조화기 등
- 건물에너지평가프로그램 입력 요소
 - 1. 공조급기온도의 설정치
 - 2. 리턴공기 혼합 여부
 - 3. 열회수율
 - 4. 공조 방식(정풍량 / 변풍량)
 - 5. 팬 효율 = (풍량[CMH] × 정압[Pa]) / (전력[W] × 3,600[s])

◎ 공조처리시스템이 소요량에 미치는 영향

- 공조급기온도의 설정치에 따른 영향
 - 공조기, 외조기 등을 통해 냉·난방을 수행하는 대다수 건축물의 경우 공조기 냉방 급기 온도가 낮아질 수록 환기에너지 소요량은 낮아지며 냉방 및 난방에너지 소요량도 함께 변하는 것을 확인
 - 냉방 급기 온도가 낮아질 수록 목표 실내 상태 달성을 위한 풍량 감소되어 환기 분야 소요량 저감
 - 평가 모델의 계산 구조(난방 시 "환기량 고정 + 공급공기 가열")에 의해 난방 급기 온도 변화에 따른 소요량 변화는 무시되는 것으로 보임

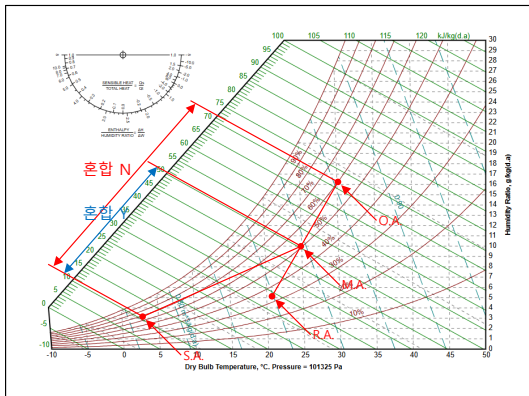
일반데이터		입력준의 수 : 1	
사용프로필: 16 ■ 정(상점/백화점)	열저장능력: 90	냉난방공조: 냉난방	
면적[m]: 955.56	열교가산치: 외단열	외기부하처리: 아니오	
천장고[m]: 3.5	침기율[1/h]: 1.5	야간운전방식: 가동정지	
실체적[m ³]: 3344.460	냉난방방식: 기능없음	주말운전방식: 가동정지	
【난방공급시스템】	【열생산기기】	【공조처리기기】	
열공급시스템: <없음>	열난방: <없음>	공조난방: CH-1	
열공급시스템수: 0	열급량: B-1	공조냉방: CH-1	
공조시스템: AHU-1	열냉방: <없음>	공조가습: CH-1	
조 명			
조명부하산출방법: 입력치	조명방식: <없음>	조명에너지부하율[W/m ²]: 8.48	
요구조도[lx]: 0	인공광원: <없음>	점등시간[h]: 12	
천장고[m]: 0	보수율: 0	조명에너지부하율계산치:	
작업면높이[m]: 0	조명률:		
실깊이[m]: 0	조명기기효율:		
실너비[m]: 0			
실지수:			
외벽: 5 내벽: 3 외부창: 2 내부창: 0 간벽: 0 전체면적: 21,486.31 전체층수: 102			

냉난방공조 방식이 '냉·난방' 또는 외기부하처리 방식이 '예' 인 경우

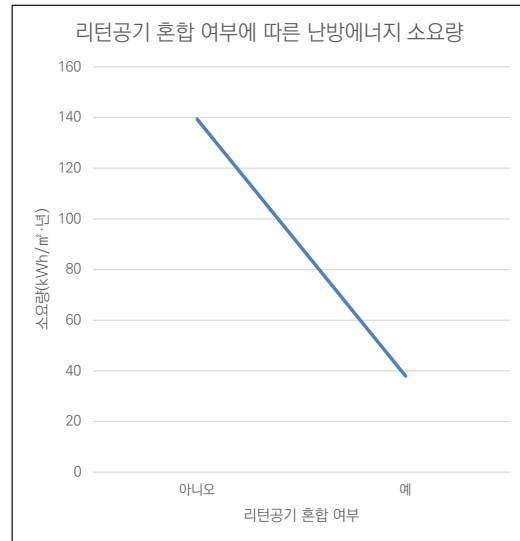


● 리턴공기 혼합 여부에 따른 영향

- 냉방 설비 설계 가정 시 습공기선도에서 리턴공기 혼합 유무에 따라 냉방 기기를 통해 제거해야 하는 엔탈피의 차이 확인 가능
- 리턴 공기 혼합이 가능함에 따라 냉방 및 난방에너지 소요량은 감소되며 그 효과는 난방의 경우에 더 크게 나타남
- 냉방: 외기 vs 실내온도 차이 작음 → 혼합 효과 제한적임
- 난방: 외기 vs 실내온도 차이 큼 → 혼합 효과 매우 큼

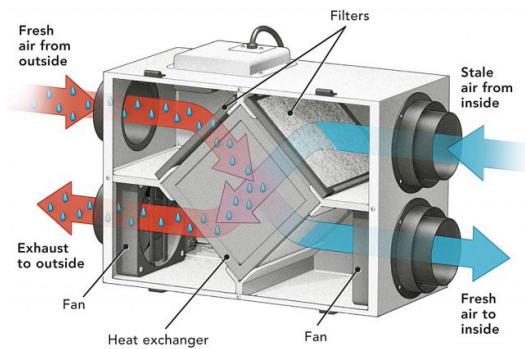


습공기선도표
출처: <https://www.flycarpet.net/en/psyonline>

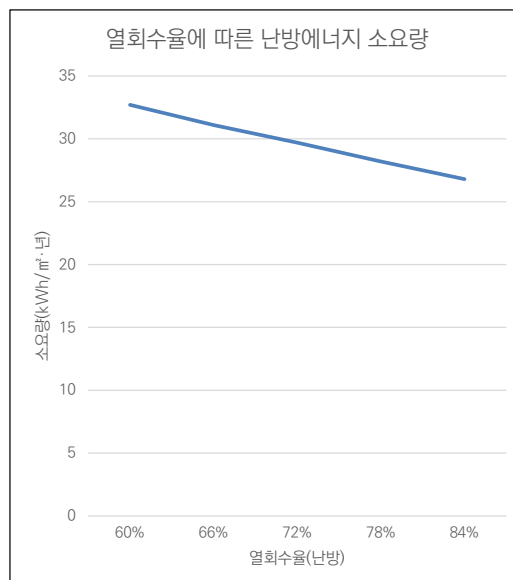


● 열회수율에 따른 영향

- 공조처리장치 내의 열 교환 소자에 의해 급기와 배기의 현열 및 잠열을 서로 교환할 수 있음
- 공조처리시스템의 열회수율이 높아짐에 따라 난방에너지 소요량은 감소됨
- 난방: 외기와 실내온도 차이가 크기 때문에 열교환 효율 변화가 가열에너지 소요량에 직접적 영향을 줌
- 냉방: 온도차가 작고, 잠열 위주라서 효율 변화가 계산상 소요량 변화로 반영되지 않음
- 난방 열교환 효율 변동 시 냉방 소요량도 약간 변동되는데 실제 물리적 현상이라기보다는 계산 모델 구조에서 비롯된 연계 효과인 것으로 추측



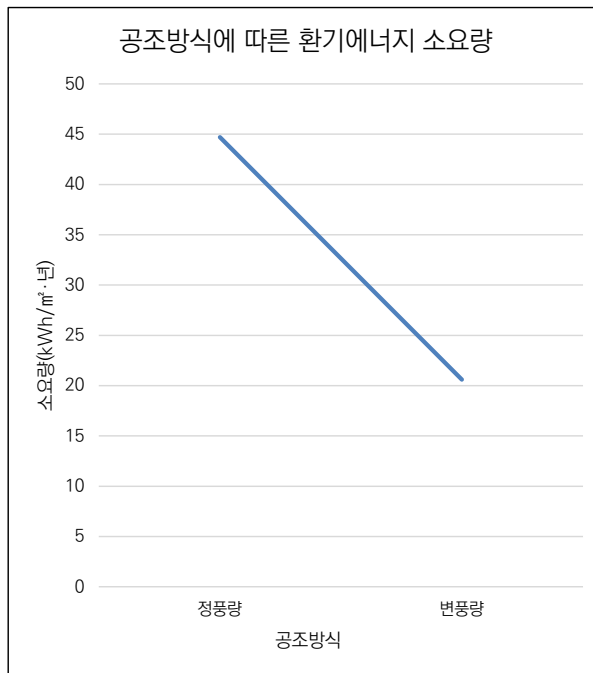
전열교환장치(ERV)의 원리
출처: <https://www.epsalesinc.com/heat-recovery-ventilator-hrv-vs-energy-recovery-ventilator-erv-whats-right-unit-home/>



● 공조방식에 따른 영향

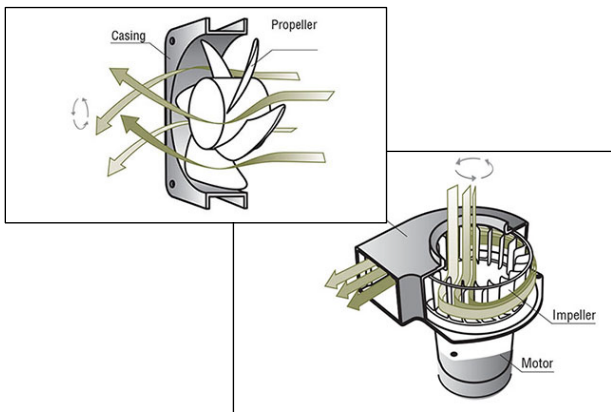
- CAV: 일정 풍량 → 팬 전력 항상 큼
- VAV: 풍량 가변 → 부하 낮을 때 팬 전력 절약됨
- 공조방식이 변풍량인 경우 정풍량 방식에 비해 환기에너지 소요량은 감소됨
- VAV 방식은 공조기의 풍량을 줄여서 제어하지만, 건물 자체의 냉난방 부하가 달라지는 건 아니기 때문에 냉난방 소요량은 변화 없음

구분	CAV 시스템	VAV 방식
공기 공급 방식	일정한 풍량 유지 공급공기 온도로 부하 대응	풍량을 가변적으로 조절하여 부하 대응
제어 대상	주로 공급공기의 온도 제어	주로 공급공기의 풍량 제어
팬 운전	상시 일정 속도로 운전	덕트 내 정압을 유지하도록 제어(인버터 등 적용)
에너지 효율	부하가 작아도 동일한 풍량 공급 → 비교적 낮음	부하에 따라 풍량 감소 가능 → 높음
열쾌적성	구역별 세밀한 제어 어려움 온도 편차 발생 가능	구역별(Zone) VAV 박스를 통한 정밀 제어 가능
시스템 복잡성	구조가 단순, 초기 설치비 낮음	제어장치(VAV Box, 센서 등) 필요 → 초기비용 높음
실내 공기품질 대응	외기 도입 비율 조정 한계	외기량 가변제어 및 에너지 절약형 Economizer Cycle 적용 가능

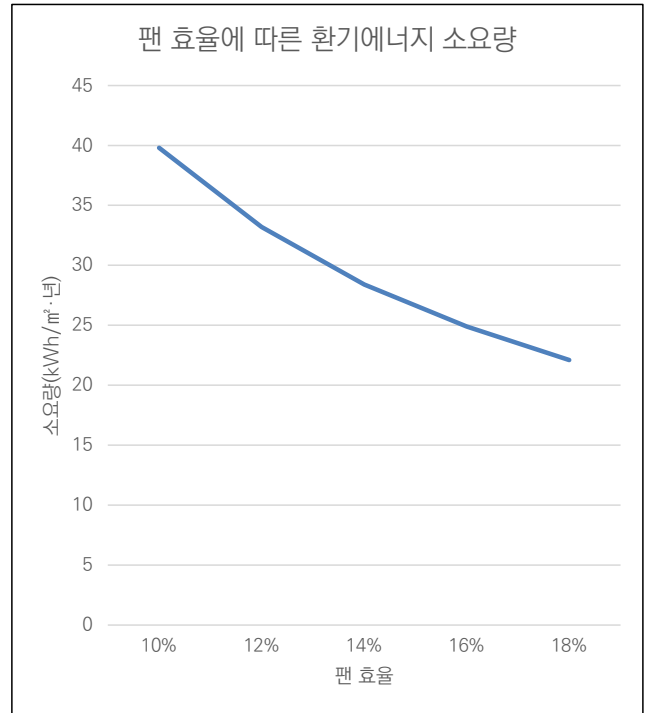


● 팬 효율에 따른 영향

- 1. 블레이드와 하우징의 형태
- 2. 모터 효율 등
- 팬 효율에 영향을 미치는 주요 요인으로 팬 자체의 형상, 모터 및 구동 방식, 운전점 등이 있음
- 팬 동력에 따라 환기에너지는 반비례 증감하며, 팬 자체의 비선형적인 성능 곡선에 의해 완전히 선형 그래프를 그리지는 않음



출처: <https://www.orientalmotor.com/cooling-fans/technology/cooling-fan-structure-overview.html>



◎ 결론

- 액티브 시스템은 열적 쾌적과 실내 공기질을 위해 전기에너지 등 외부 에너지를 사용하여 냉난방, 환기 등을 제어하는 시스템으로, HVAC(Heating, Ventilating, Air Conditioning)으로 설명됨
- 공조처리시스템은 외기를 도입할 수 있는 팬이 포함된 설비로, 환기소요량 뿐만 아니라 냉방 및 난방 소요량에도 영향을 미침
- 평가 모델을 통해 에너지 분석을 하고 공조 설비 설계를 최적화 할 수 있음

◎ 참고서적 및 사이트

1. Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 『Mechanical and Electrical Equipment for Buildings』
2. <https://www.flycarpet.net/en/psyonline>
3. <https://www.epsalesinc.com/heat-recovery-ventilator-hrv-vs-energy-recovery-ventilator-erv-whats-right-unit-home/>
4. <https://www.orientalmotor.com/cooling-fans/technology/cooling-fan-structure-overview.html>

3 액티브 요소: 냉·난방설비

◎ 냉·난방설비 개요

- 냉방설비의 정의: 실내 냉방부하를 제거하기 위해 냉열원을 공급하고 이를 실내로 전달하는 설비
- 난방설비의 정의: 실내 난방부하를 보충하기 위해 열원을 공급하고 이를 실내로 전달하는 설비
- 냉·난방설비의 종류
 - 보일러
 - 지역난방
 - 히트펌프(압축식 냉동기)
 - 흡수식 냉동기

◎ 보일러

- 정의: 온수 또는 증기 생산 → 난방 및 급탕에 사용
- 열원: 전기 저항, 연소(on-site combustion) 등
- 설계 시 고려 사항: 건물의 난방 부하 크기, 사용 연료 종류 및 효율 목표, 단일형/ 모듈러 보일러(cascade 제어)
- 보일러 효율(%): $[\text{보일러 용량} / (\text{연료소비량} \times \text{고위발열량})] \times 100$
- 콘덴싱 보일러: 연소 가스($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 포함)가 가진 잠열까지 회수하여 물로 전달 (수증기 응축 → 응축열 방출 → 물 온도 상승)하여 효율을 높인 방식

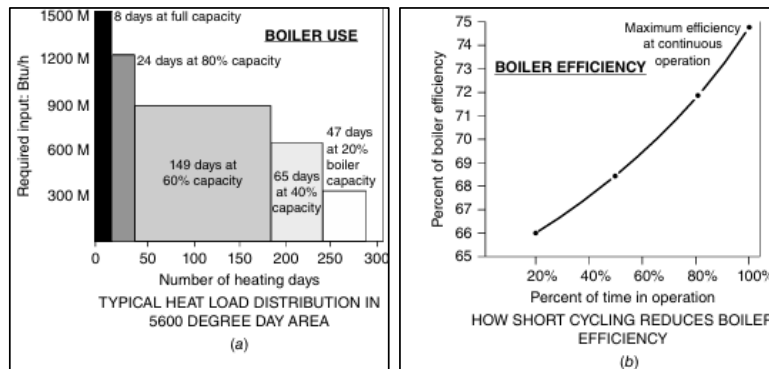


콘덴싱 보일러의 구조

<https://www.kdnvien.co.kr/product/detail/31/info?pdLgMuSeq=35&pdSmMuSeq=36>

● Cascade 제어 방식의 효율성

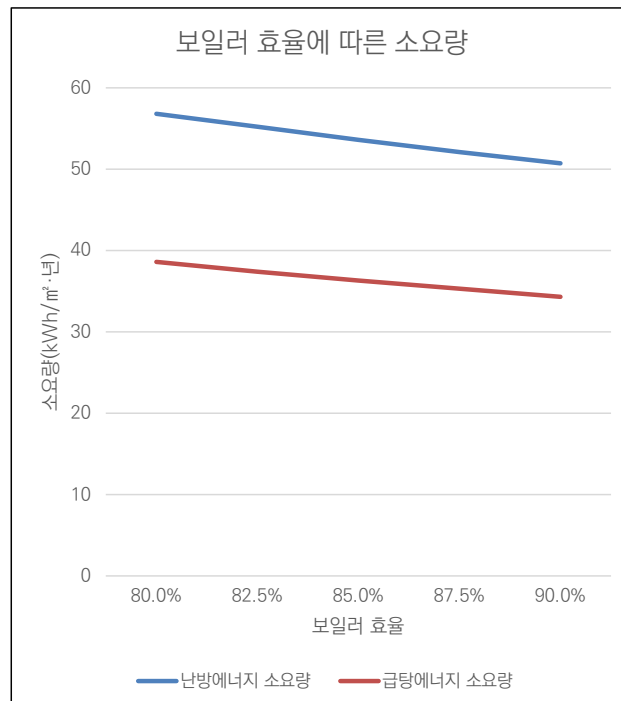
- 보일러는 최대 용량에 가깝게 운전될 때 가장 높은 효율을 보이나 일반적으로 보일러는 아주 추운 날을 제외하고 대부분의 시간 동안 부분부하 상황에서 운전됨
- 한 번 운전했을 때 긴 시간동안 운전되는 보일러가 높은 효율을 보이기도 함
- 따라서 소형 보일러 여러 대를 병렬로 연결하여 필요한 만큼만 대수제어하는 Cascade 제어 방식을 통해 실제로 보일러의 효율을 높일 수 있음(시뮬레이션에 결과가 반영되기는 어려움)
- 보일러 효율이 변함에 따라 난방 및 급탕에너지 소요량은 역비례하여 변하는 경향을 갖게 됨



(a) 보일러는 대부분의 시간에 부분부하 상황에서 운전됨

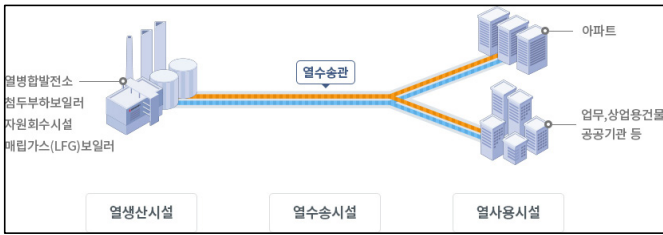
(b) 부분부하 조건에서 짧은 사이클로 운영되는 보일러의 효율 저하 가능성

출처: Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 『Mechanical and Electrical Equipment for Buildings』

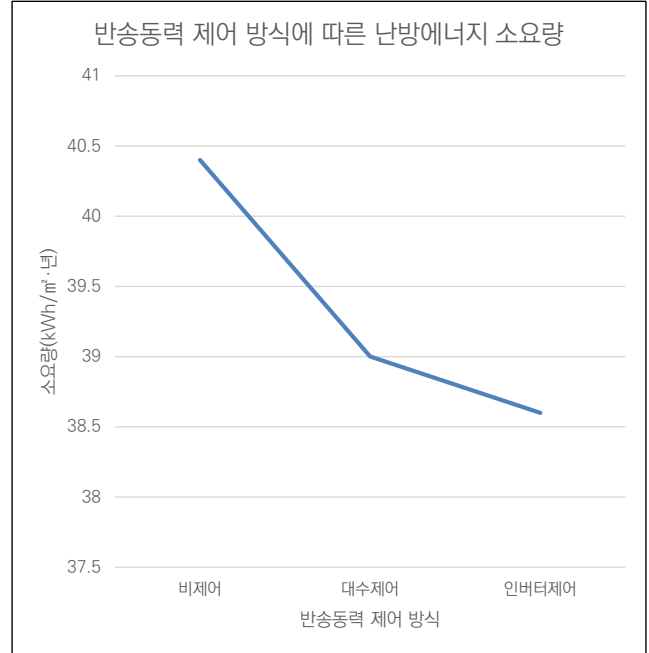


◎ 지역난방

- 정의: 개별 건물들에 개별 열생산시설을 설치하지 않고, 열병합발전소 등에서 생산된 열(온수)을 대단위 지역에 일괄적으로 공급하는 도시 기반시설
- 대규모 열생산시설 이용에 따른 장점
 - 에너지 절약
 - 대기 환경 개선
- 반송 동력 개선, 운전 영역 구분을 통해 효율 증대 가능



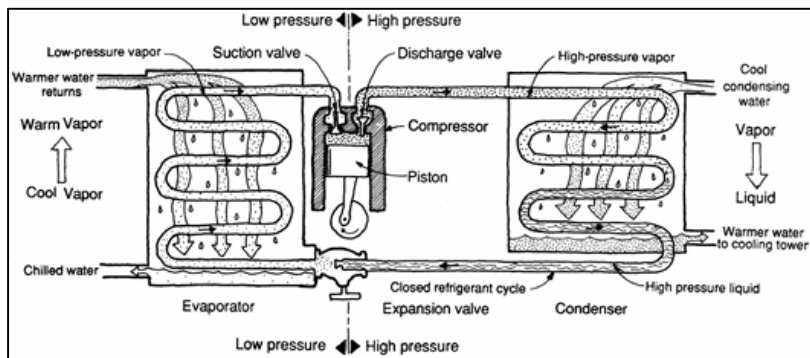
열공급계통도
출처: <https://www.kdhc.co.kr/kdhc/main/contents.do?menuNo=200147>



- 외부에서 열을 공급하는 방식으로 입력되는 효율값의 변화는 없으며, 반송설비의 동력 및 제어 방식에 따라 난방에너지 소요량이 변화함

◎ 히트펌프(압축식 냉동기)

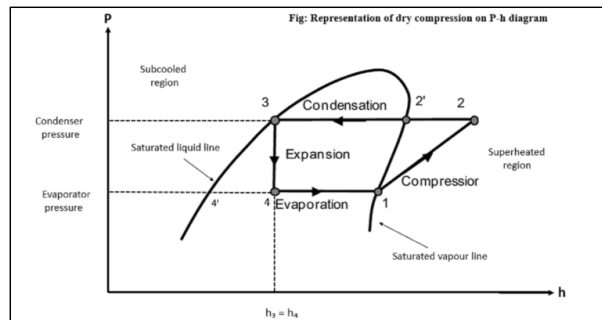
- 냉매의 액화와 기화 과정을 반복하며 열을 순환시키는 시스템
 - 1. 압축기(Compressor): 증발기에서 나온 저온·저압의 냉매 증기를 고온·고압의 상태로 압축
 - 2. 응축기(Condenser): 압축기에서 온 고온·고압 냉매 증기를 외부로 열을 방출하면서 액체로 응축
 - 3. 팽창 밸브(Expansion Valve): 응축기에서 액체 상태인 고압 냉매를 저압으로 떨어뜨려 분무
 - 4. 팽창밸브를 거쳐 온 저온·저압의 냉매가 주변 열(냉각할 공간이나 물체의 열)을 흡수하며 증발



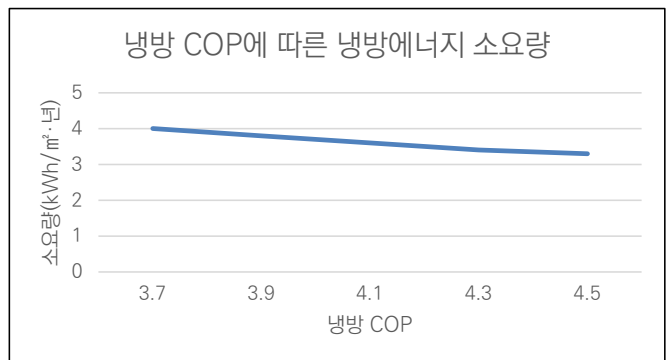
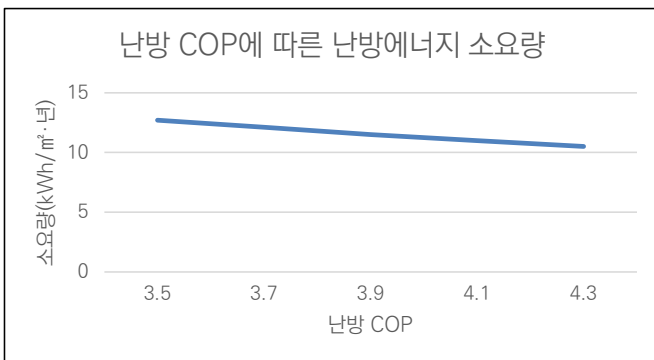
압축식 냉동기의 원리

출처: Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 『Mechanical and Electrical Equipment for Buildings』

- COP(Coefficient of Performance, 성능계수):
냉동기의 효율을 나타내는 지표 = 냉·난방 효과 / 압축기 등이 소비한 동력
- 압축식 냉동기의 압력과 엔탈피의 관계를 나타내는 곡선에서
난방 COP = $(h_2-h_3)/(h_2-h_1)$, 냉방 COP = $(h_1-h_4)/(h_2-h_1)$ 임
- 사이클 이론상 난방 COP = 냉방 COP + 1
- 실제로는 응축기와 증발기의 작동 온도 조건이 서로 다르고, 겨울철에는 증발기 외부에 서리가 쌓이는 문제 등으로 냉방 COP가 더 높은 경우가 많음
- 냉방 및 난방 COP가 증가함에 따라 냉방 및 난방에너지 소요량은 감소함

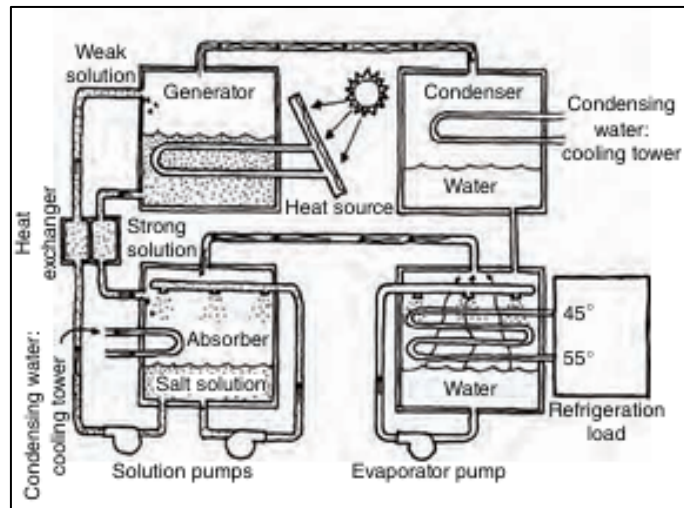


Representation of dry compression on P-h diagram
출처: <https://mechanicalbasics.com/vapour-compression-refrigeration-cycle-faqs/>



◎ 흡수식 냉동기

- 냉매와 흡수제의 화학적 흡수·재생 과정을 통해 열을 순환시키는 시스템
 - 증발(Evaporation): 증발기 내부의 낮은 압력 때문에 냉매인 물이 낮은 온도에서 쉽게 증발
 - 흡수(Absorption): 증발기에서 기화된 냉매(증기)는 흡수제로 사용되는 리튬 브롬화물 용액에 흡수
 - 재생(Generation): 리튬 브롬화물 용액에 외부에서 열을 가하면 흡수된 물이 다시 증발하여 분리
 - 응축(Condensation): 재생기에서 분리된 고온·고압의 냉매(증기)는 응축기로 이동하여 열을 방출하며 다시 액화
- 압축식 냉동기가 기계적 압축 효과를 이용하여 액화, 기화를 통해 열을 순환시키는 방식이라면 흡수식 냉동기는 흡수제와 발생기를 이용하여 흡수와 재생을 통해 열을 순환시키는 시스템
- 증발기에서 냉매는 증발열을 흡수하여 냉방 효과를 일으킴
- 재생기에 사용되는 외부 열 공급 방식으로는 연료를 이용한 직접적인 가열, 지역난방을 이용한 가열 등이 있음

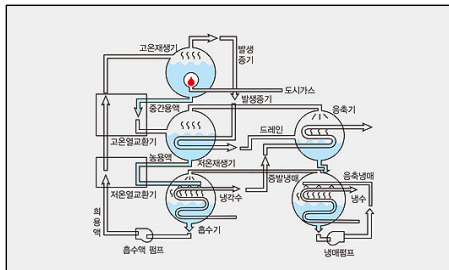


흡수식 냉동기의 원리

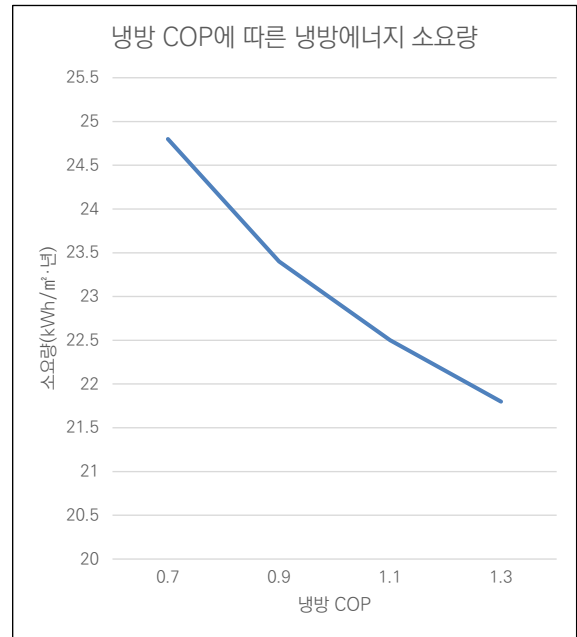
출처: Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 『Mechanical and Electrical Equipment for Buildings』

- COP(Coefficient of Performance, 성능계수):
냉동기의 효율을 나타내는 지표 = 냉방 효과 / 발생기 등의 구동 열량
- 이중 효용 흡수식 냉동기:
외부 열원을 1차 발생기에 공급하고, 여기서 나온 고온 냉매 증기의 일부 열을 2차 발생기에 재활용(고온 열원 필요)

- 흡수식 냉동기의 효율을 높이기 위한 방법으로 이중 효율 흡수식 냉동기가 사용되기도 함
- 고온재생기에서 발생한 냉매증기는 상당히 온도가 높은 것으로, 저온재생기 내의 가열 튜브로 유도
- 저온재생기에는 고온재생기에서 중간 농도로 흡수된 흡수액(중간용액)이 유입
- 여기서 중간 용액을 가열 튜브 내의 고온의 냉매 증기가 갖는 에너지를 이용해서 그 응축열에 의해 가열된 최종 농도(농용액)까지 농축
- 단일 효율 흡수식 냉동기의 COP가 대개 0.6~0.8 정도, 이중 효율의 경우 1.1~1.3 정도로 효율이 크게 높아짐
- 압축식 냉동기와 마찬가지로 냉방 COP가 증가함에 따라 냉방에너지 소요량은 감소함



이중 효율 흡수식 냉동기의 원리
출처: http://kostanengin.web01.ybuilder.kr/bbs/board.php?bo_table=yb_heater03&wr_id=1



◎ 결론

- 냉·난방설비는 실내 냉·난방부하를 제거하기 위해 냉열원·온열원을 공급하고 이를 실내로 전달하는 설비로, 냉방 및 난방 소요량에 영향을 미침
- 평가 모델을 통해 에너지 분석을 하고 냉·난방설비 설계를 최적화 할 수 있음

◎ 참고서적 및 사이트

1. Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 『Mechanical and Electrical Equipment for Buildings』
2. <https://www.kdnvien.co.kr/product/detail/31/info?pdLgMuSeq=35&pdSmMuSeq=36>
3. <https://www.kdhc.co.kr/kdhc/main/contents.do?menuNo=200147>
4. <https://mechanicalbasics.com/vapour-compression-refrigeration-cycle-faqs/>
5. http://kostanengin.web01.ybuilder.kr/bbs/board.php?bo_table=yb_heater03&wr_id=1

4 액티브 요소: 신·재생에너지

◎ 신·재생에너지 개요

● 신에너지:

기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지

- 수소에너지
- 연료전지
- 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지
- 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지

● 재생에너지:

햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지

- 태양에너지
- 풍력
- 수력
- 해양에너지
- 지열에너지
- 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지
- 폐기물에너지

◎ 연료전지

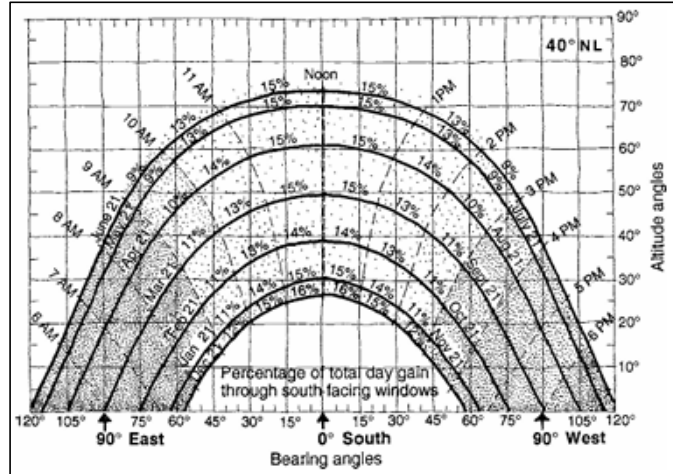
● 수소와 산소의 전기화학적 반응을 통해 직접 전기와 열을 생산

- 도시가스(CH₄) 등을 고온의 수증기(H₂O)와 반응시켜 수소(H₂)와 이산화탄소(CO₂)로 변환
- 수소(H₂)가 음극(anode)에서 분해
- 전자는 외부 회로로 흘러 전기를 발생
- 양이온(H⁺)은 전해질을 거쳐 양극(cathode)로 이동
- 산소(O₂)와 결합해 물(H₂O) 생성 → 열 발생

● 물 분자의 결합에너지는 매우 크고 안정적임

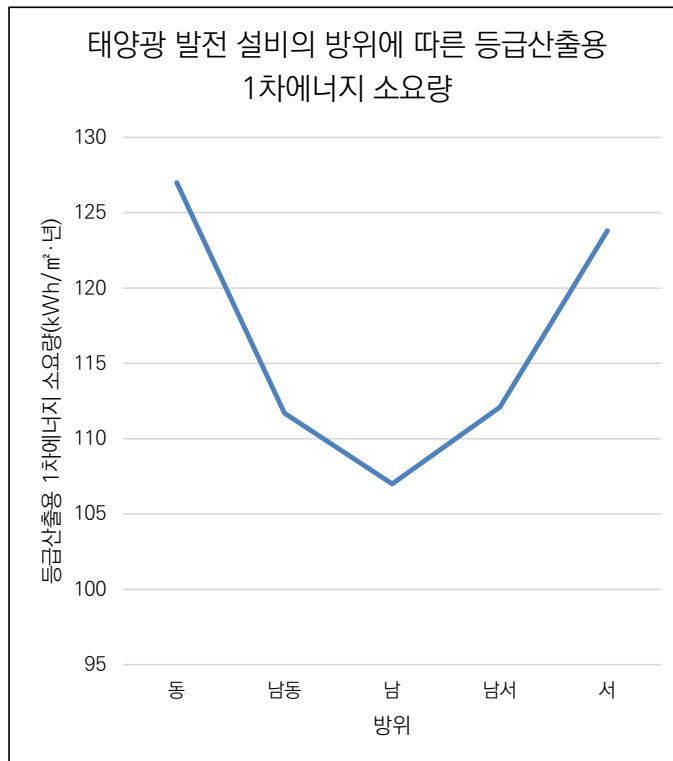
● 열역학적 관점에서 수소와 산소는 기존 결합보다 더 안정한 상태로 내려가면서 여분의 에너지가 방출됨

- 표에서 태양광 모듈의 방위와 설치 각도에 따라 일사에너지도 함께 변화함을 알 수 있으며, 프로그램에서 태양광 발전 설비의 방위에 따라 변하는 에너지 소요량의 변화를 통해 대부분의 지역에서 남향에 가까울수록 발전량이 높음 확인



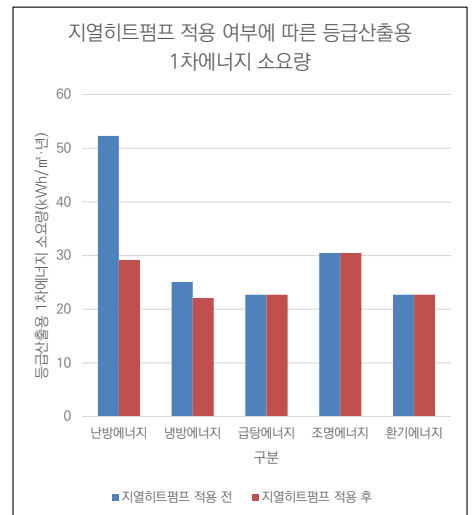
Sun chart for 40°N latitude showing the approximate percentage of clear-day insolation for south-facing windows for each of the 6 maximum hours of sun each month

출처: Edward Mazria and David Winitzky, 「Solar Guide and Calculator」



◎ 지열 히트펌프

- 땅속의 연중 일정한 온도를 열원으로 사용
- 지하에 매설된 루프를 통해 열교환 유체(물 등)를 순환시켜 땅과 건물 사이에서 열을 교환
- 지열 히트펌프의 유형
 - 폐쇄형(Closed Loop): 파이프를 순환하는 물이나 부동액을 사용하는 시스템(높은 초기 비용)
 - 개방형(Open Loop): 지하수를 열교환 유체로 직접 사용(적절한 수원 확보 필요)
- 지열 히트펌프의 평가
 - 시스템의 방식에 따라 지중펌프, 심정펌프, 냉·온수 순환펌프의 동력 평가
- 지열히트펌프의 적용에 따라 난방 및 냉방 부문의 등급산출용 1차에너지 소요량이 감소함



◎ 결론

- 신·재생에너지 설비는 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 신에너지와 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 재생에너지로 구분되며, 평가 모델에서 1차에너지 소요량을 저감할 수 있음
- 평가 모델을 통해 에너지 분석을 하고 신·재생에너지 설비 설계를 최적화 할 수 있음(경제성 분석 필요)
- 액티브 요소의 중요성에도 불구하고 패시브 요소에 대한 섬세한 고려가 선행되어야 함

◎ 참고서적 및 사이트

1. Walter T. Grondzik, Alison G. Kwok, 「Mechanical and Electrical Equipment for Buildings」
2. 에스퓨얼셀 연료전지 제조공장
3. 한솔테크닉스(주)
4. Edward Mazria and David Winitzsky, 「Solar Guide and Calculator」

D.3

제출도서(건축/기계/전기/통신) 분석 방법

교육 목표

- 제출도서 분석 방법
- * 인증평가를 위한 도서의 유형별(건축/기계/전기/신재생/건물에너지관리시스템보고서) 정리
 - * 도서별(건축 / 기계 / 전기 / 신재생 / 통신) 주요 점검 포인트 정리

1 건축/전기 도면

◎ 건축 제출도면

구분	제출항목	확인사항
건축	건축개요 배치도, 평면도, 단면도, 입면도 창호도, 창호일람표 실내재료마감표, 단열계획도	<ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 배치, 구조, 규모, 층수, 면적 등 확인 - 건축물의 실별 구획, 용도, 천장고 등 확인 - 건축물의 창호배치, 창과 문 사이즈 및 세부사양 확인 - 건축물의 부위별 단열계획 확인
	부위별성능내역서, 외피전개도 창호 및 단열재 시험성적서(KOLAS)	<ul style="list-style-type: none"> - 부위별 재료구성, 열관류율 및 기준 열관류율 충족 확인 - 시험성적서 KOLAS 인증기관, KS 시험방법 - 각 실별 바닥면적 산출 - 전개도 단열의 적정(직/간접구분, 각 실별/방위별 산출)

◎ 건축개요, 배치도

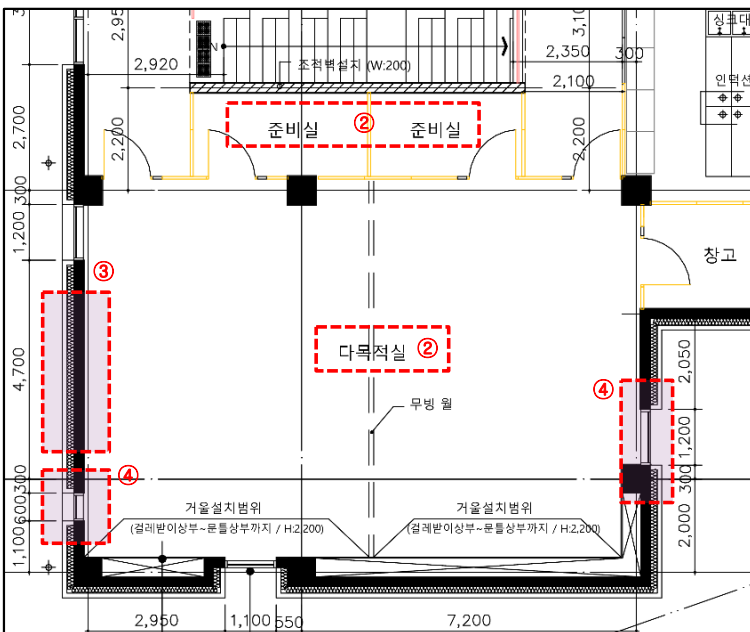
설계 개요

구분	내용			
공사명	OOO 신축공사			
대지위치	서울특별시 OOO			
대지면적	763 m ²			
지역,지구	제3종일반주거지역, 공공청사			
도로현황	10m 도로			
용도	업무시설 (공공업무시설)			
건축면적	368.20 m ²	건폐율	48.26% (법정: 50%)	
용적률적용면적	1,570.23 m ²	용적률	203.85% (법정: 250%)	
연면적	지하층	367.07 m ²		
	지상층	1,570.23 m ²		
	합계	1,938.30 m ²		
층수	지하 1층 / 지상 5층			
구조	철근콘크리트조			
최고높이	23.4 m			
주차시설	설치대수	8 대	지상	1 대
	법정대수	200m ² 당 1대 : 1,599.28m ² ± 200m ² = 7.99대		지하	7 대
외부공간적	초경	법정	대지면적 15% (114.45m ²)	
	계획	계획	120.28 m ² (15.76%)	
주요외장재	콘크리트블럭 (W:340~390, H:38~50, D:90)			
오수처리방식	P.E 부패탱크방식			
승강기	15인승 1대(장애인겸용)			

배치도

- 확인 내용
 1. 건물명
 2. 대지위치
 3. 주용도 (주거, 비주거 구분)
 4. 면적 (대지면적, 연면적, 건축면적 등)
 5. 구조 (열저장능력 확인)
 6. 층수
 7. 건축물 배치 및 방위 (배치도)

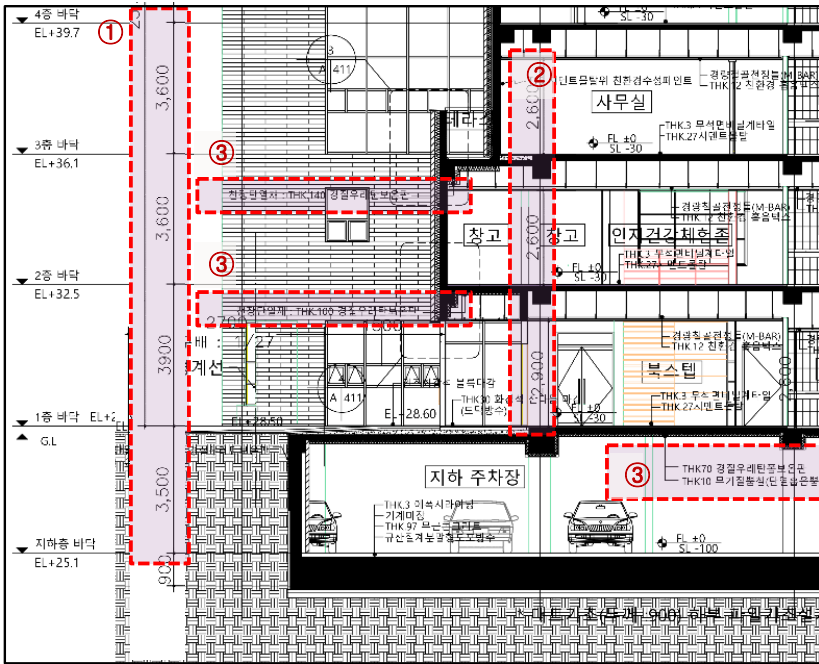
◎ 평면도



- 확인 내용
 1. 실의 구성
 2. 실명 (실별 용도)
 3. 단열계획 (내단열, 외단열 등)
 4. 건물 전체 치수
 5. 창호, 문 위치 등

프록출명	적용예시
00 주거공간	단독주택, 공동주택의 각 단위세대
01 소규모 사무실(30㎡ 이하)	임원실, 상임실, 사무실, 영양사실, 교수연구실, 관리실, 경비실, 연구실, 공정(지식산업센터), 진료실
02 대규모 사무실(30㎡ 초과)	회의실, 상의회의실, 사법실, 제작실, 영방실(문 그 외 제류공간), 청소년수련관, 광고/실비/문서실
03 회의 및 세미나실	소회의실, 중회의실, 대회의실, 교육실, 강습실(교육연구시설 제외) - 무대, 좌석이 있을 경우 '강당', 연회장 부속 주방이 있는 경우 '구내식당'
04 강당	대강당, 다목적 강당, 극장
05 구내식당	구내식당, 직원식당, 간식점(부속주방 포함) - 주방이 없는 카페테리아, 매점(문 그 외 제류공간)
06 화장실	화장실, 장애인화장실, 사법실, 제작실, 영방실(문 그 외 제류공간), 청소년수련관, 광고/실비/문서실
07 그 외 제류공간	휴게실, 탈의실, 복수실, 예비실, 다용도실, 탈의실, 대기실, 오피스텔
08 부속공간	로비, 홀, 복도, 계단실, 엘리베이터 전실, 현관
09 창고/실비/문서실	각종 창고, 사고, 문서보관실, 무대장치 설비실, 기록물 보관실 - 저온창고, 냉동창고 등은 통기에서 제외
10 전산실	전산실, 서버실 - 건물의 기계설비의 운영을 위한 관리(중앙관리실, 방재실, 통신실) 제외
11 주방 및 조리실	주방, 조리실, 세척실, 전처리실, 간식주방(음치방)
12 헬스	운동실, 종합자영, 인형의실, 코팅실, 입방실
13 객실	숙박시설(호텔, 콘도, 리조트)의 객실, 연수원, 기숙사의 기숙실
14 교실(초중고)	초, 중, 고등학교의 교실, 음악실, 미술실, 원형탐실, 과학실, 실습실
15 강의실(대학)	대학의 강의실, 실습실, 실험실, 연구실(대학), 분석실
16 매장(상점/백화점)	대형마트, 백화점 및 쇼핑센터의 매장, 소규모 슈퍼마켓 및 편의점
17 전시실(미술관/박물관)	미술관, 갤러리, 박물관의 전시실, 헌법선언전의 대규모 전시실
18 탈의실(도서관)	도서관의 열람실
19 체육시설	강당, 다목적강당, 농구장, 배구장, 탁구장, 볼링장, 실내골프연습장, 학교의 복합용도 공간은 코र्ट오 '체육시설' 프로토 강당
20 구내식당(초중고)	초중고의 구내식당 해당
21 주방 및 조리실(초중고)	초중고의 주방 및 조리실만 해당
22 체육시설(초중고)	초중고의 체육시설만 해당

◎ 입면도, 단면도



● 확인 내용

1. 각 층 바닥 ~ 천장 높이 (층고)
2. 각 실별 천장고 (일부)
3. 부위별 단열계획 (내단열, 외단열 등)
4. 부위별 재료구성 (구조체, 단열 두께 등)
5. 외벽 마감재

※ 외장을 커튼월 시스템으로 한 경우
- 스패널 부분 확인

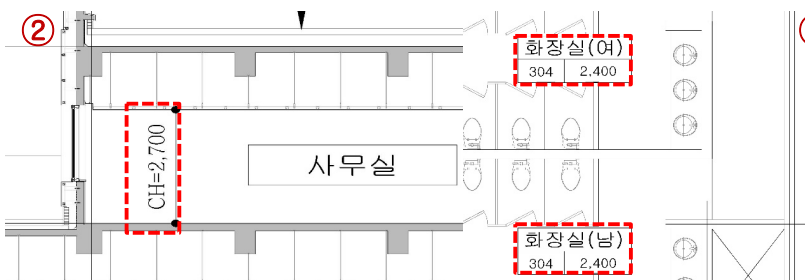
◎ 실내재료마감표

층별	실명	바닥			천정			상세 천장고
		바탕	마감	상세 두께	상세 바탕	마감	상세	
지상 1층	휴게실	THK27 시멘트몰탈	THK3 베닐타일	F3 30	W1 콘크리트 면처리	진환경 수성페인트	C3	2,400
	화장실	액체방수시멘트몰탈(구개)	THK7 손질된 자기타일(200X300)	F4 60	W3 경량골판지(CLP-BAR)	THK12 열경화성수지 진장제 (300X300)	C4	2,400
	복도 및 홀	THK30 시멘트몰탈	THK30 화강석 베너구이	F1 60	W1 경량골판지(M-BAR)	ALS판도일	C1	2,700
	카페	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK3 진도성타일	F6 370	W1 경량골판지(M-BAR)	THK6 무색면택스	C5	2,700
	사무실1	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK10 폴리싱타일	F7 300	W1 콘크리트 면처리	진환경 수성페인트	C3	2,400
	사무실2	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK10 폴리싱타일	F7 300	W1 콘크리트 면처리	진환경 수성페인트	C3	2,400
	탕비실		THK3 진도성타일	F8 300	W1 경량골판지(M-BAR)	THK12 울음텍스(300X600)	C6	2,600

● 확인 내용

1. 각 실별 천장고
2. 실내재료마감표 외 천장고
확인가능도서(* 단면도, 평면도)

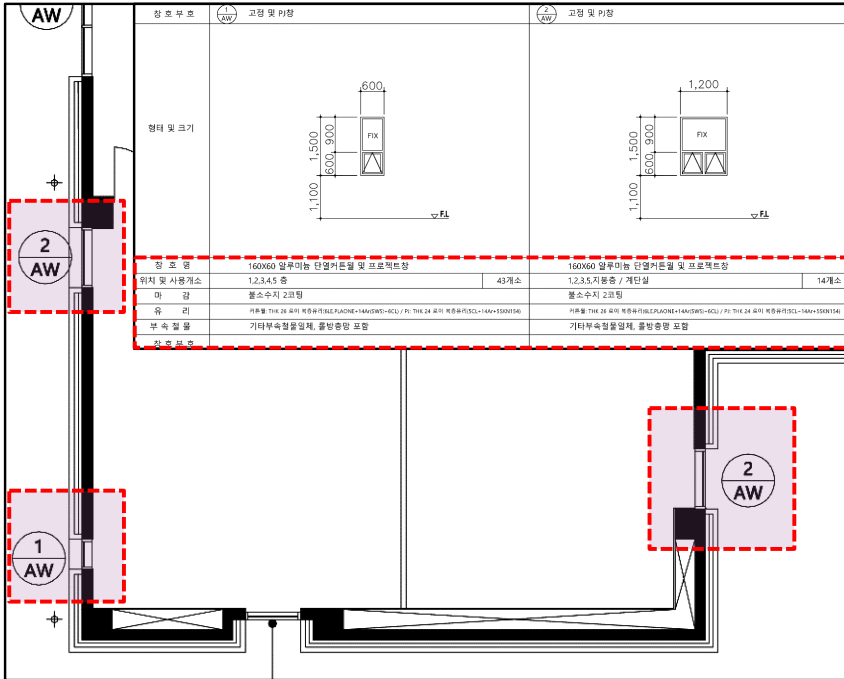
● 실별 천장고 확인 가능 도서 (실내재료마감표 외 다른 도서)



③

※ ① or ② or ③ 전체실의 천장고 확인
- 단면도는 일부실의 천장고만 반영되어
전체실의 천장고 확인이 어려움

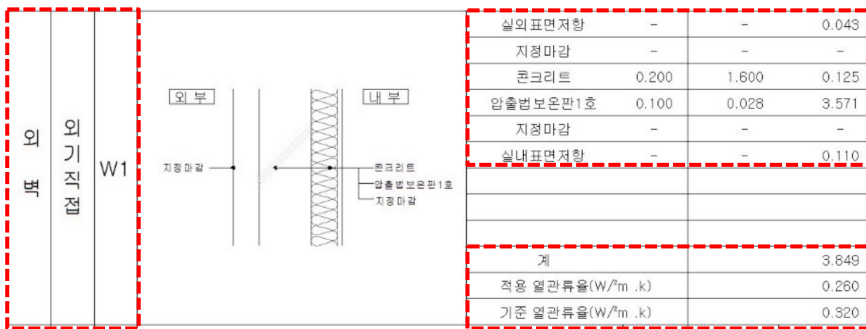
◎ 창호도, 창호일람표



● 확인 내용

1. 각 실별 창, 문 위치 및 기호
2. 창의 규격(치수)
3. 개폐방식(미닫이/고정/프로젝트 등)
4. 재료 사양 (알루미늄, PVC 등)
5. 유리사양 (복층유리, 로이유리 등)

◎ 형별성능내역서



● 확인 내용

1. 외기 직접, 간접 (표면열전달저항)
 - 에너지절약설계기준 [별표 5]
2. 각 재료명 (단열재 또는 재료)
 - 시험성적서 (KOLAS 인정마크)
 - 시험방법 (KS M ISO 4898)
 - 건축물 에너지절약설계기준 해설서
3. 부위별 기준열관류율값 충족여부
 - 에너지절약설계기준 [별표 1]
 - 에너지절약형 친환경주택 건설기준 [별표1]
 - 에너지절약형 친환경주택 건설기준 [별표2]

시험성적서

1. 성적서 번호 : PC22-01306K

2. 의뢰자

○ 업체명 : 주식회사 엘엑스하우시스

○ 주소 : 서울특별시 권구 중앙로 88 (남대문로5가, LG서울역빌)

3. 시험기간 : 2022년 03월 14일 ~ 2022년 05월 05일

4. 시험성적서의 용도 : 품질관리

5. 시험명 : LX Z-IN PF Board

6. 시험방법

(1) KS M ISO 4898:2018

6. 시험방법

(1) KS M ISO 4898:2018

시험성적서

1) LX Z-IN PF Board

시험항목	단위	시험방법	시험결과
밀도[평균값]	kg/m ³	(1)	43
압축강도	kPa	(1)	194
곡률강성계수	N	(1)	65
열전도도[평균온도 : 23℃]	mW/(m.k)	(1)	20
가연성	%	(1)	0.17
가연성(70℃, 48시간)	%	(1)	0.18
지수인장성	%	(1)	3.6
수분흡수(70℃, 48시간)	%	(1)	2.6
흡수율	%	(1)	3.3
수증기 투과도	ng/m ² .Pa	(1)	2.5

◎ [별표] 자료

[별표 1] 친환경주택의 단열성능 기준(창)

부 위	지 역	평균열관류율(W/m ² K)			
		중부1	중부2	남부	제주
창 (발코니 내측 창호 포함)	외기에 직접면할	0.90 이하	0.90 이하	1.00 이하	1.50 이하
	외기에 간접면할	1.20 이하	1.50 이하	1.70 이하	1.70 이하

[별표 2] 친환경 주택의 단열성능 기준(벽체 등)

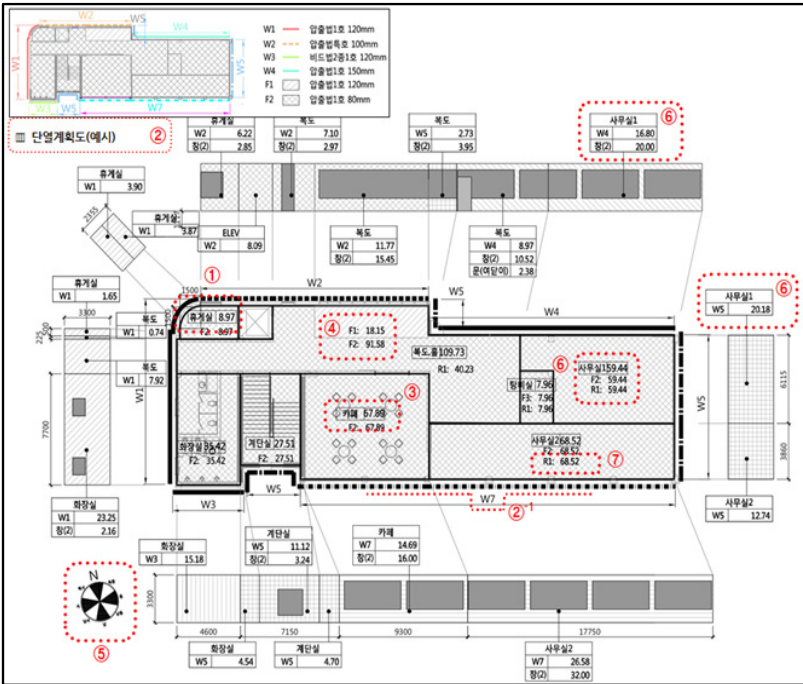
부 위	지 역	평균열관류율(W/m ² K)			
		중부1	중부2	남부	제주
거실의 외벽	외기에 직접면할	0.15 이하	0.17 이하	0.22 이하	0.25 이하
	외기에 간접면할	0.21 이하	0.24 이하	0.31 이하	0.35 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접면할	0.15 이하	0.18 이하	0.25 이하	0.25 이하
	외기에 간접면할	0.21 이하	0.26 이하	0.35 이하	0.35 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접면할	0.15 이하	0.17 이하	0.22 이하	0.29 이하
	외기에 간접면할	0.21 이하	0.24 이하	0.31 이하	0.41 이하
바닥난방인 층간바닥		0.81 이하			

[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표 (단위 : W/m²·K)

건축물의 부위	지역	지역					
		중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	제주도		
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하	
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하	
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하	
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하	
최 상 층 에 있는 거실 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하		
	외기에 간접 면하는 경우	0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하		
최 하 층 에 있는 거실 의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥 난방인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하	
		바닥 난방이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하	
	외기에 간접 면하는 경우	바닥 난방인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하	
		바닥 난방이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하	
바닥난방인 층간바닥		0.810 이하					
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.900 이하	1.000 이하	1.200 이하	1.600 이하	
		공동주택 외	창	1.300 이하	1.500 이하	1.800 이하	2.200 이하
			문	1.500 이하	1.800 이하	2.200 이하	2.800 이하
		외기에 간접 면하는 경우	공동주택	1.300 이하	1.500 이하	1.700 이하	2.000 이하
	공동주택 외		1.600 이하	1.900 이하	2.200 이하	2.800 이하	
	공동주택 세대원면문 및 방화문	외기에 직접 면하는 경우	1.400 이하				
외기에 간접 면하는 경우		1.800 이하					

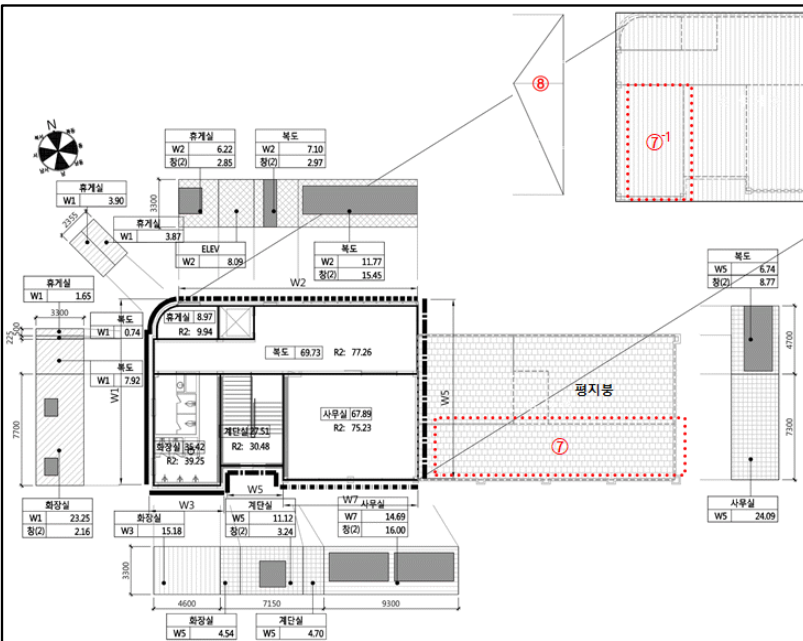
- 건축의 허가, 심의일 기준으로 아래의 기준 열관류율값 충족여부를 확인
 - “에너지절약형 친환경주택의 건설기준” [별표1, 별표2], “건축물의 에너지절약설계기준” [별표1]
- 기준 불만족 시 1. 건축주 또는 건축물 소유주, 2. 사업주체 또는 시공사, 3. 허가권자 또는 승인권자 통보
 - 한국에너지공단 ”제로에너지건축물 인증제도 운영규정“ 제5조에 따름

◎ 외피전개도



● 확인 내용

1. 실별 명칭, 바닥면적 (①, ③)
 - 실별 용도프로필 확인
 - 단열선 내의 각 실의 바닥면적 산출 확인
2. 단열계획도 및 외벽라인 확인 (②, ②-1)
 - 외기 직접/간접, 내/외단열, 단열누락 확인
3. 바닥 형별 종류 및 면적 (④)
 - 외기직접, 간접형별 적용, 면적 등
4. 방위 확인
 - 8방위 기준으로 벽체 방위 작성
5. 외벽 각 실의 방위, 형별 및 면적 (⑥)
 - 한 실의 외벽이 방위나 형별 다른경우 구분



6. 평지붕 형별 종류 및 면적 (⑦, ⑦-1)
 - 외기직접, 간접형별 적용, 면적 등
 - 경사지붕은 경사 고려하여 면적 산출 확인
7. 경사지붕 옆 벽면 (⑧)
 - 각 실의 '벽체' 면적 적용 확인

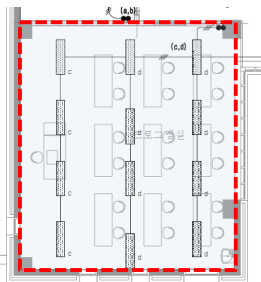
◎ 전기/통신 제출도면

구분	제출항목	ECO2 필요 정보
전기/통신	전등평면도, 조명기구 상세도 조명밀도계산서 수변전단선결선도 (저압반 결선도) 분전반 및 MCC결선도 전력간선계통도 및 평면도	- 평가 건축물의 조명기구, 전등배치 및 수량 확인 - 각 실의 조명밀도 확인 (건축 전개도의 실별 바닥면적과 일치) - 수변전단선결선도와 분전반, MCC결선도의 패널명 일치 - 평가 건축물에 태양광 인입 확인

◎ 조명밀도관련 도서

● 도면 확인 사항 (조명기구상세도, 전등설비평면도)

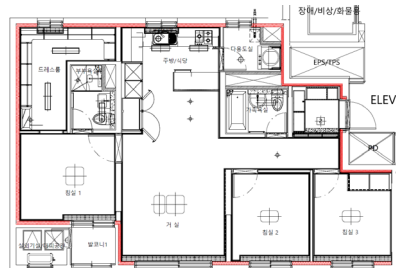
- 조명기구상세도: 전등타입, 램프(전등)전력 확인 / 전등설비평면도: 각 실에 배치된 전등타입 및 수량 확인
- 비주거: 건축 전개도의 바닥면적 산출근거와 동일하게 존 별로 조명밀도 산출
- 주거: 단위세대 별 단열라인 내의 전체 조명기기를 포함하여 산출 (바닥면적: 전용면적)



7	FORM	LED 리플렉터 방한조명	
6	SMP	정전류방식 LED전버퍼	1
5	LAMP	LED 36W	6,700K 1
4	COVER	광확산 PC-시/扩散器	1
3	BODY	PC	1
2	물류식별번호	23005722	1
1	일용	KS, 우수로딩, 코프용, 인화질, 비리용	1

NO. DESCRIPTION MATERIAL / DETAIL QTY

TYPE A LED 36W

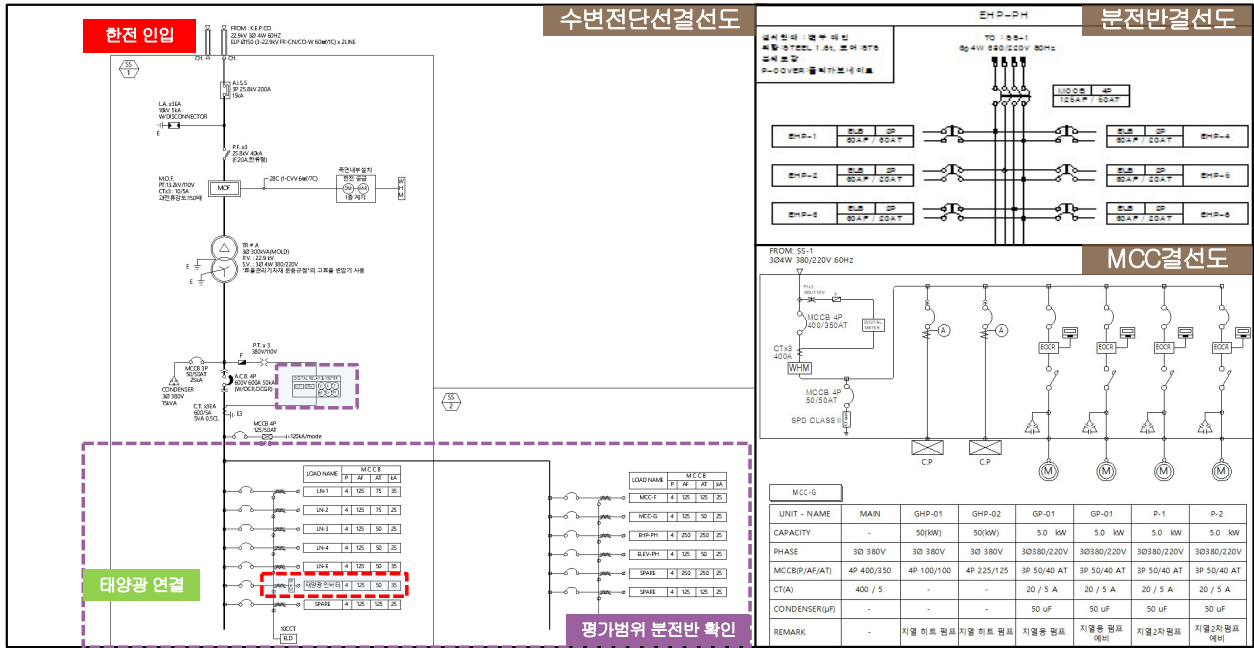


TYPE	형태	개량용
A	방	ALL STEEL, PC
	체	LED 36W, LED 30W

구분	거실면적 (㎡)	조명기구 TYPE & 수량									조명부하 [W]	조명밀도 [W/㎡]	비고
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
		LED 36W	LED 40W	LED 40W	LED 40W	LED 15W	LED 11W	LED 11W	LED 13W	LED 2/0W			
프로그래밍실	65.89	36	40	40	40	15	11	11	13	12	432	6.556	

단위세대 조명밀도 계산서												
조명기구												
단위세대 면적(㎡)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	조명 밀도 합계	조명 밀도
	거리	거리(75TYPE)	연방	상실 열하중	주방, 욕실, 세수실	드레스룸	패시비티, 거실, 부엌, 다용도실	욕실	침실	침실	침실	
	LED30W+50W	LED50W+50W	LED50W	LED30W	LED30W	LED18W	LED50W	LED25W	LED10W	LED15W		
59A	59	1	1	2	6	3			2	1	423	7.17

◎ 전력계통 도서



◎ 참고서적 및 사이트

1. 건축물의 에너지절약 설계기준 해설서
2. 제로에너지건축물인증 인증제도 운영규정
3. 2024년 제로에너지건축 전문인력 양성교육 자료

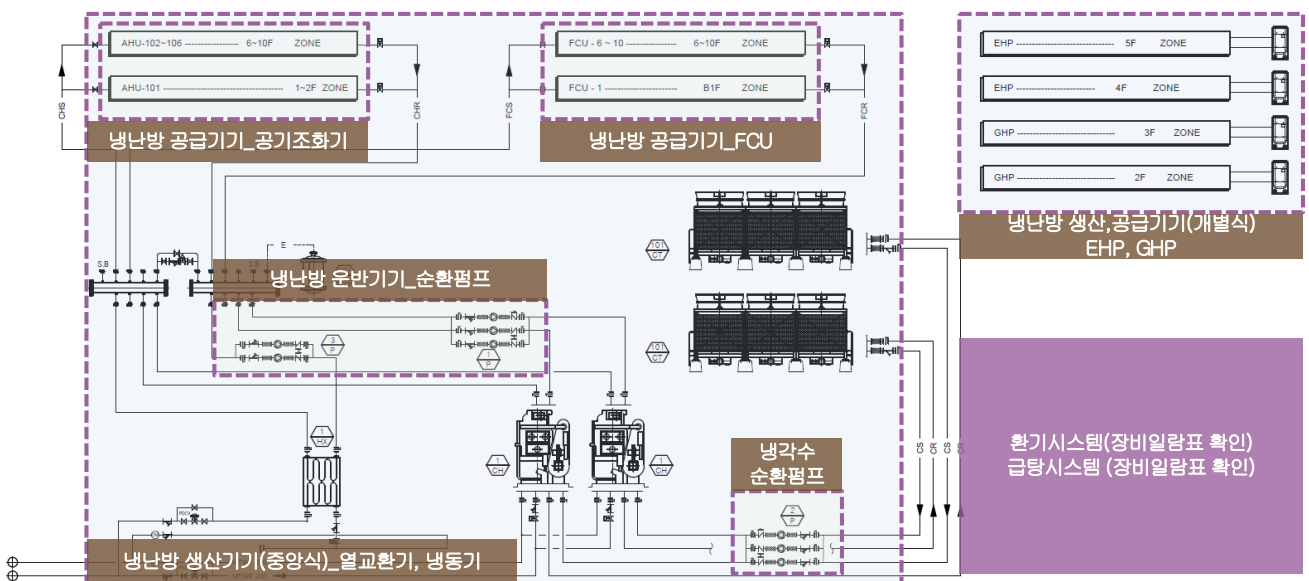
2 기계 도면

◎ 기계 제출도면

구분	제출항목	ECO2 필요 정보
기계	장비일람표 냉,난방설비 관련 도서 (배관, 덕트) 환기설비 관련 도서 (배관) 위생설비 관련 도서 (배관) 기계실, 화장실 등 확대도 (배관, 덕트) 자동제어 도면	- 계통도와 평면도 장비연결 및 일람표와 대수 일치 확인 - 열생산기기와 공급기기 계통 일치 확인 - 관제점/계측기, 기기별 자동제어, 인터페이스 확인
	열원흐름도(필요시) 가스설비 관련 도서 (가스열원 사용시) 전기바닥난방 관련 도서 (사용시) 공조기계산서 (공조설비 사용시) 기계계산서(필요시)	- 열원 종류 및 설비기기에 따른 추가 필요 서류 확인

◎ 설비별 공급계통

- 주요 확인 내용 (장비일람표, 열원흐름도)
 - 장비일람표: 평가 건축물의 설비별 (냉/난방, 급탕, 환기) 장비 확인
 - 열원흐름도: 냉,난방 열원 흐름 계통 및 관련 설비 내용 확인



◎ 환기시스템

● 주요 사항

1. 공기가 열매를 실내에 공급하는 기기
2. 주요 기기: 급/배기팬, 전열교환기, 공기조화기
3. 입력 요소

- 풍량, 팬동력, 압력손실, 열회수율
- 공조방식, 공조급기온도
- 리턴공기 혼합 여부, 가습유형

※ 필요 도서

- 장비일람표, 공조기계산서
- 환기덕트계통, 평면도, 공조덕트계통, 평면도(필요시) 확대도(덕트)

공조처리		팬 효율 산출방식: 계산치	
공조방식:	(없음) ▼	급기 풍량[CMH]:	<input type="text"/>
공조급기온도의 설정치 (난방)[C]:	<input type="text"/>	배기 풍량[CMH]:	<input type="text"/>
공조급기온도의 설정치 (냉방)[C]:	<input type="text"/>	급기팬 동력[kW]:	<input type="text"/>
공조기 최대풍량[CMH]	<input type="text"/>	배기팬 동력[kW]:	<input type="text"/>
리턴공기 혼합 여부:	아니오 ▼	급기팬 압력손실[Pa]:	<input type="text"/>
가습기 유형:	(없음) ▼	배기팬 압력손실[Pa]:	<input type="text"/>
외기냉방 제어 유무:	무 ▼	급기팬 효율[-]:	<input type="text"/>
열교환기 유형:	(없음) ▼	배기팬 효율[-]:	<input type="text"/>
열회수율(난방)[-]	<input type="text"/>		
열회수율(냉방)[-]	<input type="text"/>		

● 도면 확인 사항 (장비일람표 / 공조기계산서)

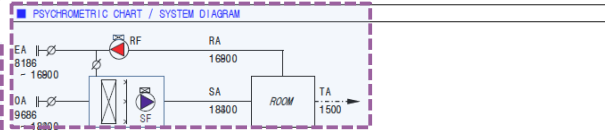
- 장비일람표: 환기(공조)기기의 급/배기 풍량, 팬동력, 압력손실, 열회수율 / 급기(냉,난방)온도, 가슴유형 (공조기)
- 공조기계산서: 리턴공조 혼합 여부, 가슴유형 확인

급배기팬		장비일람표						
기호	형식	용도	설치위치	수량 (EA)	풍량 CMH	정압 Pa	모터 kW	비고
1-SE	DUCT IN LINE	보관실 급기	지하2층	1	2,500	200	0.4	기타 표준 부속용 일체 구비
2-SE	DUCT IN LINE	ESS실 급기	지하1층	1	1,000	200	0.4	기타 표준 부속용 일체 구비
1-EF	DUCT IN LINE	지하6층~지상13층 화장실 배기용	옥탑층	1	27,700	880	11	기타 표준 부속용 일체 구비
2-EF	DUCT IN LINE	ESS실 배기	옥탑층	1	1,000	200	0.4	기타 표준 부속용 일체 구비

AHU 101-지하1층-2층		공조기계산서		수량 : 1	설치 위치 : 골조
실내 부하 / 부하 분석 / 설계 조건 AHU 담당 Room 수량 : 29개, Zone Block Peak Time : 17:00 System : VAV, 외기 냉방 적률 :					
실내냉방부하 - 전열 :	61,199 W	장지냉방부하(W/m²) :	79.16	냉방부하 (%) :	Room Load: 47
- 잠열 :	31,172 W	장지난방부하(W/m²) :	65.18	OA Load : 41	
- 전열속 부하(Q1) :	0 W	급기 풍량(m³/h/m²) :	7.46	Add & Fan: 10	
실내난방부하 - 전열 :	14,599 W	환기 횡수(a.o/h) :	2.02	난방부하 (%) :	Room Load: 9
배열회수기 / 효율 :	인원수	면적(m²) :	3.70	OA Load : 66	
-	300	25.0	0.66	Add & Hum: 24	
COOLING / HEATING COIL & HUMIDIFIER CAPACITY 냉방용 : 전열 : $0.334 \times 18300 \text{ m}^3/\text{h} \times (66.22 - 37.35) \text{ kJ/kg} \times 1.1 = 194,106 \text{ W}$ 예열 : $0.335 \times 18300 \text{ m}^3/\text{h} \times (26.5 - 2.8) \text{ }^\circ\text{C} \times 1.1 = 159,823 \text{ W}$ 가습 : $1.2 \times 9686 \text{ m}^3/\text{h} \times (0.0058 - 0.0009) \text{ kg/kg} \times 1.1 = (w)63 \text{ kg/h}$					
코일 형식 / 가슴기 제원 Cool'g Coil : Water (7/12 °C, 557 lpm) P/H Coil : None 가슴기 형식 : Water Spray R/H Coil : None A/H Coil : Water (60/50 °C, 230 lpm)					

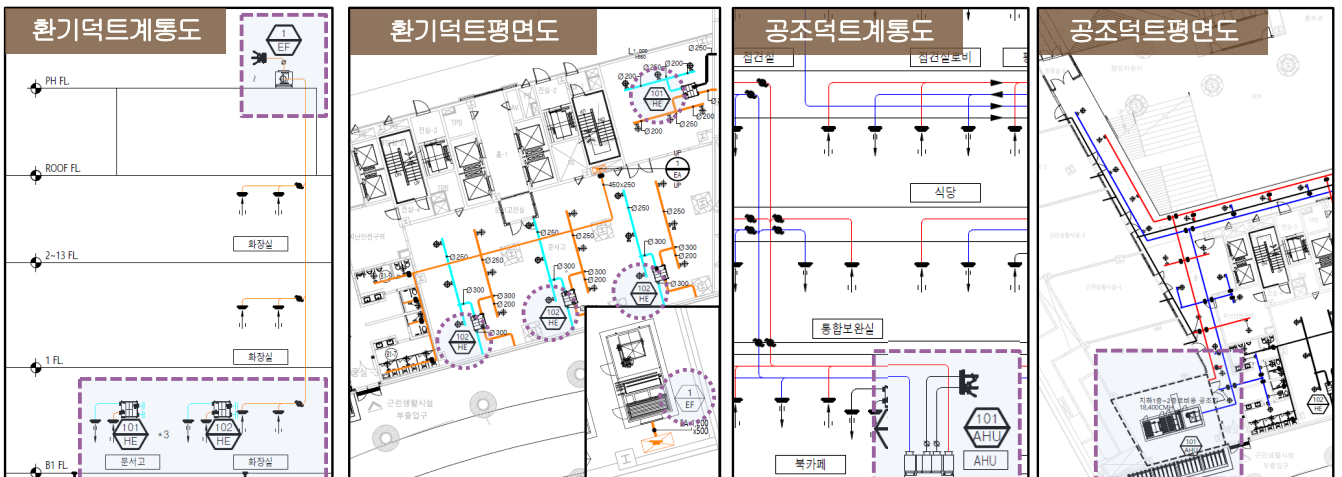
환기유닛		장비일람표						
장비 번호	수량	용도	형식	설치위치	풍량 m³/h	동력 W	정압 Pa	유요전열교환효율 %
101-HE	3	문서고	전열교환형	지하1층	800	230	90	50
102-HE	1	문서고	전열교환형	지하1층	1,000	280	90	50

공기조화기		팬										가습기		공조 방식				
기호	수량 (EA)	형식	용도	설치 위치	원시 (CMH/대)	풍량 (Pa)	정압 (Pa)	모터 (kW)	종류	열량 (W)	유량 (LPM)	입/출수온 (°C)	입/출공기 DB(°C)	형식	가습량 (LPM)	공조 방식		
101-VAV	1	수평형	지하1층-2층	지하1층 중조실	문서고	18,400	990	5.5 x2	냉수코일	229,491	658	7	12	27.8	16.0	기회식	63	VAV
					문서고	16,900	374	3.7 x2	온수코일	176,589	254	60	50	8.7	26.5			



● 도면 확인 사항

- 환기(공조)덕트 계통, 평면도: 장비일람표와 장비 대수 일치 확인
- 환기(공조)덕트 계통, 평면도: 급,배기덕트가 공급되는 실이 계통도와 평면도 일치 확인
- 공조실확대덕트평면도: 기본 환기(공조)덕트평면도에서 확인 불가능한 경우 필요



◎ 난방 및 급탕기기

난방 및 급탕기기 개별기기적용 해더적용

열생산기기의 방식: (없음) 보일러-용량[kW]: **경계조건 표준치** ①
 사용연료: (없음) (*다수 보일러인 경우 평균정격용량) 난방생산기기 운전방식: 단독가동
 급수온도[C]: 지역난방 열교환기 정격용량[kW]: 보일러 대수: (다수 보일러인 경우)
 환수온도[C]:

열원기기 **지역난방** **히트펌프**

보일러효율[%]: 지역난방 방식: (없음) 사용연료: (없음)
표준치에 대한 경계조건 난방용량(다수는 평균)[kW]:
 보일러 방식: (없음) 기계실 단열등급: (없음) 히트펌프난방COP(7도):
 히트펌프난방COP(-15도):
 실내외기의 최대배관길이[m]:

급탕축열탱크 **급탕분배** **시스템 종류:** (없음)

축열탱크방식: 축열탱크없음 시스템방식: (없음) 표준치 경계조건 ②
 축열탱크 용량[l]: 순환 유/무: 무 길이[m]: 층 수:
 펌프 정격동력[W]: 펌프제어: (없음) 너비[m]: 층고[m]:
 펌프동력(다수는 동력합)[W]: 펌프동력[W]: 입력치 배관길이[m]:

* 배관망-유형(이중배관고정): (없음) ③ **신재생**
 * 펌프감소계수(야간, 주말): (없음)
 * 펌프제어유형: (없음) **[신재생 및 열병합 시스템 연결 여부]**
 * 펌프동력(다수는 동력합)[W]: 신재생 시스템 연결 여부: 연결없음
 연결된 시스템: (없음)

● 주요 사항

1. 난방 및 급탕 열원을 생산하는 기기
2. 주요 기기: 보일러, 지역난방, 히트펌프 등
3. 주요 입력 요소

- ① 열원기기 용량, 대수, 효율(COP), 제어
- ② 급탕순환펌프 동력 및 제어, 축열탱크
- ③ 난방순환펌프 동력 및 제어

※ 필요 도서

- 장비일람표, 기계계산서
- 냉/난방배관계통, 평면도 (=냉매, 공조배관 동일)
- 위생배관계통, 평면도
- (필요시) 확대배관평면도, 열원흐름도

● 도면 확인 사항 (장비일람표)

- 난방, 급탕 열원기기의 열원 및 기기종류, 사양, 운반(펌프)동력, 제어방식, 수량 확인
- 열원기기의 효율 계산 (출력 대비 입력의 비율) 용량, 소비전력, 가스량은 '정격'값 적용 (전기보일러, 지역난방 100%)
- 장비별(보일러, 열교환기, 히트펌프 등) 급,환수온도는 도면에 명기된 값을 우선 반영(없는 경우 '기본값' 적용)

지역난방 열교환기														
장비번호	대수	용도	형식	설치위치	용량		1차측		2차측		제질			
					Mcal/h	kW	유체	입구온도	출구온도	유량		입구온도	출구온도	유량
Tset	1	난방용	관통	기계실	679.4	790	중온수	115	55	189	50	60	1,132	ST5316
	1	급탕 예열용	관통	기계실	129.6	150.7	중온수	55	35	108	15	35	108	ST5316
	1	급탕 재열용	관통	기계실	129.6	150.7	중온수	75	55	108	35	55	108	ST5316

전기온수기											
기호	형식	용도	설치위치	수량	예비	합계	유량	전력	전원	크기	비고
				(EA)	(EA)	(EA)	(L/T)	(kW)	Ph-V-Hz		
EW	저장식	급탕용	기계실	1	-	1	1,000	10	3-380-60	1,000*2,400H	- 기타 표준 부속품 일체구비
EW	순간식	급탕용	화장실	2	-	2	50	1.5	1-220-60	ø175 * 410 * 100	- 기타 표준 부속품 일체구비

보일러											
기호	형식	용도	설치위치	용량	연료	전력	전원	효율	비고		
				(kcal/h)	사용연료	사용연료	공급소압(보일러)	(kW)	Ph-V-Hz		
B	병렬연결형	급탕용	기계실	48,000	-	2	1,000	0.075	1/220/60	91%	※ K5규격이 아닌 모든 펌프는 K5 인증제품 또는 K5에서 정한 효율 이상 채택 / 0.75

전기 구동형 히트펌프 실외기														
장비번호	수량	용도	형식	용량	소비전력	송풍기	배관	냉매	비고					
				(kW)	(kW)	형식	용량	동력	역관					
				(kW)	(kW)	외/내	리/W	mm	가스관					
									mm					
T	1	지상1층 관리실 난난방용	난난방 열원형	29,200	32,800	2.0	10.4	프로펠러식	240	0.9x2	9.52	22.2	R410A	- 기타 표준 부속품 일체포함

2차측 순환 펌프										
장비번호	수량	용도	형식	유량	양정	양정	구경(mm)	동력	전원	비고
P-3	4	난방순환펌프	인라인	283	24	32	32	5.5	3-380-60	인버터제어, 기타 표준 부속품 일체포함
P-9	2	급탕순환펌프	인라인	44	4	32	32	0.4	1-220-60	1대 예비, 기타 표준 부속품 일체포함

펌프										
기호	형식	용도	설치위치	수량	예비	합계	유량	양정	모터	제어방식
				(EA)	(EA)	(EA)	(LPM)	(m)	(kW)	
P	인라인형	급탕순환(전기)	기계실	1	1	2	10	8	0.31	-
P	인라인형	급탕순환(가스)	기계실	1	1	2	15	2	0.10	-

열원 종류	급수온도(℃)	환수온도(℃)
보일러	80	60
지역난방	80	60
히트펌프	80	40
급탕용	60	40
증기보일러	110	110

<표 3-5 열원 종류에 따른 급환수온도>

◎ 난방 공급시스템

공급과 제어난방

1. 열공급-시스템: (없음) 2. 열공급-생산기기: (없음)

공급시스템=노출형방열기(열) 공급시스템=전기난방
실내온도-제어: (없음) 실내온도-제어: (없음)

공급시스템=바닥난방(열) 공급시스템=바닥난방(전기)
실내온도-제어: (없음) 실내온도-제어: (없음)

건축부위=바닥난방 시스템: (없음) 건축부위: (없음)

열공급-시스템 특성치

1. 제어기의 정격전력 [W]:

2. 팬/송풍기 정격전력 [W]:

3. 펌프 정격전력 [W]:

4. 팬/송풍기 수:

5. 추가 펌프 수:

1. 열공급-시스템: (없음)
노출형방열기(열)
바닥난방(열)
바닥난방(전기)
실내온도-제어: 전기난방

● 주요 사항

1. 난방열원을 실내에 공급하는 말단기기
 2. 주요 기기: 실내기(FCU, IAC 등), 바닥난방
 3. 주요 입력 요소
 - 열공급, 생산기기 시스템
 - 공급시스템 제어
 - 열공급시스템 특성치 (전기난방 선택시)
 - 실내기(FCU, IAC 등) 팬송풍기 전력
- ※ 필요 도서
- 장비일람표, 기계계산서
 - 냉/난방배관계통, 평면도 (=냉매, 공조배관 동일)
 - (필요시) 확대배관평면도, 열원흐름도
 - (필요시) 바닥난방(전기, 열) 관련 도서

● 도면 확인 사항 (장비일람표)

- 난방 공급기기의 종류(바닥난방, FCU, IAC 등), 사양, 제어방식, 수량 확인
- 바닥난방(전기, 열)의 건축부위 (습식: 물을 사용하는 재료, 건식: 미리 성형한 건조부재 조립방식)
- 바닥난방(전기, 열), 노출형방열기는 '제어, 건축부위' 외 입력요소 없음

장비번호	수량	용도	형식	설치위치	냉방능력				난방능력				송풍기			
					용량 W	냉수유량 l/min	냉수온도(°C) 입구	냉수온도(°C) 출구	용량 W	온수유량 l/min	온수온도(°C) 입구	온수온도(°C) 출구	형식	용량 m³/h	동력 W	전원 Ph-V-Hz
183	1	신사옥 냉난방용	전장형 (1-way)	당 채실	2,600	7.5	7	12	4,300	6.2	60	50	Cross Flow Fan	408	47	1-220-60
130	1	신사옥 냉난방용	전장형 (1-way)	당 채실	2,600	7.5	7	12	4,300	6.2	45	40	Cross Flow Fan	408	47	1-220-60
8	1	신사옥 냉난방용	전장형 (4-way)	당 채실	7,200	20.7	7	12	12,500	17.9	60	50	Turbo Fan	1,278	73	1-220-60
18	1	신사옥 냉난방용	전장형 (4-way)	당 채실	10,500	30.0	7	12	18,000	25.8	60	50	Turbo Fan	1,806	99	1-220-60

장비번호	수량	용도	형식	용량				소비전력		송풍기		배관		비고
				냉방 W	난방 W	냉방 W	난방 W	형식	용량 m³/h	동력 W	역관 mm	가스관 mm	드레인 mm	
183	1	지상1층 관리실 냉난방용	4Way카세트	13,000	14,600	10	10	Turbo Fan	1,740	124	9.52	15.08	32	- 기타 표준부속품 일체포함

- 노출형방열기(열): 바닥상치형 실내기
- 바닥난방(열): 온수배관 이용한 바닥난방 등
- 바닥난방(전기): 전기바닥패널 등
- 전기난방: 천장매립형 실내기(FCU, IAC) 등



◎ 난방 분배시스템

난방분배

0. 생산기기 구분: (없음) ▼ 2. 배관망 유형: (없음) ▼

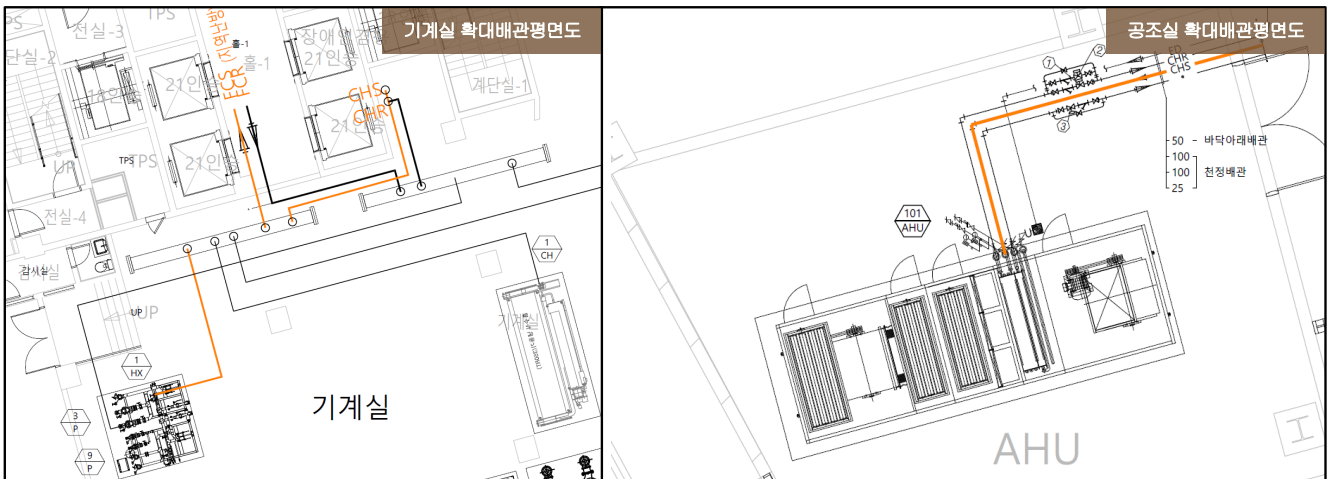
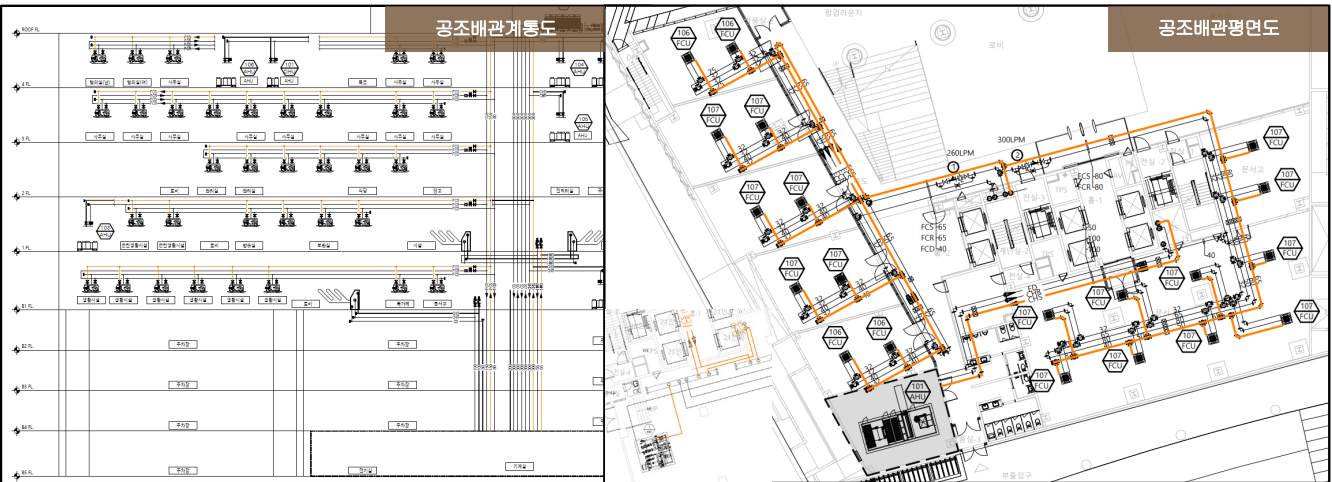
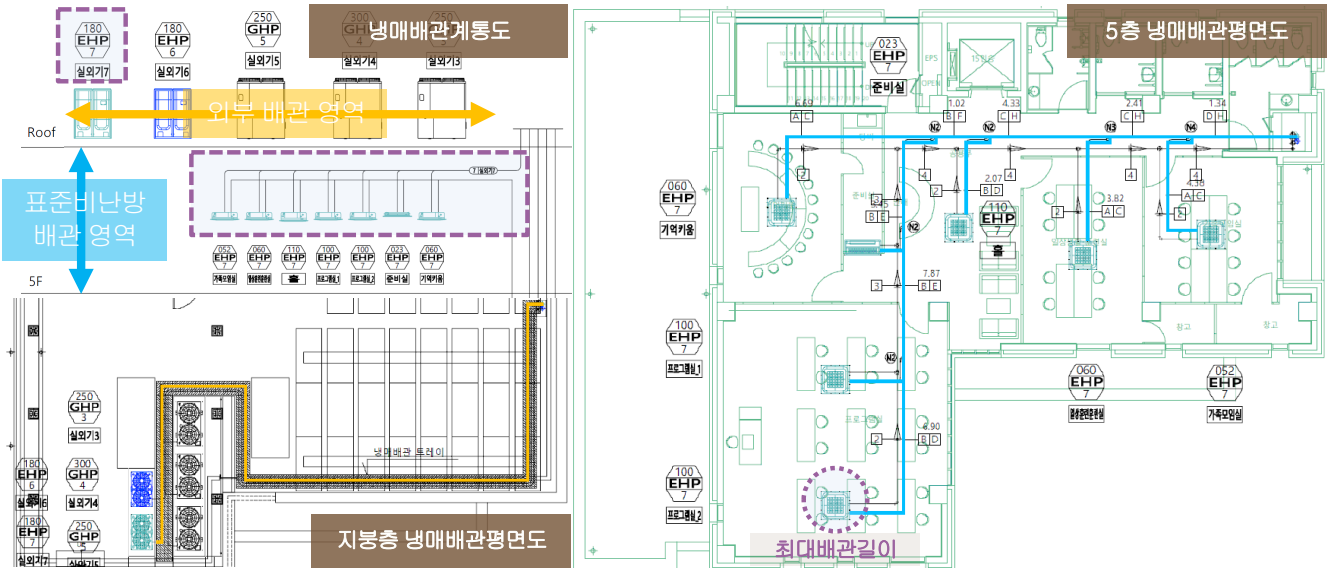
1. 각 배관손실산출 또는 표준치 적용+: (없음) ▼ (없음) ▼

【입력 - 열분배 (난방과 급탕)】	【표준치경계조건】
배관구간방식: (없음) ▼	건물길이(x축)[m]: <input type="text"/>
배관구간길이[m]: <input type="text"/>	건물너비(y축)[m]: <input type="text"/>
단위길이 배관의 열관류율[W/mK]: <input type="text"/>	난방을하는 층의 수: <input type="text"/>
배관설치장소: (없음) ▼	층 고[m]: <input type="text"/>
	지관/연결관장소: (없음) ▼

● 주요 사항

1. 난방기기 → 난방공급기기까지의 배관손실 산출
 2. 입력 기기: 난방기기의 배관(분배)길이
 3. 주요 입력 요소
 - 배관구간방식 (주간/지관/말단배관)
 - 배관구간길이 (열원기기 - 공급기기까지)
 - 배관 열관류율 (0.35 W/mK로 적용)
 - 배관설치장소 (표준비난방존, 외부 적용)
- ※ 필요 도서
- 장비일람표, 기계계산서
 - 냉/난방배관계통, 평면도 (=냉매, 공조배관 동일)
 - (필요시) 확대배관평면도, 열원흐름도

- 도면 확인 사항 (냉,온수배관계통, 평면도, 확대배관평면도)
 - 난방열원기에서 난방공급시스템(말단기) 까지의 배관 연결 확인
 - 냉,온수배관평면도 외 특정실(기계실, 공조실 등)의 확대배관평면도 까지 확인
 - 히트펌프(전기, 가스 등) 경우 분배길이 외 '실내외기의 최대배관길이' 산정 필요. (압축기 효율 저하 관련)



◉ 냉방기기

냉방기기 개별기기적용 해더적용

[일반데이터]
 냉동기 방식: (없음)
 냉동기 총 용량[kW]:
 정격냉열성능지수; 열성능비(COP):

[신재생 및 열병합 시스템 연결여부]
 -신재생 시스템 연결 여부: 연결없음
 -연결된 시스템: (없음)
 냉방생산기기로 적용된 입력존 수: 0

[압축식 냉동기]
 * 압축식 냉동기 종류: (없음)
 수냉각 또는 공기냉각 압축식 냉동기
 냉동기 압축방식: (없음)
 왕복동/스크롤압축기 제어방식: (없음)

[실내공조시스템(=공기냉각여부)]
 냉동기 설치시스템: (없음)
 제어방식: (없음)

[흡수식 냉동기]
 0. 열생산 연결방식 (없음)
 1. 사용연료 (없음)
 2. 열생산기기 (없음)

[냉각탑(냉각탑)]
 증발식 또는 건식냉각기: (없음)
 증발식냉각기(폐쇄형, 개방형순환): (없음)
 냉각탑의 보조방유기 유무: 아니오
 냉각탑 출구 온도[°C]:

실내공조시스템
 (없음)
 수냉식
 공기냉식
 실내공조시스템
 실내공조시스템

멀티분리시스템
 (없음)
 콤팩트멀티분리시스템
 멀티분리시스템

직화식
 (없음)
 직화식
 외부연결

왕복동/스크롤
 (없음)
 왕복동/스크롤
 스쿠류압축기
 터보압축기

on/off제어
 (없음)
 on/off제어
 회전수제어

전기보일러(마데)
 (없음)
 전기보일러
 역회가스

B-1(중앙식)
 (없음)
 B-1(중앙식)
 B-1N(단열층기)
 HE-1(지역냉방)
 OAC-1(전기히트)

● 주요 사항

1. 냉방열원을 생산하는 기기
2. 입력 기기: EHP, 터보냉동기, 흡수식냉동기 등
3. 주요 입력 요소

① 냉동방식: 압축식, 흡수식, 지역냉방 냉동기 용량, 열성능비(COP)

② 압축식: 냉동기 종류, 압축방식, 제어방식
 실내공조: 콤팩트, 실내, 멀티분리시스템
 흡수식: 열생산연결, 연료, 열생산기기

③ 냉각탑 종류 및 출구 온도

※ 필요 문서

- 장비일람표, 기계계산서

● 도면 확인 사항 (장비일람표)

- 냉방 열원기기의 압출방식 및 기기종류, 사양, 제어방식, 수량 확인
- 열원기기의 성능계수(COP) 계산 (출력 대비 입력의 비율) 용량, 소비전력, 가스량은 '정격'값 적용.
- 냉각탑 형식(개방형, 밀폐형), 냉각수 출구 온도 확인

R-134a 냉매, 고효율인증, 직화식 or 맨체식 증발기 적용 기타 표준부속 일체구비																			
장비번호	수량	용도	형식	설치위치	용량	냉수		냉각수		장비사양		효율							
					USRt	kW	입구 온도(°C)	유량	압력손실	온도(°C)	유량	압력손실	전원	비고					
1	1	실용실 냉방용	유급유	지역5층 기계실	500	296	12	7	5,000	5.6	32	37	6,000	6.0	3/380/60	8,300	9,900	5.94	11.457

R-134a 냉매, 고효율인증, 직화식 or 맨체식 증발기 적용 기타 표준부속 일체구비																	
장비번호	수량	용도	형식	설치위치	용량	냉수		냉각수		장비사양		효율					
					USRt	kW	입구 온도(°C)	유량	압력손실	온도(°C)	유량	압력손실	전원	비고			
2	2	냉방용	흡수식	지역5층 기계실	340	1,196	12	7	3,349	90	95	55	610	54	32	37	1

R-134a 냉매, 고효율인증, 직화식 or 맨체식 증발기 적용 기타 표준부속 일체구비																			
장비번호	수량	용도	형식	설치위치	용량	냉수		냉각수		장비사양		효율							
					USRt	kW	입구 온도(°C)	유량	압력손실	온도(°C)	유량	압력손실	전원	비고					
1	1	CH-3 냉각용	개방형	지붕층	600	-	12	7	2,514	47.2	32	37	3,042	50.3	172.6	288	95	2	86.312

R-134a 냉매, 고효율인증, 직화식 or 맨체식 증발기 적용 기타 표준부속 일체구비																			
장비번호	수량	용도	형식	설치위치	용량	냉수		냉각수		장비사양		효율							
					USRt	kW	입구 온도(°C)	유량	압력손실	온도(°C)	유량	압력손실	전원	비고					
1	1	CH-1 냉각용	개방형	지붕층	1,170,000	-	12	7	2,514	47.2	32	37	3,042	50.3	172.6	288	95	2	86.312

● 냉방 분배시스템

분배범위 냉방

* 냉 동 기: (없음) ▼

분배범위

[냉매설정]

1. 사용된 방식: (없음) ▼ 2. 비 열:

3. 밀 도: 4. 점 도:

[기타정보]

1. 펌프운전의 제어 유무: (없음) ▼	8. 공급범위의 길이[m]: <input type="text"/>
2. 급 수 온 도[C]: <input type="text"/>	9. 공급범위의 너비[m]: <input type="text"/>
3. 환 수 온 도[C]: <input type="text"/>	10. 열을 공급하는 층의 수: <input type="text"/>
4. 설정점에서의 온도차: <input type="text"/>	11. 층 고[m]: <input type="text"/>
5. 배관 압력손실[kPa/m]: <input type="text"/>	12. 생산기 압력손실[kPa]: <input type="text"/>
6. 개별저항 비율[-]: <input type="text"/>	13. 사용기 압력손실[kPa]: <input type="text"/>
7. 펌 프 동 력[W]: <input type="text"/>	14. 제어밸브 압력손실[kPa]: <input type="text"/>

● 주요 사항

1. 냉동기 열원 분배 정보 및 범위 입력
2. 입력 기기: 냉수, 냉각수 순환펌프
3. 주요 입력 요소

- 냉매방식 (물, 40%글리콜)
- 펌프제어, 급/환수 온도
- 배관압력손실, 개별저항 비율, 펌프동력
- 생산, 사용, 제어밸브 압력손실

※ 필요 도서

- 장비일람표, 기계계산서
- 냉/난방배관계통, 평면도 (=냉매, 공조배관 동일)
- (필요시) 확대배관평면도, 열원흐름도

● 도면 확인 사항 (장비일람표, 기계계산서)

- 운반(펌프)기기 사양, 동력, 제어방식, 수량 확인 (예비대수 평가 제외)
- 기계계산서: 배관 및 기기 (생산, 사용, 밸브 등) 압력손실 값 확인 (단위 유의: 1 mAq = 9.8kPa)

* KS규격이 있는 모든 펌프는 KS 인증제품 또는 KS에서 정한 효율 이상 채택 / 0.75kW 이상 고효율유도전동기 적용											
기호	형식	용도	설치위치	수량	예비	합계	유량	양정	모터	제어방식	비고
				(EA)	(EA)	(EA)	(LPM)	(m)	(kW)		
1	인라인	냉수 순환용 (중수식 냉동기용)	기계실	2	1	3	3,349	15	19.0	인버터제어	- 기타 표준 부속용 일체구비
2	인라인	냉각수 순환용 (중수식 냉동기용)	기계실	2	1	3	8,188	33	90.0	인버터제어	- 기타 표준 부속용 일체구비
* KS규격이 있는 모든 펌프는 KS 인증제품 또는 KS에서 정한 효율 이상 채택 / 0.75kW 이상 고효율유도전동기 적용											
기호	형식	용도	설치위치	수량	예비	합계	유량	양정	모터	제어방식	비고
				(EA)	(EA)	(EA)	(LPM)	(m)	(kW)		
3	인라인	냉수 순환용 (스크류 냉동기용)	기계실	2	-	2	2,420	23	15.0	대수제어	- 기타 표준 부속용 일체구비
4	인라인	냉각수 순환용 (스크류 냉동기용)	기계실	2	-	2	2,910	27	30.0	-	- 기타 표준 부속용 일체구비
* KS규격이 있는 모든 펌프는 KS 인증제품 또는 KS에서 정한 효율 이상 채택 / 0.75kW 이상 고효율유도전동기 적용											
기호	형식	용도	설치위치	수량	예비	합계	유량	양정	모터	제어방식	비고
				(EA)	(EA)	(EA)	(LPM)	(m)	(kW)		
5	인라인	냉수 순환용 (회보 냉동기용)	기계실	3	1	4	5,000	38	55	인버터	- 기타 표준 부속용 일체구비
6	인라인	냉각수 순환용 (회보 냉동기용)	기계실	3	1	4	6,000	34	55	-	- 기타 표준 부속용 일체구비

장비번호	P - 1 [냉수 순환펌프]	
유량선정	냉동기 선정 참조	
	3,349 LPM	
명칭	냉수 순환펌프	펌프양정
용도	CH-1 냉수 순환용	배관손실(왕복) 100 m x 0.03 mAq/m = 3.0
수량	3 대(1대 예비)	배관부속(배관손실의 30%) = 0.9
형식	인라인	열원장비(냉동기) = 9.0
유량	3,349 LPM	
양정	15 M	
동력	19.0 kW	
전원	3 Ph/ 380 V/ 60 HZ	안전율 10% = 1.3
속봉장치	메커니컬설	계 = 14.2
접속구경	∅ - (흡입) / ∅ - (토출)	선 정 = 15
장비번호	P - 2 [냉각수 순환펌프]	
유량선정	냉동기 선정 참조	
	8,188 LPM	
명칭	냉각수 순환펌프	펌프양정
용도	CH-1 냉각수 순환용	배관손실(왕복) 300 m x 0.03 mAq/m = 9.0
수량	3 대(1대 예비)	배관부속(배관손실의 30%) = 2.7
형식	인라인	열원장비(냉동기) = 8.4
유량	8,188 LPM	냉각탑 살수 = 5.0
양정	33 M	냉각탑 높이에 의한 수두압 = 4.0
동력	90 kW	
전원	3 Ph/ 380 V/ 60 HZ	안전율 10% = 2.9
속봉장치	메커니컬설	계 = 32.0
접속구경	∅ - (흡입) / ∅ - (토출)	선 정 = 33

3 신재생 도면

◎ 신·재생에너지 개요



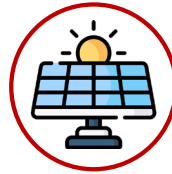
석탄가스화·액화



연료전지



수소



태양광



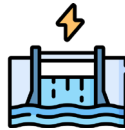
태양열



해양



풍력



수력



바이오



폐기물



지열/수열



◎ 신·재생 제출도면

구분	제출항목	ECO2 필요 정보
신·재생	태양광 모듈 배치도, 설치단면도, 모듈상세도, 발전설비계통도 KS인증서 및 부속서(효율값 반영 시)	- 태양광 전체 설치 용량, 면적 - 태양광 설치기울기, 방위 - 태양광 모듈 효율값 반영
	지열/수열 장비일람표, 흐름도, 평면도 KS인증서	- 장비일람표와 인증서의 제품사양 일치 (용량, 소비전력 등) - 1차/2차 펌프동력, 지열팽창 탱크 체적 - 인터페이스의 경우 목록 확인
	연료전지 장비일람표 계통연계 도면 (계통도, 확대평면도 등) KS인증서	- 장비일람표와 KS인증서의 제품사양 일치 (용량 및 효율 등) - 급탕(난방)과의 배관 연결 여부 확인 - 인터페이스의 경우 목록 확인
	태양열 장비일람표, 태양열계통도 태양열 배관계통, 평면도 집열판상세도, 성적서	- 집열부, 축열부, 순환펌프 동력 확인 - 급탕, 난방배관에 연결 여부 확인 - 집열기 유형, 면적, 열손실값 확인
	풍력터빈 입면도, 평면도, 단면도 풍력발전설비결선도, 계통단선도 풍력터빈 상세도, KS 인증서	- 허브높이, 로우터 회전면적 확인 - 인증서 제출 시, 회전면적과 높이 인증서 값 적용

◎ 신·재생(ECO2)

● 주요 사항

1. 건축물의 신,재생에너지 시스템 확인

2. 주요 입력 시스템

① 태양광: 용량, 면적, 기울기, 방위 등

② 태양열: 집열부, 축열부 사양 값

③ 지열/수열: 용량, 열성능비(COP 등)

④ 풍력: 로우터 회전면적, 허브높이

⑤ 연료전지: 열생산능력, 효율, 발전효율

※ 필요 도서

- 태양광: 태양광배치도, 발전계통, 모듈 상세도

- 태양열: 장비일람표, 계통, 평면도, 집열기상세 등

- 지열/수열: 장비일람표, 시스템계통, 평면도

- 풍력: 풍력발전설비결선도, 계통단선도, 상세도

◎ 태양광 시스템

● 도면 확인 사항 (태양광배치도, 구조물상세도, 발전계통, 모듈 상세도 / KS인증서 / 태양광모듈시험성적서)

- 태양광 발전 설치면적, 수량, 설치각도, 방위, 설치타입, 모듈사이즈, 모듈종류 확인

- 모듈기울기: 수평, 45도, 수직 / 태양광모듈방위: 동, 남동, 남, 남서, 서 (수평인 경우 '없음' 선택)

- 태양광 모듈 종류: 단결정/다결정/비정질박막형/CIS박막형/CdTe박막형/기타박막형/성능치입력

■ 발전량 개요	태양광배치도
-모듈 용량 : 360W(PV)	
-모듈 설치 수량 : 336EA(PV)	
-발전 용량 : 360W*336EA = 120.96kW(PV)	
-아레이 구성 : (1Array) 14직렬 * 20병렬 (2Array) 14직렬 * 4병렬	
-인버터 용량 : (1Array) 100kW (2Array) 21kW	
■ 일일 발전량	
태양광 용량 | 시스템 효율 | 발전시간 | 발전일수 | 일일 발전량	
120.96kW * 0.9 * 3.5 * 1 = 381.024kW	
■ 총 용량	
모듈 용량 | 장 | 총 용량	
360 W | 336 | 120.96kW	

Typical Electrical Characteristics	모듈상세도
Model Type	단결정
Rated Power (Pmax)	360 W
Open circuit voltage (Voc)	49.1 V
Short circuit current (Isc)	9.56 A
Voltage at Pmax (Vmp)	40.3 V
Current at Pmax (Imp)	8.92 A
Length	1,970mm
Width	990mm
Depth	40mm
Module Efficiency	18.48 %
STC: Irradiance of 1,000W/m2, AM 1.5G, Cell temperature 25°C	

구조물상세도
태양광패널 설치각도 : 25° 적용

◎ 지열/수열 시스템

● 도면 확인 사항 (장비일람표 / KS인증서)

- 장비일람표: 장비사양(공급온도, 용량, 소비전력, 지열순환펌프, 팽창탱크) / 방식(물-공기, 물-물) 확인
- 지열/수열 시스템 계통도: 지열/수열 열원흐름 파악
- 수열시스템: 열원수입구, 부하측입구 온도의 냉난방 능력, 소비전력 값에 따른 COP 값 확인

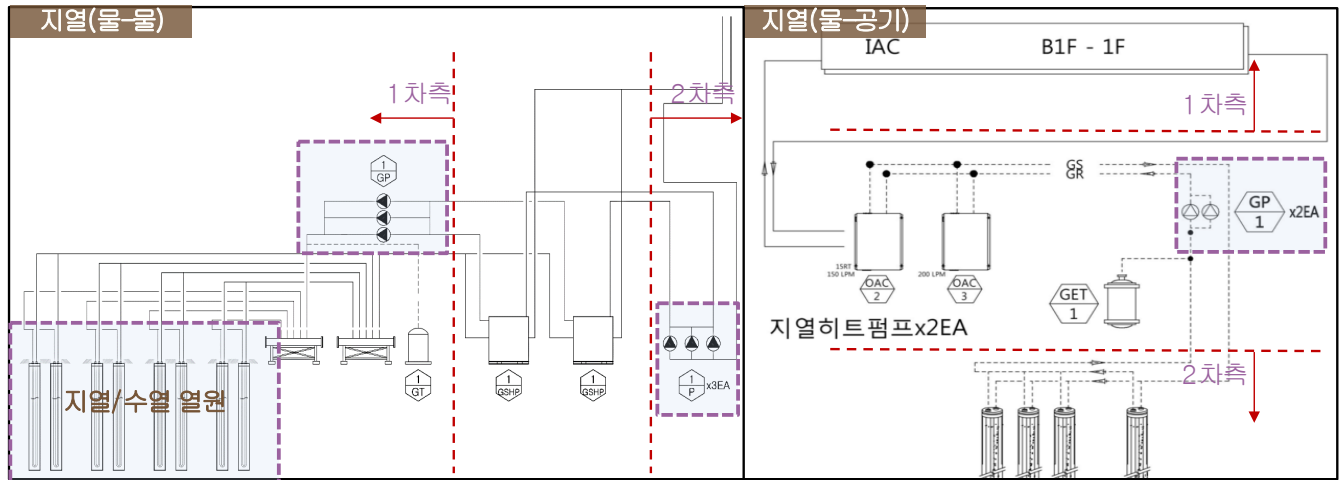
지열 히트 펌프				지열				수열		
장비번호	수량	형식	용량 (kW)	소비전력 (kW)	냉온수 입, 출구 온도 (°C)		열원수	구분	부하측 입구 온도	
			냉방	난방	냉방	난방	입구 온도		45 °C	50 °C
			195.0	178.6	42.3	57.5		능력	71.905	66.844
								소비전력	20.589	21.159
								능력	74.558	72.198
								소비전력	19.319	20.916
								능력	77.332	77.552
								소비전력	18.216	20.674

지열 순환 펌프				지열		
장비번호	수량	용도	동력 (kW)	유량 (LPM)	양정 (M)	전원 (Ø x V x Hz)
	3	지열수순환용	5.5	600	28	3 x 380 x 60

지열 팽창 탱크				펌프류			
장비번호	수량	용도	용량 (lit)	장비번호	수량	용도	동력 (kW)
	1	지열 팽창용	400		3	냉온수 순환	5.5

열원수	구분	부하측 입구 온도	
5 °C	능력	71.905	66.844
	소비전력	20.589	21.159
10 °C	능력	74.558	72.198
	소비전력	19.319	20.916
15 °C	능력	77.332	77.552
	소비전력	18.216	20.674

열원수	구분	부하측 입구 온도	
25 °C	능력	80.390	80.245
	소비전력	18.140	16.428
30 °C	능력	76.376	77.918
	소비전력	19.739	18.775
35 °C	능력	72.363	75.591
	소비전력	21.338	21.123



연료전지 시스템

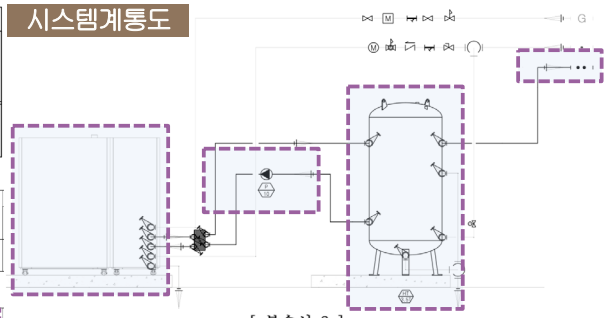
도면 확인 사항 (장비일람표 / KS인증서)

- 장비일람표: 장비사양(시스템출력, 발전/종합 효율(%), 축열탱크체적, 펌프동력 확인)
- 연료전지 시스템 계통도: 연료전지에서 생산된 온수 계통 확인
- 위생배관계통, 평면도: 연료전지 온수배관이 급탕배관에 연결되는지 확인

연료전지						장비일람표		
모델명	수량	설치위치	시스템출력 kW	발전효율 %	종합효율 %	가스		장비크기 mm
						종류	사용량 (Nm ³ /h)	
FC-1	1	기계실	5	37.1	88.2	LNG	1.3	W1,700 X D700 X H1,700

급탕축열탱크							
장비 번호	모델명	수량	설치위치	용량 (Ton)	작동 압력 (kg/cm ²)	작동 온도 (°C)	재질
HT 3.5T	축열조	1	연료전지실	3.5	3	65	STS 304

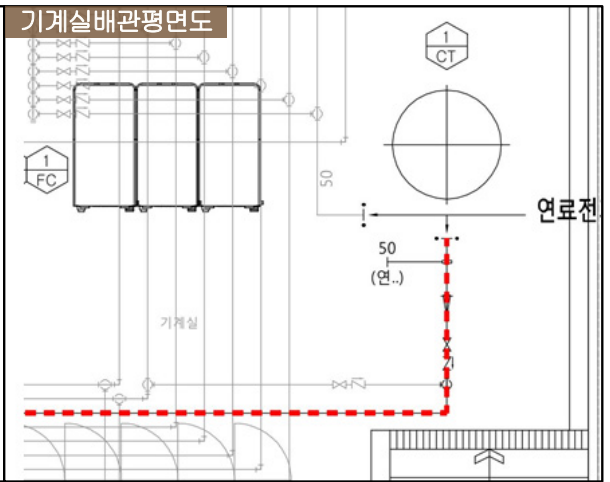
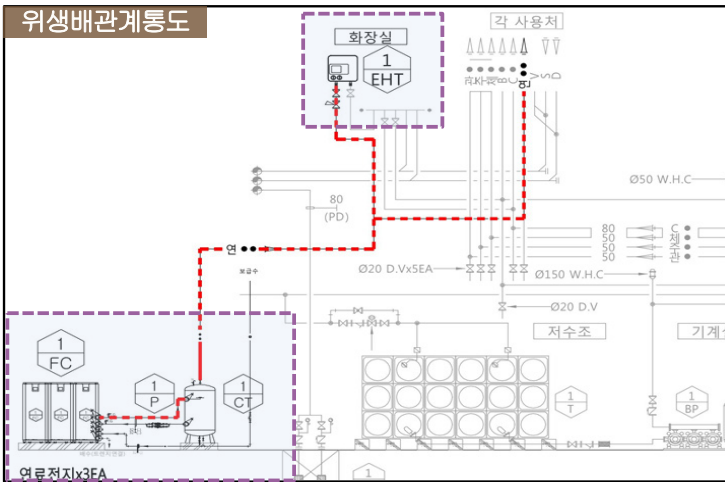
펌프							
장비 번호	용도	수량	설치위치	형식	유량 (l/min)	양정 (m)	동력 (kW)
P 10	급탕 순환펌프	1	연료전지실	인라인형	200	12	0.04



[부속서 2]

신재생에너지설비 KS인증제품 모델별 특징 및 변경 이력

모델명	모델 특징
HT 3.5T	시스템출력 (kW):5, 사용연료 : 천연가스, 발전효율 (%) : 37.1, 종합효율 (%) : 88.2, 작동 온도 : 65, 용량 (Ton) : 3.5, 작동 압력 : 3, 재질 : STS 304, 내/옥외 : 옥내식, 제조원 : 두산, 소재지 : 경기도 화성시 향남읍 세악단지 75, 기술기준규격 : KS C 8569:2015, 구분 : 일체형, 분리형 : 일체형.



☉ 태양열 시스템

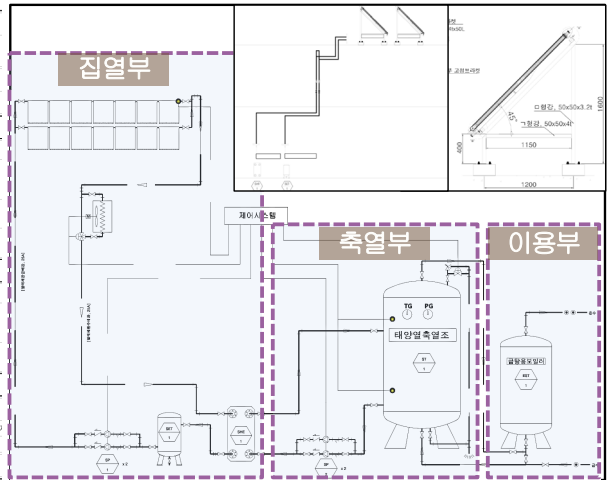
- 도면 확인 사항 (장비일람표 / 태양광계통도, 집열판 상세도)
 - 장비일람표: 집열부(집열기 유형, 면적), 축열부(축열탱크체적, 설치위치), 순환펌프 동력 확인
 - 태양열 계통도, 상세도: 집열판 방위 (* 급탕, 난방배관에 연결 여부 확인)
 - 국가공인시험관에서 받은 태양열(집열판) 성적서(있는 경우): 무손실효율계수, 1,2차 열손실계수 값 적용

☑ 태양열 급탕탱크									
장비번호	수량	형식	용도	설치위치	용량 (LIT)	규격 (L x W x H)	케이싱 재질	케이싱 두께(mm)	단열 및 마감
ST-1	1	평형	태양광 급탕, 축열	기계실	3,000	1,125(D) x 2,745(H)	STL316L	3T 5T 5T	THK100 글라스울 + THK0.4 알루미늄
SET-1	1	평형 일체형	열매체 저장, 저장	기계실	200	550(D) x 763(H)	ST304	2T 3T 3T	THK50 글라스울 + THK0.4 알루미늄

☑ 태양열 펌프											
장비번호	수량	용도	설치위치	형식	유량 LPM	양정 M	관경	전 동 기	비고		
SP-1	2	열매체 순환 펌프	기계실	횡형다단	45	40	25	25	0.75	3~380-60	1대 예비
SP-2	2	열교환 순환 펌프	기계실	임리인	45	6	40	40	0.2	1~220-60	1대 예비

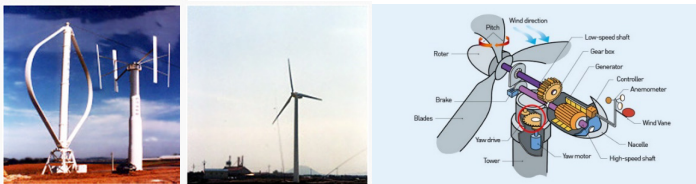
☑ 태양열 방열기															
장비번호	수량	용도	설치위치	형식	기열량 Kcal/hr	온수 1차				공기속 CMH	규격 (L x W x H)	설계압력 Kg/cm	전 동 기		
						유량 LPM	온도(°C) 출구	사용압 Kg/cm	중량 온도(°C)						
SHR-1	1	과열 방지용	지붕	-	35,000	45	75	80	5.0	3,920	18	790 x 630 x 515	10	0.25	1~220-60

☑ 이중 진공관형 태양열 집열기 (관급지계)										
장비번호	수량	형식	용도	설치위치	용량 (LIT)	유요 용량 (LIT)	규격 (L x W x H)	중량 (KG)	집열판 유리관	집열기 구성 중 유닛
SST-1	20	CPC TYPE	태양광 급탕용	지붕	80,000	67.2	1,990 x 1,516 x 134	65.5	티타늄 코팅	유리관, 매니폴드관, 인달산동



☉ 풍력 시스템

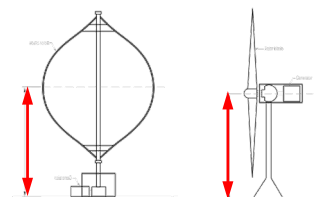
- 도면 확인 사항 (풍력터빈단면도, 블레이드 형상도, 단선결선도, 분전반회로도)
 - 풍력터빈단면, 블레이드 형상도: 허브높이, 로우터 회전면적(바람을 맞는 면적) 확인
 - KS C 8570 인증서 제출 시, 회전면적과 높이 인증서 값 적용



수직축 발전기

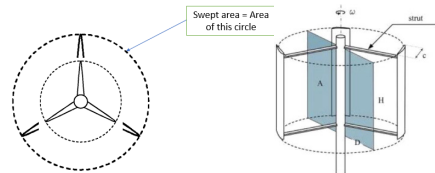
수평축 발전기

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 홈페이지



$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

P : 출력(W)
 ρ : 공기밀도
 A : 로터 회전면적
 v : 풍속



Rotor blade arrangement	Conventional rotor	H-Darrieus rotor	Darrieus rotor
Swept Area	$A = \pi \cdot R^2$	$A = DH$	$A = 0.65DH$

자료 : TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF AN OFF-GRID MICROHYDROKINETIC RIVER SYSTEM AS A REMOTE RURAL ELECTRIFICATION OPTION -PHILLIP KOKO

4 건물에너지관리시스템 보고서

◎ 보고서 제출도면

구분	제출항목	필요 정보
보고서	건물에너지관리시스템 도서	- 건물에너지관리시스템 구성 항목 확인
관련 도서	제로에너지건축물시스템 관련도서 <기계도면> - 가스배관 도면 (가스 사용 시) - 냉·난방 도면 / 자동제어 <전기도면> - 수변전단선결선도 (저압반 결선도) - 옥외전력인입평면도 - 분전반 및 MCC결선도 - 전력간선계통도 및 평면도 <신재생 도면> - 태양광, 지열, 연료전지 도면 (해당 시)	- 에너지원(전력, 가스 등) 흐름 파악 - 각 단계별 에너지원별 구분 및 계측기 개수 파악 - 전력량계(WHM), 가스미터기 위치 파악 - 열량계, 유량계 위치 확인 - 기기별 자동제어, 원격검침 연동정보 확인 - 인터페이스 시스템 적용 장비 확인

◎ 보고서 목차

항 목	필수 가능 요구사항
1 데이터 수집 및 표시	· 대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시
2 데이터 조회	· 일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회
3 에너지소비 현황 분석	· 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석
4 에너지 비용 조회 및 분석	· 에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회
5 계측기 관리	· 전자식 원격검침계량기에 데이터를 제공하는 계측기에 대한 체계적 관리 수행
6 데이터 관리	· 전자식 원격검침계량기에 활용되는 데이터에 대한 체계적 관리체계 마련

전자식원격검침계량기: 원격

항 목	필수 가능 요구사항
1 데이터 수집 및 표시	· 대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시
2 정보감시	· 에너지 손실, 비용 상승, 계획상 저하, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관계값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 가시화
3 데이터 조회	· 일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회
4 에너지소비 현황 분석	· 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석
5 설비의 성능 및 효율 분석	· 에너지사용량이 전체의 5%이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석
6 실내외 환경 정보 제공	· 온도, 습도 등 실내외 환경정보 제공 및 활용
7 에너지 소비 예측	· 에너지사용량 목표치 설정 및 관리
8 에너지 비용 조회 및 분석	· 에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회
9 제어시스템 연동	· 1종 이상의 에너지용도에 사용되는 설비의 자동제어 연동

건물에너지관리시스템: BEMS

항 목	필수 가능 요구사항	필수여부	이행 여부
1 일반사항	· 대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성	필수	✓
2 시스템 설치	· 건축물에너지관리시스템을 구축 및 운영하기 위하여 건축물에너지관리시스템 설치 시 필요한 일반적인 요구사항을 평가	필수	✓
3 데이터 수집 및 표시	· 대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	필수	✓
4 정보감시	· 대상건물에서 에너지 손실, 비용 상승, 계획상 저하, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관계값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 가시화	권장	✓
5 데이터 조회	· 일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	필수	✓
6 에너지소비 현황 분석	· 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석	필수	✓
7 설비의 성능 및 효율 분석	· 에너지사용량이 전체의 5% 이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석	권장	✓
8 실내외 환경 정보 제공	· 온도, 습도 등 실내외 환경정보 제공 및 활용	권장	✓
9 에너지 소비 예측	· 에너지사용량 목표치 설정 및 관리	권장	✓
10 에너지 비용 조회 및 분석	· 에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회	권장	✓
11 제어시스템 연동	· 1종 이상의 에너지용도에 사용되는 설비의 자동제어 연동	권장	✓
12 종합유지관리	· 계측 장비 및 계측 데이터에 대한 체계적 관리 수행	필수	✓
13 시스템 확장성	· 설비 등 증개축에 따른 추가 데이터 축적 관리	권장	✓

건물에너지관리시스템: 통합

2021.03.02 기사~ 2025.03.10

2025.03.11 이후 인증 신청 건부터 변경 양식 적용,

항목	필수 가능 요구사항	필수여부	이행여부	
1	일반사항	·대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성	필수	✓
2	시스템 설치	·건축물에너지관리시스템을 구축 및 운영하기 위하여 건축물에너지관리시스템 설치 시 필요한 일반적인 요구사항을 평가	필수	✓
3	데이터 수집 및 표시	·대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	필수	✓
4	정보감시	·주요 건물 사용·이용·행동, 쾌적성 제어, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관제값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 표시	권장	✓
5	데이터 조회	·일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	필수	✓
6	에너지소비 현황 분석	·2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증가 분석	필수	✓
7	설비의 성능 및 효율 분석	·에너지사용량이 전체의 5% 이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석	권장	✓
8	실내의 환경 정보 제공	·온도, 습도 등 실내의 환경정보 제공 및 활용	권장	✓
9	에너지 소비 예측	·에너지사용량 목표치 설정 및 관리	권장	✓
10	에너지 비용 조회 및 분석	·에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회	권장	✓
11	제어시스템 연동	·1종 이상의 에너지용도에 사용되는 설비의 자동제어 연동	권장	✓
12	종합유지관리	·계측 장비 및 계측 데이터에 대한 체계적 관리 수행	필수	✓
13	시스템 확장성	·설비 등 증개축에 따른 추가 데이터 축적 관리	권장	✓

● 주요 확인 사항

- 필수항목 6개, 권장항목 7개, 총 13개 항목 구성
- 완화대상
 - 주거용 건축물
 - 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물
- 완화내용 (평가제외 가능)
 - 1항목 에너지흐름도
 - 6항목 에너지소비 현황 분석

◎ 일반사항(건물개요)

평가항목	1	일반사항	필수								
■ 세부평가기준	<p>대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성</p> <p>● 필수 이행 사항</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>가능 구원 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>건축 개요</td> <td>건축물의 일반적인 사항 작성</td> </tr> <tr> <td>에너지효율도</td> <td>사용 설비 현황 및 대량 파악</td> </tr> <tr> <td>계측설비 설치 현황</td> <td>설비별 계측 및 자동제어 현황 파악</td> </tr> </tbody> </table> <p>● 평가 기준 및 유의 사항</p> <p>① 건물 개요 작성 지침</p> <ul style="list-style-type: none"> - 명칭, 주소, 지번지, 조공조, 조종도 등 건축물 일반현황은 건축물대장의 작성 지침을 준용하며 건축물대장이 있는 경우 높이로 내용으로 작성한다. - 주요 설비는 냉동기, 보일러, 히트펌프(EHP, CHP), 흡수식냉난방기, 지열히트펌프 등 주요 설비명을 기재한다. - 주거용 건축물의 면적기준 - 공동주택의 경우 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다. 공동주택의 주거 및 비주거 부문은 별도 인증 여부에 따라 외곽 기준을 적용한다. - 주거 부문과 비주거 부문을 개별로 인증받은 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 비주거 부문은 별도로 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다. - 비주거 부문의 면적의 10,000㎡ 이상이면 '6. 소비현황분석' 항목의 기준을 충족해야 한다. - 주거 부문은 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측한다. - 공동주택의 부대시설을 별도로 인증하지 않는 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 비주거 부문의 면적과 관계없이 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생 에너지 생산량을 계측해야 한다. <p>② 에너지효율도 작성 지침</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광의열원표 및 조영일도 계산서를 근거로 작성한다. - 소비전력 또는 연료소비효율 기준으로 작성한다. (단, 지역난방의 경우 정확한 소비효율 선정하는 것이 불가하므로 설비 용량으로 작성한다.) - 개별·기기는 용도별 사용량 대비 2% 이상 설비명 기재한다. - 난방, 냉방, 급탕 관련 열부류는 각 용도에 포함하여 기재한다. (냉난방·급탕 또는 난방과 냉방 중의 각 기제) - 전력 및 가스를 동시에 사용하는 설비(CHP 등)의 경우 투입되는 소비전력과 가소소비효율 구분하여 모두 기재한다. - 난방·급탕 경우 보일러의 경우 난방과 급탕 부문에 각각 기재한다. - 환기설비는 회기를 도입할 수 있는 팬이 달린 설비 (밀폐급·폐기 팬, 전열교환 환기장치, AHU, CHU 등)로 기재한다. (히트펌프를 살때기는 난방과 냉방 부문 중의 각 기제) - 주거용 건축물과 면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 에너지효율도를 작성하지 않을 수 있다. 			요구 사항	가능 구원 요구 사항	건축 개요	건축물의 일반적인 사항 작성	에너지효율도	사용 설비 현황 및 대량 파악	계측설비 설치 현황	설비별 계측 및 자동제어 현황 파악
요구 사항	가능 구원 요구 사항										
건축 개요	건축물의 일반적인 사항 작성										
에너지효율도	사용 설비 현황 및 대량 파악										
계측설비 설치 현황	설비별 계측 및 자동제어 현황 파악										

1-1 건물 개요

구분	설비명	용량	단위	계측 상태	자동 제어	사용 형태	설치 연도	용도	중량 또는 용량률	비주
냉각 장비	냉각기	82,000	kcal/h	●	●	지역 난방	2019년	난방	○	
	냉각기	7.5	kW	●	X	전기	2019	급탕용	X	184

1-5 계통별 설비현황

< 예시 >

구분	설비명	용량	단위	계측 상태	자동 제어	사용 형태	설치 연도	용도	중량 또는 용량률	비주
냉각 장비	냉각기	82,000	kcal/h	●	●	지역 난방	2019년	난방	○	
	냉각기	7.5	kW	●	X	전기	2019	급탕용	X	184

● 확인 사항

- 건축물의 일반사항 작성 (건축개요, 인증관리시스템 참고)
- 인증 결과 (자립률, 1차에너지 소요량)
- 3가지 용도 확인 (6항목)
- 열원정보 작성 (장비일람표 확인)
- 책임자, 실무자 작성 (신청인 정보)

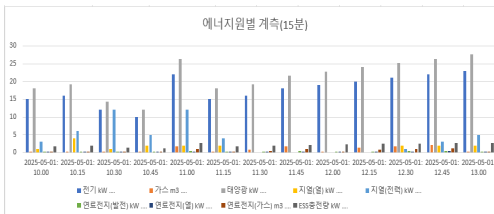
● 확인 사항

- 본인증 시 작성
- 장비일람표 참고하여 기재

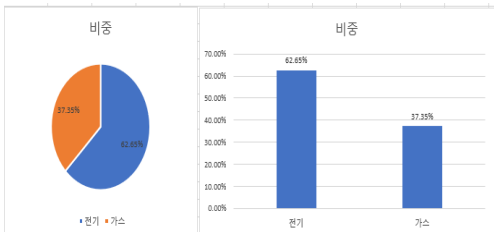
◎ 데이터 수집 및 표시

● 확인 사항

1. 에너지원별 데이터의 수집, 저장 및 표시 화면 제출
2. 에너지원별 사용량 비중 화면 제출
3. 에너지 생산/저장/ 사용별 표시 계측 화면 제출

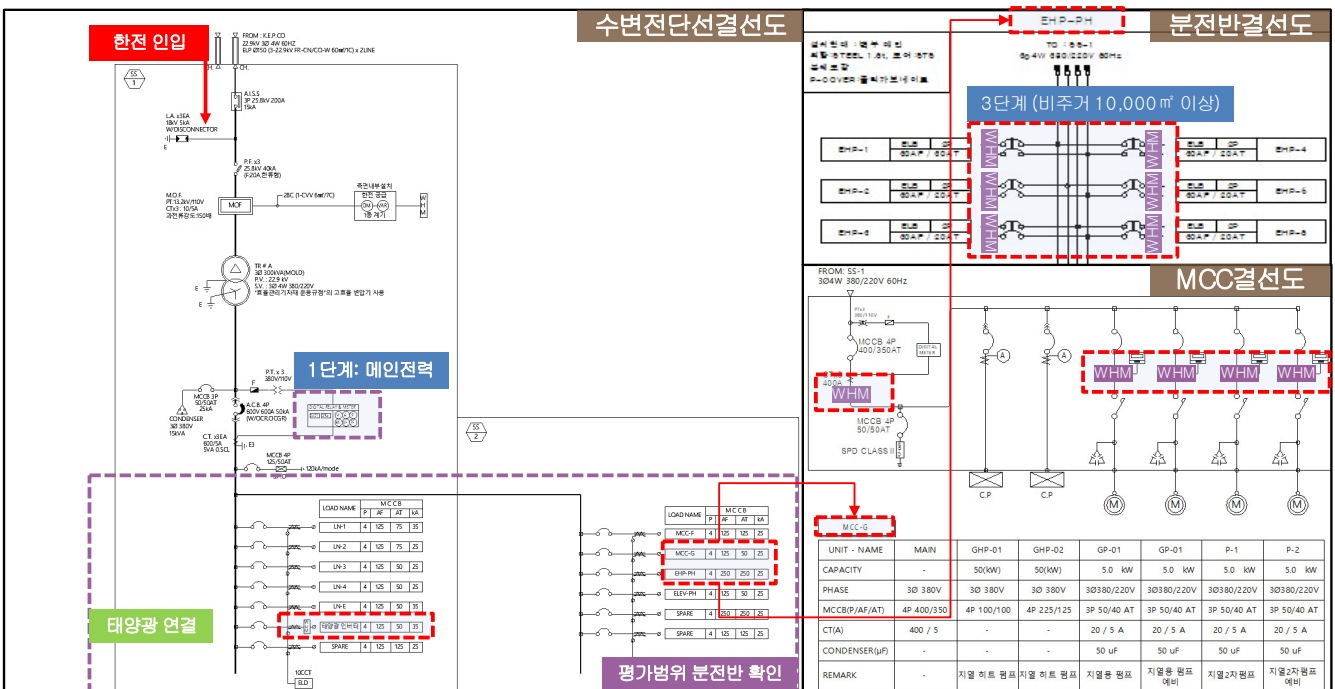


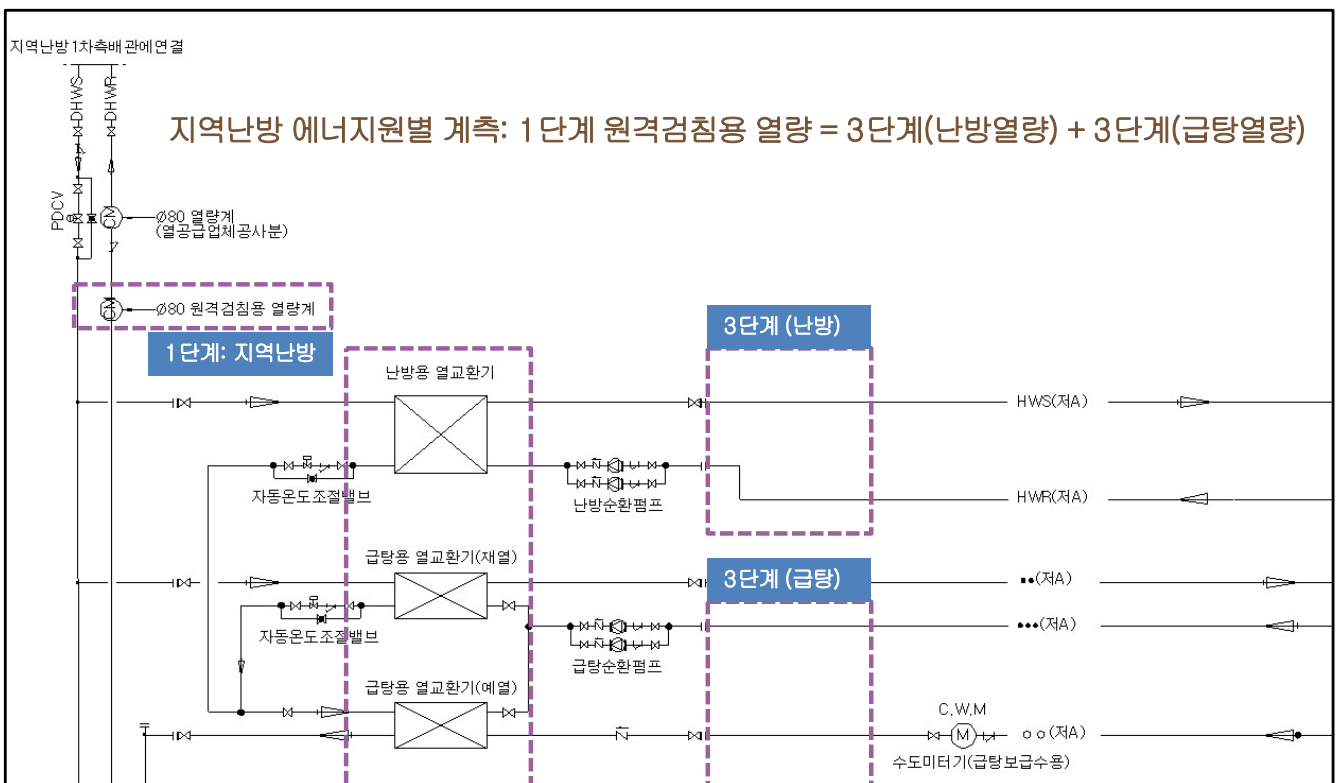
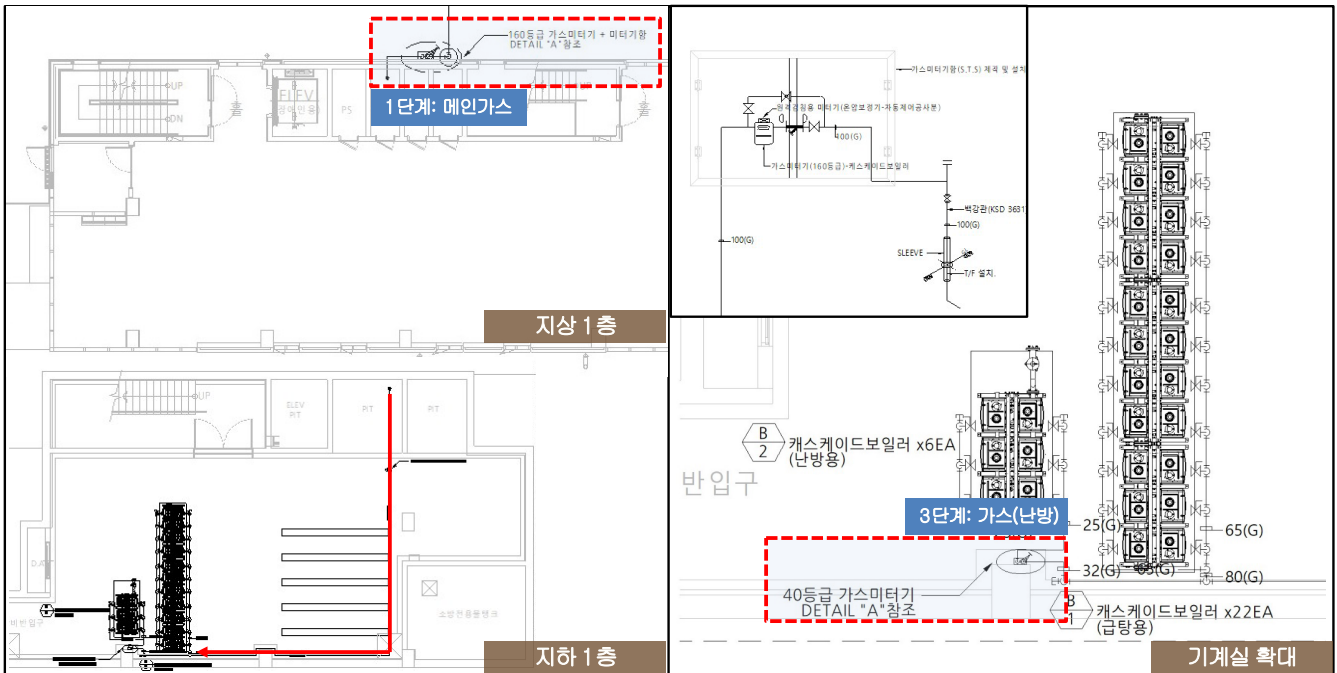
에너지원별 표시 간격(15분 이하)



에너지원별 사용 비중 화면

건축물에너지관리시스템 설치기준												
평가항목	3	데이터 수집 및 표시										
■ 세부평가기준												
설치기준	대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시											
평가기준	<p>● 필수 이행 사항</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>가능 구형 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 표시 간격</td> <td>15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시</td> </tr> <tr> <td>에너지사용량 비중 평가</td> <td>에너지원별 사용 비중</td> </tr> <tr> <td>에너지원별 계측</td> <td>건물 내 인입 에너지 종별</td> </tr> <tr> <td>에너지 생산/저장/사용별 표시</td> <td>생산/저장/사용량 계측</td> </tr> </tbody> </table>		요구 사항	가능 구형 요구 사항	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시	에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중	에너지원별 계측	건물 내 인입 에너지 종별	에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계측
	요구 사항	가능 구형 요구 사항										
데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시											
에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중											
에너지원별 계측	건물 내 인입 에너지 종별											
에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계측											
<p>● 평가 기준 및 유의 사항</p> <p>㉔ 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 하며, 데이터 보관 단위는 1시간 이하로 표시하여야 한다.</p> <p>* 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다.</p> <p>㉕ 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다.</p> <p>㉖ 다만, 건물의 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다.</p> <p>㉗ 에너지공급자를 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계측하고 표시하여야 한다.</p> <p>㉘ 에너지공급자에서 제공하는 실시간 계측정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다.</p> <p>㉙ 에너지원별 주 공급원에 계측기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합으로 표시할 수 있다.</p> <p>㉚ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등의) 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다.</p> <p>㉛ 에너지원별 계측 작성 시 에너지흐름도를 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다.</p> <p>㉜ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지흐름도를 기준으로 작성한다.</p> <p>㉝ 건물에 설치된 모든 계측기를 기재하도록 한다.</p>												





● 도면 확인 사항 (기계/자동제어 도서)

- 건물에너지관리시스템 구성 및 평가항목 항목
- 에너지원별 (전력, 가스, 태양광 등) 계측기 구분. (전기: 전력량계 / 가스: 가스미터기(+온압보정기) / 열: 열량계 등)
- 용도별 계측 구분, 수량 파악

제로에너지 빌딩 자동제어 시스템 구성도

제로에너지 시스템 구축 사항 및 평가항목

항목	구축 내용	적용
데이터 수집 및 표시	대상건물에서 생산·지장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	C
경보장시 (관장사항)	에너지 손실, 비용 상승, 쾌적성 저하, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관제값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 가시화	X
데이터 조회	일간, 주간, 월간, 년간 등 경기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	C
에너지소비 현황분석	2종 이상의 에너지원타워와 9종 이상의 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석	C
설비의 성능 및 효율분석 (관장사항)	에너지사용량이 전체의 5%이상의 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석	X
에너지 소비량 예측 (관장사항)	에너지사용량 목표치 설정 및 관리	X
에너지 비용 조회 및 분석	에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회	C
계측기 관리	데이터를 제공하는 계측기의 관리 수준 평가	C
데이터 관리	데이터 관리 절차 등 수준 평가	C

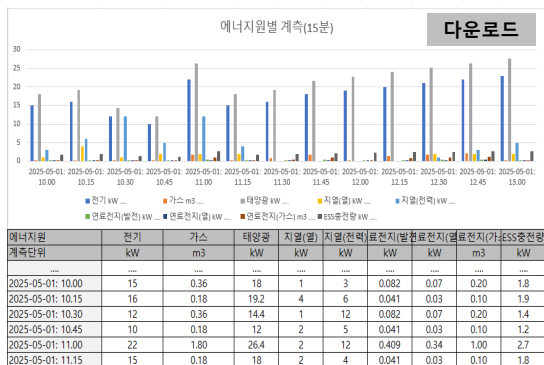
*** 계측기 구분***

구분	공급	설치	통신공사	비고	구분	공급	설치	통신공사	비고
전력량계 (본건내외)	전기업체	본건반	자동제어	Modbus RS-485	열량계	설비업체	설비업체	자동제어	Modbus RS-485
가스량계 (본건내외)	설비업체	설비업체	자동제어	Modbus RS-485	유량계	설비업체	설비업체	자동제어	Modbus RS-485

◎ 데이터 조회

● 확인 사항

1. 3항목(데이터 수집 및 표시)에서 조회한 데이터 리스트 확인
2. 조회 데이터 가시화, 단위표기, 다운로드 기능 확인
3. 데이터 조회 간격 표기 기능 (15분, 1시간, 일 등)
4. 데이터 조회 기간설정 기능 (0000.00.00~0000.00.00)



건축물에너지관리시스템 설치기준									
평가항목	5	데이터 조회	필수						
■ 세부평가기준									
설치기준	일간, 주간, 월간, 연간 등 경기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회								
평가기준	<ul style="list-style-type: none"> 필수 이행 사항 <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>기능 구현 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>다양한 양식으로 다운로드 기능</td> <td>CSV, PNG 등 다양한 형식 데이터 유형</td> </tr> <tr> <td>기간별 조회 기능</td> <td>데이터 조회 시 기간(년/월/일/시간, 특정기간) 또는 간격(15분/1시간 등) 조회</td> </tr> </tbody> </table>			요구 사항	기능 구현 요구 사항	다양한 양식으로 다운로드 기능	CSV, PNG 등 다양한 형식 데이터 유형	기간별 조회 기능	데이터 조회 시 기간(년/월/일/시간, 특정기간) 또는 간격(15분/1시간 등) 조회
	요구 사항	기능 구현 요구 사항							
다양한 양식으로 다운로드 기능	CSV, PNG 등 다양한 형식 데이터 유형								
기간별 조회 기능	데이터 조회 시 기간(년/월/일/시간, 특정기간) 또는 간격(15분/1시간 등) 조회								
	<ul style="list-style-type: none"> 평가 기준 및 유의 사항 <p>㉔ 조회한 데이터는 표 또는 그래프로 화면상에 가시화되어야 하며 텍스트 파일, 스프레드시트 등 관리자가 일반적으로 사용 가능한 형태의 파일로 다운로드할 수 있어야 한다. 또한, 조회한 데이터에 맞는 단위가 함께 표현되어 있어야 한다.</p> <p>㉕ 시스템 설계자가 데이터 조회 간격을 설정하여 시간, 일, 월, 년 등 고정된 기간 동안의 데이터를 조회할 수 있다.</p> <p>㉖ 관리자가 데이터 조회 간격(15분, 1시간, 일 등) 및 기간(00년, 00월, 00일~00년, 00월, 00일)을 선택하여 조회할 수 있다.</p>								
■ 기록 첨부 서류 예시									
기록	예비	- 시스템 구성도							
첨부	인증	- 시스템 아키텍처							
		- 시스템 구현 화면예시							

에너지자립률 분석

● 월간 ○ 주간 ○ 월간 ○ 년간

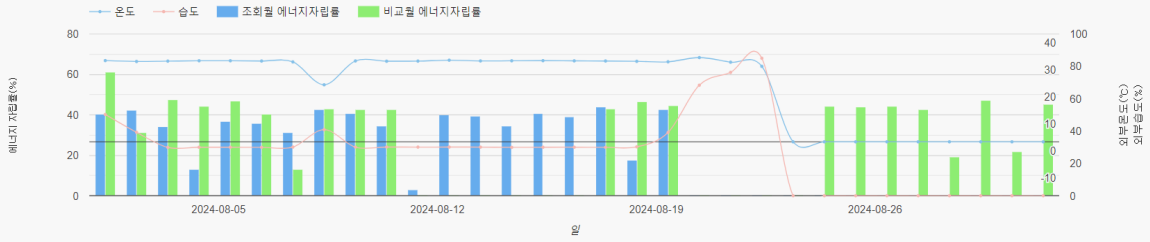
☑ 조희철자

2024-08

☑ 비교일자

2024-07

조회



구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	13월	14월	15월	16월	17월
조희철	40.24	42.40	34.18	13.12	36.69	35.80	31.23	42.64	40.78	34.49	2.95	39.88	39.21	34.61	40.56	38.87	43.95
비교일자	61.05	31.19	47.45	44.38	46.86	40.17	12.95	43.00	42.62	42.44	-	-	-	-	-	-	43.00
증감률	-34.09	35.92	-27.96	-70.44	-21.70	-10.86	141.24	-0.85	-4.31	-18.74	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2.21

증감분석 = 증감률 or 증감량으로 구현

🔍 기록을 저장

보기 1 - 3 / 3

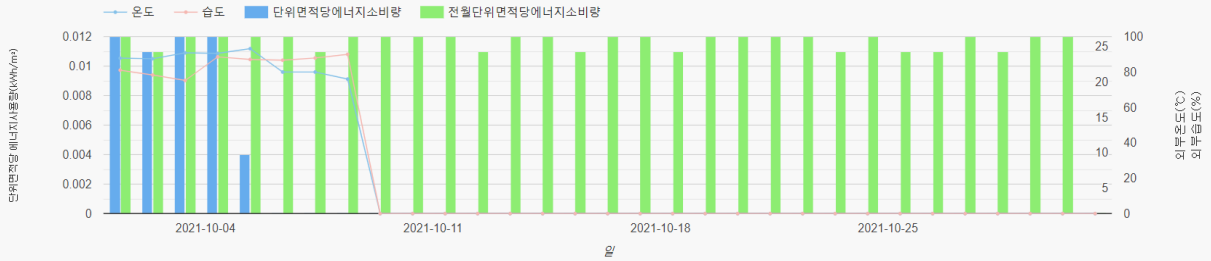
〈에너지 자립률 조회 및 증감분석 예시화면〉

단위면적당 에너지 분석

☑ 데이터 분석 ● 월간 ○ 월별

2021-10

조회



구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	13월	14월	15월	16월	17월
소비량	3,491.80	3,417.35	3,563.64	3,493.35	1,271.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
단위면적당소비량	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
전월단위면적당소비량	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
증감률	0.87	-	2.59	0.87	-64.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

증감분석 = 증감률 or 증감량으로 구현

🔍 기록을 저장

보기 1 - 4 / 4

〈단위면적당 에너지소비량 조회 및 증감분석 예시화면〉

D.4

예비인증평가 보완 사례 및 유형별 대응 전략

교육 목표

- 예비인증평가 보완 사례 및 유형별 대응 전략
 - * 예비인증 단계의 건축부문과 전기부문의 주요 검토 사항과 보완사항을 사례 위주로 이해
 - * 예비인증 단계에서 기계부문 검토시 주요 에너지원별 주요 장비의 검토 사항 이해
 - * 건축물에너지관리시스템 보고서와 연계하여 해당 장비의 계측기 검토 사항 이해

1 건축, 전기

◎ 공통확인사항

● 1-1. 건축개요(주거)

1. 주거 : 건물명, 주소, 구조, 건물규모, 부대복리시설, 면적정보 (대지면적, 건축면적, 연면적, 전용면적)

건축개요

대지위치	000지구 A-1BL 공동주택
지역지구	제2종 일반주거지역
용도	공동주택(아파트및부대복리시설)
대지면적	단지전체 / 공동주택 / 근린생활시설
건축면적	면적정보, 층수, 구조
연면적계	
규모	지하1층, 지상25층 / 원근관리구조

#보완 예) 건축물의 구조 기재

* 세대별 면적개요

구분	세대수	전용면적
74A	100	74.99
74B	100	74.62
84A	100	84.83
84B	100	84.71
합계	400	31,915

세대수 / 전용면적 합계

#보완 예) 면적, 세대수, 층수 웹 기재 정보를 개요와 일치

#보완 예) 건축물의 구조 기재

건축물명: [입력] 하계(신고번호)

건축구분: 신축

소재지주소: [입력]

PNU CODE: [입력] 건물관리번호: [입력]

특정(예정)일: [입력] 준공(예정)일: [입력]

의무대상 여부: 의무대상 비의무대상 의무대상 항목: 민간건축물 현면적 500㎡ 미만 기숙사주용도: 공동주택 공동주택 30세대 미만

용도: 주거용 주용도: 공동주택

면적: 임대면적 0㎡, 주거분양면적 31,915㎡, 비주거면적 0㎡, 층수: 400

자재: 25층, 지재: 1층, 배고: [입력]

지역: 경기

#보완 예) 면적, 세대수, 층수 웹 기재 정보를 개요와 일치

#보완 예) 건축물의 구조 기재

예코투 입력화면

인증관리시스템(웹)

● 공동주택의 경우

건축물에너지관리시스템보고서
1항목 평가기준 및 유의사항

㉠ 주거용 건축물의 평가기준

- 공동주택의 경우 **단지 전체**의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다. 공동주택의 주거 및 비주거 부문은 별도 인증 여부에 따라 아래 기준을 적용한다.
- 주거 부문과 비주거 부문을 개별로 인증받는 경우:
 - **비주거 부문은 별도로 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다.**
 - 비주거 부문의 연면적이 10,000㎡ 이상이면 '6. 소비현황분석' 항목의 기준을 충족해야 한다.
 - **주거 부문은 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측한다.**
- 공동주택의 부대시설을 별도로 인증하지 않는 경우:
 - 비주거 부문의 연면적과 관계없이 **단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다.**



● 보고서 6항목 평가기준

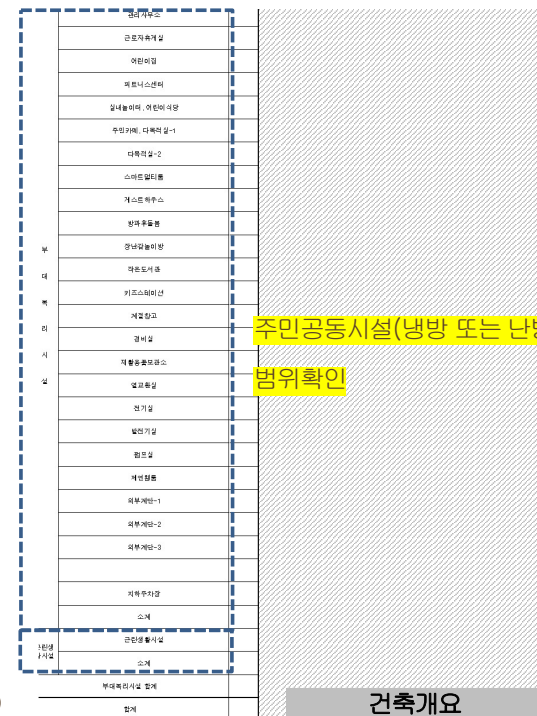
보고서 6항목 평가기준 및 유의사항

㉠ 주거용 건물에서 공용부의 범위는 주택건설기준 등에 관한 규정 제2조 제3항에 따른 주민공동시설 중 **냉방 또는 난방 설비가 있는 경우**로 한정한다.

□ 제2조(정의) 이 영에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. <개정 1993. 2. 20., 1994. 12. 30., 1998. 8. 27., 1999. 9. 29., 2001. 4. 30., 2002. 12. 26., 2003. 11. 29., 2005. 6. 30., 2006. 1. 6., 8., 2013. 6. 17., 2014. 4. 29., 2015. 12. 28., 2016. 8. 11., 2021. 1. 12., 2022. 12. 6.>

1. 석재 <2003. 11. 29.>
2. 석재 <1999. 9. 29.>
3. *주민공동시설이란 해당 공동주택의 거주자가 공동으로 사용하거나 거주자의 생활을 지원하는 시설로서 다음 각 목의 시설을 말한다.
 - 가. 경로당
 - 나. 어린이놀이터
 - 다. 어린이집
 - 라. 주민운동시설
 - 마. 도서실(정보문화시설과 *도서관법, 제43제(2항제1호)문예(다른 작은도서관을 포함한다))
 - 바. 주민교육시설(영리를 목적으로 하지 아니하고 공동주택의 거주자를 위한 교육장소를 말한다)
 - 사. 청소년 수련시설
 - 아. 주민휴게시설
 - 자. 독서실
 - 차. 입주자접합소
 - 카. 공동취사장
 - 단. 공동세탁실
 - 파. *공동주택 특별법, 제23조에 따른 공공주택의 단지 내에 설치하는 사회복지시설
 - 하. *미이용복지법, 제44조의2의 다함복합센터(이하 "다함복합센터"라 한다)
 - 거. *미이용복지법, 제19조의 공동육아나눔터
 - 네. 그 밖에 기록부터 기록까지의 시설에 준하는 시설로서 *주회법, (이하 "법"이라 한다) 제15조제1항에 따른 사업계획의 승인권자(이하 "사업계획승인권자"라 한다)가 인정하는 시설

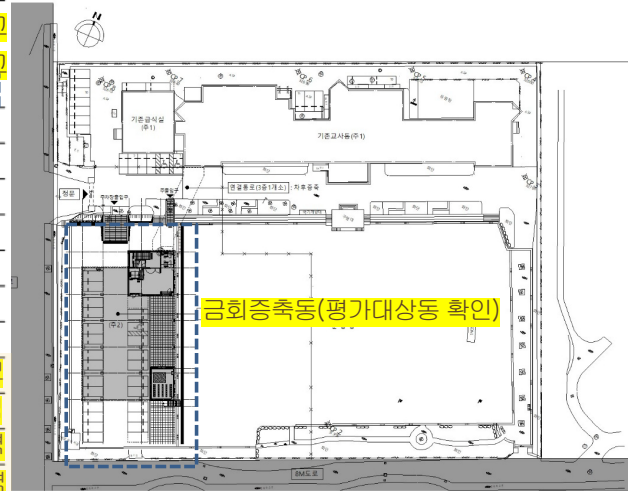
출처(법제처, 주택건설기준 등에 관한 규정)



1-2. 건축개요(비주거)

2. 비주거 : 건물명, 주소, 구조, 건물규모, 평가대상범위(증축), 면적정보(대지면적, 건축면적, 연면적, 용적률산정용연면적)

건축개요(증축)		(단위:㎡)
공사명	[비고] 웹/비고	
대지위치	경기도 [비고] 웹/비고	
대지면적	㎡ [비고] 에코투입력	
지역, 지구	제1종일반주거지역	
건물용도	교육연구시설(초등학교) [비고] 주용도 확인	
건물규모	주건축물-1	지하1층, 지상5층(1개동) (기존)
	주건축물-2	지하1층, 지상3층(1개동) (기존)
	부건축물-1	지하0층, 지상1층(1개동) (기존)
	부건축물-2	지하0층, 지상1층(1개동) (기존)
	부건축물-3	지하0층, 지상1층(1개동) (기존)
평가대상 동 정보 확인	부건축물-4	지하0층, 지상3층(1개동) (금회증축 건물규모)
건물구조	철근콘크리트조 [비고] 에코투입력	
건축면적	3,027.85 ㎡	(기존) + (증축) = [비고] 에코투입력
연면적	11,099.48 ㎡	(기존) + (증축) [비고] 웹/에코투입력
용적률산정용연면적	10,788.98 ㎡	(기존) + (증축) [비고] 웹/에코투입력



#보완 예) 웹: 증축동의 정보로 기재

평가지침

3.1 주거용 건축물 판단 기준

○ 건축허가 용도는 주거용 이외 건축물(독신자 숙소, 게스트하우스, 관사, 오피스텔, 기숙사 등)이나 취사시설이 설치되고 공동주택 단원기준(건축물의 에너지절약설계기준)을 만족하는 경우 신청인의 요청에 따라 주거용으로 인종평가 할 수 있다.

용도 구분	건축허가 용도	건축물 에너지절약 설계기준(단원기준)	건축물 에너지효율등급	
			용도 구분(ECO2)	용도 프로별
기숙사, 독신자숙소, 관사, 오피스텔 등	주거용	공동주택	주거용 건축물 (공동주택) ^{주1)}	주거 공간
	비주거용	공동주택 외	주거용 이외 건축물 ^{주2)}	객실, 그 외 체류 공간(오피스텔)

<표 2-7 주거 공간 평가 기준>

주1) 단독주택의 경우 에너지효율등급 용도 구분은 '주거용 건축물(단독주택)' 적용.
주2) 건축허가 용도에 따라 용도를 구분하여 실행.

출처(건축물 에너지효율등급 세부평가지침)

건축개요(오피스텔)

사업명	[비고]
대지위치	[비고]
지역지구	도시지역, 준공업지역, 일단의 공업용지조성사업지역, 가로구역별 최고높이 제한지역 대공방어협조구역(위탁고도:해발194m), 국가산업단지, 산업시설구역
도로현황	28m 도로에 접함
용도	업무시설(오피스텔(주거형)), 제2종근린생활시설(사무실)
규모	지하 2층, 지상 18층
구조	철근콘크리트구조, 평지붕

■ 오피스텔 호별 분양면적표(101동)

타입	호실수	전용	주거공용			소계
			벽체공용	복도,계단	계	
20형	50	20.51	4.03	8.54	12.57	33.08
25형	50	25.26	3.06	10.51	13.57	38.83
계	100					

주거로 평가시 전용면적 반영(존, 조영)

● 1-3. 배치도

#보완 예) 배치도에 방위각 미표기

#보완 예) 배치도, 태양광배치도, 외피전개도내 방위 표기가 상이함

일반데이터

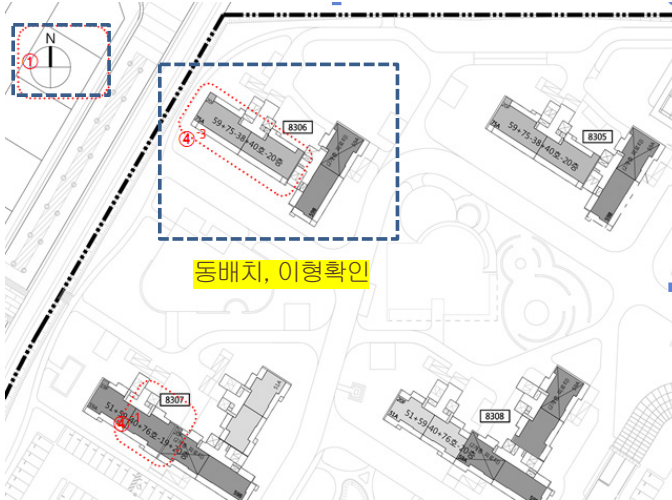
건축부위 방식: 없음

방위: 북서 북 북동

건축부위 면적 [㎡]: 서 동

열관류율 [W/㎡K]: 남서 남 남동

(없음) 수평 일사없음



배치도(공동주택)

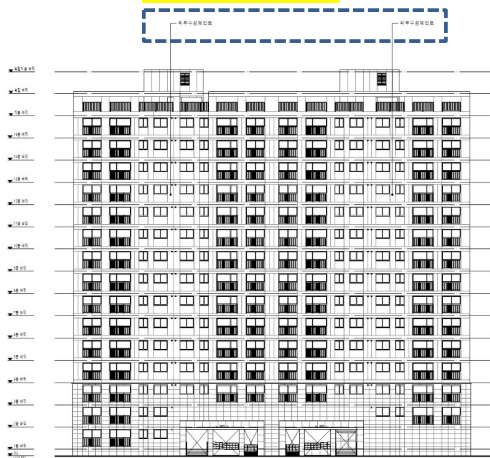


배치도(비주거)

● 1-4. 입면도/단면도

#보완 예) 형별 성능내역서와 단열재 종류 상이

외부 마감재료 확인



입면도

#보완 예) 외벽 전개도의 높이 상이

각 층의 높이 확인(외벽 전개도상 높이)

최상

15층 바닥

기준

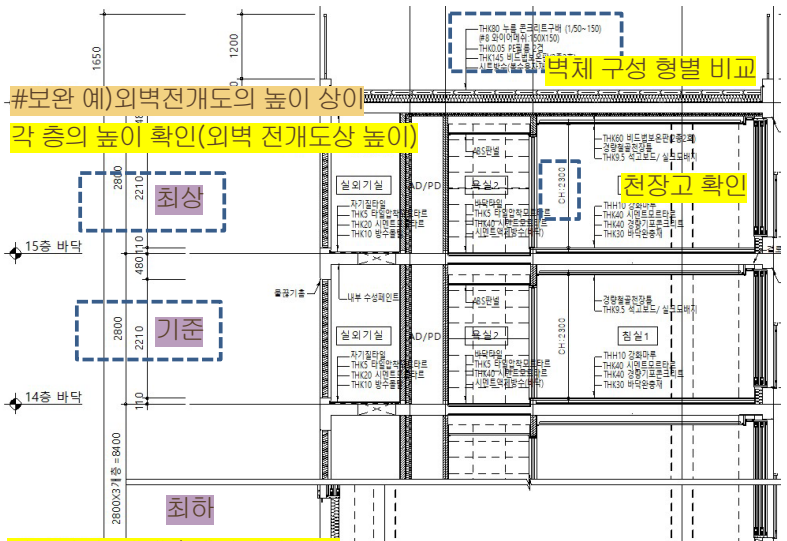
14층 바닥

최하

열교환실~세대 / 배관길이 검토

단면도

벽체 구성 형별 비교



단면도

1-5. 실내재료마감표

#보완 예) 천장고 미표기

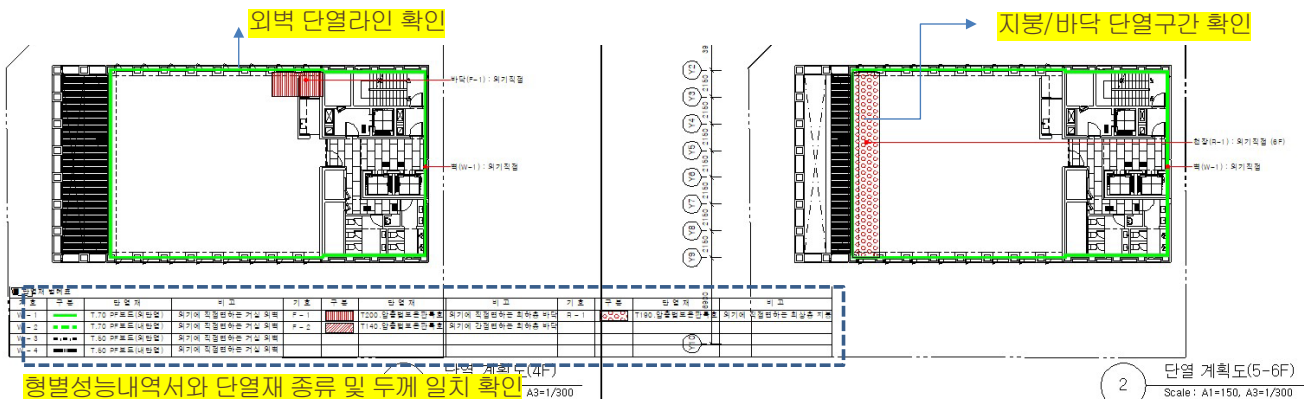
층별	실명	실번호	바닥			걸레받이			벽			천장			
			바탕	마감	두께	바탕	마감	높이	바탕	마감	비고	바탕	마감	천장고	
지상 2층	계단실-1, -2	201	불일물림	THK30 최강석 온드레싱	100	불일물림	THK10 미연석 불갈기	H=100	시멘트물림	친환경 수성페인트		시멘트물림	친환경 수성페인트	2.400	
	ELEV. 출입도	202	불일물림	THK10 포세린 타일	100				본드물림	THK10 포세린 타일		강강철골판지(M-BAR)/THK9.5 석고보드 2겹	친환경 수성페인트	2.800	
	회장실(공통)	204	액체방수1층/구배물림	THK8 자기질베터타일	70				액체방수1층/본드물림	THK8 자기질베터타일	500x500x1200	강강철골판지(C-CLIP)	열과화성수지천장판(5MC)	2.400	
	다목적강당	205	시멘트물림	THK7 강회투	100	THK9.5 MDF	인테리어 필름지(명정)	H=100	THK9 합판 1장	THK9 스텔보드(제인)		콘크리트 면처리	친환경 수성페인트	2.400	
	다목적강당 무대		50x50x1.6 마연도라이프 440	THK12 내수합판 2겹	100				THK9 합판 1장	THK8 거울		THK100 알루미늄(내화)/철직물	친환경 수성페인트	2.400	
	강사대기실	206			100			H=100	THK9.5 석고보드 2겹	THK12 MDF/인테리어 필름지		콘크리트 면처리	친환경 수성페인트	2.400	
	준비실	207			100			H=100						2.400	
	창고	208	시멘트물림	THK4 무석면베터타일	100	시멘트물림	세라믹페인트	H=100	시멘트물림	친환경 수성페인트					2.400
	옥외광장	209	우레탄방수(비노출형)/THK80 무근콘크리트(불일물림)	THK10 포세린 타일	200	불일물림	THK15 최강석 불갈기	H=100				50x50x1.6 마연도라이프(명제, 장산 수 1500)	THK50 STUD 100(본체도장)		2.850
지상 3층	계단실-1, -2	301	불일물림	THK30 최강석 온드레싱	50	불일물림	THK10 미연석 불갈기	H=100	시멘트물림	친환경 수성페인트		시멘트물림	친환경 수성페인트	2.400	
	ELEV. 출입도	302	불일물림	THK10 포세린 타일	50	시멘트물림	세라믹페인트	H=100	시멘트물림	친환경 수성페인트		강강철골판지(M-BAR)/THK9.5 석고보드 2겹	친환경 수성페인트	2.500	
	복도	303			50		SOP 편필(기성재)	H=100		SOP 편필(기성재)		강강철골판지(M-BAR)/THK9.5 석고보드 2겹	친환경 수성페인트	2.500	

준별 확인

실내재료마감표

천장고 확인

1-6. 단열계획도



#보완 예) 단열구간이 외피전개도와 상이함

#보완 예) 단열재 기재 구성이 형별성능내역서와 상이함

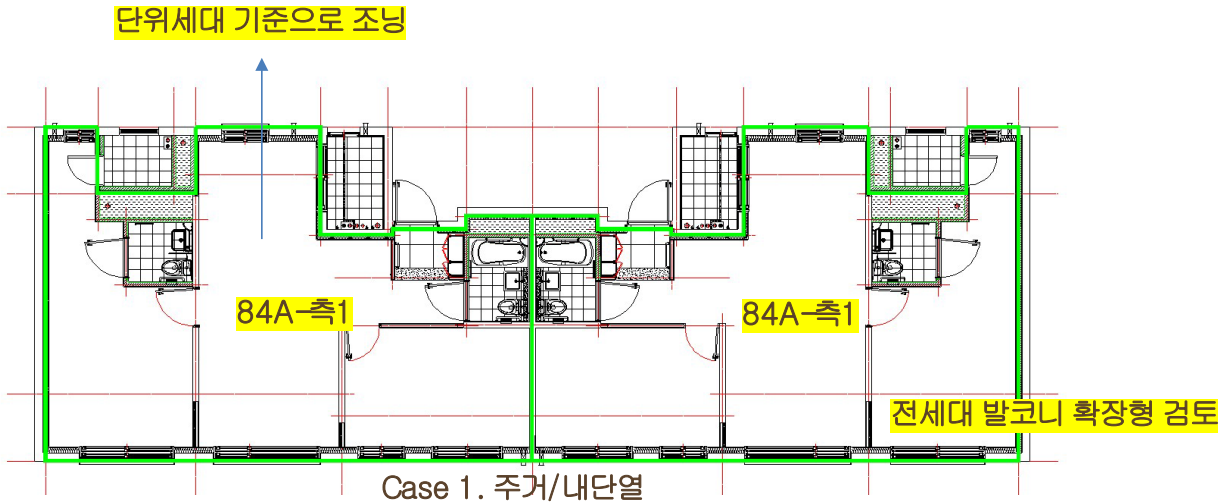
단열계획도

◎ 주거 조닝/외피전개도

● 2-1. 주거 조닝/외피라인

1. 조닝: 주거 (단위세대 기준)

-주거(예비인증): 발코니 확장형과 비확장형 세대가 혼재된 경우, 전세대 발코니 확장형으로 제출 검토

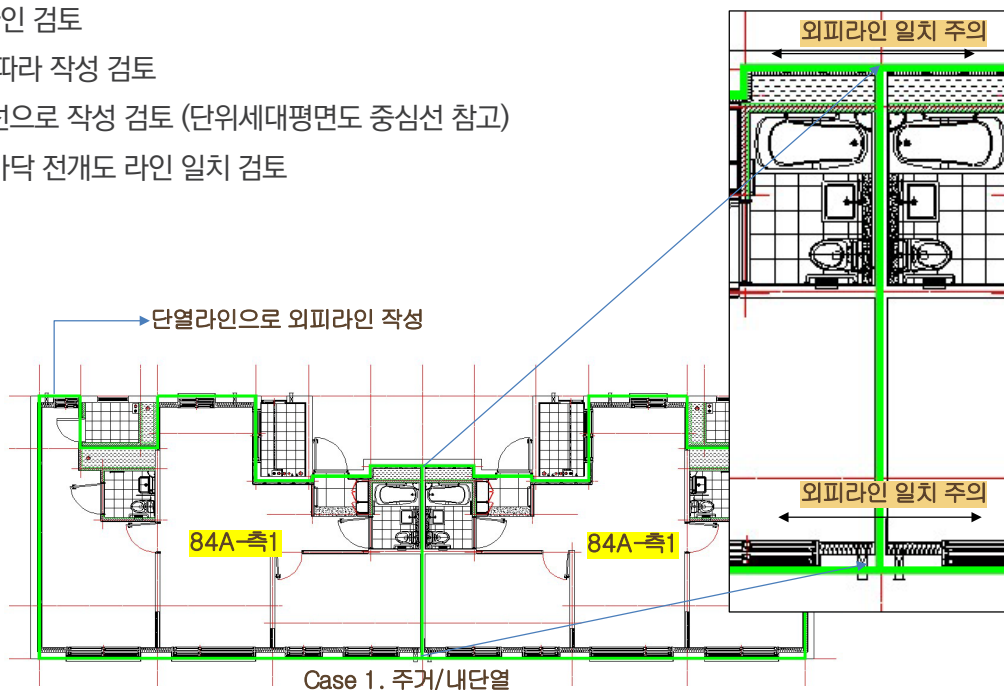


2. 벽체 외피 라인 검토

- 단열 라인에 따라 작성 검토

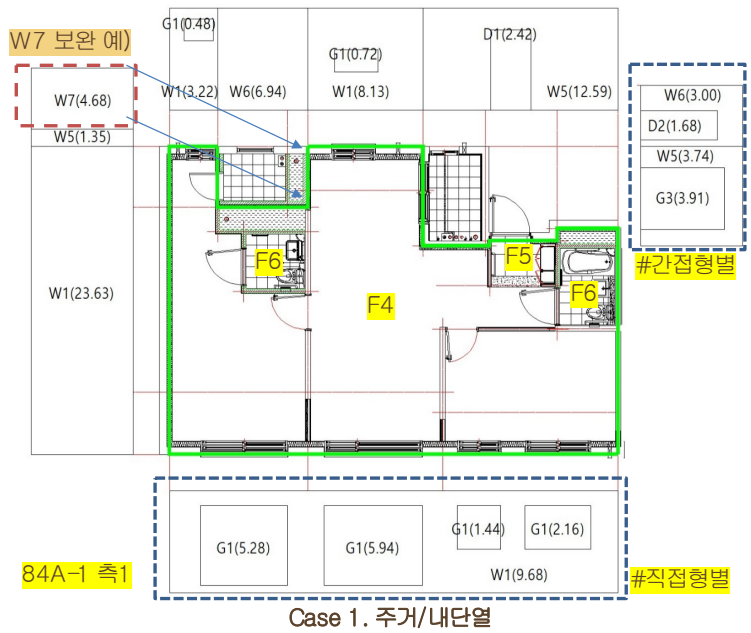
- 벽체의 중심선으로 작성 검토 (단위세대평면도 중심선 참고)

3. 외벽/지붕/바닥 전개도 라인 일치 검토



● 2-2. 주거 외피전개도

1. 조닝, 외피라인 검토
2. 형별 검토
3. 전개도 높이 검토: 단면도 층고 기준
4. 형별의 직/간접 구분 검토
5. 바닥난방도서 비교하여 바닥 형별 구분 검토
6. 8방위별 외벽 작성 검토
7. 면적 적합여부 검토
- 벽/지붕/바닥: 각 작성부위 CAD 구적 검토
- 창호: 창호도/일람표와 크기 비교



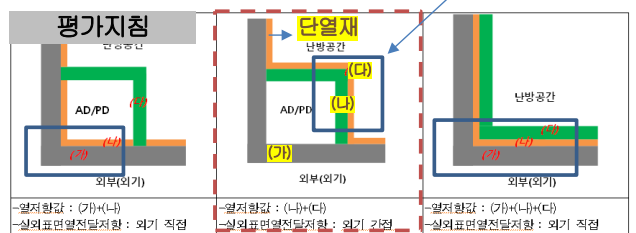
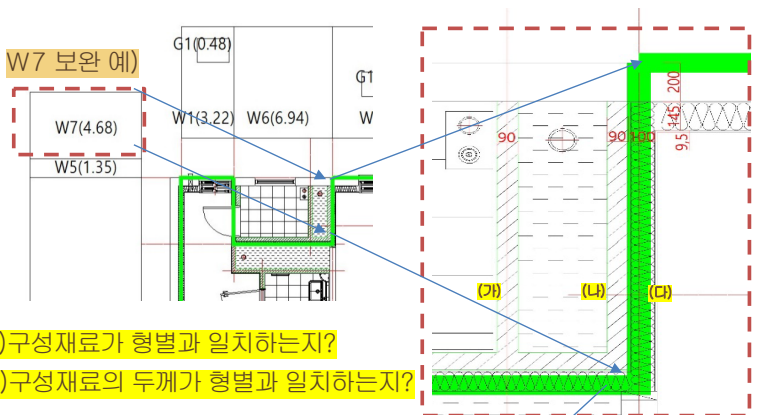
● 2-3. 형별 보완 사례

(1) (2)

내 부	재 료 명	두께 (mm)	열전도율 (w/m·k)	열관류계수 (㎡·h/k)
1	외 부 표 면	-	-	0.110
2	시멘트모르타르	15	1.400	0.011
3	0.5중 시멘트벽돌	90	0.600	0.150
4	0.5중 시멘트벽돌	90	0.600	0.150
5	경질폴리우레탄 1층3호	100	0.025	4.000
6	석 고 보 드	9.5	0.180	0.053
7	지평벽지(비닐계)	-	-	-
8	내 부 표 면	-	-	0.110
합 계				4.584
객용 열관류율 (w/㎡·k)				0.218
기준 열관류율 (w/㎡·k)				정환형: 0.240 / 에너지: 0.240

내 부	재 료 명	두께 (mm)	열전도율 (w/m·k)	열관류계수 (㎡·h/k)
1	외 부 표 면	-	-	0.110
2	시멘트모르타르	15	-	-
3	0.5중 시멘트벽돌	90	-	-
4	0.5중 시멘트벽돌	90	0.600	0.150
5	경질폴리우레탄 1층3호	100	0.025	4.000
6	석 고 보 드	9.5	0.180	0.053
7	지평벽지(비닐계)	-	-	-
8	내 부 표 면	-	-	0.110
합 계				4.463
객용 열관류율 (w/㎡·k)				0.225
기준 열관류율 (w/㎡·k)				정환형: 0.240 / 에너지: 0.240

#보완 예) 단열라인 외 재료(가)는 열관류율 계산에 불인정함



<표 3-1 단열재 설치 위치에 따른 열관류율 계산방법>

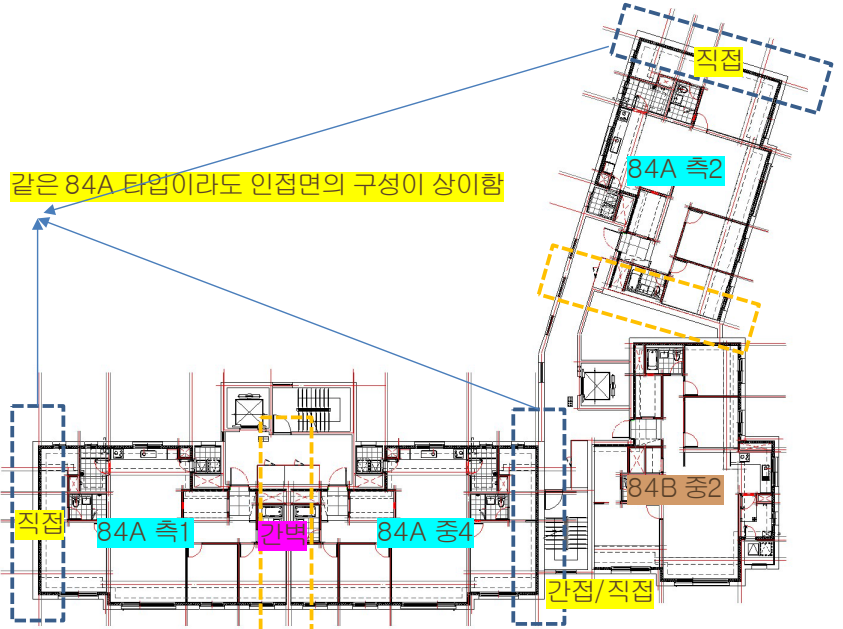
출처(건축물 에너지효율등급 세부평가지침)

● 2-4. 이형전개도 검토

- 이형 전개도 검토 : 배치도, 동평면도, 세대분류표 확인
- 1타입 기준으로 생기는 이형 타입을 각 확인 (ex. 84A-1 측1, 84A-1 중1..)
- 이형 전개도 적합여부 검토

21F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
20F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
19F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
18F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
17F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
16F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
15F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
14F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
13F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
12F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
11F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
10F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
9F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
8F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
7F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
6F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
5F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
4F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
3F	84A 측1	84A 중4	84B 중2	84A 측2
2F				
1F				
방위(거실기준)	남	남	남	남동

세대분류표

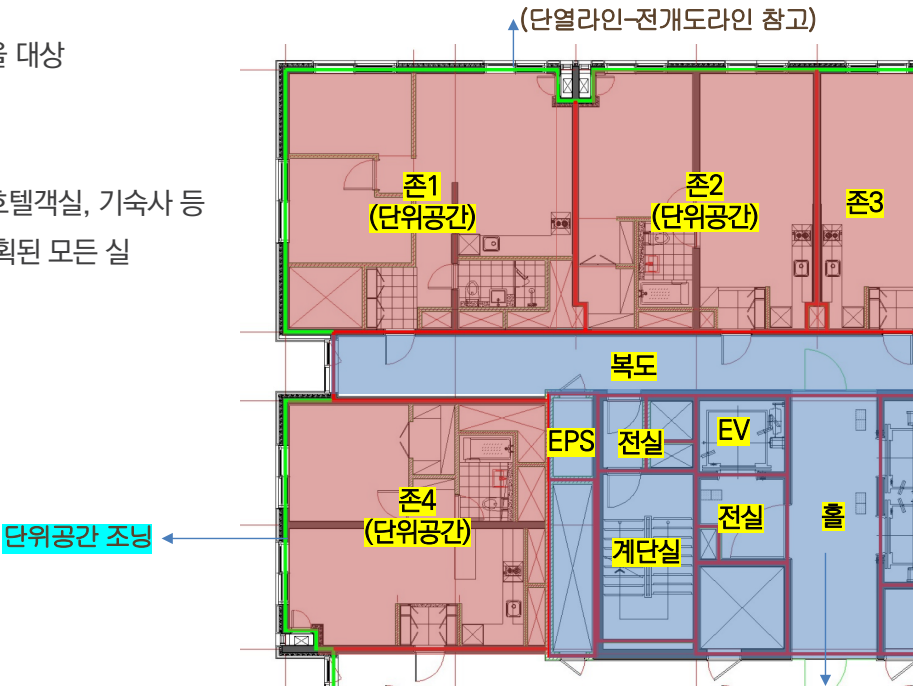


동평면도

◎ 비주거 조닝/외피전개도

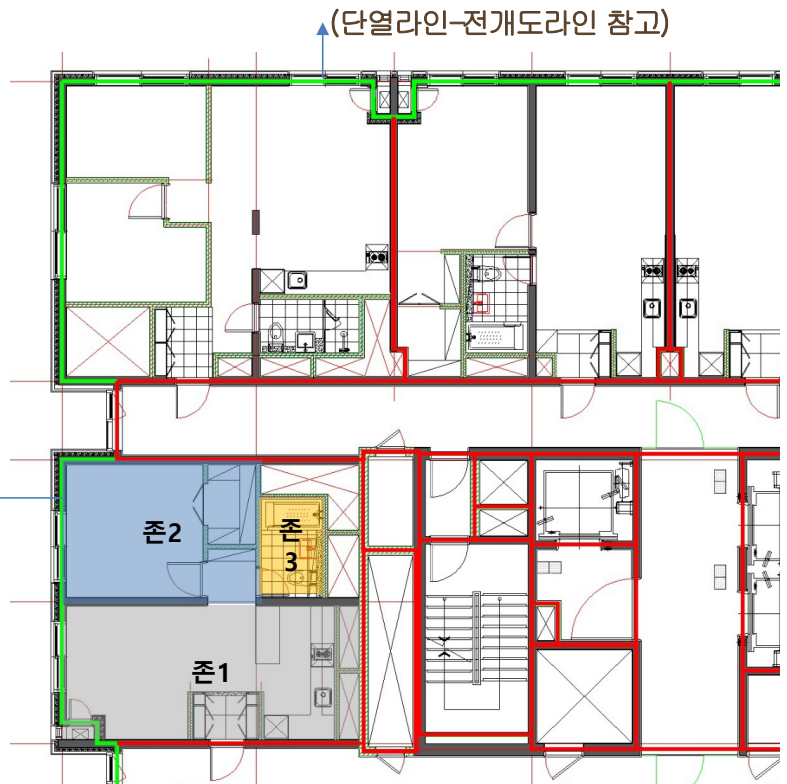
● 3-1. 비주거 조닝/외피라인

1. 조닝 : 외단열라인 내 모든 공간을 대상
단위공간 VS 실별 구획 검토
 - (단위공간) 주거용 : 단위세대
 - (단위공간) 비주거용 : 오피스텔, 호텔객실, 기숙사 등
 - (실별) 비주거용 : 그 외 벽체로 구획된 모든 실



Case 2. 비주거/외단열 실별 조닝

#보완 예) 오피스텔 존
 각 실별로 조닝 (거실, 방, 화장실..)
 =>단위공간으로 조닝 변경 요청

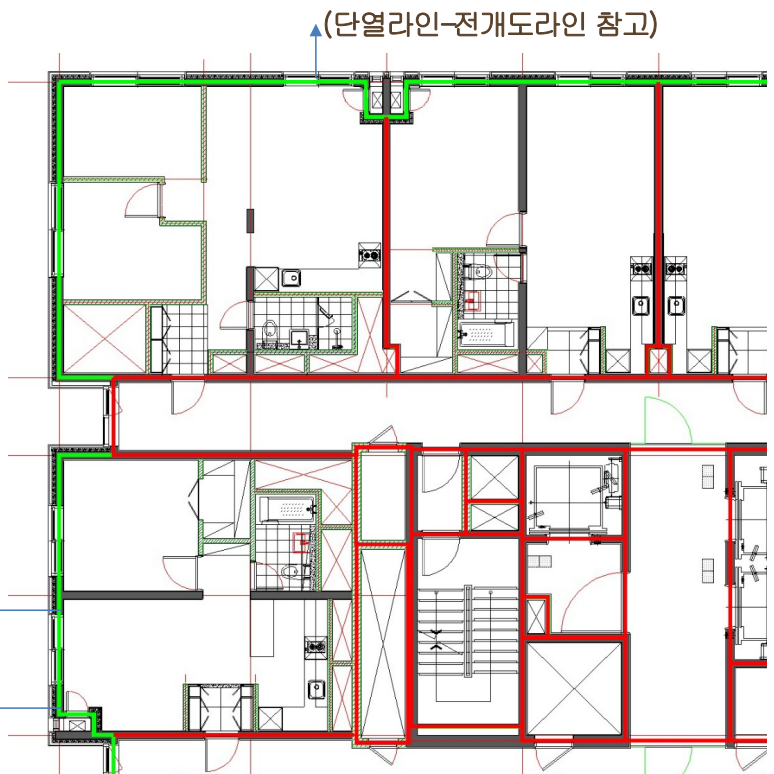


Case 2. 비주거/외단열

2. 벽체 외피 라인 검토
 - 외단열 라인으로 작성
 - 벽체의 중심선에 작성되었는지 검토
3. 외벽/지붕/바닥 전개도 라인 일치 검토

외피라인: 외단열 라인, 벽체의 중심선

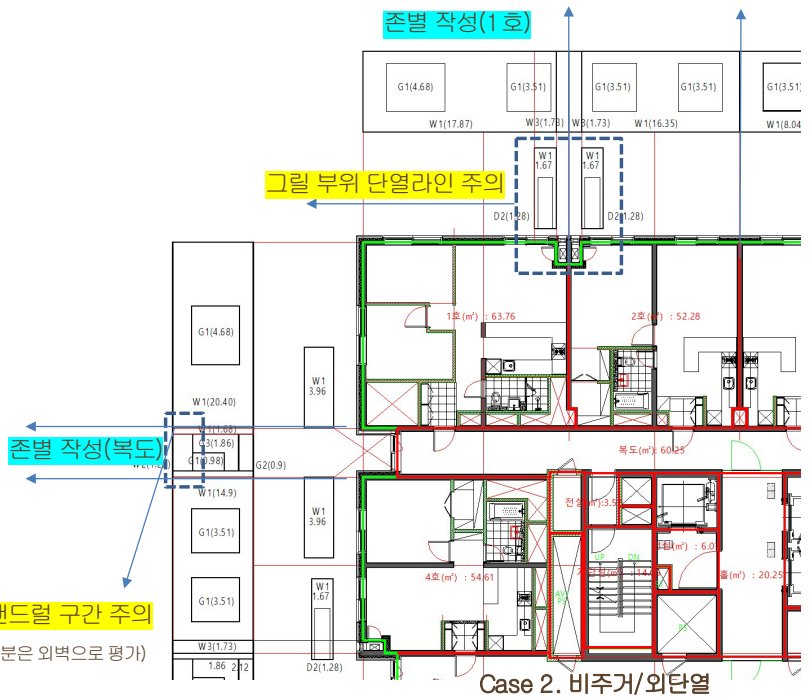
외벽/지붕/바닥 라인 일치



Case 2. 비주거/외단열

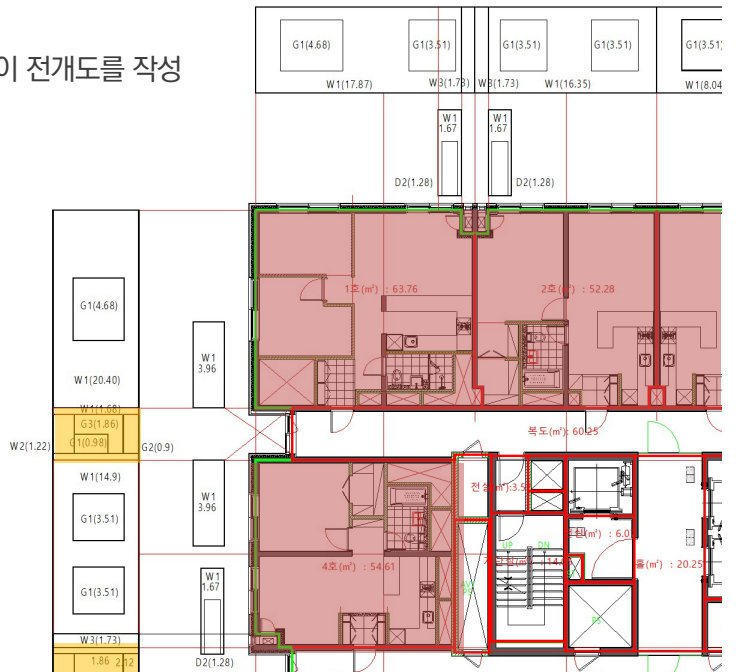
3-2. 비주거 외피전개도

1. 조닝, 외피라인 검토
2. 구성 형별 검토
3. 조닝별 전개도 작성 검토
4. 전개도 높이 검토: 단면도 층고 기준
5. 직/간접 구분 검토
6. 바닥난방도서 비교하여 형별 구분 검토
7. 8방위별 작성 검토 검토
8. 면적 적합여부 검토



- 주거/외단열의 경우

존 구획 하지 않는 복도 등도 외단열라인으로 누락없이 전개도를 작성



◎ 조명밀도계산서

● 4-1. 조명밀도계산서_주거

1. 조명밀도계산서 범위: 건축개요의 세대 타입별
2. 조명밀도계산서 바닥면적: 전용면적
3. 조명밀도계산서 등기구: 단열라인 내 등기구만 해당

건축개요

* 세대별 면적개요

구분	세대수	전용면적
74A	100	74.99
74B	100	74.62
84A	100	84.83
84B	100	84.71
합계	400	80,656.63

단열라인

조명밀도계산서

구분	세대수	전용면적 (W)	형별	조명기구 TYPE & 수량										전체 조명설비 전력량 [W]	조명밀도 [W/m²] (발코니 조명 전력량 제외)		
				거실	침실/알파룸	주방등	주방보조등(나트등)	드레스룸	욕실	거실통로등	현관	현관홀/현관벽					
74A	100	74.99	전용면적 세대수	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	26000[W]	3.20[W/m²]
74B	100	74.62	전용면적 세대수	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	26000[W]	3.22[W/m²]
84A	100	84.83	전용면적 세대수	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	26000[W]	2.83[W/m²]
84B	100	84.71	전용면적 세대수	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	26000[W]	2.83[W/m²]
합계	400																

#보완 예) 바닥 면적은 전용면적으로 기재

#보완 예) 단열라인 외의 등기구(ex. 실외기실)는 조명밀도계산서에 작성 제외

4. 전등 심벌 / 소비전력 일치 : 전등설비평면도 / 조명기구상세도 / 조명밀도계산서

단위세대 전등설비평면도

조명기구상세도

심벌일치

조명 스펙일치

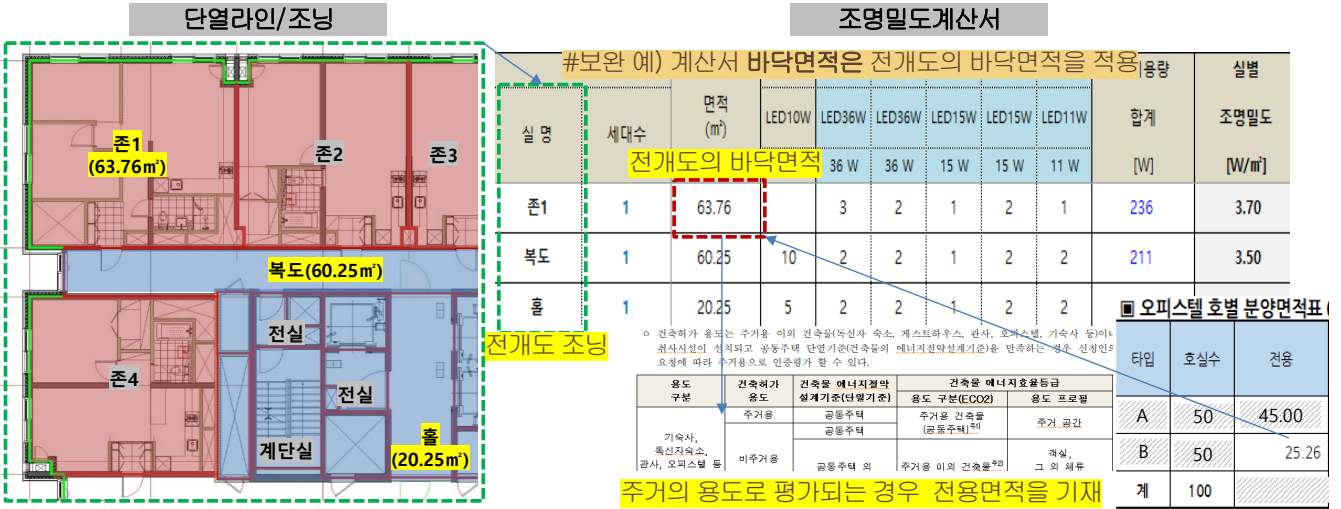
구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분	구분							
거실	200-GES-50A	LED 50W	침실	200-CHL-30A	LED 30W	주방등	200-JBL(U)-20A	LED 20W	주방보조등(나트등)	200-B(D)-08A	LED 8W	드레스룸	200-TRO(D)-08A	LED 8W	욕실	200-H(W)-20A	LED 20W	거실통로등	200-TRO(D)-08A	LED 8W	현관	200-H(B)(S)-10A	LED 10W	현관홀/현관벽	200-G(R)(S)-08A	LED 8W

조명밀도계산서

구분	세대수	전용면적 (W)	형별	조명기구 TYPE & 수량										전체 조명설비 전력량 [W]	조명밀도 [W/m²] (발코니 조명 전력량 제외)													
				거실	침실/알파룸	주방등	주방보조등(나트등)	드레스룸	욕실	거실통로등	현관	현관홀/현관벽																
74A	100	74.99	전용면적 세대수	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26000[W]	3.20[W/m²]

● 4-2. 조명밀도계산서_비주거

1. 조명밀도계산서 범위: 외피전개도 조닝 동일
2. 도서간 정보 일치 검토: 조명기구상세도/전등설비평면도의 심벌 및 소비전력
3. 조명밀도계산서 검토: 단열라인 내 등기구 소비전력, 수량 등 일치 검토, 면적(외피전개도 조닝 기준 면적)



◎ 참고서적 및 사이트

1. (사례 참고) 건축물에너지효율등급인증시스템 <https://beec.energy.or.kr/BB>
2. (사례 참고) 제로에너지건축물 인증시스템 <https://min24.energy.or.kr/nzeb/BB>
3. (사례 참고) 제로에너지건축물 통합인증시스템 <https://zeb.energy.or.kr/BB/>
4. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침
5. 법제처_주택건설기준 등에 관한 규정

2 기계, 건축물에너지관리시스템

◎ 공통확인사항

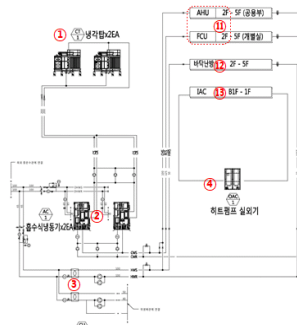
● 1-1. 장비일람표 검토

1. 기기의 종류(EHP, GHP, 냉동기, ...), 메인 열원(전기, 가스, ...) 파악
2. 열원 생산기기(실외기, ...), 공급기기(실내기, ...) 파악
3. 평가에 필요한 값, 단위 등 확인: 용량, 소비전력, 가스소비량, 풍량, 온도, 제어방식 등

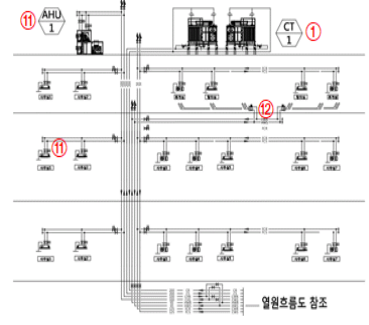
장비번호	분류	모델명	수량 (대)	냉방용량		난방용량		정격운전전류 (A)		전원 (상, 선식, V, Hz)	소비전력 (kW)		정격운전전류 (A)	
				정격		정격		정격			냉방(정격)	난방(정격)	냉방	난방
				(kW)	(Kcal/h)	(kW)	(Kcal/h)	(kW)	(Kcal/h)					
OAC - 1	Multi-V 냉난방	RPUW221X9H	2	64.0	55,040	72.0	55,040	58.5	50,310	3, 4, 380, 60	21.0	25.2	36.0	31.3

● 1-2. 계통도면 검토

1. 열원흐름도
 2. 냉난방배관/공조배관/공조덕트 계통도 및 평면도
 3. 급탕/위생 배관계통도 및 평면도
 4. 환기덕트계통도 및 평면도
 5. 성적서 및 기계계산서
- > 계통 파악, 도시간 정보 일치 여부 확인



에너지흐름도



공조배관계통도

◎ 전기열원

● 2-1. 환기시스템_급배기팬,전열교환기

- 평가 필요사항 도서검토 (수량, 풍량, 팬동력, 압력손실(정압), 전열교환기 열교환효율..)
- 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 관련 : 전력량계 (분전반 결선도, MCC결선도)

장비일람표

전열교환기																	
장비번호	명칭	합계 (대)	전원 (PH x V x HZ)	소비전력 (W)			운전전류 (A)			풍량 (CMH)			기외장압 (Pa)		유요전열교환율 (%)		
				특강	강	약	특강	강	약	특강	강	약	특강	강	약	냉방	난방
ERV - 800	전열교환 환기장치	6	1φ, 220V, 60Hz	375	267	124	2.37	1.73	1.15	800	800	660	150	50	20	69	76

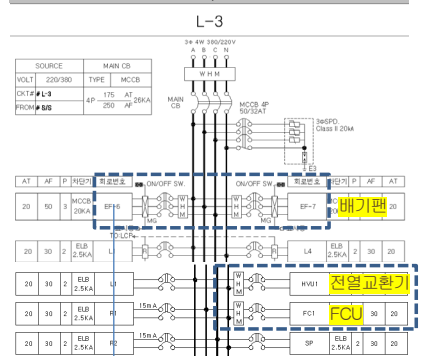
기호	형식	용도	설치 위치	수량 (EA)	풍량 (m³/min)	정압 (Pa)	모터 (kW)	전원 (Ph / V / Hz)	크기 (mm)	비고
EF 3	SIROCCO	1-3층 서위실 배기	옥탑층	1	1,320	250	0.75	3 / 380 / 60	#2.0 S.S	기타 표준부속품 일체구비
EF 4	SIROCCO	1-3층 화장실 배기	옥탑층	1	4,290	250	1.5	3 / 380 / 60	#2.5 S.S	기타 표준부속품 일체구비

#보완 예) 단위표기 누락

#보완 예) 환기덕트평면도와 장비의 수량이 불일치함

#보완 예) 환기덕트평면도와 장비명 불일치함

분전반결선도/MCC결선도



#보완 예) 분전반에 기재된 배기팬 장비명을 장비일람표와 동일하게 기재 요청

2-1. 환기시스템_공기조화기

- 평가 필요사항 도서검토 (수량, 급배기팬 풍량/정압/동력, 냉온수코일 온도, 기습유형, 변풍량 제어 등)

장비일람표

장비번호	수량	급기팬							냉수코일				전열교환기	비고	
		형식	풍량	정압	규격	동력	인버터	효율	입구공기	출구공기	용량	유량			
AHU-1	1	SIROCCO	27,096	115	0630	15*1	○	78	28.2	21.3	14.2	12.0	214,800	716	가습, 리턴공기 혼합 전열교환*
		SIROCCO	18,498	59	0560	7.5*1	○	74	9.4	-	21.1	-	136,600	152	

기계계산서

1. AIR VOLUME CALCULATION
 Supply Air Volume : 21,700 m³/h
 Outdoor Air Volume : 4,230 m³/h
 Exhaust Air Volume : 4,230 m³/h

2. COILING / HEATING COIL & HUMIDIFIER CAPACITY
 냉방용량 : 0.334 × 21700 m³/h × (26.65 - 21.5) kJ/kg × 1.1 = 136,322 W
 가습용량 : 0.335 × 21700 m³/h × (23.1 - 13.7) °C × 1.2 = 3,180 W

3. PSYCHROMETRIC CHART / SYSTEM DIAGRAM
 리턴공기 혼합 경로, 풍량검토
 가습유형
 리턴공기 혼합 경로

4. POWER CALCULATION
 Ps = 21700 m³/h × 971 Pa
 × (3600 × 1000 × 0.75) × 1.15 = 8.98
 Pr = 17490 m³/h × 349 Pa
 × (3600 × 1000 × 0.64) × 1.15 = 3.14

5. ENTERING/LEAVING AIR STATUS
 (A) Supply Fan
 Type : AirFoil
 Model : DS# 3.7
 Air Vol. : 21700 m³/h × 1
 Static P : 971 Pa
 Motor : 11 kW

6. COILING AIR
 Air Vol. : 21700 m³/h × 1
 Static P : 346 Pa
 Motor : 3.7 kW × 1

7. HEATING AIR
 Air Vol. : 21700 m³/h × 1
 Static P : 346 Pa
 Motor : 3.7 kW × 1

8. WINDING AIR CONDITION
 (A) Cooling Coil Part
 Air Vol. : 21700 m³/h × 1
 Inlet DB : 26.65 °C
 Inlet WB : 18.5 °C
 Outlet DB : 21.5 °C
 Outlet WB : 14.2 °C
 SA Temp : 20.5 °C
 LA Temp : 19.5 °C

(B) Heating Coil Part
 Air Vol. : 21700 m³/h × 1
 Inlet DB : 13.7 °C
 Inlet WB : 10.5 °C
 Outlet DB : 21.3 °C
 Outlet WB : 14.2 °C
 SA Temp : 20.5 °C
 LA Temp : 19.5 °C

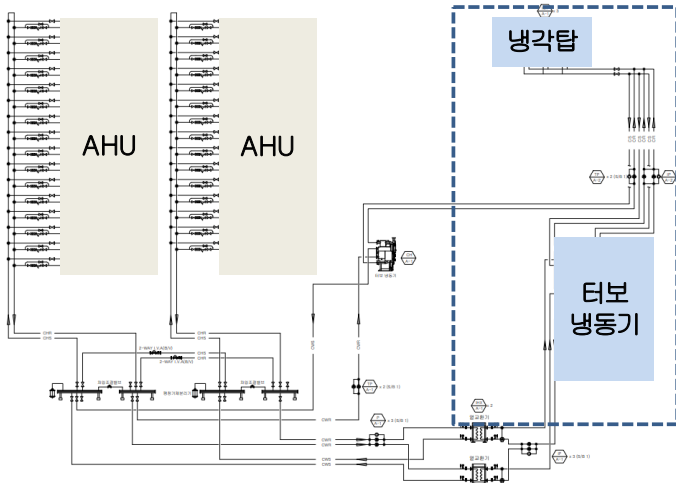
- 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 관련:

냉온수코일 공급열원: 냉난방 용도 계측 / 그외 공조기 관련: 환기 용도 계측

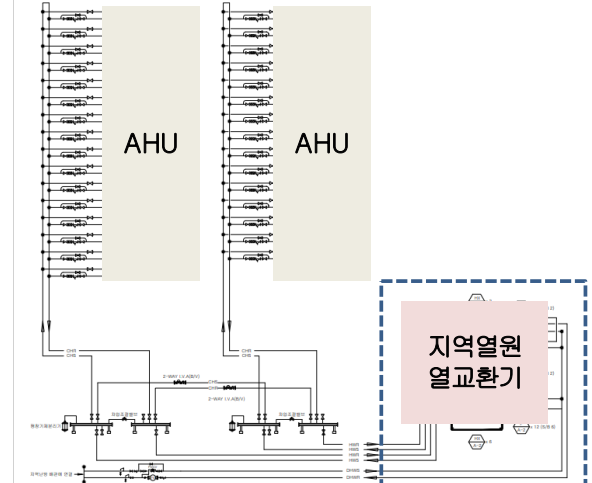
공조기: 환기 용도

냉방코일 공급열원: 냉방 용도

난방코일 공급열원: 난방 용도



냉열원흐름도



온열원흐름도

● 2-2. 전기히트펌프

1. 장비일람표 (실외기):

냉난방 정격 용량, 정격 소비전력, -15℃(혹한기) 난방용량, 정격소비전력, 단위표기, 수량, 제어

장비일람표				냉방능력		난방능력		전 원 (상, 선식, V, Hz)	냉난방 효 율 (EERa)	소 비 효 율 등 급	소비전력		
장비번호	분 류	모 델 명	수 량 (대)	정격 (W)	정격 (W)	-15℃ (W)	통합냉방 (kW)				통합난방 (kW)	-15℃ (kW)	
OAC-1			2	64,000	72,000	58,500	3, 4, 380, 60	5.70	2	5.3	25.2	32.0	

▣ 시스템 에어컨 실외기 (EHP, OAC, PAC, SAC 등)

장비번호	분 류	모 델 명	수 량 (대)	냉방용량		난방용량		전 원 (상, 선식, V, Hz)	소비전력 (kW)		정격운전전류 (A)		
				(kW)	(Kcal/h)	(kW)	(Kcal/h)		냉방(정격)	난방(정격)	냉 방	난 방	
OAC - 1	Multi-V 냉난방		2	64.0	55,040	72.0	55,040	58.5	50,310	21.0	25.2	36.0	31.3

#보완 예) 용량은 정격값으로 기재

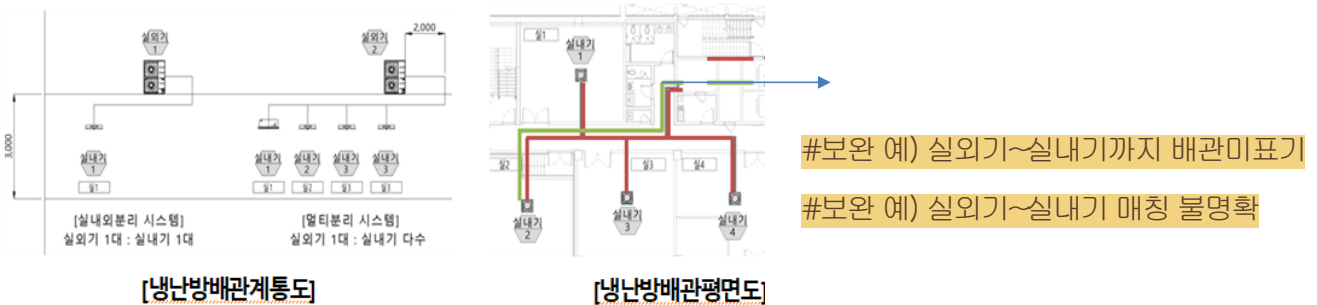
#보완 예) 소비전력 정격값으로 기재

#보완 예) 냉난방배관평면도 비교 실외기명/장비수량 상이, 단위 표기 누락

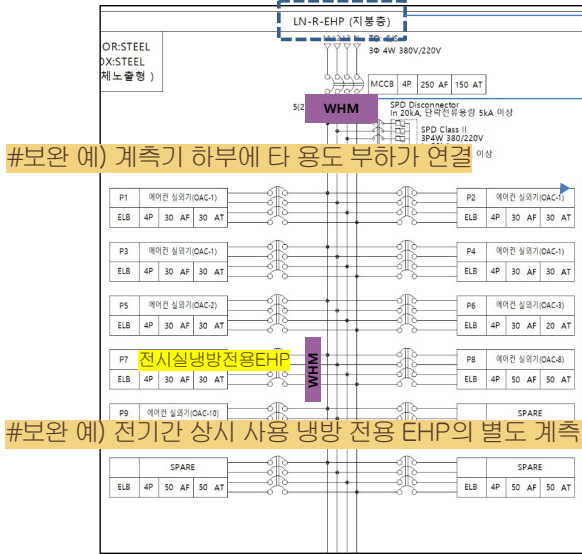
2. 장비일람표(실내기): 송풍기 동력, 단위표기, 수량

장비일람표		냉방용량		난방용량		송풍기		기외정보		
장비번호	수량(대)	형식	냉방용량	난방용량	형식	용량	전동기 출력(W)			
O16 관1 14	4	무중 1Way 카세트	1.60	1,380	1.80	1,550	Crossflow Fan	4,800/4,300/4,100	27.0	#보완 예) 송풍기동력 정보 미표기
O20 관1 14	1	무중 1Way 카세트	2.00	1,720	2.30	1,980	Crossflow Fan	5,100/4,600/4,300	27.0	

3. 냉난방배관계통도/ 냉난방배관평면도: 계통연결, 장비명, 장비수량 일치, 배관표기 검토



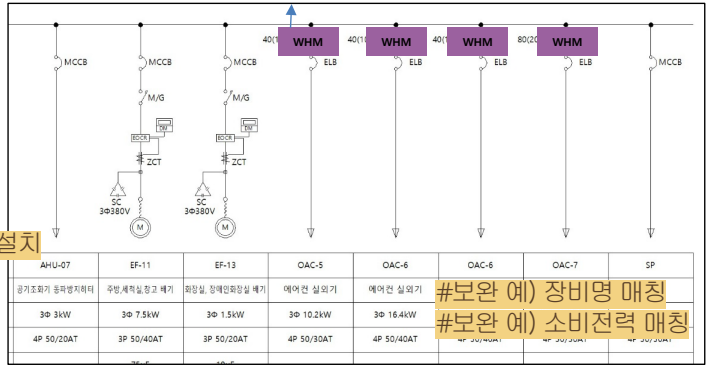
4. 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 관련 : 전력량계 (분전반 결선도, MCC결선도)



분전반결선도

전력간선설비평면도: 분전함 확인
 동력간선설비평면도 : 장비의 연결 경로 상세 확인

- 1) 계측기 1대에 여러 대의 실외기를 계측하는 경우
 - 2) 장비 1대당 각각의 계측기를 설치하는 경우
- 주의) 장비일람표 비교하여 계측에 누락된 장비가 없는지?



MCC결선도

가스열원

3-1. 가스히트펌프

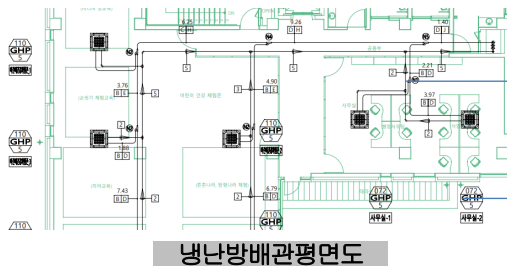
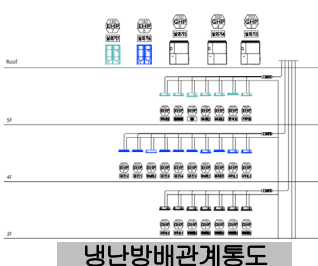
1. 장비일람표(실외기) : 냉난방 정격 용량, 정격 소비전력/가스소비량, -15°C(혹한기) 난방용량 및 정격소비전력/가스소비량, 단위표기, 수량

GHP용-실외기												
장비번호	수량 (대)	형식	냉방용량		난방용량		소비전력(kW)		가스소비량(kW)		차단기(A) ELCB	비고
			(kW)	(kcal/h)	(kW)	(kcal/h)	냉방	난방	냉방	난방		
250 GHP	2	GHP 표준형	71.00	61,050	80.00	68,790	1.19	0.74	46.0	47.6	20.0	기타 표준 부속품 일치구비 동종품 고효율에너지기자재 인증제품 실외기 연료 LNG
300 GHP	1	GHP 표준형	85.00	73,090	95.00	81,690	1.49	1.12	59.9	59.4	20.0	기타 표준 부속품 일치구비 동종품 고효율에너지기자재 인증제품 실외기 연료 LNG

#보완 예) 사용연료(LNG or LPG 등)의 종류 기재 (가스공급열원 공통적으로 확인 필요)

2. 장비일람표(실내기) : 송풍기 동력, 단위표기, 수량

3. 냉난방배관계통도/ 냉난방배관평면도: 계통연결, 장비명, 장비수량 일치여부 검토

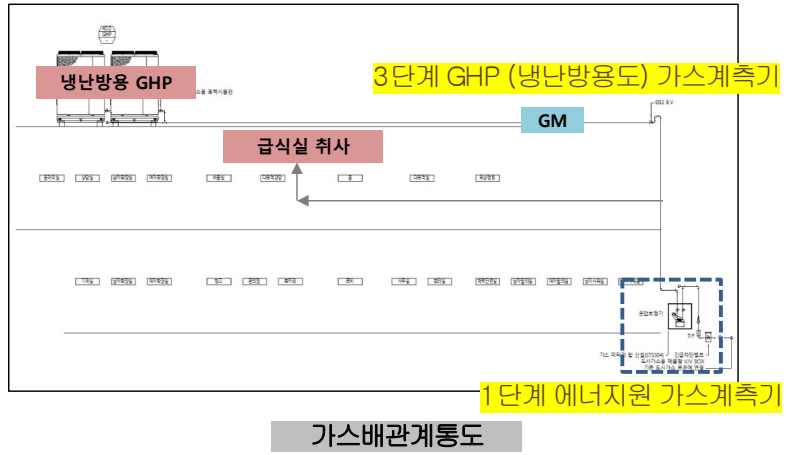
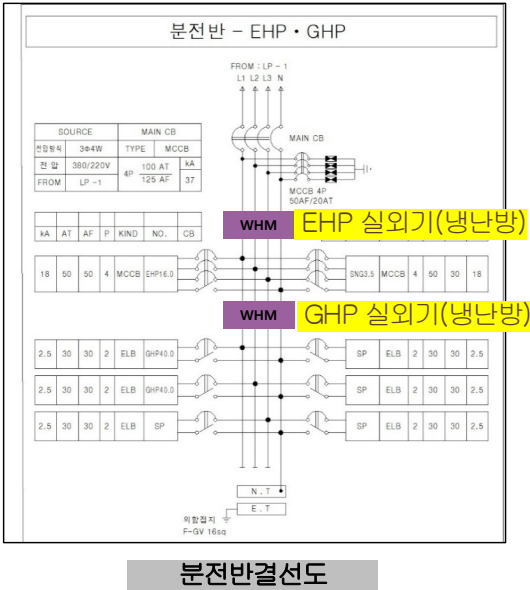


배관 표기 여부(배관길이산정)

실외기/실내기 장비명 및 연결 매칭 가능 여부

4. 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 관련:

전력량계 (분전반 결선도, MCC결선도), 가스량계 (가스배관계통도/평면도)



-1 단계 에너지원: 전체 공급 단 가스계측기

-3 단계 용도: GHP(냉난방용도) 가스계측기

● 3-2. 가스보일러

1. 장비일람표:

보일러: 개별식VS중앙식, 용도(전용VS 겸용), 용량, 가스소비량, 가스 종류, 단위, 수량 / 펌프: 동력, 수량

2. 난방배관계통/평면도, 위생배관계통/평면도: 계통연결, 장비명, 장비수량 일치여부 검토

장비일람표

#보완 예) 용량은 콘덴싱 용량이 아닌 전부하용량 값을 기재

병렬 제어식 가스보일러 시스템														
장비 번호	수량	형식	용도	용량 kW(kcal/hr)	열교환기 재질	가스버너		사용압력		접속구경		가스 재질		
						가스소비량 kW(kcal/h)	가스압력 kgf/cm ²	최고 kgf/cm ²	최저 kgf/cm ²	난방 mm	급탕 mm			
B-01	3	캐스케이드	급탕 전용	55.8(48,000)	STS430	LNG	58.1(50,000)	0.02	10.5	0.3	-	20	20	PVC VG1

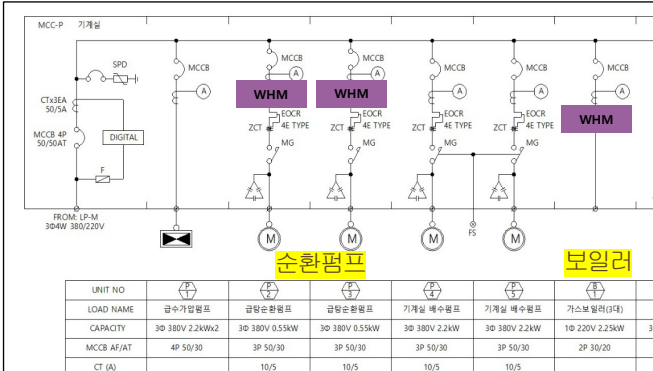
● 주 기 에너지 소비효율 1등급 제품, LNG_PVC연도_FF방식 기준, 병렬제어식 가스보일러 시스템, 순차 및 교번제어, 대수제어 가능, 연류방지댐퍼 내장형, 2차측 순환펌프 및 평창탱크 적용(별도 선 콘덴싱보일러 여부 기재)

펌프

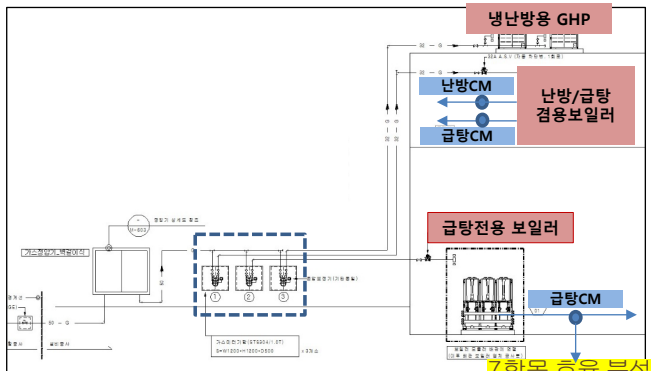
장비 번호	수량	명칭	형식	용도	유량 LPM	양정 m	효율		전동기 kW	관경(mm) 출입(mm)토출(mm)	설치위치	
							A %	B %				
P-01	1SET	급수 가압펌프	부스터펌프(2-PUMP)	정충 급수 보급용	200 x 2	26	69.4	69.4	2.2x2	3-380-60	65 65	1층 기계실
P-02	2	급탕 순환펌프	라인형	B-01 급탕 순환용	21	11	-	-	0.55	3-380-60	32 32	1층 기계실

3. 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 관련:

- 전력량계 (분전반 결선도, MCC결선도) : 보일러 장비, 펌프
- 가스량계 (가스배관계통도/평면도)
- 열량계 (가스배관계통도/기계실배관평면도) : 용도분리, 효율분석



MCC결선도



가스배관계통도

- 주의) 가스가 서로 다른 용도로 공급될 때에는 각 용도에 맞추어 계량기를 각각 설치
 - 가스가 용도 겸용장비를 거쳐 2차측에서 공급 용도가 구분될 때 2차측 각 열량계 비율로 평가용도의 가스공급량을 계산함 (ex. 예시도면: 해당장비 난방 용도만 신청할 경우에도 난방, 급탕에 열량계 모두 설치 필요)

3-3. 흡수식냉온수기/냉동기

- 냉동기방식: 압축식 (EHP, GHP, 터보냉동기 등) 흡수식: 열생산방식, 열원 확인 (직화식 or 지역난방, 증기보일러 등 외부 열원이용)

1. 장비일람표:

정격 냉방 및 난방 용량, 급환수 온도(냉수, 온수, 냉각수), 연료 종류(LNG, LPG) 및 가스소비량, 단위 확인

■ 냉각탑일체형 흡수식냉온수기 (직화식 흡수식 냉온수기)

장비번호	수량	용도	용량		냉수계		온수계		냉각수		가스사용량	
			냉방	난방	입구온도	출구온도	입구온도	출구온도	입구온도	출구온도	냉방	난방
			usRT(kW)	kcal/h	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Nm ³ /h	Nm ³ /h
CH-01	2	냉난방용 (판매시설용)	320(1,125)	849,000	7	12	60	55.5	32	37	68.4	93.2

#보완 예) 사용연료(LNG or LPG 등)의 종류, 단위 기재

기호	용도	설치위치	수량 (대)	유량 (LPM)	양정 (m)	모터 (kW)	효율	비상전원
2/2	냉·온수순환	지하3층 기계실	3	3,628	25	30	83.0 / 82.4	-

#보완 예) 기계계산서와 펌프동력 상이

2. 기계계산서:

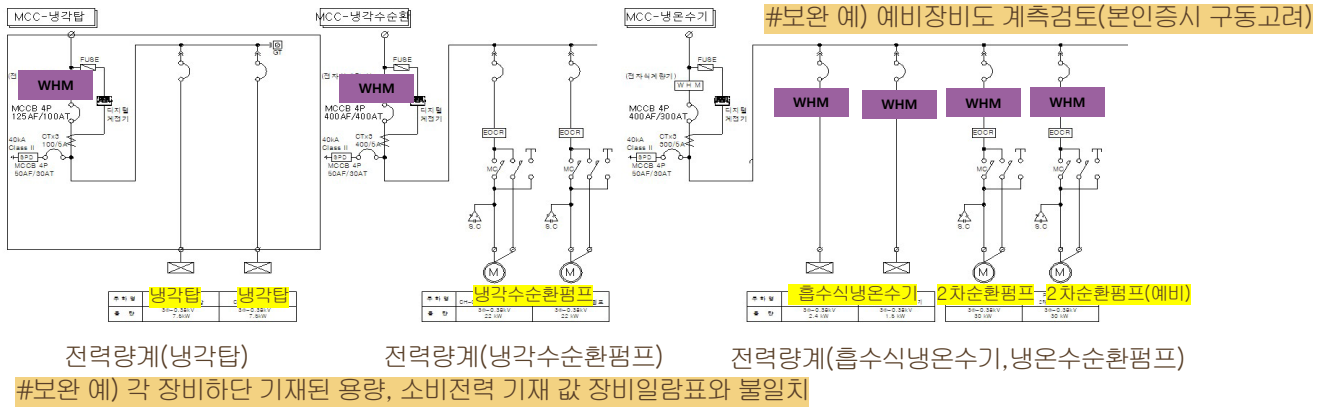
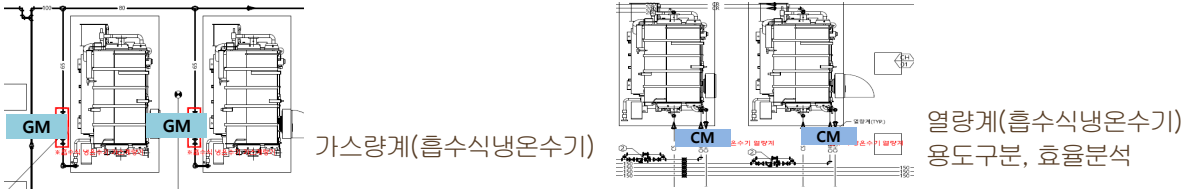
냉방 분배 정보(냉수, 냉각수펌프): 배관/냉온수기/냉각탑/실내공급기기 압력손실 및 저항, 펌프동력 등

3. 에너지흐름도, 냉난방배관계통/평면도, 공조배관계통/평면도등:

열원 공급 장비확인, 장비명, 장비수량 일치여부

4. 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기:

공급열원(가스량계, 지역난방열량계), 전력량계, 열량계(용도구분, 효율분석)



● 4-1. 지역난방

1. 장비일람표 : 용도(난방 급탕), 정격 용량, 2차측 입출구 온도, 펌프 동력, 단위, 제어 여부 확인

장비일람표

■ 열 교환기 (지역난방)

장비번호	수량	용도	설치위치	용량 [kcal/hr]	1차측 중 온수			2차측 중 온수		
					입구온도[°C]	출구온도[°C]	온도차[°C]	입구온도[°C]	출구온도[°C]	온도차[°C]
CHE-1	1 set	저층부 난방	기계실	1,130,000	115	50	65	45	60	15
		급탕 예열		280,000	55	35	20	15	35	20
		급탕 재열		280,000	75	55	20	35	55	20

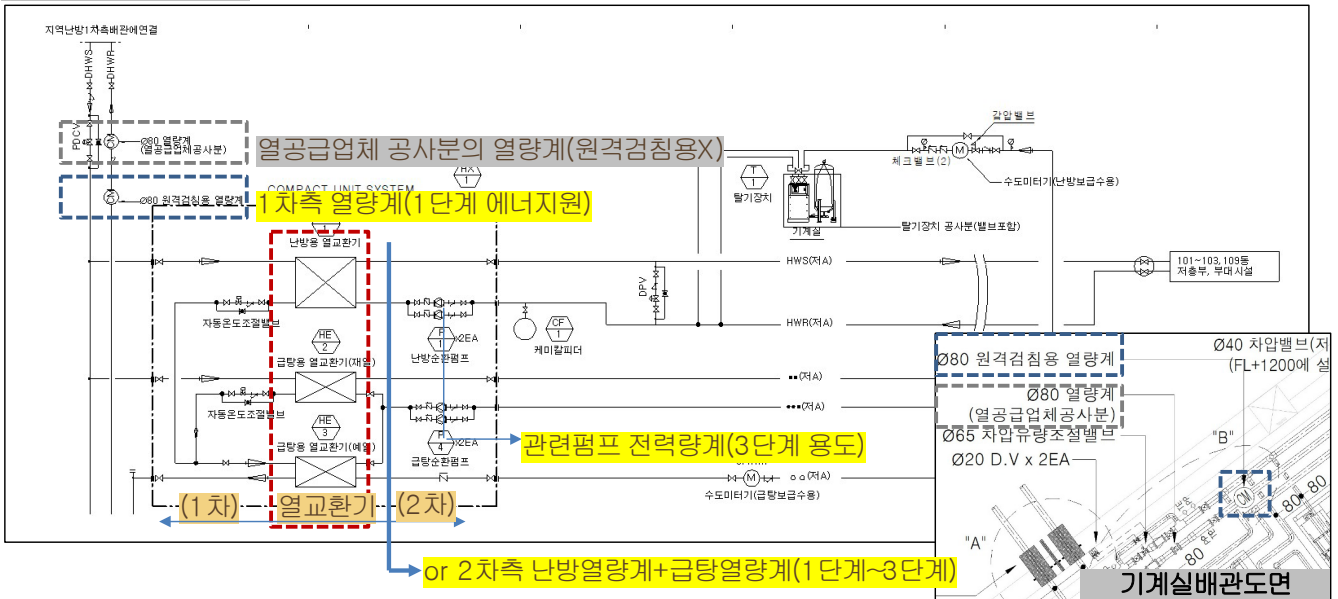
#보완 예) 단위 기재

장비 번호	수량 EA	유량 LPM	양정 M	전원 Ph/V/Hz	동력 kW	형식	효율(%)		비고
							A	B	
CP-1	2	1,470	20	3 / 380 / 60	7.5	UNE - PUMP	78.8	78.7	기타 표준부속품 일체 포함, 에너지절약제 제어장치(다주제어) 채택 교표용 에너지자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품
CP-2	2	160	10	3 / 380 / 60	1.5	UNE - PUMP	77.6	72.1	교표용전, 1대 예비, 기타 표준 부속품 일체 구비, 교표용 에너지자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품

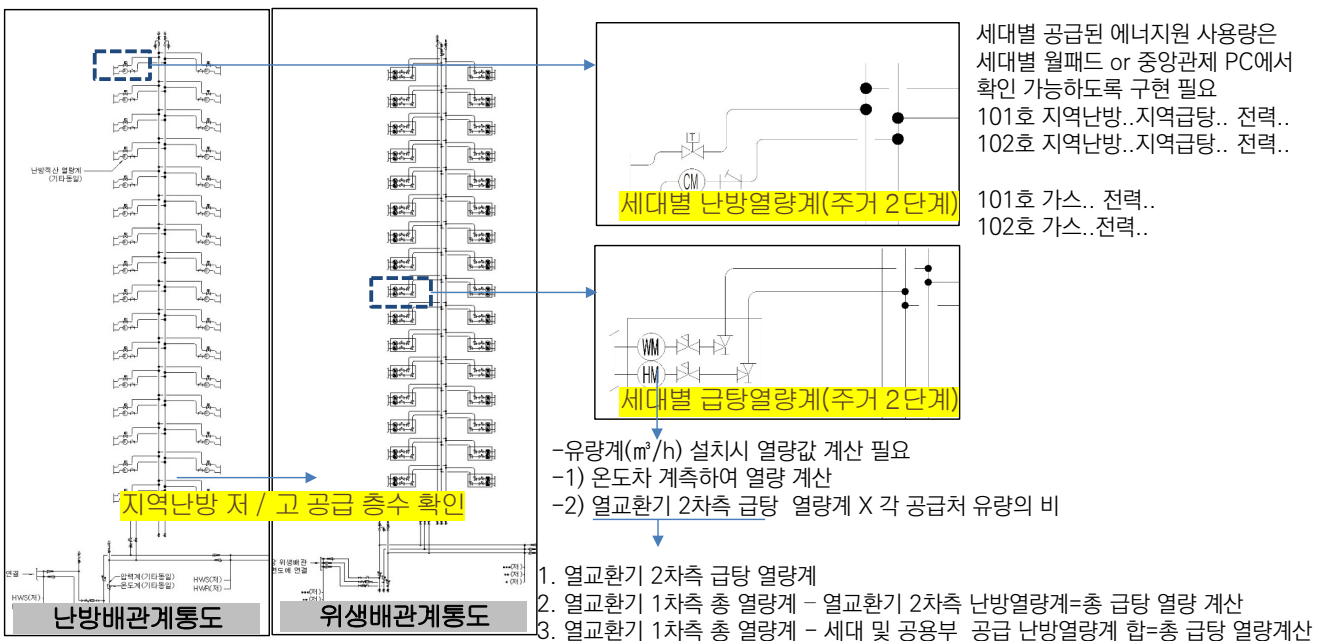
#보완 예) 펌프 수량 등이 계통도면과 일치여부

2. 열원흐름도, 기계실 배관평면도, 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기

에너지흐름도



3. 난방/위생 배관평면도, 배관계통도, 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기



5-1. 지열시스템

1. 장비일람표, 냉난방배관계통도/평면도 검토 : 계통 연결 확인, 실외기 및 실내기 등 장비명, 수량 등 확인

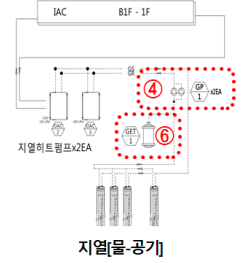
장비일람표

지열 히트 펌프

실외기 스팩

장비번호	분류	모델명	수량 (대)	정격냉방능력		정격난방능력		소비전력 (kW)		운전전류 (A)				
				(W)	(kcal/h)	(W)	(kcal/h)	냉방	난방	냉방	난방	냉방	난방	최대
OAC-2	냉난방 정환형	RGUW200C	1	52,100	44,806	54,900	47,214	11.9	-	14.6	-	18.9	23.1	32.0
OAC-3	냉난방 정환형	LRG-N5801C	1	69,300	59,598	75,200	64,672	13.4	-	15.6	-	23.8	25.1	28.5

(물-공기)



지열 펌프 (GEOTHERMAL PUMP)

1차측 펌프

지열팽창탱크 (GEOTHERMAL EXPANSION TANK)

팽창탱크

장비번호	수량	용도	동력 (kW)	전원 (PH/V/Hz)	비고	장비번호	수량	용도	용량 (Liters)
GP-1	2	지열수 순환용 (GHP-1)	5.5	3/380/60	1대 예비	GET-1	1	지열배관 팽창흡수용	200

장비일람표

지열 히트 펌프

실외기 스팩

장비번호	수량	형식	용량 (kW)		소비전력 (kW)		냉난수 입/출구 온도(°C)			
			냉방	난방	냉방	난방	냉방	난방	입구	출구
2	2	물-물	195.0	178.6	42.3	57.5	12.0	7.0	50.0	60.0

(물-물)

지열 순환 펌프

1차측 펌프

지열 팽창 탱크

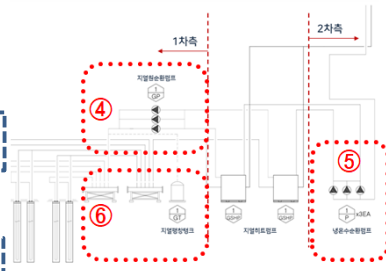
팽창탱크

장비번호	수량	용도	동력 (kW)	장비번호	수량	형식	용도	용량 (리터)
3	3	지열수 순환용	5.5	1	1	일괄식	지열 순환용	400

펌프류

2차측 펌프

장비번호	수량	용도	용량 (LPM)	동력 (kW)	전원 (0x V x Hz)	예비
3	3	냉난수 순환용	600	5.5	3 x 380 x 60	1



지열계통도

지열계통도

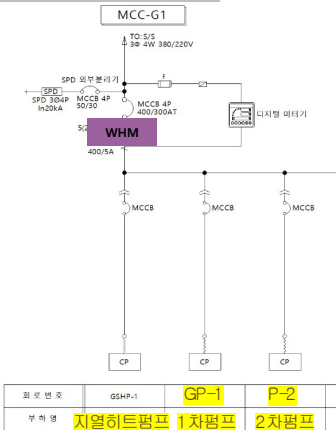
2. 건축물에너지관리시스템 보고서 계측기 검토:

실외기 및 펌프의 전력량계(분전반결선도, MCC결선도)

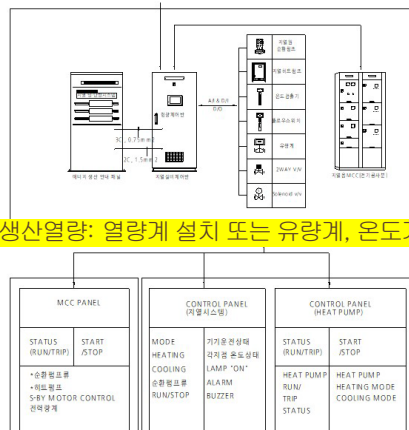
생산 열량계(기계실 배관 평면도 등)

인터페이스(자동제어관제점일람표- 인터페이스 대상 확인)

MCC결선도



지열자동제어도면



입/출력 관계점 일람표

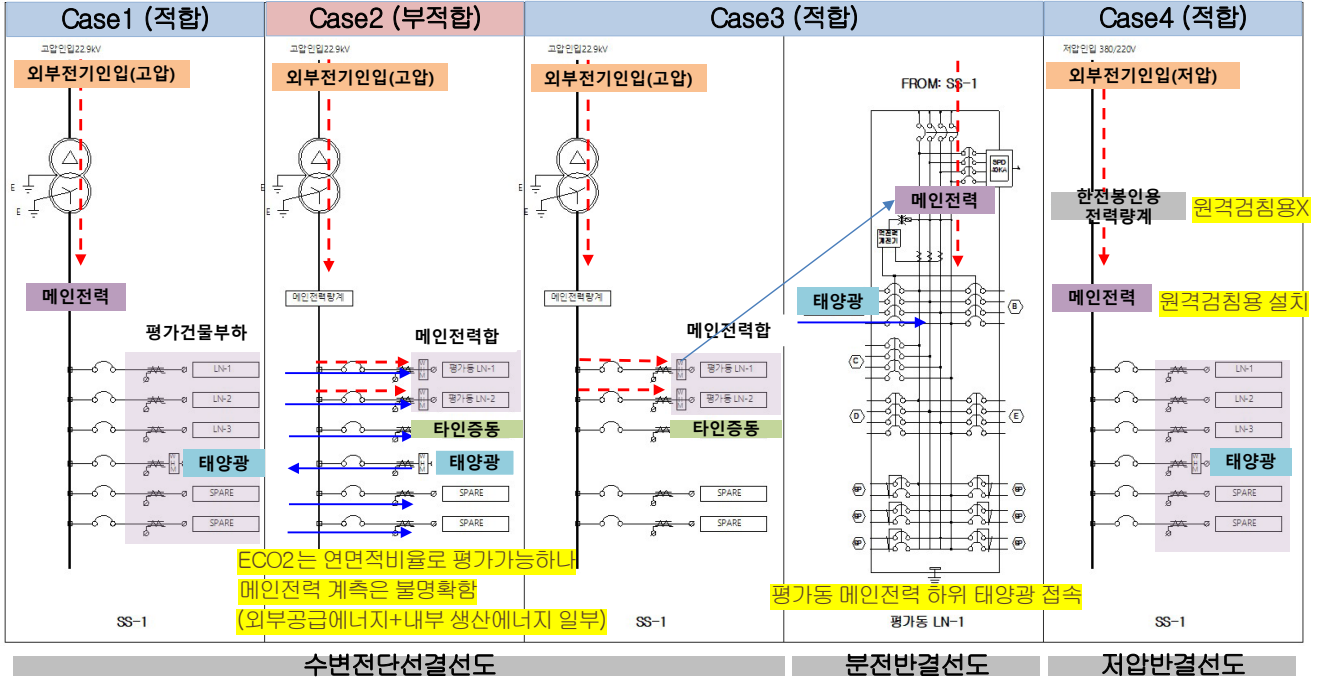
단말명	판넬 설치위치	관계장비	디지털 출력			아날로그 출력			디지털 입력			아날로그 입력			
			기종 / 용지	방	대	인	타	배	타	배	타	배	타	배	타	배
PLC-M	1층 기계실	지열히트 펌프(GHP-1, 2, 3, 4, 5)	24						24	24					
		지열순환 실장 펌프(GP1-1)	9						9	9					
		지열순환 실장 펌프(GP2-1)	7						7	7					
		지열순환 실장 펌프(GP3-1)	5						5	5					
		지열2차 순환 펌프(GP1-2)	2						2	2					
		지열2차 순환 펌프(GP1-3)	1						1	1					
		지열2차 순환 펌프(GP2-2)	3						3	3					
		지열2차 순환 펌프(GP2-3)	1						1	1					
		지열2차 순환 펌프(GP3-2)	2						2	2					
		지열2차 순환 펌프(GP3-3)	1						1	1					
		조류의용량계													
		전력량계(2기공사서)													2
		온도센서(민형교량기)													12
		플로우스위치							24						
		2WAY밸브	21						21						
		Solenoid valve	3						3						
		SPARE													10
합계			55	24					2	10	55				12

#보완 예) 실외기, 1차, 2차 순환펌프 모두 계측기 또는 인터페이스 확인

인터페이스 대상 확인: 실외기, 1,2차 펌프 전력량, 생산열량

1-3. 메인전력/태양광 계통 관계

--- 외부공급에너지(전기)
 → 내부생산에너지(태양광)



ECO2는 연면적비율로 평가가능하나
 메인전력 계측은 불명확함
 (외부공급에너지+내부 생산에너지 일부)

평가용 메인전력 하위 태양광 접속

원격감침용X

원격감침용 설치

☉ 건축물에너지관리시스템 보고서

● 보고서 항목의 목차

- 제로에너지건축물 통합인증시스템 신청 건
- 25.03.11 이후 신청 건 변경 양식을 적용
- 총 13개항목(필수항목 6개, 권장항목 7개)
- 1) 일반사항, 6) 에너지소비현황분석 항목의 완화조건 확인
- 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물 에너지흐름도, 6항목 평가 제외 가능

항목	필수 가능 요구사항	필수여부
1	일반사항 · 대상건물의 에너지 관리에 대한 일반적인 사항 작성	필수
2	시스템 설치 · 건축물에너지관리시스템을 구축 및 운영하기 위하여 건축물에너지관리시스템 설치 시 필요한 일반적인 요구사항을 평가	필수
3	데이터 수집 및 표시 · 대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등)로 데이터 수집 및 표시	필수
4	정보감시 · 에너지 손실, 비용 상승, 쾌적성 저하, 설비 고장 등 에너지관리에 영향을 미치는 관련 관제값 중 5종 이상에 대한 기준값 입력 및 표시화	권장
5	데이터 조회 · 일간, 주간, 월간, 연간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회	필수
6	에너지소비 현황 분석 · 2종 이상의 에너지원단위와 3종 이상의 에너지사용도에 대한 에너지소비 현황 및 증가 분석	필수
7	설비의 성능 및 효율 분석 · 에너지사용량이 전체의 5% 이상인 모든 열원설비 기기별 성능 및 효율 분석	권장
8	실내의 환경 정보 제공 · 온도 습도 등 실내의 환경정보 제공 및 활용	권장
9	에너지 소비 예측 · 에너지사용량 목표치 설정 및 관리	권장
10	에너지 비용 조회 및 분석 · 에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회	권장
11	제어시스템 연동 · 1종 이상의 에너지사용도에 사용되는 설비의 자동제어 연동	권장
12	종합유지관리 · 계속 장비 및 계속 데이터에 대한 체계적 관리 수행	필수
13	시스템 확장성 · 설비 등 증가속에 따른 추가 데이터 축적 관리	권장

● 3항목. 데이터수집 및 표시

[요구사항 1] 데이터 표시 간격

1) 데이터는 각 15분 이하로 수집/저장/ 표시

Ex) 작성의 예시

#보완 예) 데이터 리스트 기재사항 누락

- 전력: 5분/15분/15분
- 가스(LPG, LNG): 5분/15분/15분
- 지역난방: 5분/15분/15분 (월단위 수집/저장/표시 인정)
- 태양광: 5분/15분/15분
- 지열(생산열량, 소비전력): 5분/15분/15분
- 연료전지(생산열량, 발전량, 가스량): 5분/15분/15분
- 온수 유량/ 온도: 5분/15분/15분
- 열량: 5분/15분/15분
- ESS 저장량: 5분/15분/15분

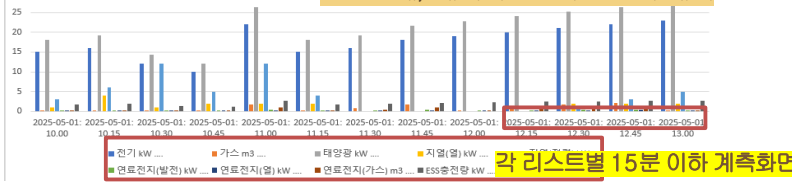
에너지원

신재생(순생산량 기준)

그외
상기미포함 사항

2) 시스템 구현 예시화면(가시화) 제출

#보완 예) 예시화면 1시간 단위 계측



각 리스트별 15분 이하 계측화면

건축물에너지관리시스템 설치기준																	
평가항목	3	데이터 수집 및 표시															
■ 세부평가기준	연수																
설치기준	해당 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시																
평가기준	<ul style="list-style-type: none"> 필수 이행 사항 <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>가능 구원 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 표시 간격</td> <td>15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시</td> </tr> <tr> <td>에너지사용량 비중 평가</td> <td>에너지원별 사용 비중</td> </tr> <tr> <td>에너지원별 계속</td> <td>건물 내 입입 에너지 공백</td> </tr> <tr> <td>에너지 생산/저장/사용별 표시</td> <td>생산/저장/사용량 계속</td> </tr> </tbody> </table>	요구 사항	가능 구원 요구 사항	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시	에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중	에너지원별 계속	건물 내 입입 에너지 공백	에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계속	<ul style="list-style-type: none"> 평가 기준 및 유의 사항 <p>① 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 하며, 데이터 보관 단위는 1시간 이하로 표시하여야 한다. * 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다. ② 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계속하고 화면상에 표시하여야 한다. ③ 다만, 건물의 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다. ④ 에너지공급격을 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등)의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계속하고 표시하여야 한다. ⑤ 에너지공급처에서 제공하는 실시간 계속정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다. ⑥ 에너지원별 주 공급원에 계속기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계속 데이터의 합으로 표시할 수 있다. ⑦ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다. ⑧ 에너지원별 계속 작성 시 에너지효율등급 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다. ⑨ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지효율등급 기준으로 작성한다. ⑩ 건물에 설치된 모든 계속기를 기재하도록 한다. </p>					
	요구 사항	가능 구원 요구 사항															
데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시																
에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중																
에너지원별 계속	건물 내 입입 에너지 공백																
에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계속																
<ul style="list-style-type: none"> 기록 첨부 활용 가능 서류 예시 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기록 첨부</th> <th>예비 인증</th> <th>활용 가능 서류 예시</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 전력 결선도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 시스템 구성도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 데이터 구성도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 시스템 구현 화면예시</td> </tr> </tbody> </table>	기록 첨부	예비 인증	활용 가능 서류 예시			- 전력 결선도			- 시스템 구성도			- 데이터 구성도			- 시스템 구현 화면예시		
기록 첨부	예비 인증	활용 가능 서류 예시															
		- 전력 결선도															
		- 시스템 구성도															
		- 데이터 구성도															
		- 시스템 구현 화면예시															

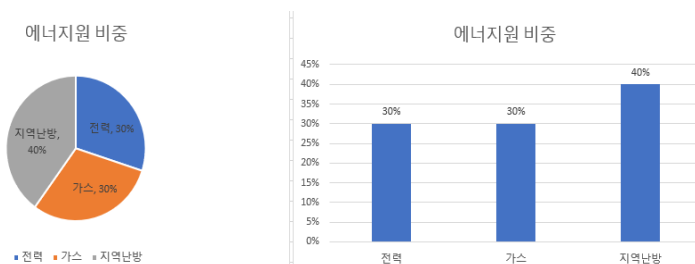
[요구사항 2] 에너지사용량 비중 평가

1) 에너지원 파악, 에너지원별 사용 비중을 표기 (에너지효율등급 기준 작성)

Ex) 전력(62.65%), 가스(37.35%) ... 단위 일치 후 비율 작성 주의

#보완 예) 기재된 에너지원 종류 불일치/누락

2) 시스템 구현 예시화면 확인 : 에너지원별 비중 가시화



(에너지원별 단위 일치 후 비율 작성 주의)

건축물에너지관리시스템 설치기준																	
평가항목	3	데이터 수집 및 표시															
■ 세부평가기준	연수																
설치기준	해당 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시																
평가기준	<ul style="list-style-type: none"> 필수 이행 사항 <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>가능 구원 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 표시 간격</td> <td>15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시</td> </tr> <tr> <td>에너지사용량 비중 평가</td> <td>에너지원별 사용 비중</td> </tr> <tr> <td>에너지원별 계속</td> <td>건물 내 입입 에너지 공백</td> </tr> <tr> <td>에너지 생산/저장/사용별 표시</td> <td>생산/저장/사용량 계속</td> </tr> </tbody> </table>	요구 사항	가능 구원 요구 사항	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시	에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중	에너지원별 계속	건물 내 입입 에너지 공백	에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계속	<ul style="list-style-type: none"> 평가 기준 및 유의 사항 <p>① 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 하며, 데이터 보관 단위는 1시간 이하로 표시하여야 한다. * 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다. ② 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계속하고 화면상에 표시하여야 한다. ③ 다만, 건물의 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다. ④ 에너지공급격을 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등)의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계속하고 표시하여야 한다. ⑤ 에너지공급처에서 제공하는 실시간 계속정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다. ⑥ 에너지원별 주 공급원에 계속기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계속 데이터의 합으로 표시할 수 있다. ⑦ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다. ⑧ 에너지원별 계속 작성 시 에너지효율등급 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다. ⑨ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지효율등급 기준으로 작성한다. ⑩ 건물에 설치된 모든 계속기를 기재하도록 한다. </p>					
	요구 사항	가능 구원 요구 사항															
데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시																
에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중																
에너지원별 계속	건물 내 입입 에너지 공백																
에너지 생산/저장/사용별 표시	생산/저장/사용량 계속																
<ul style="list-style-type: none"> 기록 첨부 활용 가능 서류 예시 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기록 첨부</th> <th>예비 인증</th> <th>활용 가능 서류 예시</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 전력 결선도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 시스템 구성도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 데이터 구성도</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>- 시스템 구현 화면예시</td> </tr> </tbody> </table>	기록 첨부	예비 인증	활용 가능 서류 예시			- 전력 결선도			- 시스템 구성도			- 데이터 구성도			- 시스템 구현 화면예시		
기록 첨부	예비 인증	활용 가능 서류 예시															
		- 전력 결선도															
		- 시스템 구성도															
		- 데이터 구성도															
		- 시스템 구현 화면예시															

[요구사항 3] 에너지원별 계측

- 1) 1, 2, 3단계의 분류 확인
- 2) 계측기 리스트 확인

-1 단계(에너지 주공급단) : 에너지원의 메인계측, 신재생(태양광 등)

-2 단계(에너지전환 및 분배단) : 분배단 계측기, 공동주택 세대별 계측기, 임대구역별(근생, 지식산업센터, 오피스텔 등)계측기

④ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다.

-3 단계(에너지최종소비단) : 6항목의 용도별 3종 계측기

건축물에너지관리시스템 설치기준												
평가항목	3	데이터 수집 및 표시										
■ 세부평가기준												
설치기준	대상 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시											
평가기준	<ul style="list-style-type: none"> ● 필수 이행 사항 <table border="1"> <thead> <tr> <th>요구 사항</th> <th>가능 구별 요구 사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 표시 간격</td> <td>15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시</td> </tr> <tr> <td>에너지사용량 비중 평가</td> <td>에너지원별 사용 비중</td> </tr> <tr> <td>에너지원별 계측</td> <td>건물 내 입입 에너지 종별</td> </tr> <tr> <td>에너지 생산/저장/사용량 표시</td> <td>생산/저장/사용량 계측</td> </tr> </tbody> </table> 		요구 사항	가능 구별 요구 사항	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시	에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중	에너지원별 계측	건물 내 입입 에너지 종별	에너지 생산/저장/사용량 표시	생산/저장/사용량 계측
	요구 사항	가능 구별 요구 사항										
	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시										
	에너지사용량 비중 평가	에너지원별 사용 비중										
	에너지원별 계측	건물 내 입입 에너지 종별										
	에너지 생산/저장/사용량 표시	생산/저장/사용량 계측										
	<ul style="list-style-type: none"> ● 평가 기준 및 유의 사항 ① 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 하며, 데이터 보관 단위는 1시간 이하로 표시하여야 한다. * 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다. ② 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다. ③ 다만, 건물의 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다. ④ 에너지공급자를 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등)의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계측하고 표시하여야 한다. ⑤ 에너지공급자에서 제공하는 실시간 계측정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다. ⑥ 에너지원별 주 공급원에 계측기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지 원별 계측 데이터의 확보를 시도할 수 있다. ⑦ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다. ⑧ 에너지원별 계측 작성 시 에너지효율등급 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다. ⑨ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지효율등급 기준으로 작성한다. ⑩ 건물에 설치된 모든 계측기를 기재하도록 한다. 											
	■ 기록 전부 활용 가능 서류 예시											
	기록 전부	에너지 인증	<ul style="list-style-type: none"> - 전력 절감도 - 시스템 구성도 - 데이터 구성도 - 시스템 구원 화면예시 									

3) 계측기 리스트의 적합 검증 - 1,2,3단계의 평가 대상 확인

-1 항목(일반사항) 주거 평가기준 확인

④ 주거용 건축물의 평가기준

- 공동주택의 경우 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다. 공동주택의 주거 및 비주거 부분은 별도 인증 여부에 따라 아래 기준을 적용한다.

○ 주거 부분과 비주거 부분을 개별로 인증받는 경우:

- 비주거 부분은 별도로 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다.
- 비주거 부분의 연면적이 10,000㎡ 이상이면 '6. 소비현황분석' 항목의 기준을 충족해야 한다.
- 주거 부분은 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측한다.

○ 공동주택의 부대시설을 별도로 인증하지 않는 경우

- 비주거 부분의 연면적과 관계없이 단지 전체의 에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량을 계측해야 한다.

(공동주택 : 주거, 비주거 개별 인증)

-비주거 별도 에너지원, 신재생 계측 확인
-비주거 10,000㎡ 이상이면 용도3종 계측, 10,000㎡ 면적 미만이면 6항목 평가 여부에 따라 3단계 계측 유무 상이

-주거는 단지전체 기준 계측 확인

(공동주택: 비주거를 인증 하지 않는 경우)

단지 전체 계측, 6항목 평가 여부에 따라 3단계 계측 유무 상이

-6 항목(에너지소비 현황 분석)의 완화조건 확인

* 단, 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 '6. 에너지소비 현황 분석' 항목의 평가에서 제외할 수 있다. (에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량은 확인할 수 있어야 한다.)

⑥ 주거용 건물에서 공용부의 범위는 주택건설기준 등에 관한 규정 제2조 제3항에 따른 주민공동시설 중 냉방 또는 난방 설비가 있는 경우로 한정한다.

→ 주거용과 비주거 10,000㎡ 미만 건축물이 6항목 평가 제외시, 용도3종 평가 제외 (3단계 에너지최종소비단)

→ 주거이지만 6항목을 진행시 공용부의 범위의 용도3종 평가 진행 (3단계 에너지최종소비단)

수변전단선결선도

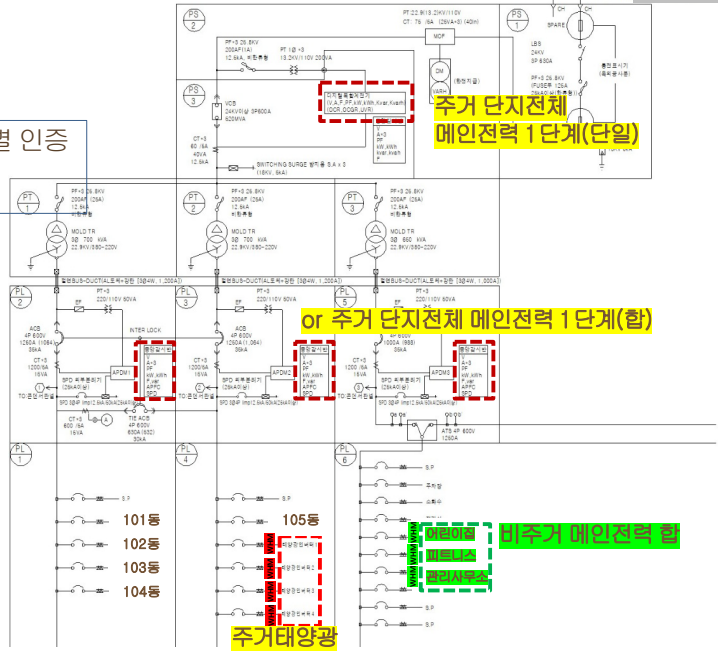
고압 인입

4) 계측기 리스트의 적합 검증 - 도서 검토 및 첨부

- case1. 전기 예시도면

(조건) 공동주택에서 주거와 비주거(1만㎡ 이상) 개별 인증

(조건) 주거 6항목 미평가



1. 주거/비주거 메인전력 산정 적합검토

2. 주거/비주거 태양광 산정 적합검토

- 각 용도(주거, 비주거) 메인전력 하위에 태양광 인입
- 태양광은 계측기 설치 또는 인터페이스

3. 주거/비주거 2단계 계측기 검토

④ 에너지비용 납입자가 구획별로 구분된 경우(ex. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구획별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다.

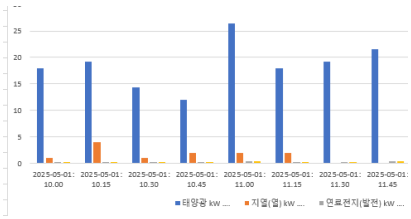
4. 6항목 평가시 3단계 용도 계측기 검토

[요구사항 4] 에너지 생산/저장/사용량 표시

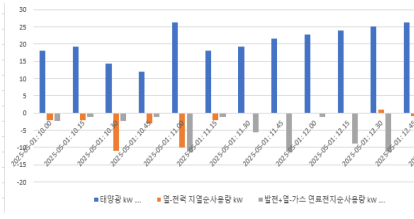
- 1) 생산/저장/사용량 항목 리스트 검토
- 2) 계측기 or 인터페이스 도서 검토
- 3) 예시화면 확인

#보완 예) 리스트 상세 기재

- 생산량: 태양광(발전량), 연료전지(발전량, 생산열), 지열(생산열), 순생산량
- 저장량: ESS
- 사용량: 태양광(사용량=발전량-소비전력), (한전매입 역송시=발전량-역송량-소비전력)
연료전지 순사용량(발전+생산열-가스사용량)
지열 순사용량(생산열-관련기기(실외기,1,2차펌프) 소비전력)



신재생 생산량 예시화면



신재생 사용량 예시화면

건축물에너지관리시스템 설치기준																	
평가항목	3	데이터 수집 및 표시															
평가기준	<p>■ 에너지평가기준</p> <p>대상건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별(전기/연료/열 등) 데이터 수집 및 표시</p> <p>■ 필수 이행 사항</p> <table border="1"> <tr> <th>요구 사항</th> <th>기준 구분</th> <th>요구 사항</th> </tr> <tr> <td>데이터 표시 간격</td> <td>15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시</td> <td></td> </tr> <tr> <td>에너지사용량 비중 평가</td> <td></td> <td>에너지원별 사용 비중</td> </tr> <tr> <td>에너지원별 계측</td> <td></td> <td>건물 내 인입 에너지 총별</td> </tr> <tr> <td>에너지 생산/저장/사용별 표시</td> <td></td> <td>생산/저장/사용량 계측</td> </tr> </table> <p>■ 평가 기준 및 유의 사항</p> <p>① 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 하며, 데이터 보관 단위는 1시간 이하로 표시하여야 한다. * 단, 지역난방의 경우 월 단위로 수집, 저장 및 표시하더라도 인정한다. ② 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다. ③ 단, 건물에 주요 에너지원이 아니거나 예비용 설비인 경우에는 제외할 수 있다. ④ 에너지공급자를 통하지 않고 건물 내에서 공급하는 에너지(신재생에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등)의 생산·저장·사용량은 별도로 구분하여 계측하고 표시하여야 한다. ⑤ 에너지공급계에서 제공하는 실시간 계측정보를 연동하여 시스템에 표시하는 경우도 인정한다. ⑥ 에너지원별 수 공급원의 계측기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합으로 표시할 수 있다. ⑦ 에너지비용 납입자가 구분별로 구분된 경우(예. 공동주택단지, 단독주택단지, 지식산업센터, 오피스텔 등) 해당 구분별 에너지비용 납입자가 외부로부터 공급받는 에너지원(전기, 도시가스, 지역난방 등)의 데이터 수집 및 표시 기능을 확인할 수 있어야 한다. ⑧ 에너지원별 계측 작성 시 에너지효율등급 기준으로 1, 2, 3단계를 작성한다. ⑨ 에너지사용량 비중 표시 작성 시 에너지효율등급 기준으로 작성한다. ⑩ 건물에 설치된 모든 계측기를 기재하도록 한다.</p>		요구 사항	기준 구분	요구 사항	데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시		에너지사용량 비중 평가		에너지원별 사용 비중	에너지원별 계측		건물 내 인입 에너지 총별	에너지 생산/저장/사용별 표시		생산/저장/사용량 계측
요구 사항	기준 구분	요구 사항															
데이터 표시 간격	15분 이하로 데이터 수집, 저장 및 표시																
에너지사용량 비중 평가		에너지원별 사용 비중															
에너지원별 계측		건물 내 인입 에너지 총별															
에너지 생산/저장/사용별 표시		생산/저장/사용량 계측															
기록 범위	<p>■ 기록 범위 활용 가능 시점 예시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 선택 결선도 - 시스템 구성도 - 데이터 구성도 - 시스템 구형 화면예시 																

-3 항목과 6 항목의 요구사항을 표기한 예시화면 : 표로 가시화

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
에너지원	전기	가스	태양광	지열(열)	지열(전력)	연료전지(발전)	연료전지(열)	연료전지(가스)	ESS충전량	
계측단위	kW	m3	kW	kW	kW	kW	kW	m3	kW	
계측리스트	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
계측단위	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
데이터 표시간격	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
단위일치 비중	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1일 합계	229.00	11.52	274.80	18.00	51.00	2.62	2.17	6.40	27.74	
1일 합계(kW)	229.00	136.50	274.80	18.00	51.00	2.62	2.17	75.83	27.74	
에너지원비중	62.65%	37.35%	-	-	-	-	-	-	-	-
생산량	-	-	274.80	18.00	-	2.62	2.17	-	-	-
사용량	229.00	136.50	274.80	-	-33.00	순사용량	-71.04	순사용량	-	-
저장량	-	-	-	-	-	-	-	-	27.74	-
1차에너지환산계수	2.75	1.1	2.75	1	2.75	2.75	1	1.1	-	-
1차에너지적용	629.75	150.1485	755.7	18	140.25	7.19664	2.17152	83.42	-	-
신재생에너지생산비율	42%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
신재생에너지생산비율	=(D25+(E25-F25)+(G25+H25-I25))/(D25+(E25-F25)+(G25+H25-I25)+B25+C25)									
단위면적당에너지소비량	0.446									
단위면적당에너지소비량	=((D25+(E25-F25)+(G25+H25-I25)+B25+C25))/B30									
연면적	3000									

● 6항목. 에너지소비 현황 분석

-필수항목이지만, 평가제외 완화조건 확인

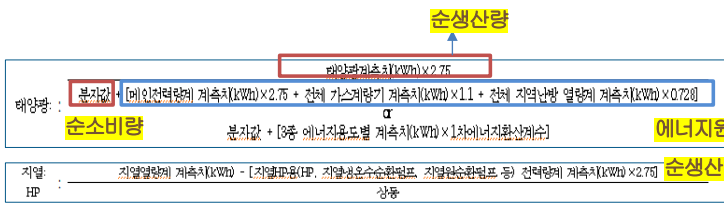
※ 단, 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 '6. 에너지소비 현황 분석' 항목을 평가에서 제외할 수 있다. (에너지원별 사용량 및 신재생에너지 생산량은 확인할 수 있어야 한다.)

[요구사항1. 2가지 이상의 에너지원단위]: 신재생에너지 생산비율(필수)

- 1. 1차 에너지 생산량: 리스트 확인 (신재생 순생산량)
- 2. 1차 에너지 소비량: 리스트 확인 (신재생 순소비량, 에너지원)
- 3. 계산식 상세 기재 및 적합 확인
 - 1차에너지 환산계수 검토(전력 2.75, 가스 1.1, 지역난방 0.728, 지역냉방 0.937)
 - 열량, 전기, 가스 등 각 계측 단위가 상이므로 단위일치(kW) 확인

$$\frac{1차 신재생에너지 생산량(계측치 종류 기재) - 1차 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량(계측치 종류 기재)}{건축물 1차에너지소비량(계측치 종류 기재, 전체 및 3종 용도)} \times 100 = 0.00 \%$$

개정 보고서 문구 추가 사항



평가항목	에너지소비 현황 분석	편수																											
핵심평가기준	본 조 이상의 제1항(단위면적) 3종 이상의 제1차에너지원에 대한 제1차에너지의 현황	중간 편수																											
평가 기준	<p>편수 이행 사항</p> <table border="1"> <tr> <th>요구 사항</th> <th>개선 방법 요구 사항</th> </tr> <tr> <td>2가지 이상의 에너지원단위</td> <td>신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산</td> </tr> <tr> <td>2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리</td> <td>건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리</td> </tr> </table>	요구 사항	개선 방법 요구 사항	2가지 이상의 에너지원단위	신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산	2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리	건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리																						
	요구 사항	개선 방법 요구 사항																											
2가지 이상의 에너지원단위	신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산																												
2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리	건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리																												
<p>평가 기준 및 용어의 사항</p> <p>① 건축물의 제1차에너지원은 1차 에너지원 기준으로 2종 이상 산출하여 관리하여야 하며, 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다.</p> <p>② 건축물의 용도 에너지 용도별(난방/급탕/냉방/냉기) 중 3종 이상 관리하여야 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다. 에너지효율도 평가 시 용도 에너지 용도 이외의 용도에 대한 에너지사용 비중이 높은 경우는 <표 2>를 참조하여 다른 용도로 대체할 수 있다.</p> <p>③ 신재생에너지 생산비를 관리 가능한 시 에너지의 수위에 따른다.</p> <p>④ 1차 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량(계측치 종류 기재) × 100 - 0.00 % 건축물 1차에너지소비량(계측치 종류 기재, 전체 및 3종 용도)</p> <p>* 신재생에너지 생산량 - 용도 신재생에너지의 생산비율(필수) 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량 - 용도 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량(필수) (지역난방의 경우 용도에 따라 지역난방 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량 포함)</p> <p>* 신재생에너지 생산비율 계산 시 건축물 1차에너지소비량의 경우 3인용 지역난방기 사용량과 1인당 에너지소비량과 총치 용량은 3종 용도에 대한 계측치 모두 기재 가능 고려하여 계산한다.</p> <p>예시: * 동계: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역난방 열량계 계속치(kWh) x 0.728] * 여름: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역냉방 열량계 계속치(kWh) x 0.937] * 겨울: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역난방 열량계 계속치(kWh) x 0.728] * 여름: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역냉방 열량계 계속치(kWh) x 0.937]</p>																													
평가기준	<p>⑤ 주거용 건물에서 공동주택의 경우는 주택별 실기온 등에 관한 규정 제2호 제2항에 따른 주민공동시설 중 냉방 또는 난방 설비가 있는 경우로 포함한다.</p> <p>⑥ 난방의 냉방이 동시에 이뤄지는 설비 (BHP, CHP, 지역난방) 등의 경우 난방기온 및 냉방기온을 정확히 기재하거나 해당 설비가 설치되어 공동주택 관리되는 것을 확인할 수 있어야 한다.</p> <p>< 표 1 > 에너지원별 및 에너지원별 우선 순위</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>에너지원별 및 용도 순위</th> <th>에너지원별 용도 순위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">주거용</td> <td>① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위</td> </tr> <tr> <td>③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">주거용 이외</td> <td>① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> <tr> <td>③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> </tbody> </table> <p>< 표 2 > 에너지 용도 및 계측치 기재 예시</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>용도</th> <th>계측치 기재 예시</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>난방</td> <td>난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>냉방</td> <td>냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>급탕</td> <td>급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>냉기</td> <td>냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>수전(수냉)</td> <td>냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>보일러(기온)</td> <td>보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 단, 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 '6. 에너지소비 현황 분석' 항목을 평가에서 제외할 수 있다. (에너지원별 사용량 및 신재생에너지의 생산량은 확인할 수 있어야 한다.)</p>	구분	에너지원별 및 용도 순위	에너지원별 용도 순위	주거용	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	주거용 이외	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	용도	계측치 기재 예시	난방	난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방	냉방	냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방	급탕	급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	냉기	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	수전(수냉)	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	보일러(기온)	보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방	
구분	에너지원별 및 용도 순위	에너지원별 용도 순위																											
주거용	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위																											
	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
주거용 이외	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
용도	계측치 기재 예시																												
난방	난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방																												
냉방	냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방																												
급탕	급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
냉기	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
수전(수냉)	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
보일러(기온)	보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
기본 검토 사항	- 용량 단위로, 계측도, 시스템 구형 확인에서																												

[요구사항1. 2가지 이상의 에너지원단위]

: 단위면적당 or 1인당 or 매출액당 에너지소비량

- 1. 1차 에너지 소비량: 리스트 확인 (신재생 순소비량, 에너지원)
- 2. 계산식 상세 기재 및 적합 확인
 - 1차에너지 환산계수 검토(전력 2.75, 가스 1.1, 지역난방 0.728, 지역냉방 0.937)
 - 열량, 전기, 가스 등 각 계측 단위가 상이므로 단위일치(kW) 확인
 - 연적, 인원수 기재

$$1인당 에너지소비량 = \frac{1차 에너지소비량(kWh)}{\text{설정인원수}}$$

$$\text{단위면적당 에너지소비량} = \frac{1차 에너지소비량(kWh)}{\text{연면적(or 평가면적)}}$$

연적 상세 기재
연면적(3,000), 평가면적(2,500) 등

개정 보고서 문구 추가 사항

에너지소비량 → 1차 에너지소비량으로 기준변경(1차에너지 환산계수)

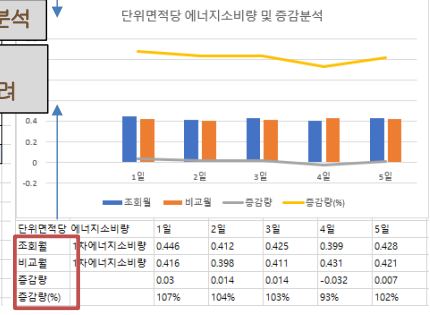
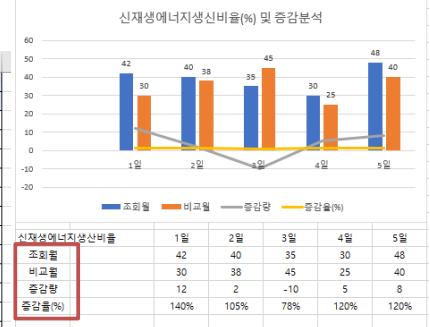
예시) (태양광계측값x2.75)+(메인전력x2.75)+(메인가스x1.1) / 연면적(3000)

#보완 예) 에너지소비량에 1차에너지 환산계수 적용 작성

평가항목	에너지소비 현황 분석	편수																											
핵심평가기준	본 조 이상의 제1항(단위면적) 3종 이상의 제1차에너지원에 대한 제1차에너지의 현황	중간 편수																											
평가 기준	<p>편수 이행 사항</p> <table border="1"> <tr> <th>요구 사항</th> <th>개선 방법 요구 사항</th> </tr> <tr> <td>2가지 이상의 에너지원단위</td> <td>신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산</td> </tr> <tr> <td>2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리</td> <td>건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리</td> </tr> </table>	요구 사항	개선 방법 요구 사항	2가지 이상의 에너지원단위	신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산	2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리	건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리																						
	요구 사항	개선 방법 요구 사항																											
2가지 이상의 에너지원단위	신재생에너지의 생산비율(필수)과 그 외 1종 이상의 에너지원별 생산																												
2가지 이상의 용도별 에너지사용량 분리	건축물 에너지원별(지역난방, 지역냉방, 지역난방) 에너지사용량 분리																												
<p>평가 기준 및 용어의 사항</p> <p>① 건축물의 제1차에너지원은 1차 에너지원 기준으로 2종 이상 산출하여 관리하여야 하며, 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다.</p> <p>② 건축물의 용도 에너지 용도별(난방/급탕/냉방/냉기) 중 3종 이상 관리하여야 우선순위는 <표 1>을 참조하여 고려한다. 에너지효율도 평가 시 용도 에너지 용도 이외의 용도에 대한 에너지사용 비중이 높은 경우는 <표 2>를 참조하여 다른 용도로 대체할 수 있다.</p> <p>③ 신재생에너지 생산비를 관리 가능한 시 에너지의 수위에 따른다.</p> <p>④ 1차 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량(계측치 종류 기재) × 100 - 0.00 % 건축물 1차에너지소비량(계측치 종류 기재, 전체 및 3종 용도)</p> <p>* 신재생에너지 생산량 - 용도 신재생에너지의 생산비율(필수) 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량 - 용도 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량(필수) (지역난방의 경우 용도에 따라 지역난방 신재생에너지 생산에 소비되는 에너지량 포함)</p> <p>* 신재생에너지 생산비율 계산 시 건축물 1차에너지소비량의 경우 3인용 지역난방기 사용량과 1인당 에너지소비량과 총치 용량은 3종 용도에 대한 계측치 모두 기재 가능 고려하여 계산한다.</p> <p>예시: * 동계: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역난방 열량계 계속치(kWh) x 0.728] * 여름: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역냉방 열량계 계속치(kWh) x 0.937] * 겨울: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역난방 열량계 계속치(kWh) x 0.728] * 여름: [태양광계측기 계속치(kWh) x 2.75 + 전체 가스계량기 계속치(kWh) x 1.1 + 전체 지역냉방 열량계 계속치(kWh) x 0.937]</p>																													
평가기준	<p>⑤ 주거용 건물에서 공동주택의 경우는 주택별 실기온 등에 관한 규정 제2호 제2항에 따른 주민공동시설 중 냉방 또는 난방 설비가 있는 경우로 포함한다.</p> <p>⑥ 난방의 냉방이 동시에 이뤄지는 설비 (BHP, CHP, 지역난방) 등의 경우 난방기온 및 냉방기온을 정확히 기재하거나 해당 설비가 설치되어 공동주택 관리되는 것을 확인할 수 있어야 한다.</p> <p>< 표 1 > 에너지원별 및 에너지원별 우선 순위</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>에너지원별 및 용도 순위</th> <th>에너지원별 용도 순위</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">주거용</td> <td>① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위</td> </tr> <tr> <td>③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">주거용 이외</td> <td>① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> <tr> <td>③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량</td> <td>① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기</td> </tr> </tbody> </table> <p>< 표 2 > 에너지 용도 및 계측치 기재 예시</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>용도</th> <th>계측치 기재 예시</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>난방</td> <td>난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>냉방</td> <td>냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>급탕</td> <td>급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>냉기</td> <td>냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>수전(수냉)</td> <td>냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> <tr> <td>보일러(기온)</td> <td>보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 단, 주거용 건축물과 연면적 10,000㎡ 미만의 비주거용 건축물은 '6. 에너지소비 현황 분석' 항목을 평가에서 제외할 수 있다. (에너지원별 사용량 및 신재생에너지의 생산량은 확인할 수 있어야 한다.)</p>	구분	에너지원별 및 용도 순위	에너지원별 용도 순위	주거용	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	주거용 이외	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기	용도	계측치 기재 예시	난방	난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방	냉방	냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방	급탕	급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	냉기	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	수전(수냉)	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방	보일러(기온)	보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방	
구분	에너지원별 및 용도 순위	에너지원별 용도 순위																											
주거용	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기 * 용도별 용도 우선 순위																											
	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
주거용 이외	① 신재생에너지의 생산비율(필수) ② 용도별 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
	③ 신재생에너지의 생산비율(필수) ④ 1인당 에너지소비량	① 난방, ② 냉방, ③ 급탕, ④ 냉기, ⑤ 냉기																											
용도	계측치 기재 예시																												
난방	난방기, 열교환기, 보일러, 지역난방, 지역난방, 지역난방																												
냉방	냉방기, 열교환기, 에어컨, 지역난방, 지역난방																												
급탕	급탕기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
냉기	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
수전(수냉)	냉기, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
보일러(기온)	보일러, 열교환기, 지역난방, 지역난방																												
기본 검토 사항	- 용량 단위로, 계측도, 시스템 구형 확인에서																												

-에너지원단위 2종 분석 및 증감분석 예시화면 첨부

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	에너지원	전기	가스	태양광	지열(열)	지열(전력)	연료전지(발전)	연료전지(열)	연료전지(가스)	ESS충전량	
	계측단위	kW	m3	kW	kW	kW	kW	kW	m3	kW	
1	에너지원	전기	가스	태양광	지열(열)	지열(전력)	연료전지(발전)	연료전지(열)	연료전지(가스)	ESS충전량	
2	계측단위	kW	m3	kW	kW	kW	kW	kW	m3	kW	
3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	2025-05-01: 10.00	15	0.36	18	1	3	0.082	0.07	0.20	1.8	
5	2025-05-01: 10.15	16	0.18	19.2	4	6	0.041	0.03	0.10	1.9	
6	2025-05-01: 10.30	12	0.36	14.4	1	12	0.082	0.07	0.20	1.4	
7	2025-05-01: 10.45	10	0.18	12	2	5	0.041	0.03	0.10	1.2	
8	2025-05-01: 11.00	22	1.80	26.4	2	12	0.409	0.34	1.00	2.7	
9	2025-05-01: 11.15	15	0.18	18	2	4	0.041	0.03	0.10	1.8	
10	2025-05-01: 11.30	16	0.90	19.2	0	0	0.204	0.17	0.50	1.9	
11	2025-05-01: 11.45	18	1.80	21.6	0	0	0.409	0.34	1.00	2.2	
12	2025-05-01: 12.00	19	0.18	22.8	0	0	0.041	0.03	0.10	2.3	
13	2025-05-01: 12.15	20	1.44	24	0	0	0.327	0.27	0.80	2.4	
14	2025-05-01: 12.30	21	1.80	25.2	2	1	0.409	0.34	1.00	2.6	
15	2025-05-01: 12.45	22	2.16	26.4	2	3	0.491	0.41	1.20	2.7	
16	2025-05-01: 13.00	23	0.18	27.6	2	5	0.041	0.04	0.10	2.8	
17	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
18	1일 합계										
19	1일 합계(kW)										
20	에너지원비중										
21	생산량		274.80	18.00			2.17				
22	사용량	229.00	136.50	274.80			-33.00		-71.04		
23	저장량									27.74	
24	1차에너지환산계수	2.75	1.1	2.75	1	2.75	2.75	1	1.1		
25	1차에너지적용	629.75	150.1485	755.7	18	140.25	7.19664	2.17152	83.42		
26	신재생에너지생산비율	42%									
27	신재생에너지생산비율	=(D25+(E25-F25)+G25+H25-I25)/(D25+(E25-F25)+G25+H25-I25)+B25+C25)									
28	단위면적당에너지소비량	0.446									
29	단위면적당에너지소비량	=(D25+(E25-F25)+G25+H25-I25)/면적									
30	면적	3000									



증감분석: 증감량 또는 증감률(%)로 구한 일(특정일 지정, 전일), 월(특정월 지정, 전월), 년(특정년 지정, 전년) 단위 등 고려

면적or인원 설정화면 30

[요구사항 2. 3가지 이상의 용도별 에너지사용량 관리]

1) 공동주택: 주거 단일인증의 경우, 공공부 평가범위 확인

주거용 건물에서 공공부의 범위는 주택건설기준 등에 관한 규정 제2조 제3항에 따른 주민공동시설 중 냉방 또는 난방 설비가 있는 경우로 한정한다.

2) 검토의 순서

히트펌프 실내기: 환기->냉난방(기준변경)->환기(다시 환기로 평가)

용도	냉방	난방	환기	급탕	수송(운송)	조명	보조장치(기타)
냉방	냉동기 히트펌프 실외기/실내기 냉온기 축열조 등						
난방	보일러 히트펌프 실외기/실내기 냉온기 축열조 등						
환기	공조기 전열교환기, 티미널류 및 팬코일유닛 등						
급탕	급탕보일러, 전기 온수기, 지열조 등						
수송(운송)	엘리베이터, 에스컬레이터, 입체주차장 등						
조명	등기구 등						
보조장치(기타)	급배수 펌프, 자동문 등						

1. 선택 용도 3종 확인 (ex. 냉방, 난방, 급탕..)
2. 해당 용도 3종의 대상 장비 기재 확인 (ex. 난방에너지사용량: EHP, 난방가스보일러)
3. 대상 장비의 계측을 위한 계측기 리스트 및 도서검토 (ex. 난방가스보일러 - 가스계량기, 보일러, 펌프 전력량계)
4. 3항목 계측기 리스트와 기재사항을 비교(일치)

건축물에너지관리시스템 설치기준

평가항목: 에너지소비량 현황 분석

평가기준: 1. 본 이상의 에너지관리시스템 3종 이상의 에너지효율등급에 대한 에너지소비량 현황 분석

평가범위: 1. 평가 대상 건물

평가항목	평가기준
에너지소비량	에너지소비량 현황 분석
에너지효율등급	에너지효율등급 분석
에너지관리시스템	에너지관리시스템 설치기준

평가 기준 및 용도의 식별

에너지소비량 현황 분석: 1. 에너지관리시스템 3종 이상 설치에 대한 에너지소비량 현황 분석

에너지효율등급 분석: 1. 에너지효율등급 분석 기준에 따라 에너지소비량 현황 분석

에너지관리시스템 설치기준: 1. 에너지관리시스템 3종 이상의 에너지효율등급에 대한 에너지소비량 현황 분석

평가항목: 에너지소비량 현황 분석

평가기준: 1. 본 이상의 에너지관리시스템 3종 이상의 에너지효율등급에 대한 에너지소비량 현황 분석

평가범위: 1. 평가 대상 건물

평가항목	평가기준
에너지소비량	에너지소비량 현황 분석
에너지효율등급	에너지효율등급 분석
에너지관리시스템	에너지관리시스템 설치기준

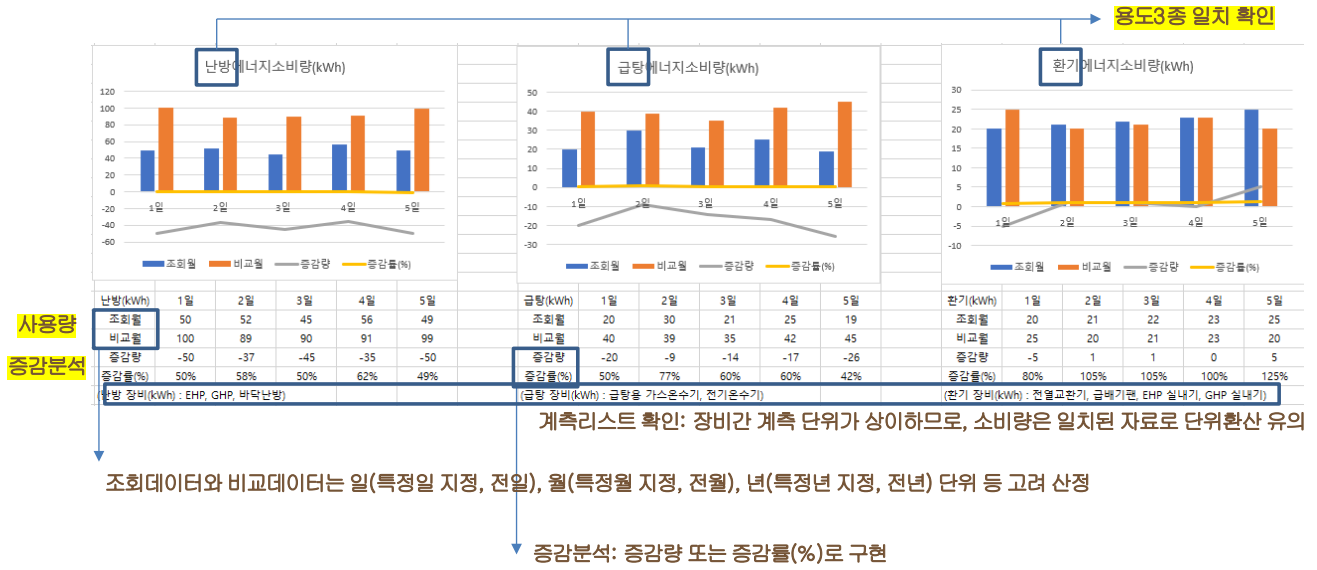
평가 기준 및 용도의 식별

에너지소비량 현황 분석: 1. 에너지관리시스템 3종 이상 설치에 대한 에너지소비량 현황 분석

에너지효율등급 분석: 1. 에너지효율등급 분석 기준에 따라 에너지소비량 현황 분석

에너지관리시스템 설치기준: 1. 에너지관리시스템 3종 이상의 에너지효율등급에 대한 에너지소비량 현황 분석

3) 용도 3종 사용량 분석 및 증감분석 예시화면 첨부



◎ 참고서적 및 사이트

1. (사례 참고) 건축물에너지효율등급인증시스템 <https://beec.energy.or.kr/BB>
2. (사례 참고) 제로에너지건축물 인증시스템 <https://min24.energy.or.kr/nzeb/BB>
3. (사례 참고) 제로에너지건축물 통합인증시스템 <https://zeb.energy.or.kr/BB/>
4. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침
5. 건축물에너지관리시스템 작성기준 및 가이드(예비인증)