건축물 에너지 평가사

실무교육

2025

Building Energy Assessment
Professionals
Business Education

공통
훈련과정



한국에너지공단

건축물 에너지 평가사

실무교육

공통
훈련과정

Contents

2025
건축물
에너지평가사
실무교육과정

Part.A
ZEB
제도 및 사례

A.1 제로에너지건축물(ZEB) 개요 및 정책 **012**

1. ZEB 개요 012
2. ZEB 정책 동향 014
3. ZEB 체계 및 추진방향 017
4. ZEB 사례 021

A.2 BEMS 기술 개요 **028**

1. BEMS 정의 및 원칙 028
2. BEMS 운영 기술 036
3. BEMS 검증 기술 047

A.3 ZEB 건물 컨설팅 사례 **053**

1. 스마트 제로에너지시티 053
2. 부산 에코델타 스마트빌리지 054
3. 제로에너지 주요 적용기술 060
4. ZEB 운영이슈 및 개선과제 065

A.4 ZEB 건물 인증 사례(주거) **072**

1. ZEB의 에너지자립률 072
2. 공동주택 ZEB 인증 사례 079
3. 평가방법 개선(안) 안내 084

A.5 ZEB 건물 인증 사례(비주거) **086**

1. 비주거 ZEB 인증 사례 086
2. 에너지관리시스템 095

A.6 공통윤리교육 **099**

1. 청탁금지법 099
2. 이해충돌방지법 105
3. 갑질 예방 114

Part.B
ZEB
요소 기술

B.1 단열기술(기초 및 바닥) **122**

1. 기초단열 122
2. 바닥/외벽 기술 128

B.2 열교방지기술 **138**

1. 열교(Thermal Bridge)의 이해 138
2. 열교 평가 방법 146
3. 열교 방지 설계 156

Contents

2025
건축물
에너지평가사
실무교육과정

Part.B
ZEB
요소 기술

B.3 창호, 커튼월 기술 168
1. 창호(Window&Door) 168
2. 커튼월(Curtain Wall) 184
3. 열성능 향상 방법 197

B.4 냉방 열원설비 기술 208
1. 흡수식냉동기 208
2. 배열시스템 216

B.5 에너지효율 향상 설비기술 220
1. 시스템 효율향상 전략 220
2. 시스템 효율향상 요소기술 224
3. 자동제어를 활용한 효율 향상 233

B.6 태양광, BIPV 설비 기술 238
1. 태양광발전 기초지식 239
2. ZEB 태양광발전 251
3. 건물일체형 태양광발전(BIPV) 257

B.7 지열히트펌프 설비 기술 273
1. 지열히트펌프 원리 273
2. 지중열교환기 이해와 종류 276
3. 지열히트펌프의 설계 279

B.8 연료전지 283
1. 연료전지의 역사 및 구성 283
2. 연료전지의 열역학적 이해 289
3. 연료전지의 건물분야 적용 293

B.9 기밀 확보 설계 및 시공기술 298
1. 기밀 시공의 이론 및 이해 298
2. 건축물의 기밀 시공방법 310

Part.C
BEMS 운영

C.1 BEMS 시스템 및 기능 이해 334
1. BEMS 개요 334
2. BEMS 요구사항 및 기능 정의 339

C.2 베이스라인 기반 운영성과관리[운영데이터 활용] 357
1. 에너지 베이스라인 개요와 과정 357
2. 에너지 베이스라인 설정 방법 365
3. 에너지 베이스라인 활용 운영성과관리 372

C.3 BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영 380
1. BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영 개요 380
2. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – EHP 383
3. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – 기타 EHP 연계 설비 389
4. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – BAS 연계 운영 404

Contents

2025
건축물
에너지평가사
실무교육과정

Part.D
ECO2 평가

D.1 ECO2 개요 (패시브, 존) 416

1. 일반사항 416
2. 건물개요 424
3. 입력존(프로필) 428
4. 열관류율 440
5. 입력면 447

D.2 ECO2 개요 (액티브) 452

1. 공조처리 452
2-1. 난방기기 458
2-2. 급탕기기 472
3. 난방공급시스템 478
4. 난방분배시스템 484
5. 냉방기기 490
6. 냉방분배시스템 498

D.3 ECO2 개요 (신재생) 512

1. ECO2 개요_신재생 513
2. ECO2 개요_에너지자립률 537

D.4 평가 사례 기반 ECO2 개요 547

1. 난방기기 547
2. 냉방기기 566
3. 공조기기 578

2025

건축물에너지평가사 실무교육

● 공통훈련과정



Building Energy Assessment Professionals
Business Education

Part.A

ZEB 제도 및 사례

A.1 ZEB 개요 및 정책

1. ZEB 개요
2. ZEB 정책 동향
3. ZEB 체계 및 추진방향
4. ZEB 사례

A.2 BEMS 기술 개요

1. BEMS 정의 및 원칙
2. BEMS 운영 기술
3. BEMS 검증 기술

A.3 ZEB 건물 컨설팅 사례

1. 스마트 제로에너지시티
2. 부산 에코델타 스마트빌리지
3. 제로에너지 주요 적용기술
4. ZEB 운영이슈 및 개선과제

A.4 ZEB 건물 인증 사례(주거)

1. ZEB의 에너지자립률
2. 공동주택 ZEB 인증 사례
3. 평가방법 개선(안) 안내

A.5 ZEB 건물 인증 사례(비주거)

1. 비주거 ZEB 인증 사례
2. 에너지관리시스템

A.6 공통윤리교육

1. 청탁금지법
2. 이해충돌방지법
3. 갑질 예방

A.1 제로에너지건축물(ZEB) 개요 및 정책

교육 목표

ZEB 개요 및 정책

* ZEB 다양한 정의 및 법적 정의 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 보급활성화를 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

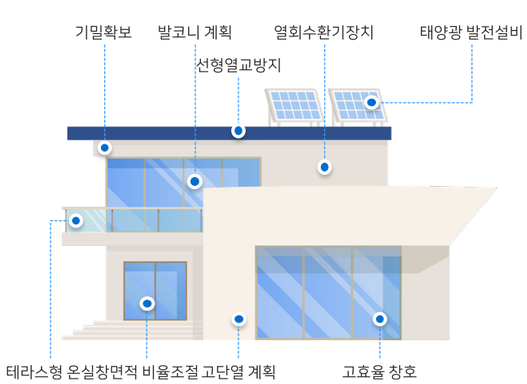
국내 제로에너지건축물 용어 정의

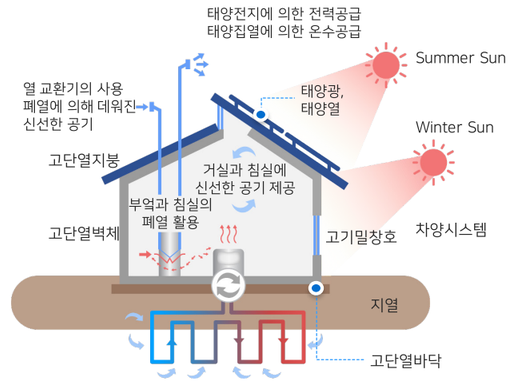
[녹색건축물 조성 지원법 제2조(정의)] 제4호 “제로에너지건축물”이란 건축물에 필요한 에너지부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물을 말한다

제로에너지건축물 수준	주요 국가
ZEB Ready — 신재생에너지를 제외한 저 에너지 수준의 건축물	 
nZEB — 건축물에 사용하는 일부 에너지용도의 에너지사용량을 제로화하는 건축물	  
NZEB — 연간 건축물에서 사용하는 에너지 사용량을 ‘0’으로 유지하는 건축물	   
Plus Energy Building — 건물이 필요한 에너지보다 신재생에너지 발전을 통해 더 많은 에너지를 생산하는 건축물	

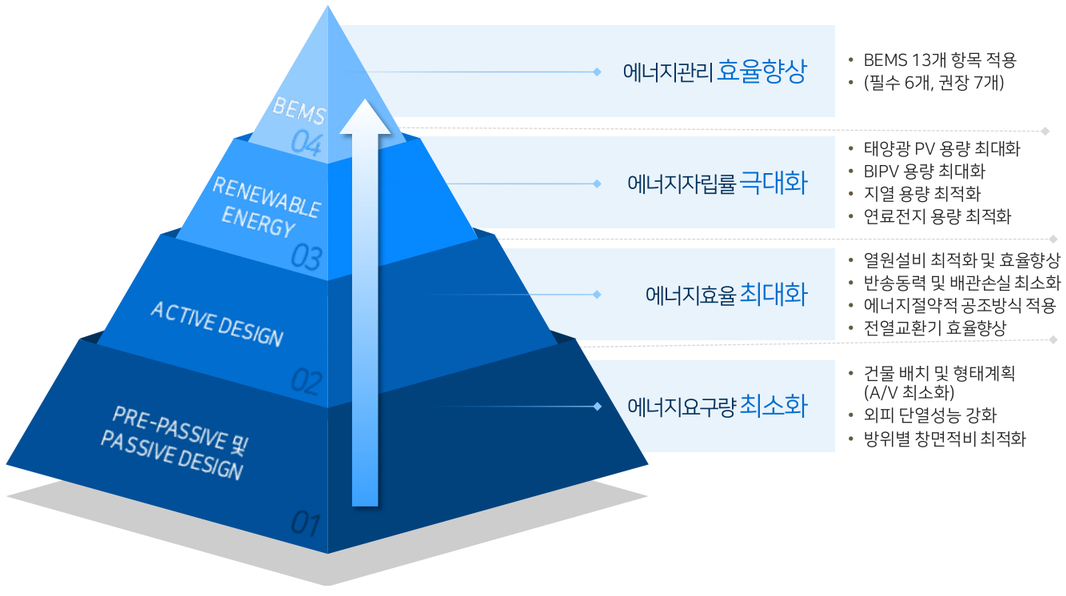
제로에너지건축물의 기술요소

패시브 PASSIVE	냉·난방 에너지요구량 최소화 / 단열·기밀성능 강화	+	액티브 ACTIVE	에너지소비량 최소화 / 고효율설비, BEMS 적용	+
신·재생에너지 NEW&RENEWABLE	신재생에너지 생산 / 태양광, 지열, 연료전지 등				





제로에너지건축물 에너지 통합 설계

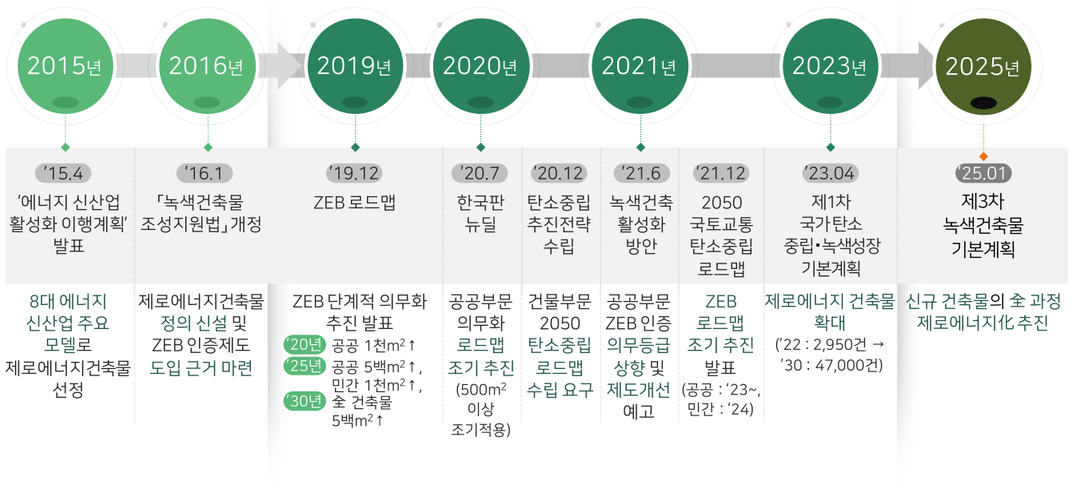


- 에너지 통합 설계의 네 단계 방안으로는 패시브 기술을 통한 에너지요구량 최소화, 액티브 디자인 기술을 통한 에너지효율 최대화, 신재생에너지 설비 용량 최적화를 통한 에너지자립률 극대화, 지속적인 에너지 관리를 위한 건물에너지모니터링시스템 설치가 있음

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

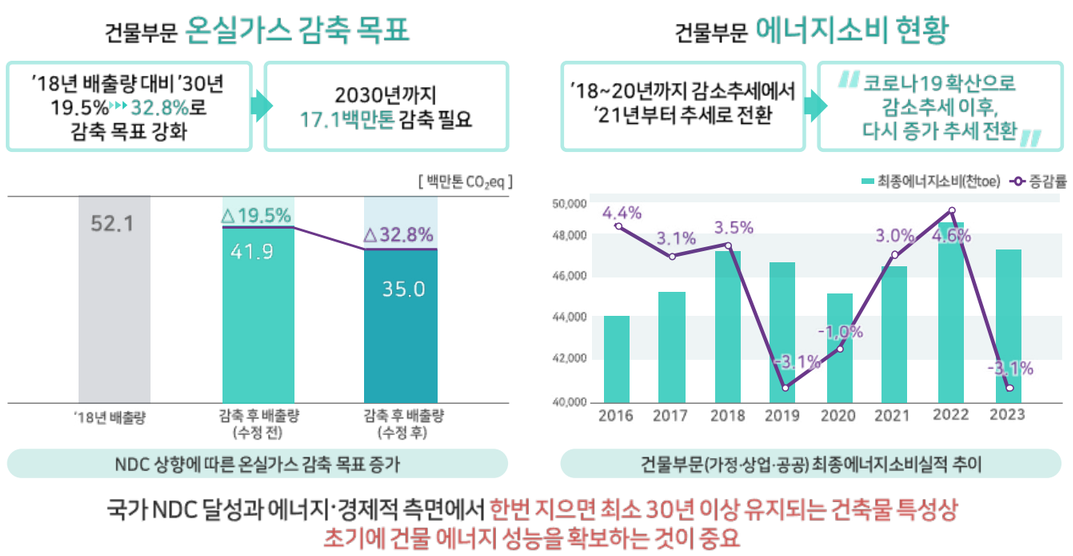


- 2050년까지 "국민의 생활 터전이 되는 모든 공간과 이동수단의 탄소 중립"을 목표로 건물, 교통, 국토와 도시, 국외 감축 분야에서 탄소 중립을 위한 다양한 과제를 추진하는 현행 적용 중인 의무화 로드맵
- 정부가 제로에너지건축물을 국가 건설부문 탄소 중립 및 온실가스 감축의 핵심 수단으로 여기고 있으며 보다 더 적극적인 노력으로 탄소 중립과 온실가스 감축하려는 정부의 의지가 내포되어 있음

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

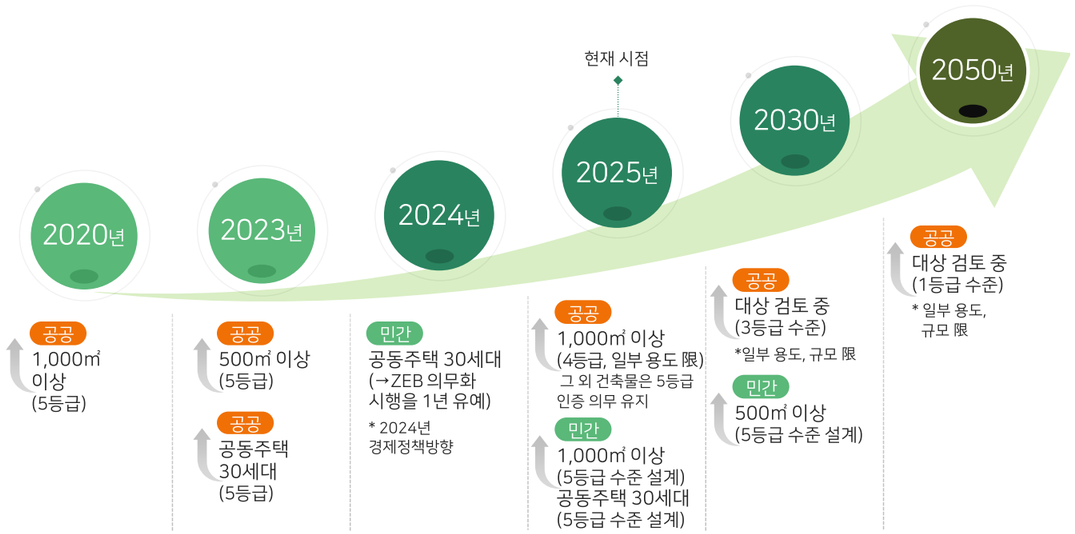
국가 NDC 상향 2018년 배출량 기준 2030년까지 온실가스감축 26.3% ▸▸▸ 40%



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

주관 부처	운영 기관	인증 기관	인증기관(6개)
국토교통부, 산업통상자원부	한국에너지공단 KOREA ENERGY AGENCY	REB, KISEE, kpc, KRNEA, KCL	한국부동산원 한국교육녹색환경연구원 한국환경건축연구원 한국생산성본부인증원 한국녹색기후기술원 한국건설생활환경시험연구원

- 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

[kWh/m2·y]

등급	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, 권장7개)

(참고) 통합 ZEB 인증제도 (2025.1.1.~)

- 2025년 1월 1일부터 신규 건축 허가를 받는 건축물은 통합된 '제로에너지건축물 인증제도' 적용

냉방·난방·급탕·조명·환기 1차에너지소요량 평가 (10등급 체계)

+

건축물 에너지효율등급 인증(1++ 이상), 에너지자립률 (20%이상), 건축물 에너지관리시스템 또는 전자식 원격검침계량기 설치

新 제로에너지건축물(ZEB) 인증제도

통합 인증제도 운영

통합 제로에너지건축물(ZEB) 인증 기본 방향

방향 1 최소한의 변화

- 現 인증 기준인 ①에너지자립률은 유지하되, ②1차에너지소요량 기준을 추가하여 제도 수용성 강화
  * 신청자가 기준을 선택하여 인증 취득

방향 2 등급체계 간소화

- 건축물에너지효율등급 인증제도 內 실효성과 수요가 없는 하위등급 삭제

* 건축물 에너지효율등급 : 7등급 ~ 1+++ 등급

방향 3 ZEB등급체계확장

- 진취적인 ZEB 확산을 위한 ZEB Plus 등급 신설 (에너지자립률 120% 이상)

통합 제로에너지건축물(ZEB)인증제도의세부 평가기준은 ZEB 홈페이지(https://zebenergy.or.kr)에서 확인 가능

ZEB 인증 기준

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

에너지 소요량 산정방법(단위면적당)

Σ(해당 에너지소요량 ÷ 해당 에너지가 요구되는 공간의 바닥면적)

[난방에너지] + [냉방에너지] + [급탕에너지] + [조명에너지] + [환기에너지]



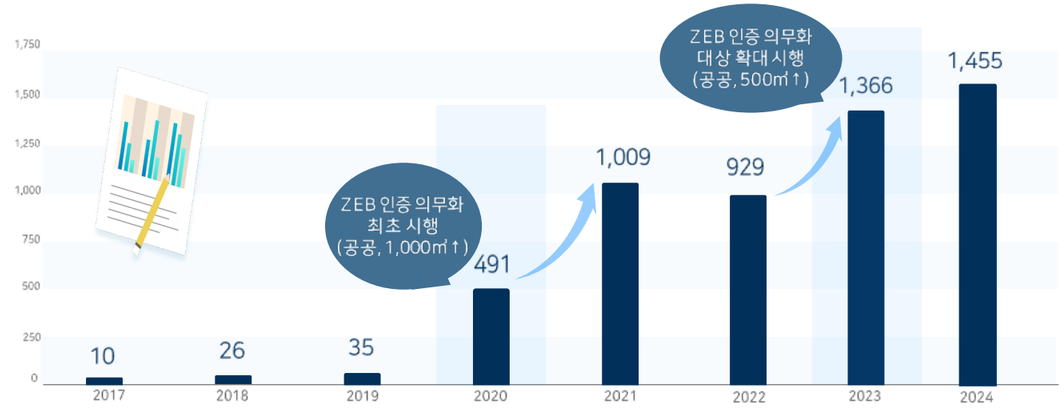
난방에너지소요량	냉방에너지소요량	급탕에너지소요량	조명에너지소요량	환기에너지소요량
난방에너지가 요구되는 공간의바닥면적	냉방에너지가 요구되는 공간의바닥면적	급탕에너지가 요구되는 공간의 바닥면적	조명에너지가 요구되는 공간의 바닥면적	환기에너지가 요구되는 공간의 바닥면적

※ 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/㎡·년)	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/㎡·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

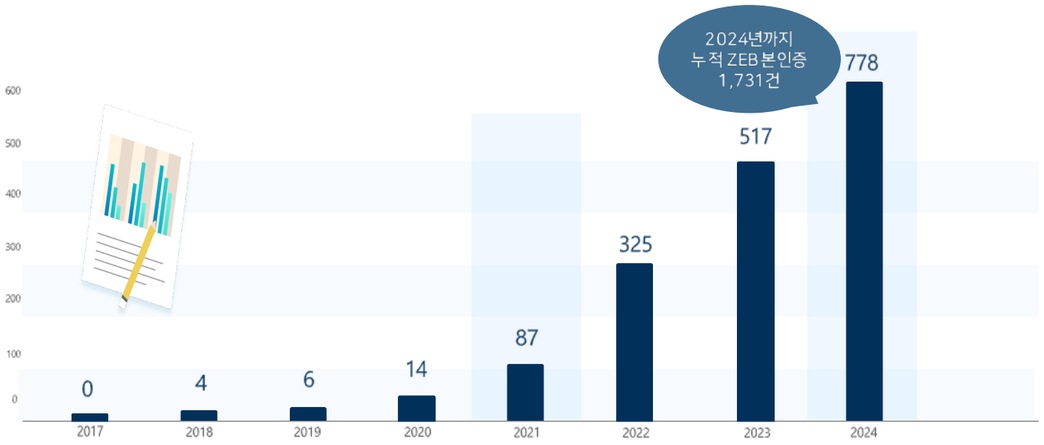
ZEB 인증 현황 | 예비인증 현황

- 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%)**	**2233(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://zeb.energy.or.kr) 내실시간 조회가능

4 ZEB 사례

판교 제2테크노밸리 기업지원허브

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



건물명	판교제2테크노밸리기업지원허브	대지위치	경기 성남시 수정구 대왕판교로 815
건축주	한국토지주택공사		
효율등급	1++	준공일	2017.10.17.
연면적	78,802.08 ㎡	규모	지하2층, 지상8층

구 분	요구량	소요량	1차 소요량	등급용1차소요량
난방에너지	34.7 W/㎡·K	28.4 W/㎡·K	46.1 W/㎡·K	45.2 W/㎡·K
냉방에너지	18.9 W/㎡·K	18.7 W/㎡·K	27.0 W/㎡·K	26.5 W/㎡·K
급탕에너지	12.2 W/㎡·K	19.0 W/㎡·K	15.8 W/㎡·K	9.7 W/㎡·K
조명에너지	11.0 W/㎡·K	8.4 W/㎡·K	23.2 W/㎡·K	19.9 W/㎡·K
환기에너지	0 W/㎡·K	13.0 W/㎡·K	35.6 W/㎡·K	35.9 W/㎡·K
신재생에너지	0 W/㎡·K	−17.3 W/㎡·K	−37.4 W/㎡·K	0 W/㎡·K
합 계	76.9 W/㎡·K	87.5 W/㎡·K	147.7 W/㎡·K	137.2 W/㎡·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지자립률
185.12 kWh/㎡·년	37.39 kWh/㎡·년	20.2% (5등급)

적용 기술

PASSIVE 적용기술

01. 로이삼중창 (법적기준 대비 38%↑)



02. 외단열 공법(단열성능 1.7배 강화)



03. 차양일체형 외피(냉방부하 0.3%↓)

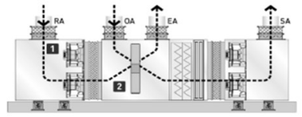


ACTIVE 적용기술

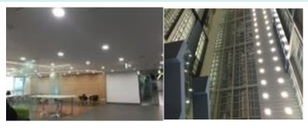
01. 외기냉방 공조 시스템



02. 공조기 전열교환기



03. 고효율 LED(4.18W/㎡)



신재생 설비

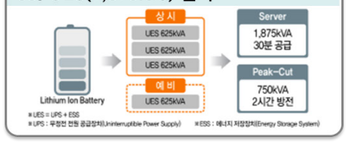
01. PV(612.75kWp), BIPV(13.44kWp) 설치



02. 지열히트펌프(2,931.96kW) 설치



03. UES(1,875Kva) 설치



LG ThinkQ Home

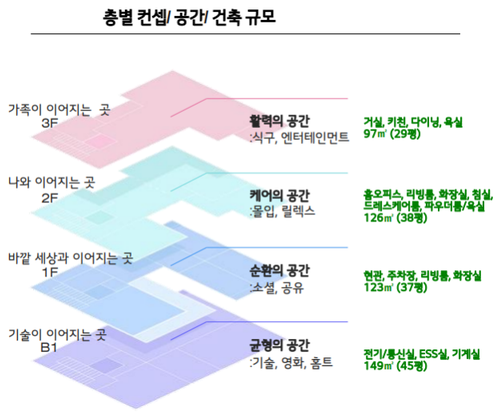
- 제로에너지건축물 인증제도 최초 1등급 취득 사례
- 단독주택 최초의 ZEB 인증 사례

건축주	㈜LG전자
소재지	경기 성남시 분당구 산운로185번길 14-6
대지면적	295.3056㎡
건축면적	128.54㎡
연면적	499.79㎡
규모	지하1층 / 지상3층
주용도	단독주택
준공일	2020년 11월
인증경과	· 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/m2·년)	255.6	단위면적당 1차에너지생산량 (kWh/m2·년)	310.9
건물에너지관리 적용현황	건물에너지관리시스템		
주요Passive기술	· 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	· 통합배관방식(2관식) 지역난방 시스템(급탕, 난방 열교환기 적용) · 고효율 전열교환환기장치, LED조명(100%) 및 개별 조명제어 · BEMS 이용 자동제어장치(zone별 제어설비 적용)		
주요 신재생 기술	· 지붕(경사·수평) 및 외벽 활용 태양광 발전(PV, BIPV/총 55.765kWp) · 연료전지 설치(1kW)		





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
- 고층형 제로에너지 시범단지



건물명 힐스테이트레이크송도
건축주 송도랜드마크시티
효율등급 1++
연면적 155,833.02 ㎡
대지위치 인천광역시 연수구 송도동 397-11
준공일 2019.06.30.
규모 지하2층, 지상36층

구 분	요구량	소요량	1차 소요량	등급용 1차소요량
난방에너지	33.1 W/㎡·K	43.9 W/㎡·K	33.3 W/㎡·K	33.3 W/㎡·K
냉방에너지	0 W/㎡·K	0 W/㎡·K	0 W/㎡·K	0 W/㎡·K
급탕에너지	30.7 W/㎡·K	37.5 W/㎡·K	27.8 W/㎡·K	27.8 W/㎡·K
조명에너지	9.6 W/㎡·K	4.3 W/㎡·K	11.8 W/㎡·K	11.8 W/㎡·K
환기에너지	0 W/㎡·K	1.8 W/㎡·K	4.9 W/㎡·K	4.9 W/㎡·K
신재생에너지	0 W/㎡·K	-8.6 W/㎡·K	-23.7 W/㎡·K	0 W/㎡·K
합 계	73.4 W/㎡·K	87.4 W/㎡·K	77.8 W/㎡·K	77.8 W/㎡·K

1차에너지소비량	신재생에너지 생산량	에너지자립률
101.50 kWh/㎡·년	23.72 kWh/㎡·년	23.37% (5등급)

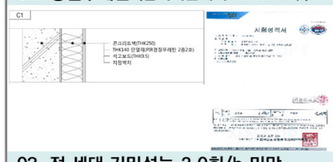
- 적용 기술

PASSIVE 적용기술

01. 로이이중창 (법적기준대비 42% ↑)



02. 경질우레탄 (법적기준대비 42~58% ↑)

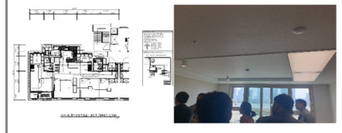


03. 전 세대 기밀성능 2.0회/h 미만

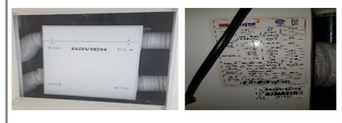


ACTIVE 적용기술

01. LED 조명기기 (조명밀도5.11W/㎡)



02. 고효율 전열교환기 (난방73.5%, 냉방65.6%)



03. 지역난방 콤팩트 설비



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%)



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 본인증서

예비인증서_제로에너지 5등급



제로에너지건축물 예비인증서

1차에너지소요량 172.0kWh/㎡y
에너지 자립률 24.99%

본인증서_제로에너지 +등급



제로에너지건축물 인증서

1차에너지소요량 -41.5kWh/㎡y
에너지 자립률 130.99%

제로에너지건축물 기술요소 참고서 및 우수사례집

- ZEB 보급과 확산을 위한 한국에너지공단 컨설팅 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 컨설팅 지원 우수사례집



2022.03 최초 발간
(2024.04 최신본 게시 중)

참고 서적 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 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(이하 EMS)은 에너지사용을 효율적으로 관리하기 위하여 센서 · 계측장비(HW), 분석 소프트웨어(SW) 등을 설치하고 에너지 사용 현황을 실시간으로 모니터링하여 필요시 에너지사용을 제어할 수 있는 통합관리시스템
- BEMS는 건물 내 주요 공간 · 설비에 부착한 센서를 통해 실시간으로 에너지사용 데이터를 수집 · 분석하여 에너지소비 절감과 건물의 쾌적한 실내환경 유지에 활용하는 최첨단 ICT 시스템

에너지관리시스템 EMS(Energy Management System) 정의

에너지관리시스템 EMS(Energy Management System) 정의(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
[주] 건물(Building), 가정(Home), 공장(Factory) 등에 적용 시 BEMS, HEMS, FEMS 등 용어로 사용

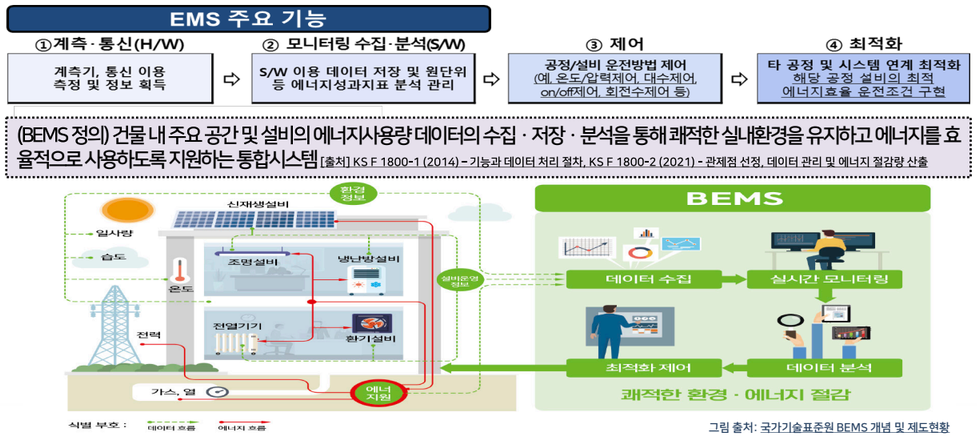


그림 출처: 국가기술표준원 BEMS 개념 및 제도현황

BEMS 운영 원칙

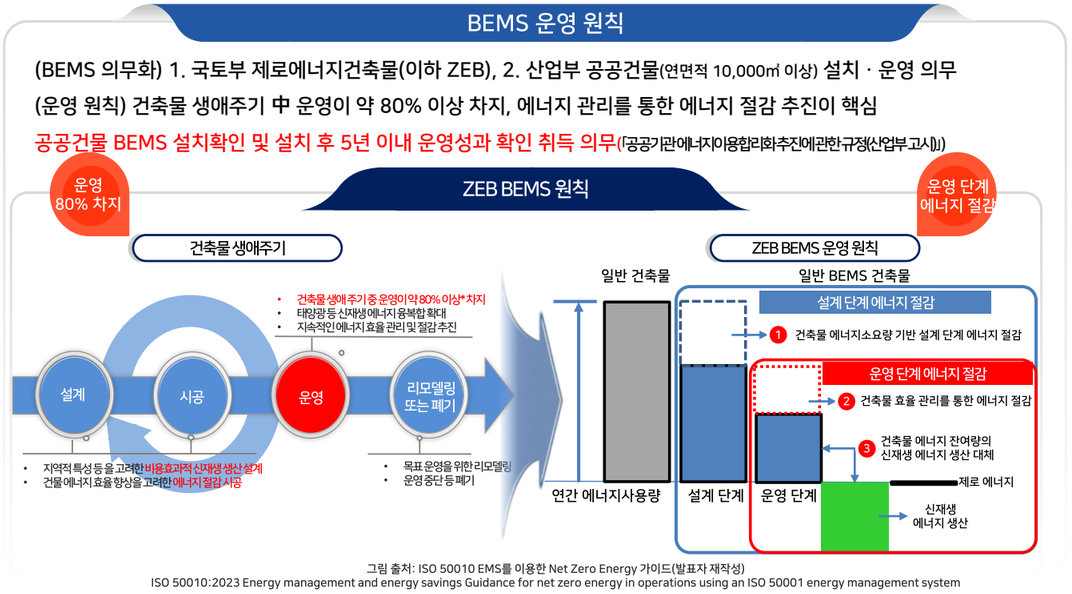


그림 출처: ISO 50010 EMS를 이용한 Net Zero Energy 가이드(발표자 재작성)
ISO 50010:2023 Energy management and energy savings Guidance for net zero energy in operations using an ISO 50001 energy management system

BEMS + 신재생 관리

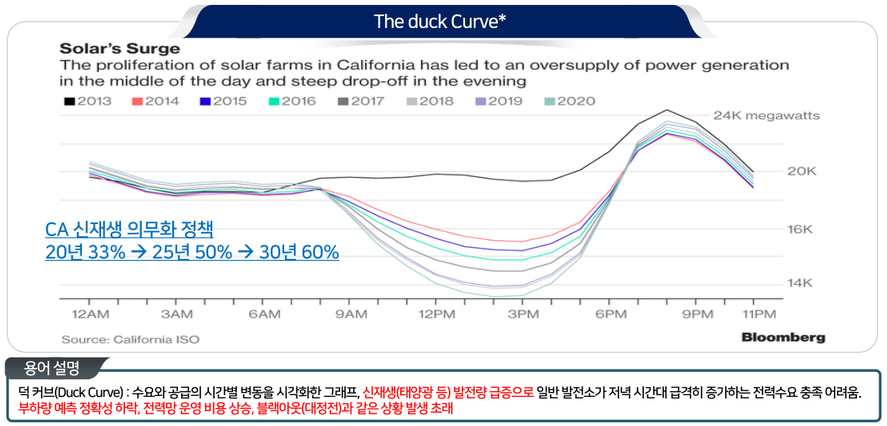
- 미국 캘리포니아 덕 커브 이해를 통한 에너지 관리의 중요성 인식
- 국내 제주도가 출력제한 등 경험

무분별한 신재생 발전은 출력제한 또는 블랙아웃 초래

에너지 관리 중요성

미국 캘리포니아 경우, 신재생 과잉공급과 에너지 관리 미숙으로, 20년 8월에 2일 연속 블랙아웃

(대규모 정전사태, 원인: 기후변화 폭염, 에너지 사용 예측 오류) 발생, 80만 가구와 기업 등 400만 인구가 피해를 입음



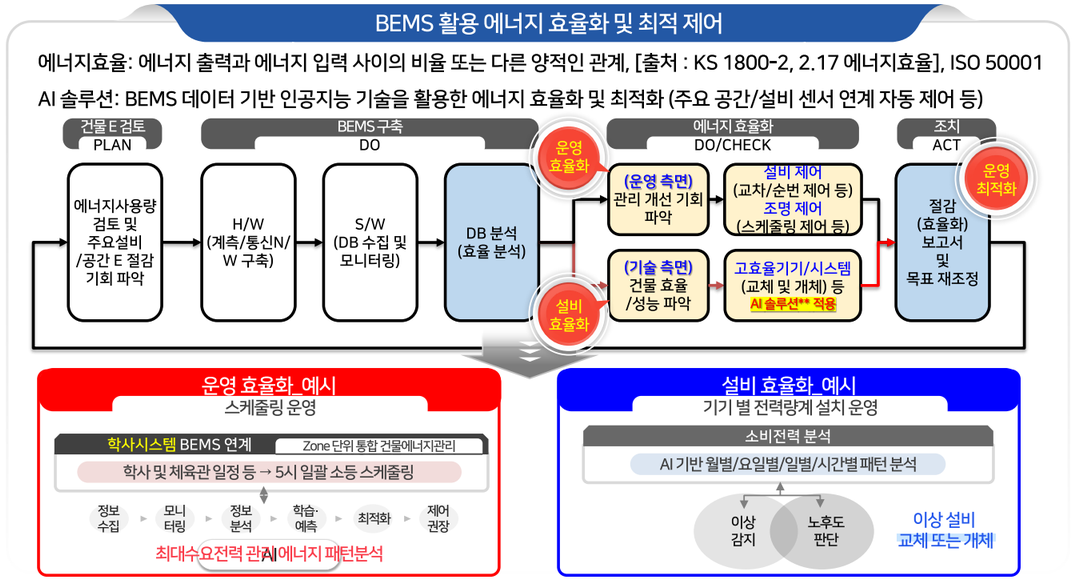
용어 설명

덕 커브(Duck Curve) : 수요와 공급의 시간별 변동을 시각화한 그래프, 신재생(태양광 등) 발전량 급증으로 일반 발전소가 저녁 시간대 급격히 증가하는 전력수요 충족 어려움. 부하량 예측 정확성 하락, 전력망 운영 비용 상승, 블랙아웃(대정전)과 같은 상황 발생 초래

- [참고] 2023.11 감사원 보고: 출처: 조선일보(2023.11)
  - 2023년 감사원이 제주도가 신재생에너지 과잉 발전(發電)으로 인한 송·배전 설비 과부하와 대규모 정전 위험성에 노출
  - 2026년부터는 이런 문제가 제주도를 넘어서서 전국적으로 나타날 수 있다고 경고
- A 문제점
  1. 신재생 과잉공급의 문제는 태양광·풍력 발전량이 날씨에 따라 수시로 바뀐다는 점
  2. 전력 수요와 공급을 시시각각 일치시키지 않으면, 전압과 주파수가 순간적으로 변하면서 신재생 발전기 고장 유발
  3. 이를 막기 위해 발전기들이 연쇄적으로 가동을 정지하게 되면, 전력 공급이 중단되는 대정전이 발생한다.
- B. 국내 현황
  - 제주도 출력제한 횟수 2015년 3회에서 2020년 77회로 늘었고, 2030년에는 1934회에 달할 것으로 예상(감사원 보고서)
  - 제주도의 신재생 발전 사업자들은 출력 제한으로 전기를 팔지 못해 손실을 입고 있다며 정부를 상대로 소송 중
- C 해결방안
  - 대정전을 피하기 위해선 거대한 배터리인 에너지 저장 장치(ESS) 설치, 전기가 남아돌 때 저장했다가 부족할 때 내보내는 방식의 전력 수급 필요
  - 발전사의 송·배전망 용량 여유분 확보 필요

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

- KS BEMS 및 ISO 50001 핵심
  1. 에너지 운영을 통한 절감 목표 수립
  2. 주요 공간, 설비의 특성 파악
  3. 이를 통한 에너지 운영, 설비 효율화
  4. 개선 프로젝트를 확인
  5. 데이터 기반 운영 및 성과 검증을 통한 선순환 운영 관리 필요
- 건축물 용도(건축법: 29개 용도, 134개 세부 용도로 구분)

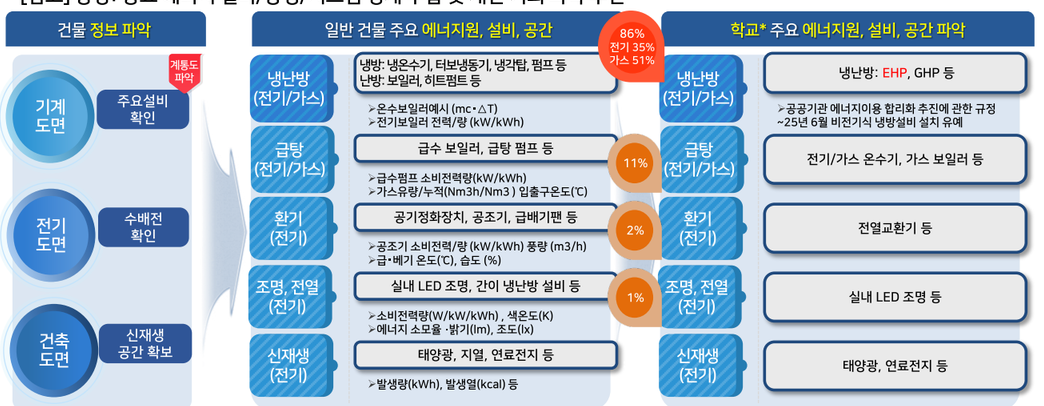
  1. 단독주택 2. 공동주택 3. 제1종근린생활 4. 제2종근린생활 5. 문화 및 집회시설 6. 종교시설 7.판매시설 8. 운수시설 9. 의료시설 10. 교육연구시설 11. 노유자 시설 12. 수련시설 13. 운동시설 14. 업무시설 15. 숙박시설 16. 위락시설 17. 공장 18. 창고시설 19. 위험물저장 및 처리시설 20. 자동차관련시설 21. 동물 및 물관련시설 22. 분뇨 및 쓰레기처리시설 23. 교정 및 군사시설 24. 방송통신시설 25. 발전시설 26. 묘지관련시설 27. 관광휴게시설 28. 장례식장 29. 야영장 시설

무분별한 신재생 발전은 출력제한 또는 블랙아웃 초래

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



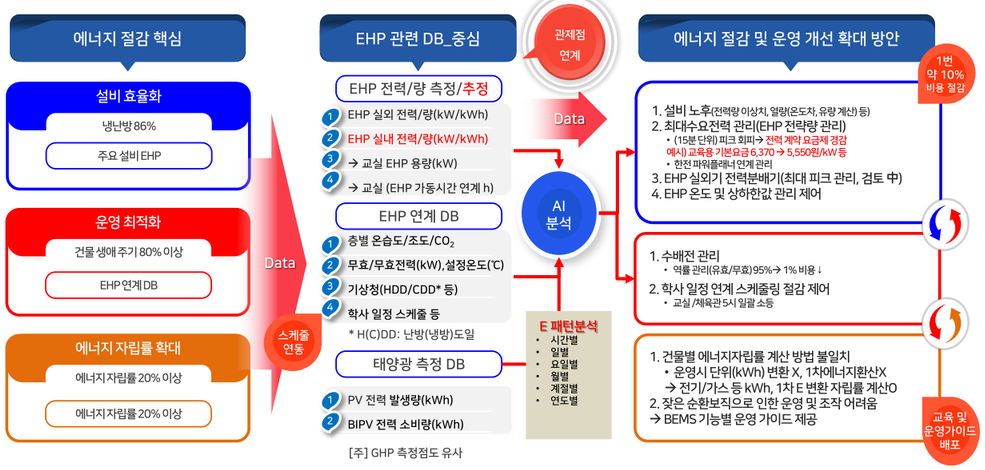
* 학교 에너지 사용 비율 근거: 2023년 실태조사를 통한 5대 에너지 이용별 에너지 사용량 기반 계산

BEMS 운영 원칙

- 현재 문제점: 에너지 절감 효과 부재
  1. 에너지 절감목표가 아닌 '설치확인'을 위한 최소 관제점 선정
  2. 데이터 호환성 문제 : BEMS 설치관제점이 각기 다른 경우 통합 솔루션 적용 불가능
  3. 에너지 절감효과 검증의 부재 : BEMS 의 도입 효과를 객관적으로 산정하기 어려움
  4. 비용효과성 저하 : 측정 지점 및 수집 방식을 제대로 하지 않을 시 데이터 누락과 불필요한 수집으로 인한 비용효과성 저하 발생
- 해결방안:
  1. 주요 공간 설비 파악을 통한 에너지 사용량 및 영향 인자 파악을 통한 절감 목표 선수립
  2. 실효성 있는 관제점 선정, 데이터 수집 및 운영 관리

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

- 산업부 공공 BEMS 및 국토부 ZEB BEMS 차이 이해 필요
  공공 BEMS(산업부), ZEB BEMS(국토부)
- (산업부 BEMS)「공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한규정」
  – 연면적 10,000㎡이상 건축물 신축, 별동으로 증축하는 경우 BEMS 및 운영의무
- (국토부 BEMS)「건축물 에너지효율등급 인증 및 ZEB 인증에 관한 규칙」
  – 신축 · 재축 또는 기준 건축물 대지 내 증축하는 경우 연면적 500㎡ 이상의 에너지절약계획서 제출 대상 공공건축물
- ZEB BEMS --〉 KS항목 및 공공 BEMS 설치항목 고려 이중으로 서류 제출하는 경우 별도 작업 최소화 (필수)
  원격검침, (선택) 산업부 BEMS 수준
- (권장항목)
  정보감시 등 7개 항목은 건축물 규모, 에너지사용량, 설비의 복잡성에 따라 선택하여 관리
- (신설항목)
  (필수) 일 반 사항– 건물 유형 설비 종류 및 관제점 일람표 작성 등 공통사항
  (필수) 시스템 설지 – 계측기 관리 대장, 운영 매뉴얼, 관제점태그 생성규칙, 테이터 저리절자 문서화 등
  (필수) 종합유지관리 – 시스템 정상작동 및 데이터 수집 여부 확인 및 시정, 계측기이력관리 및 교정
  (권장) 시스템 확장성 – 설비 등 증개축에 따른 주가 테이터 축적관리가능성

ZEB BEMS 설치가이드 기준 개선

건축물의 규모 및 전담관리자 유무 등 고려 인증제도 개선, 종합유지관리신설: 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

[현 행]

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

평가항목 구분			산업부 BEMS	산업부 KS	국토부 전자식 원격검침계량기	국토부 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	실내외 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	–	●	●	–

[개 선]

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	실내외 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

- 데이터 수집 단계에서 에너지소비에 영향을 주는 필수적인 데이터의 측정지점*과 수집방식을 제시하여 데이터 누락과 불필요한 수집을 방지함으로써 비용 효과성을 제고하고, 기기 간 정보호환이 가능하도록 하여 데이터의 실시간 연동성을 강화한다.
- 건물 경계 내 · 외부의 주요 설비별 · 공간별 에너지소비 영향인자
  – 데이터 분석 단계에서 수집된 데이터의 저장코드를 표준화*하고, 데이터의 종류 · 단위 · 검증 등 분석정보의 관리방법을 규정하여 데이터의 신뢰성을 확보한다.
- 데이터 속성을 파악할 수 있도록 목록화(일람표)하고, 태그를 생성하여 관리
  – 데이터 활용 단계에서 에너지절감량 효과 산정 기준 · 방법*을 표준화하여 체계적 · 객관적 성과 분석이 가능하도록 한다.
- 외기조건, 재실상태 변화 등을 반영하여 BEMS를 구축하기 전의 건물 에너지 사용 기준수치를 수립하고, BEMS 구축 이후 에너지사용량과 비교하여 종합적인 에너지 절감량을 산출

KS BEMS 주요 내용 및 설치가이드 연계 활용







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 全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 지열측 입구온도, 냉난방부하 등)
태그 : 용도 · 설비 · 단위 등 에너지데이터를 함축적으로 표현한 이름표(예 : 보일러 BLR)

2 BEMS 운영 기술

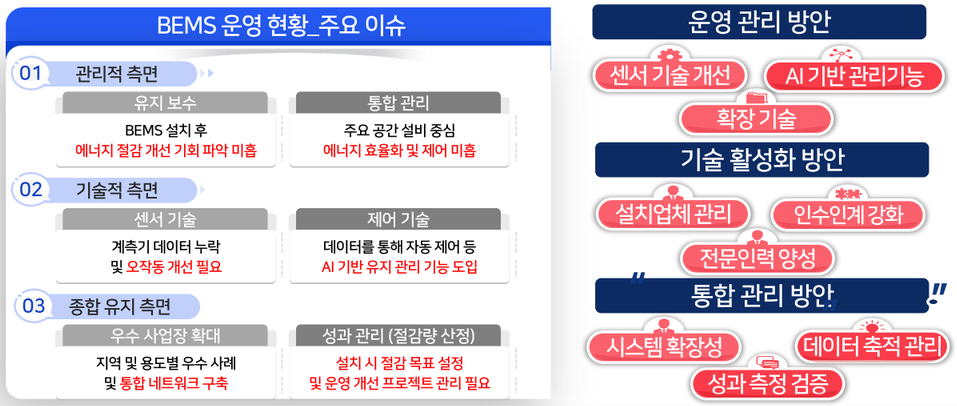
운영 이슈 및 해결 방안

BEMS 관리/기술/통합관리 현황 주요 이슈 및 방안

(BEMS 운영 핵심) 1. BEMS 시스템 기능 숙지 및 지속적 유지 관리, 2. BEMS 운영을 통한 E 효율화 및 절감 기회 파악

→ ZEB BEMS 운영을 통한 10% 또는 20% 절감 등 목표 필요 및 에너지 운영 절감을 위한 개선 기회를 파악 필요

[주] 발표자의 2023년 ZEB BEMS 실태조사를 통한 주요 이슈 및 관리 방안을 정리



- 기타 BEMS 운영 이슈 요약
  - (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 E환경정보, 지표 등 필요한 E 정도 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

- 1. 실시간 모니터링 및 분석: 예시) 이상현상 식별 운영자 경고 메시지 송부 및 원인 조사 시정조치
- 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

BEMS 운영_LLM 활용 무인 자율 운영 시스템 구축

대규모 언어 모델(LLM, Large Language Model)은 텍스트를 인식하고 생성하는 등의 인공 지능(AI) 프로그램

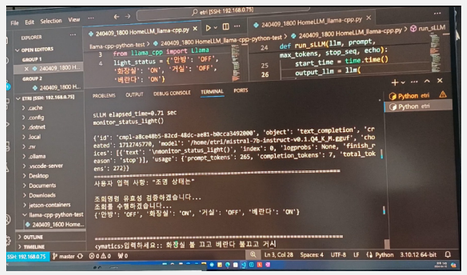
예시) GPT-3, GhatGTP(향후 활용될 데이터 수: 약 100조 이상)

→ 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



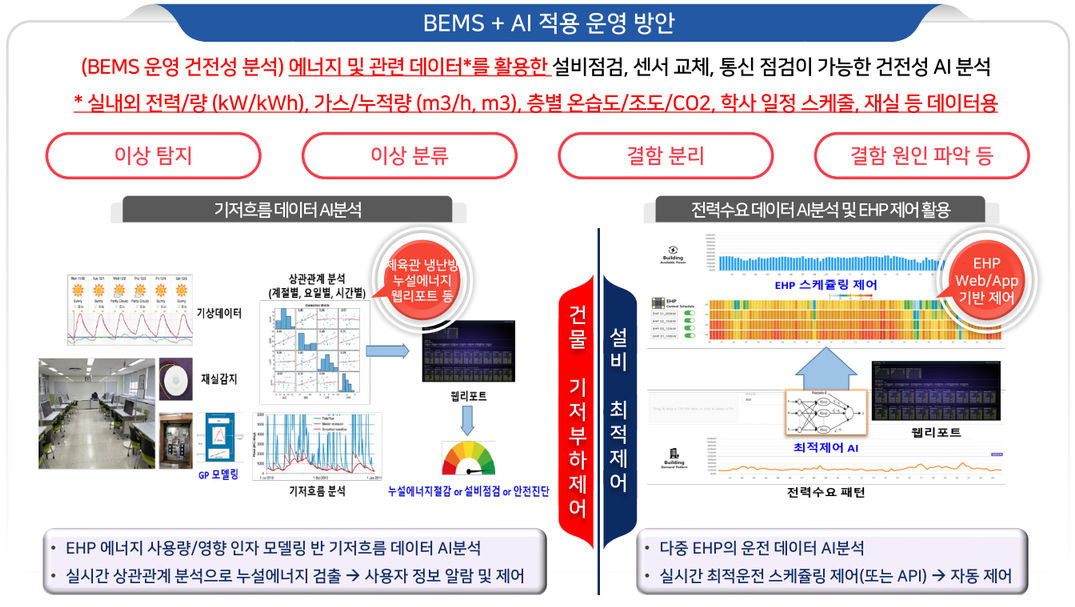
LLM 활용 무인자율ZEB 프로토타입 제시



출처: (좌) statista(2023.01) https://www.statista.com/chart/29174/time-to-one-million-users/; (우) 와이매틱스 기업의 LLM을 활용한 기술 개발

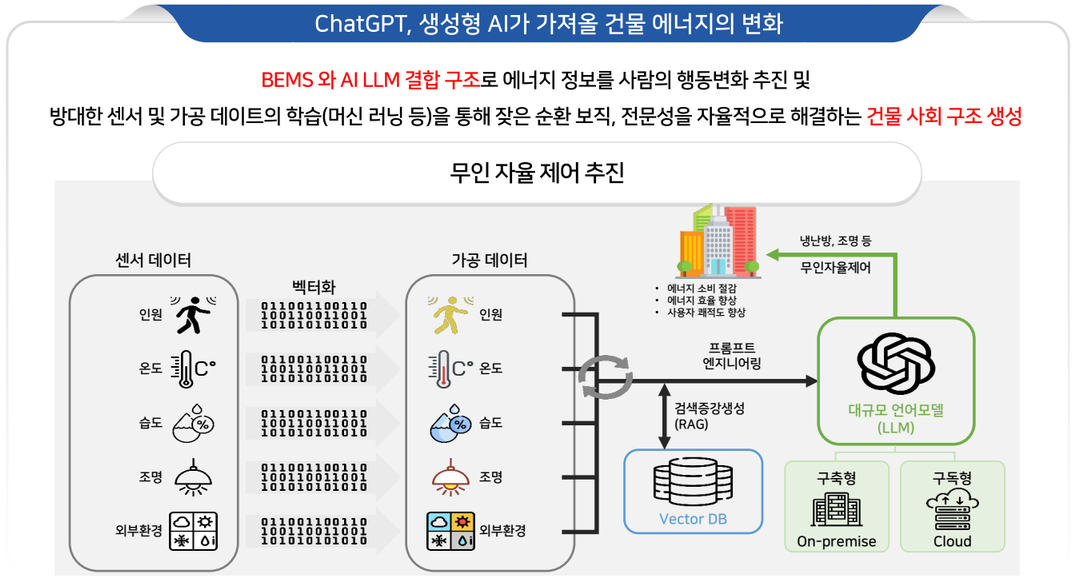
기저 및 최적 제어

- [제어 관련 고려 및 점검사항]
  - 중요 설비, 구역의 제어 화면 또는 제어 데이터의 확인 가능 여부
  - 중요 에너지원, 이용 용도, 설비, 구역을 고려한 자동제어 및 연동 가능 여부
  - 운영을 통한 미래 자동 제어 및 연동 프로젝트 발굴 여부
  - 건축물 관리자는 제어시스템 고장, 오작동 등에 대한 대책 보유 여부
- [참고] ZEB BEMS 건축물 관리자는 건축물 무인 자율을 위한 다음과 같은 분석 기회를 마련할 수 있다.
  - 1) 높은 기저부하 여부
  - 2) 이른 운전시작의 여부
  - 3) 운전시작 후 피크 도달 소요시간 및 기울기
  - 4) 1차 및 2차 피크 시각 및 에너지소비량
  - 5) 최대 피크 시각 및 에너지소비량
  - 6) 최종 피크 후 운전 종료 소요시간 및 기울기
  - 7) 늦은 운전 종료 시각



무인 자율 제어

- '제어시스템'은 건축물의 건축물에너지관리시스템을 통한 제어 기능을 평가하는 항목이며, 에너지효율적인 방향으로 설비를 제어하는 기능을 확인하는 항목임. 중요 에너지원, 이용 용도, 설비, 구역을 기반으로 해당 중요 에너지 용도, 설비, 구역을 제어함
- 자동제어란, 건축물 설비, 전력, 조명 등의 운영 현황을 관리 및 자동으로 제어할 수 있도록 하는 시스템으로써 쾌적한 건축물환경의 제공 및 에너지 절감 등을 목적으로 한다. 자동제어는 아래와 같이 설비제어, 전력제어, 조명제어 등이 있음
- 설비제어란, 기계설비장비의 운영을 자동화하여 고객 및 직원에게 쾌적한 공조환경을 제공하는 시스템
- 전력제어란, 건축물 내 전력계통에 장애 발생 시 신속한 파악 및 대처가 가능하도록 지원하는 시스템
- 조명제어란, 스케줄 제어 등의 사전 설정에 의한 제어방안으로 불필요한 점등으로 인한 에너지 낭비를 방지하는 시스템



국제기준 적용 운영방안

- (23년 1월 보도자료)
  - 세계 최초로 탄소중립 넷제로(Net Zero) 에너지 국제표준 및 표준화 전략 개발 등을 통해 산업계 탄소중립 실현 방안을 제시하는 등 국가 산업경쟁력을 제고
- '23년 1월 제정된 ISO/PAS 50010(넷제로에너지 운영 가이드) 국제표준은 ISO 에너지 위원회(TC301)에서 80여 개국이 참여 개발
- 세계 및 우리나라 탄소배출에서 에너지가 차지하고 있는 비중은 각각 73%, 87%로 넷제로 실현을 위해서는 에너지 부문의 제로화는 핵심 사항
- 이에 따라 국내외 기업의 탄소중립 선언*은 증가하고 있어 향후 수십 년 동안 선언 이행을 위한 탄소중립 에너지 가이드를 제시
- 2023년 현재 133개국, 242개 도시, 811개 기업(애플, 아마존 등, Net Zero Tracker)

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

주도 국가



한국(컨비너) 미국(Co-컨비너)

제목	에너지관리 및 절감 – 탄소중립 에너지 운영 가이드(ISO 50001 이용)	범위	NZE 실현을 위한 ISO 50001 활용 NZE 원칙에 기반한 운영 및 유지 관리 개선 신재생 에너지 통합
주요 용어	Net Zero 용어, NZE 용어로 구분 정의 - Net Zero, NZE, NZC, Off-stie energy, zEnPIs, NZE target boundaries, etc.	주요 활동	ISO TC 207 Carbon Neutral과 협력 개발 주요 선진 국가* 전문가들과 협력 개발 80개국(미국, 영국, 캐나다, 멕시코 등 참여)
적용 방안	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		

NZE 목차 및 주요 내용

- 본 표준에서는 산업, 건물 등에서 기업이 탄소중립의 경계 및 베이스라인, 신재생 적용, 에너지자립 목표 수립 등의 원칙을 제시
- 조직의 설계-시공-운영-폐기 생애주기를 살펴보면, 운영이 80% 이상을 차지하고 있어 관리*를 중심으로 하는 에너지 절감 및 탄소중립 실현이 무엇보다 중요
- 국내는 87% 에너지 및 13% 비에너지(폐기물, 토지이용 등)로 제로화 운영 관리 필요
- 탄소중립 목표 이행을 위해서는 先 에너지 관리 계획, 後 신재생 생산 원칙을 기반으로 하는 에너지 절감 및 탄소 배출량 감축 목표를 수립 필요

ISO/PAS 50010:2023 목차 및 주요 내용

국제 사회 넷제로에너지(제로에너지건축물 등) 운영 가이드 방향 및 이행 방안 개발,
조직*(건물, 산업 등)의 탄소중립 에너지 정의, 경계, 범위, 목표, 지표 개발, 운영 방안 제시

소개 /1장 /2장	표준 필요성(Introduction), 범위 (Scope), 인용표준(Normative references)	3장	용어 정의 3-1. Net Zero 3-2. Net Zero Energy Operation
4장	탄소중립 에너지를 위한 EnMS 실행 (EnMS implementation for NZE)	5장	탄소중립에너지/온실가스를 위한 조직 운영 관리 개선 (Improving organization operation and maintenance for NZE or NZC)
6장	신재생에너지 통합 (Integration of renewable energy)	부속서	탄소중립 에너지 실현원칙 (설계-시공-운영-폐기 등) 全주기 모델 반영

[참고] 조직 정의

[ISO 50001 3.1.1 조직 Organization 용어정의] 개인 사업, 회사, 법인, 기업, 기관, 파트너십, 자선단체 또는 기관, 또는 이들의 법인 조합, 공공 또는 민간이 포함되나 이에 국한되지 않는 개인, 그룹

NZE 용어설명

- [참고] 에너지관리시스템 또는 기타 탄소 시스템 등을 활용하는 건물 경계 내(On-site) 신재생 에너지 사용을 우선 고려해야 하며, 에너지 부족량은 경계 밖(Off-site)의 신재생 생산을 추진해야 함.

NZE 기본 용어 및 운영 관리 용어 구분 정의

3.1 Net Zero. 관련 및 3.2 Net Zero Operation 관련 용어로 구분하여 제시

3.1 Net Zero 용어		3.2 Net Zero 운영 용어	
Net Zero (탄소중립)	한가지 속성(에너지, 폐기물, 온실가스 등)을 가지는 물질의 양이 다른 속성의 물질의 양과 같아지는 상태	Off-site Energy	(대지 외 신재생) 조직에 필요하고 조직의 경계 외부에서 발생하는 에너지(예: 전기 및 열)
Net Zero Energy	에너지 소비량이 동일 청정에너지 발생량으로 균형을 이루는 상태	Normalize (표준화)	동일 조건하에서 에너지 사용량의 비교와 가능한 데이터 수정
Net Zero Carbon	주어진 경계 내에서 일정 기간 동안의 배출, 방출 또는 누출되는 GHG 양의 흡수량을 상쇄한 순배출량이 영(零)이 되는 상태	Zero Energy Performance Indi.	Net Zero Energy/Carbon을 제로화 하는 지표
에너지 자립률	탄소중립 에너지 목표 경계 내에서 에너지 사용량과 에너지 발생량의 비율	Net Zero Energy Target	탄소중립 에너지의 정량적 목표

출처: ISO PAS 50010:2023_발표자 재작성

넷제로에너지 범위 경계

- BEMS 또는 기타 EMS가 있는 경우 NZE 대상 경계는 BEMS 또는 EMS의 경계와 일치할 수 있음
- 그러나 NZE 대상 경계가 EnMS의 대상 경계와 다를 수 있을 수 있음
- 본 표준에서는 건물을 포함한 산업 등에서 넷제로 경계 및 베이스라인, 신재생 적용, 에너지자립 목표 수립 등의 원칙을 제시
- 에너지 및 온실가스를 연계한 경계 수립을 통한 BEMS 시스템을 운영 관리 연계 필요

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

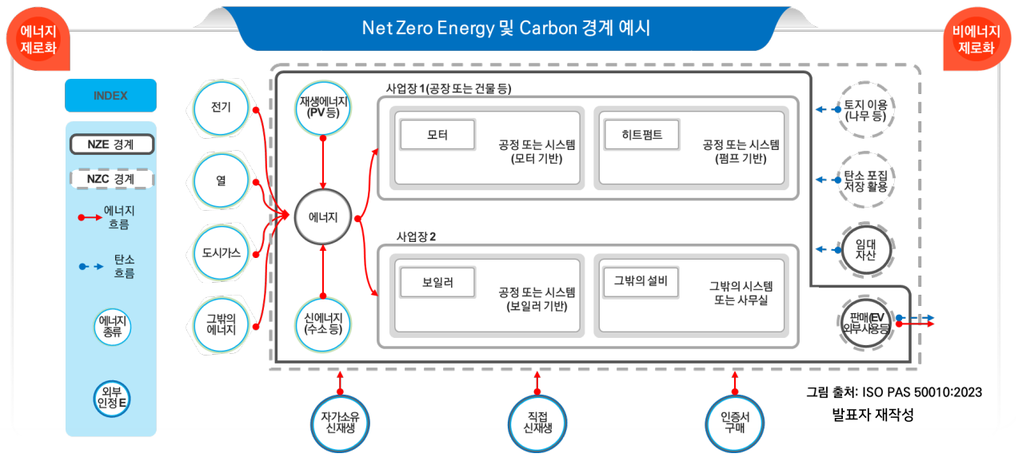


그림 출처: ISO PAS 50010:2023
발표자 재작성

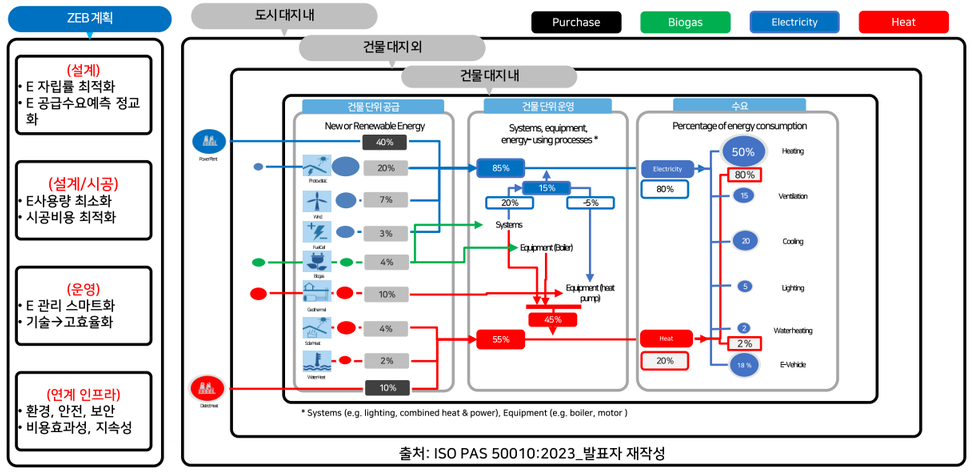
NZE 계획 및 실현방안

- NZE 실현을 위해 건물은 에너지 수요 최소화, 에너지 효율 극대화, 에너지 자립률 최적화 및 EMS를 도입해야 함
- 중장기적 개선의 일환으로 새로운 에너지 절감 및 신재생 생산 가능성 도모;
- 표준 기반의 탄소중립 접근은 시간 비용 경제적으로 구현;
- 에너지 효율 향상을 통한 에너지 사용량 최소화;
- 날씨에 따라 달라지는 재생 에너지원의 효율적 사용 또는 지역 전력망 통합.

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)



출처: ISO PAS 50010:2023_발표자 재작성

NZE 목표(지표)

- 효과적인 BEMS 운영을 위해서는 다음을 고려
- 에너지원별, 중요 에너지 이용 설비 등에 대한 데이터 수집,
- 에너지, 비용 및 설비 상태 모니터링,
- 월별/시간별/분별 등 기업의 여건을 고려한 데이터 검토,
- 기업 zEnPI에 대한 에너지 사용량 분석 및 유사한 조직과 비교,
- 중요 설비, 공정, 시스템의 성능 및 효율성 분석,
- 실내 및 실외 관련 변수의 제공,
- 신재생 에너지를 포함한 에너지 사용량 예측,
- 에너지 성과 개선 기회 확인,
- 새로운 에너지 성과 개선 조치 계획,
- 일정한 시간 간격에 대한 데이터 수집, 모니터링 및 분석,
- 분석 결과 기반의 제어 시스템 운영,
- AMI, 데이터, 지표, 성능 및 신재생에너지 사용 및 생산 관리.

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



출처: ISO PAS 50010:2023_발표자 재작성

Scope 3 용어 정의(IWA42, Net Zero Guidance)

(IWA 42 Net Zero) 1. 구매한 시설, 설비, 시스템 및 서비스, 2. 자본재, 3. Scope 1 및 Scope 2 배출에 포함되지 않은 연료 및 에너지 관련 활동, 4. 업스트림(공급단계) 운송 및 유통, 5. 도시에서 발생하는 폐기물, 6. 비즈니스 여행(클라이언트 및 방문자 운송 포함), 7. 시민의 통근 수단, 8. 업스트림 임대 자산, 9. 하류 운송 및 유통, 10. 판매된 시설, 설비, 시스템의 처리, 11. 판매된 시설, 설비, 시스템의 사용, 12. 판매된 시설, 설비, 시스템의 수명 종료 처리(예: 폐기, 재활용, 용도 변경), 13. 다운스트림(수요단계) 임대 자산, 14. 프랜차이즈, 15. 투자.

BEMS 운영 방안

- 신재생에너지 통합
- ① 대지 내(On-site) 신재생 생산은 대지 내 자체적으로 신재생에너지 생산 및 사용이 가능한지 여부에 대해 다음과 같은 사항을 고려
  - 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.
- ② 대지 외(Off-site) 신재생에너지 생산은 물리적, 지리적 한계성을 고려하여 우선순위가 가장 높은 신재생에 대하여
  - 대지외 신재생 생산을 고려
  - 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 연계.

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	대지 외 신재생
신재생 설비가 위치한 장소에 있는 설비, 공정, 시스템 등과의 운영 통합	대지 외 자체 소유 태양광 등 설비를 통한 신규 신재생 에너지 생산
신재생 에너지 생산은 사용 시기와 설치 시기를 고려하여 제어 가능	대지 외 타인 또는 타 기관 소유의 신규 신재생 에너지 생산
그리드 연계 에너지 사용량이 가장 높은 시간대 또는 계절적 요인을 고려하여 최적화 생산	신재생 인증서 구매 또는 계약을 통한 신재생 연계

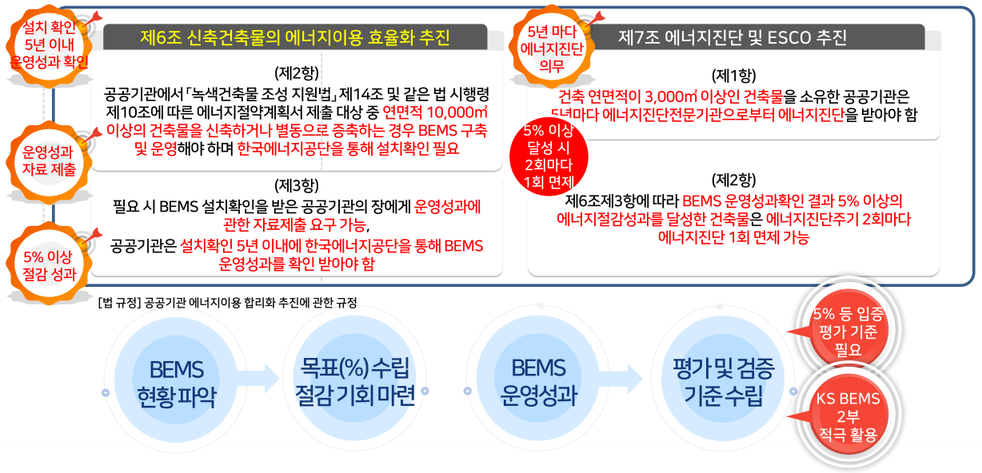
3 BEMS 검증 기술

BEMS 운영 성과 검증

- (핵심) 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

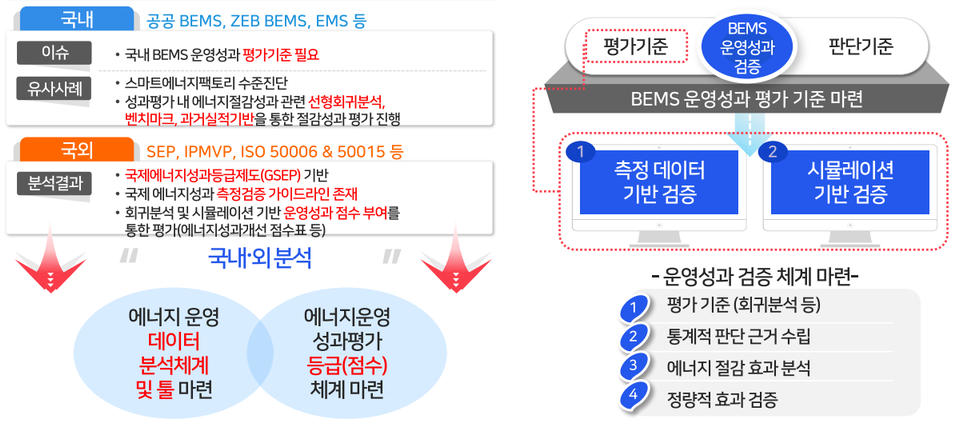


BEMS 성과 검증 표준

- [참고]「KS F 1800-2」건물에너지관리시스템 에너지절감량 산출(6.2, 6.3) 참고
  - 자세한 산정 방법론 및 계산 예시가 부속서로 제시되어 있음
  - 별도의 국제 에너지 절감 검증 교육 과정 및 인력 양성 필요
- (측정데이터 기반 검증)
  ① 경계 설정 ② 기간 설정 ③ 에너지베이스라인 수립
  ④ 에너지베이스라인 정규화 ⑤ 에너지베이스라인 비일상적 조정
  ⑥ 에너지절감량 산출
- (시뮬레이션 기반 검증)
  ① 보정 ② 에너지절감량 산출 ③ 지속적인 에너지절감량 산출

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)



- 운영성과 검증 체계 마련-

1. 평가 기준 (회귀분석 등)
2. 통계적 판단 근거 수립
3. 에너지 절감 효과 분석
4. 정량적 효과 검증

BEMS 성과 검증 이해

- 국제에너지장관회의(CEM) EMWG(ENERGY MANAGEMENT WORKING GROUP)
  https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/energy-management-working-group/
- 우리나라 LG 화학을 포함한 국제사회 건물 산업의 에너지 절감 계산 확산 캠페인 추진 중
  https://www.cleanenergyministerial.org/energy-management-campaign-launches-at-seventh-clean-energy-ministerial/
- 건물 산업 등 Awards :
  https://www.cleanenergyministerial.org/initiatives-campaigns/energy-management-leadership-awards/
- 에너지베이스라인 정규화' 예시 (절감량 산정)
  - 중요 에너지원) 전력에너지소비량/(단위면적 or 근무자수), 가스에너지소비량/근무일수
  - (중요 에너지 이용 용도) 냉난방 전력에너지소비량/1층 난방면적
  - (중요 에너지 설비) 물방식 냉난방 설비 전기IE 소비량/(운영시간 or 냉온수 입구온도)
  - (중요 에너지 구역) 1층 (전기 or 가스)에너지소비량/(HDD or CDD)
- [주 1] 각 중요 에너지 이용별(범위 및 경계 참고)로 정규화를 추진할 수 있으며 이용별로 구분할 경우 각 정규화 모델을 종합하여 건축물 전체 에너지베이스라인으로 선정할 수 있음
- [주 2] 건축물 에너지베이스라인은 에너지원(전기, 가스 등)별로 구분하여 에너지베이스라인을 선정함

국외 MV(운영 성과 검증) 가이드라인

1. 미국 SEP(Superior Energy Performance) M&V(Measurement and Verification) Protocol, 2012년~현재
- 에너지성과개선(절감량)를 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

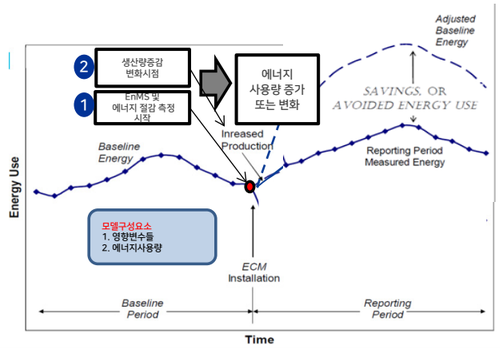


그림 출처 : IPMVP Vol. 1(2012), ISO 50004 Guidance(2017)

Energy Savings =
✓Adjusted Baseline Energy – Reporting Period Energy

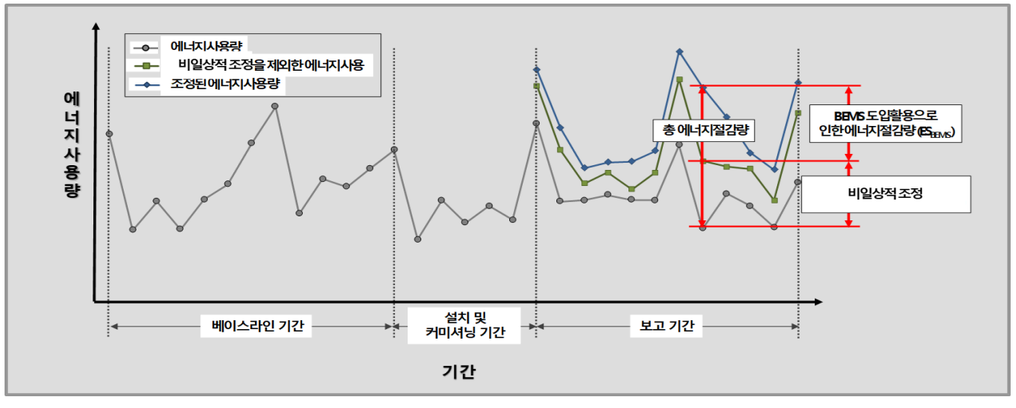
(조정된 에너지사용량 – 실제 에너지사용량)

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 베이스라인 기간을 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

- KS BEMS 2부 참고
- ZEB BEMS 전체 운영 경계에서 에너지절감량은 다음의 식으로 산출
- ESBEMS=ECadj.B − ECR ± ECnon-routine adj.
- 여기에서, ESBEMS는 ZEB BEMS 구축 및 운영에 의한 에너지절감량
- ECadj.B는 정규화된 베이스라인 기간 에너지소비량
- ECR은 보고 기간 실제 에너지소비량
- ECnon-routine adj. 는 보고 기간의 비일상적 조정이 필요한 에너지소비량
- 건축물 관리자는 엑셀 등 일반적인 툴을 활용하여 건축물 에너지소비량과 관련변수의 회귀분석 및 에너지절감량을 계산할 수 있다. 국내외 관련 교육 및 상용화된 툴을 활용할 것을 권장
- [참고 1] 국제사회 에너지절감량 산정 및 검증을 통해 우수 건축물을 선정하고 관리하고 있다. 다중 회귀분석 등을 추진하고자 하는 건축물 관리자는 국제 협력하고 있는 US DOE의 무료 배포 EnPI 툴을 다운받아 사용 가능
- [참고 2] 에너지절감량 산정 툴 무료 버전 다운로드 웹사이트
  https://www.energy.gov/eere/amo/articles/energy-performance-indicator-tool

강의를 마치며

국제 사회 AI 적용 BEMS 상용화 서비스 추진

ChatGPT를 이용한 에너지 운영 절감



출처: https://sensibo.com/

- 기타 참고한 유용한 Youtube Website 소개
- https://www.youtube.com/watch?v=azPxDpb0prM
- https://sensibo.com/products/sensibo-energy-saver-plan?quantity=3&cur=KRW

참고 서적 및 사이트

1. KS F 1800-1:2014 건물에너지관리시스템 ㅡ 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 — 사용지침을 포함한 요구사항 (2023 탈탄소 연계 개정 中)
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

A.3 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



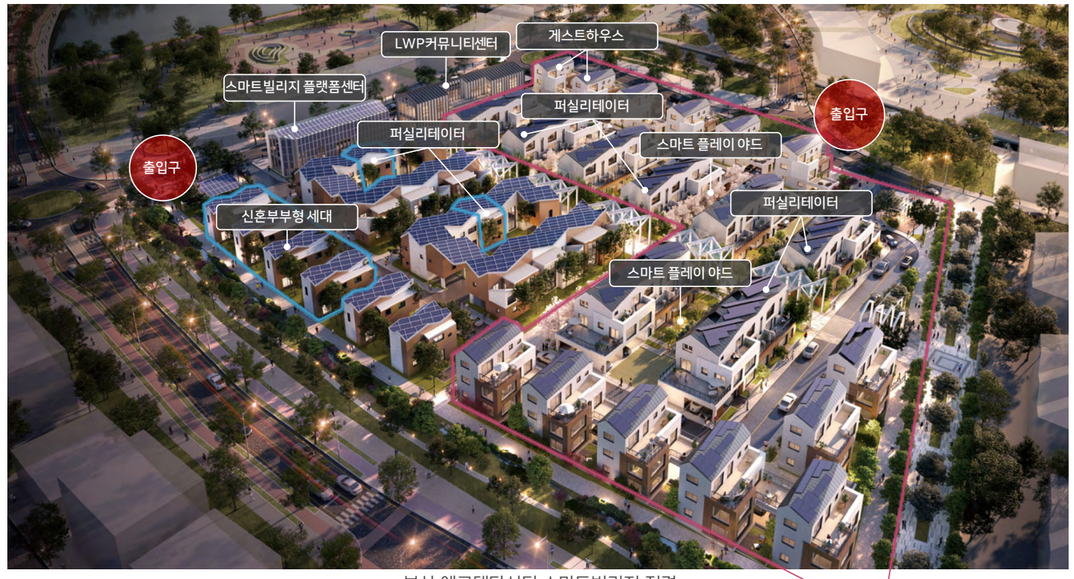
제로에너지 건축물을 넘어 첨단정보통신기술이 결합된 스마트 시티로의 전환

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

개요

- 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







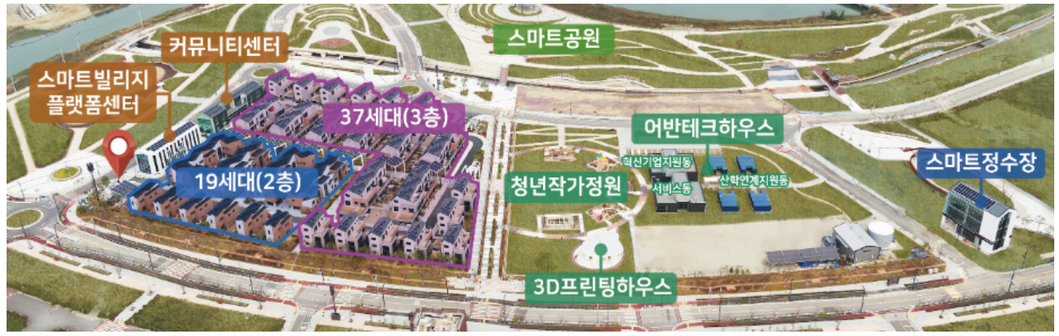


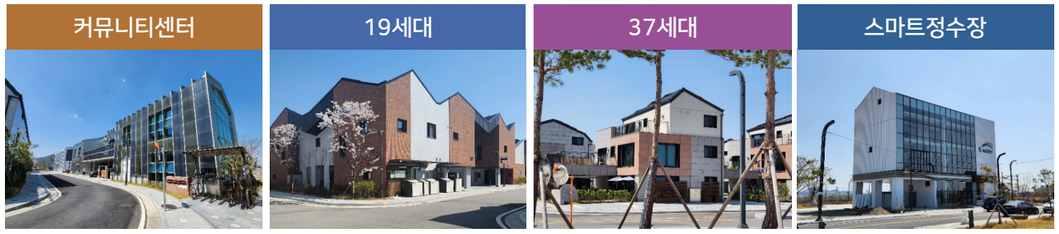




실증단지 구성

- 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 외피면적축소
- 세대별 주차장 계획/ 생활편의 확보
- BIPV를 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

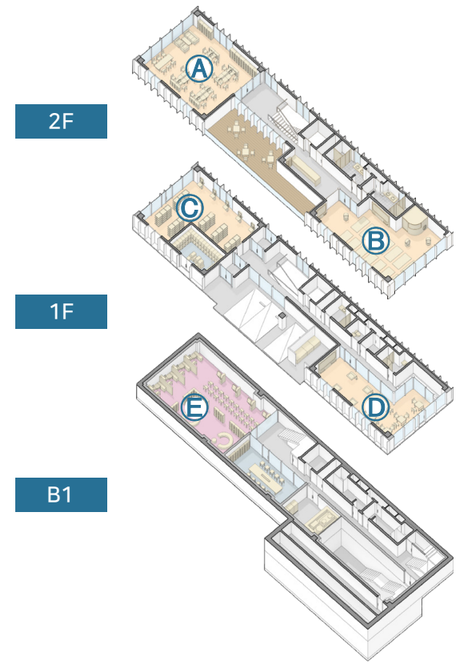
자연과 낭만을 즐길 수 있는 온전한
나만의 집을 제공



- 완충녹지변으로열린 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

에너지	태양광 에너지 관리 세대 전력소비 관리 수열&지열 에너지 관리
교통	주차 및 입출차 현황관리 유동인구 모니터링 수요응답형 버스운행관제
생활헬스	단지 쓰레기통 관리 스마트팜 재배현황관리 로봇카페 운영 헬스케어 운영관리
스마트안전	CCTV 실시간 관제 지능형 영상분석 세대/단지 방범관리 경비로봇 운행관제
스마트홈	세대 방범관리 세대 에너지 사용관리 세대 워터케어 관리
물환경	수변공간 및 먹는물 관리 대기공기질 모니터링 토양수분 관리 도시홍수 관리

융복합 데이터 플랫폼 기반으로 효율적인 관제 실현

에너지 | 주요 적용 사항

- 국내 최초 제로에너지 건축물 1등급 단독주택단지 조성

제로에너지1등급

- 패시브 기술 및 융복합 시스템 적용
- 태양광 503.3kWp, 지열 시스템 282.9kW, 수열 시스템 505.1kW적용
- 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 제로에너지1등급 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 전력생산

3.열에너지(수열·지열)



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

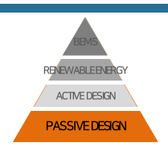
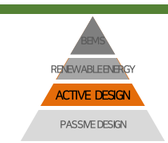
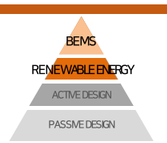
4.에너지 절감 기술



전열교환 환기장치, 열교차단, 고기밀 시공 등 열손실 최소화

3 제로에너지 주요 적용기술

단계별 제로에너지 주요 적용기술

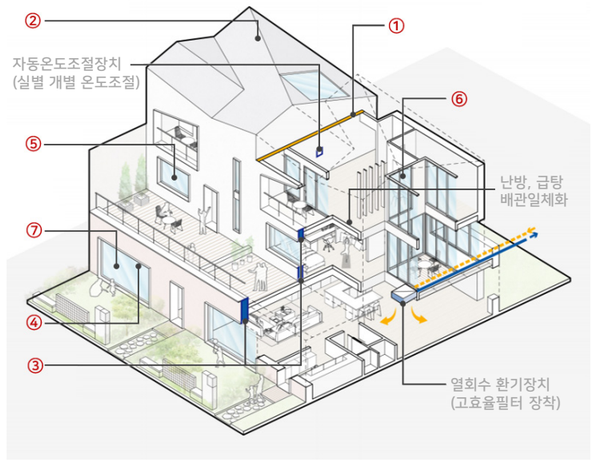
패시브 기술	액티브 기술	신재생에너지
 에너지 요구량 최소화	 에너지 소요량 최소화	 에너지 생산량 최대화
세대간 합벽배치	전열교환 환기설비	지열시스템
단위세대 평면 요철 최소화	펌프동력 최적화	수열시스템
외단열 공법	난방, 급탕배관 일체화	태양광 발전
외부 전동블라인드	조명밀도 최적화	고효율 태양광 모듈
부위별 단열성능 강화		패널 모듈 각도 최적화
창호 일사차폐성능 강화		
남측 창면적 증가		

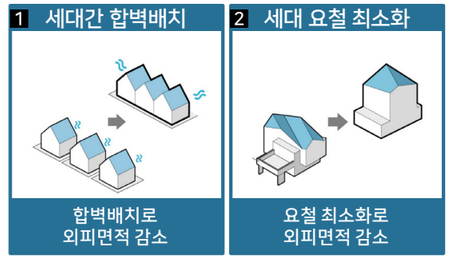
에코델타 스마트빌리지 제로에너지건축물 1등급 달성

제로에너지건축물 1등급 목표 달성을 위해 설계 초기단계부터 에너지요구량 저감 노력

패시브 기술 주요사항

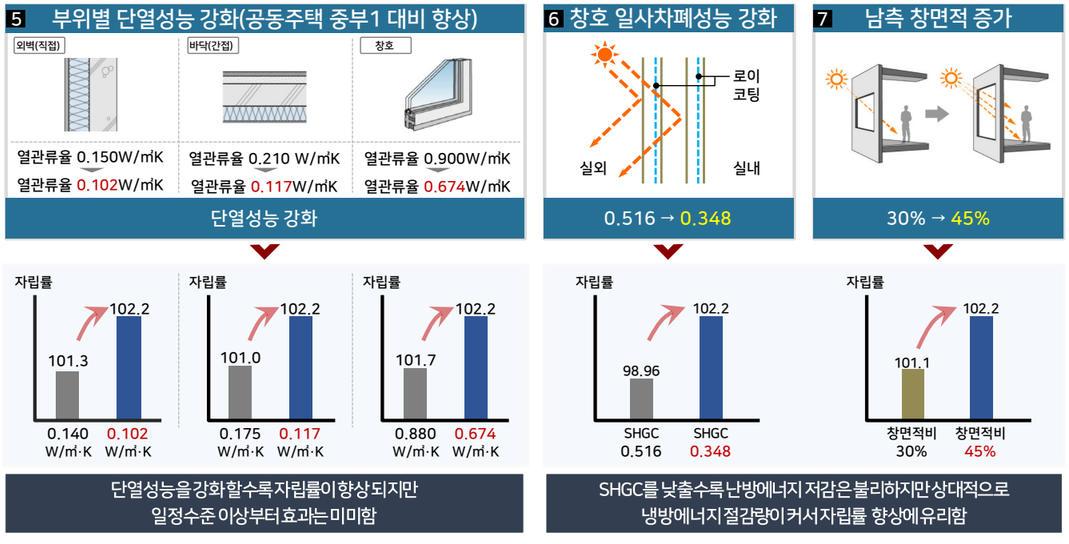
- 세대간 합벽 배치, 단위세대 평면 요철 최소화, 외단열 공법, 외부 전동 블라인드 적용 등





패시브 기술 | 성능별 민감도 검토

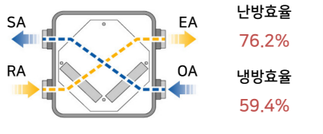
- 단열성능 강화(공동주택 중부1 기준 대비 향상), 로이아르곤 복층유리, 창호 일사차폐성능 강화, 남측면 창 면적 증가



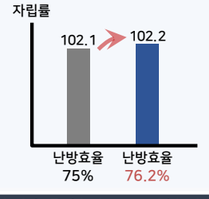
액티브 기술 | 항목별 민감도 검토

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

전열교환기 효율 향상



난방 70% → 76.2%
냉방 50% → 59.4%

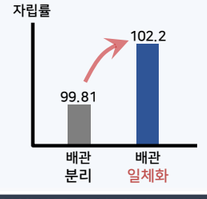


냉, 난방효율 향상으로 인한자립률 향상효과는 미비함

난방, 급탕배관 일체화

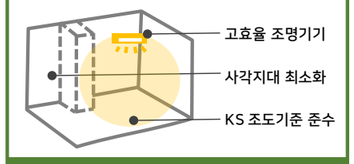


배관 분리 → 통합배관

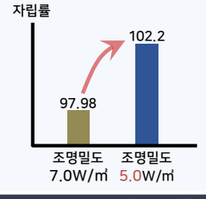


배관 일체화를 통한 배관길이 축소로 자립률 향상에 효과가 큼

조명밀도 최적화



7.0W/㎡ → 5.37W/㎡

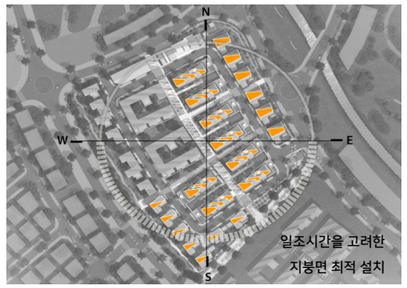


조명밀도가 낮아질수록 자립률 향상 효과가 크지만 실내 조도와 동시 고려 필요

신재생에너지 주요사항

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





태양광 발전(PV)



436.65kWp

태양광 발전(BIPV)



66.65kWp

지열/수열 시스템



지열 282.9kW / 수열 505.1kW

ESS

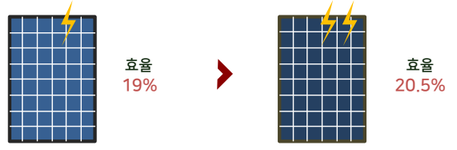


400kW

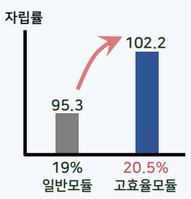
신재생에너지 | 태양광 민감도 검토

- 고효율 태양광 모듈 적용, 패널 각도 최적화

고효율 태양광 모듈

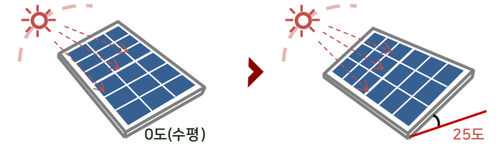


효율 19% → 효율 20.5%

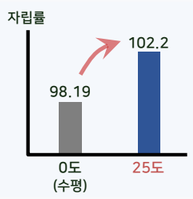


동일 패널면적 대비 고효율 모듈 적용시 에너지 자립률 향상 효과 큼

패널 각도 최적화

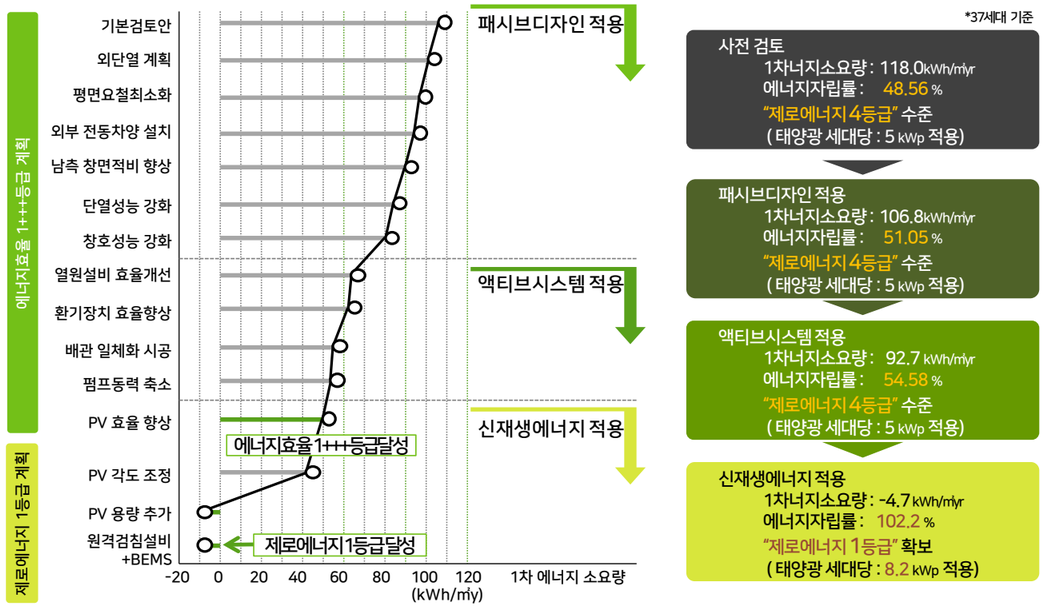


0도(수평) → 25도



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

1차에너지소요량 분석 결과 및 에너지 자립률



*37세대 기준

사전 검토
1차너지소요량 : 118.0kWh/㎡yr
에너지자립률 : 48.56 %
"제로에너지 4등급" 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

패시브디자인 적용
1차너지소요량 : 106.8kWh/㎡yr
에너지자립률 : 51.05 %
"제로에너지 4등급" 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

액티브시스템 적용
1차너지소요량 : 92.7 kWh/㎡yr
에너지자립률 : 54.58 %
"제로에너지 4등급" 수준
(태양광 세대당 : 5 kWp 적용)

신재생에너지 적용
1차너지소요량 : -4.7 kWh/㎡yr
에너지자립률 : 102.2 %
"제로에너지 1등급" 확보
(태양광 세대당 : 8.2 kWp 적용)

제로에너지 본인증 결과

제로에너지건축물 인증서

건축물 개요

- 건축물명 : 부산 EDC 스마트빌리지
- 준공연도 : 2021-12-08
- 주 소 : 부산 강서구 에코델타스마트로 45
- 층 수 : 지하0층 / 지상3층
- 연 면 적 : 5992.81(㎡)
- 건축물의 주된 용도 : 공동주택
- 건축물 대지 외 신에너지 및 재생에너지 설비 주소 : -

인증 등급

- 제로에너지건축물 인증번호 : 20220318-2126-1920
- 제로에너지건축물 인증등급 : 1
- 단위면적당 1차에너지소비량 : 205.2kWh/㎡·년
- 단위면적당 1차에너지생산량 : 209.9kWh/㎡·년
- 에너지자립률 (합 계) : 102.2%
  (대지 내) : 102.2%
  (대지 외) : -
- 건축물 에너지효율등급 : 1+++등급

→ 에너지 자립률 100% 이상 확보로 제로에너지건축물인증 1등급 달성

4 ZEB 운영이슈 및 개선과제

에너지 자립률 100%의 의미

- 에너지 자립률의 법적 정의

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

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

- 제로에너지건축물 인증에서의 에너지 자립률 기준 및 100%의 의미

→ 전열부하가 제외된 냉방,난방,급탕,조명,환기에너지에 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/(㎡d)
작업보조기기	52	Wh/(㎡d)

구분	값	단위
실내공기온도		
난방설정온도	20	℃
냉방설정온도	26	℃
⋮		
설정요구량		
최소도입 외기량	1.1	㎥/(㎡h)
급탕 요구량	84	Wh/(㎡d)
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

ZEB1등급 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

지붕형태와 다르게 놓인 태양광

새로운 가능성을 제시하고 있는
연결된 디자인의 태양광 지붕



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

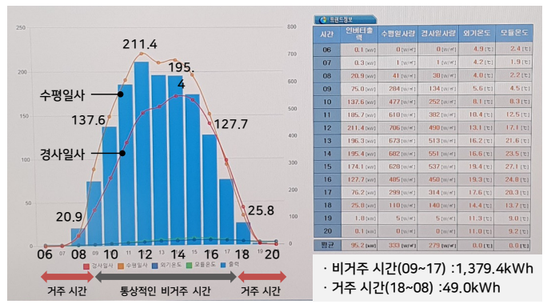
태양광 잉여전력 해결

◆ 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



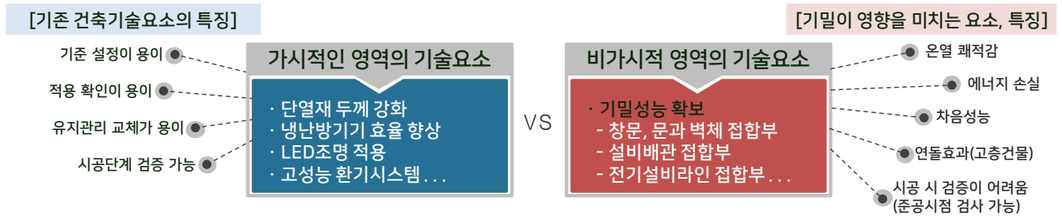
· 비거주 시간(09~17) :1,379.4kWh
· 거주 시간(18~08) :49.0kWh

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→PV503kW설치 / if)120세대→ PV1200kW(1,000kW초과하여 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 충진도 함께 진행요구

기밀 측정
▶현재 : 에너지효율등급 본인증 단계에서 1회 수행 (창호or설비?)
▶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

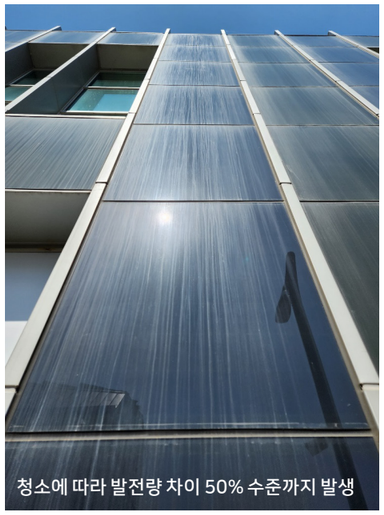



청소로봇 등 유지관리 계획 필요

1 태양광패널 청소를 통한 발전량 확보 ▶

2 입면 설치 시 음영피해, 열깨짐 현상 등 고려한 설치 필요 ▼




청소에 따라 발전량 차이 50% 수준까지 발생

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



스마트빌리지 빅데이터 구축 요구

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



참고 서적 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.4 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

1 ZEB의 에너지자립률

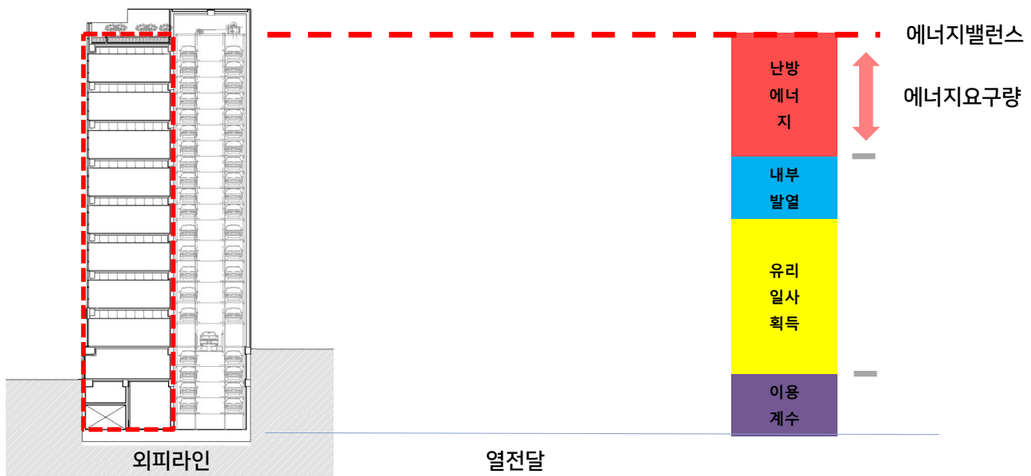
용어의 정의

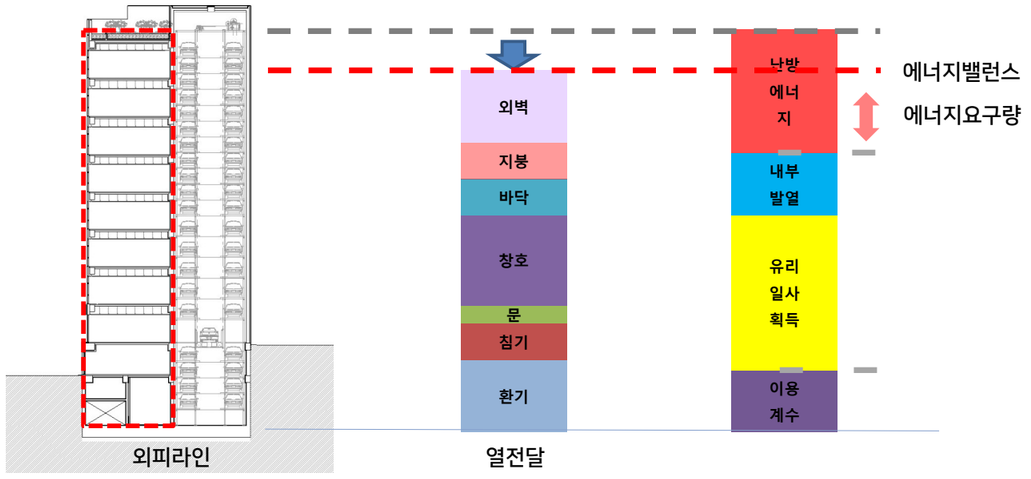
- 에너지요구량
  - 건축물의 냉방, 난방, 급탕, 조명 부문에서 표준 설정 조건을 유지하기 위하여 해당 공간에서 필요로 하는 에너지량
- 에너지소요량
  - 에너지요구량을 만족시키기 위하여 건축물의 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 부문의 설비기기에 사용되는 에너지량 1차에너지소요량
  - 연료의 채취, 가공, 운송, 변환, 공급 등의 과정에서의 손실분을 포함한 에너지
- 에너지생산량
  - 건축물의 대지 내와 대지 외에서 공급되는 신·재생에너지 생산량에서 신·재생에너지 생산에 필요한 화석에너지소비량을 감한 에너지량
- 에너지소비량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

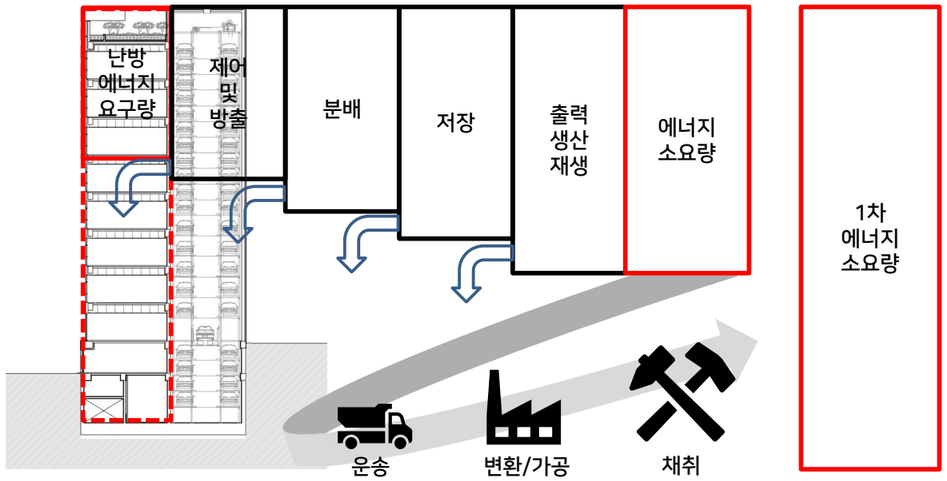




에너지소요량

- 난방 에너지소요량

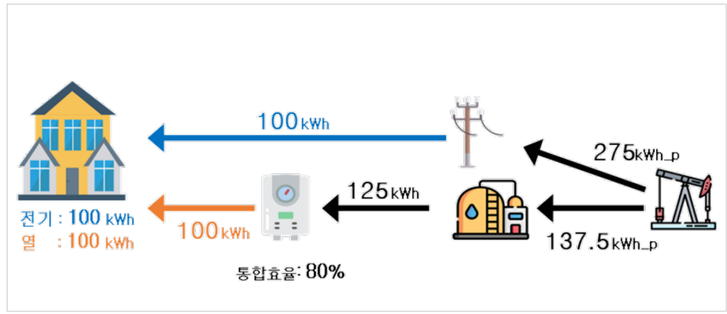
1차 에너지	환산계수
연료	1.1
전력	2.75
지역난방	0.728
지역냉방	0.937



에너지자립률



자료 : 한국에너지공단 ZEB 인증안내서



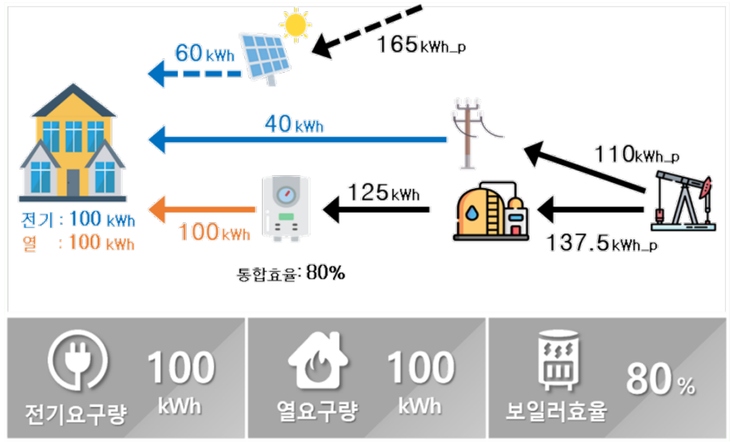
연료소요량 : 100kWh ÷ 0.8 (효율) = 125kWh

[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 %



자료 : 한국에너지공단 ZEB 인증안내서

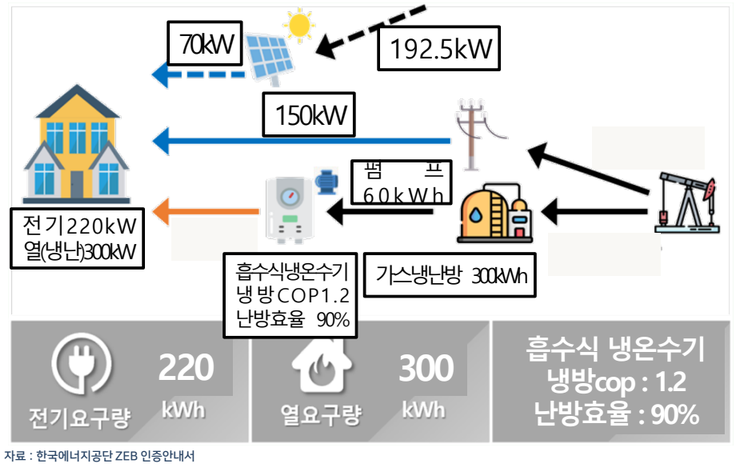
연료소요량 : 100kWh ÷ 0.8 (효율) = 125kWh

[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 %



자료 : 한국에너지공단 ZEB 인증안내서

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
  - 「녹색건축물 조성 지원법」 제17조 건축물의 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증
  - 에너지자립률 = 1차E생산량 / 1차E소비량
    에너지생산을 위해 소비된 에너지량은 제외
    기기 효율값을 반영한 평가프로그램(ECO2) 계산값

ex1)태양광 1차에너지생산량 계산방법

☞ 태양광패널 면적(m^2) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m^2) × 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(m^2) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m^2) × 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

- 공공기관 설치의무화제도 공급의무 비율
  - 「신재생E 및 재생E 개발·이용·보급 촉진법」 공공 1,000㎡ 이상 건축물 신재생 공급 의무
  - 신재생공급비율 = 생산량 / 사용량
    단위 설치규모에서 연간 생산되는 에너지의 양
    (원별설치규모×단위에너지생산량×원별보정계수)

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

신·재생에너지원		단위 에너지생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kW·yr	0.95
	추적식	1,765		1.47
	BIPV	923		6.12
태양열	평판형	596	kWh/㎡·yr	1.78
	단일진공관형	745		1.42
	이중진공관형	745		1.42
	공기식무창형	487		1.53
	공기식유창형	557		2.87

신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 [별표10])

- 녹색건축 인증기준 신재생 설치비율
  - 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조 녹색건축의 인증
  - 신재생 설치비율 = 신재생용량 / 전체 설비용량
    신재생E 및 재생E 개발·이용·보급 촉진법에 해당하는 설비
    인증 채광설비도 인정, 수익 목적 외부 판매 시 인정 X

• 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 5% 이상인 경우	1.0
2급	신·재생에너지 설치비율이 4% 이상 5% 미만인 경우	0.8
3급	신·재생에너지 설치비율이 3% 이상 4% 미만인 경우	0.6
4급	신·재생에너지 설치비율이 2% 이상 3% 미만인 경우	0.4

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

자료 : 녹색건축 인증기준 해설서

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



⇩

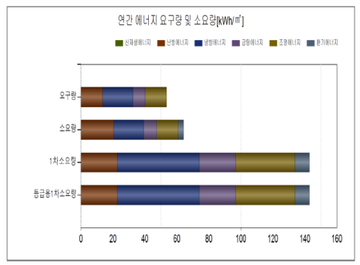
	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-7.9	20.3	15.4	6.8	11.1	2.7	56.3
1차소요량	-21.6	22.4	42.3	18.6	30.5	7.5	121.3
CO2발생량	0.0	4.1	7.2	3.2	5.2	1.3	21.0
등급용1차소요량	0.0	22.4	42.3	18.6	30.5	7.5	121.3

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



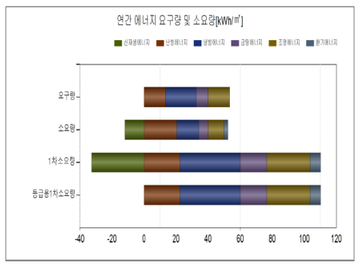
에너지자립률



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	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
CO2발생량	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(전체): 0.00 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 0.0 단위면적당 1차에너지소비량 : 142.8
에너지자립률(대지외): 0.00 % 단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0

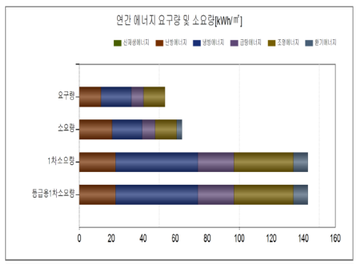
<신재생 미반영>



	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	20.4	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
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

<태양광 대지 내 설치>



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	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
CO2발생량	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(전체): 15.97 % 유효면적당 1차에너지생산량(대지내): 0.0 단위면적당 1차에너지소비량: 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
대지외생산량은 1차에너지소요량에서 차감X →에너지자립률에만 영향
자립률계산 예) 32.6× 0.7 ÷ 142.8 = 15.97 %

2 공동주택 ZEB 인증사례

공동주택 유형





소형 타입 중대형 타입 복층/다락 타입

공동주택의 에너지절감



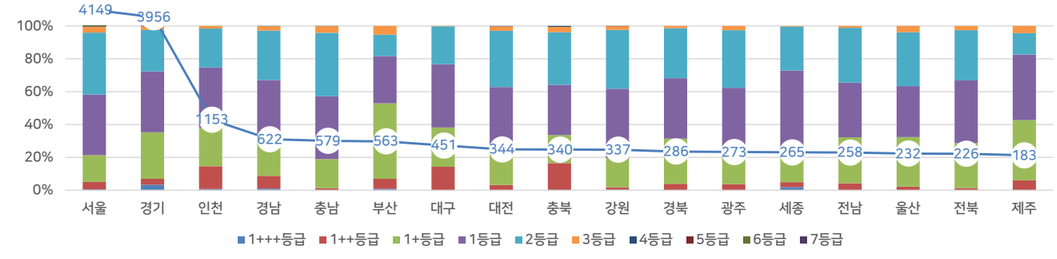


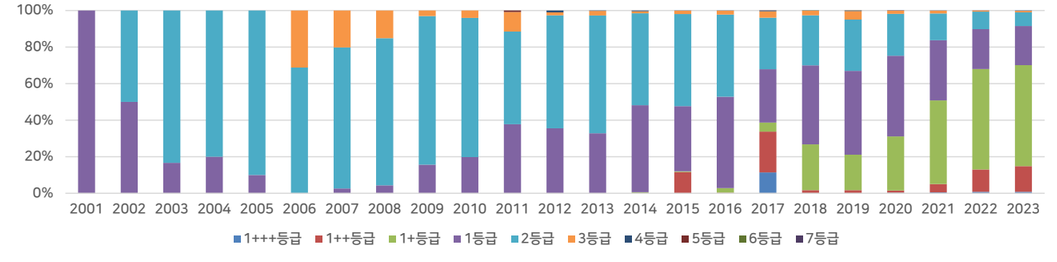




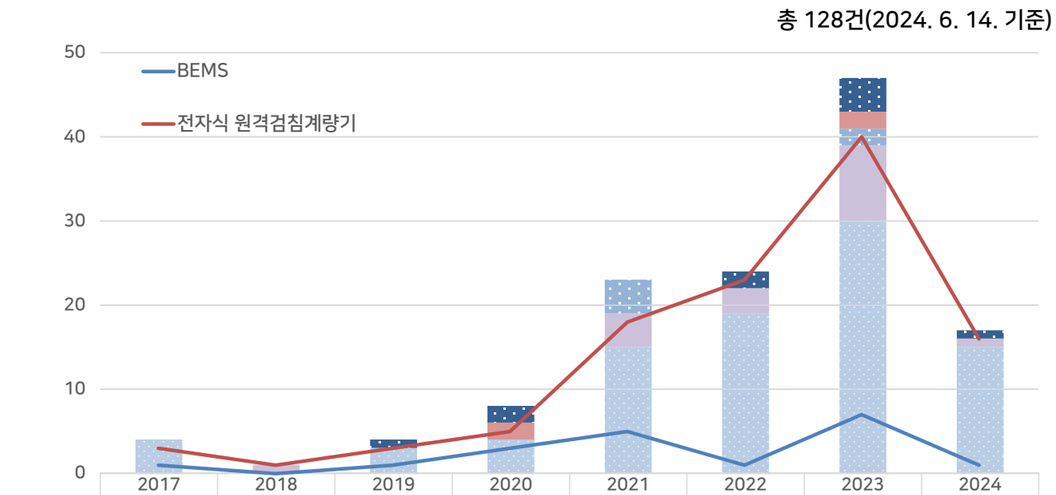


공동주택 등급 비교(효율)





공동주택 등급 비교(제로)



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ZEB 1	0	0	1	2	0	2	4	1
ZEB 2	0	0	0	2	0	0	2	0
ZEB 3	0	0	0	0	4	0	2	0
ZEB 4	0	1	0	0	4	3	9	1
ZEB 5	4	0	3	4	15	19	30	15

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







구 조 규 모 지 역









공동주택 기밀성능







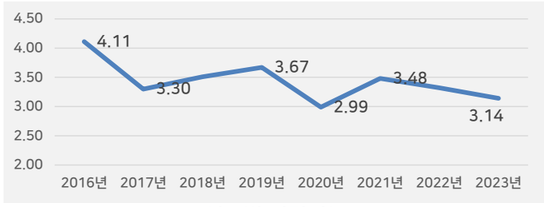




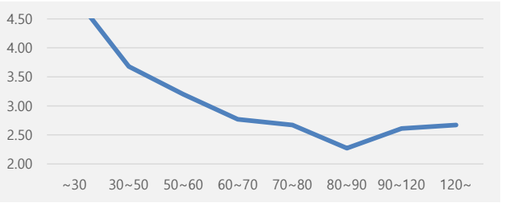






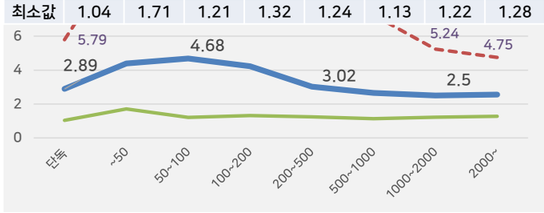


연도별 기밀성능

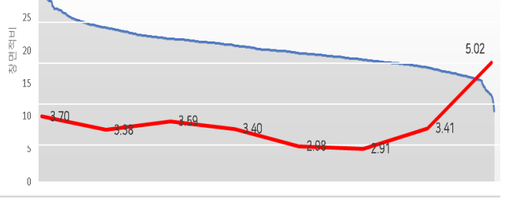


전용면적별 기밀성능

구분	단독	~50	50~100	100~200	200~500	500~1000	1000~2000	2000~
평균	2.89	4.39	4.68	4.23	3.02	2.65	2.5	2.56
최대값	5.79	11.4	9.23	16.43	13.18	7.25	5.24	4.75
최소값	1.04	1.71	1.21	1.32	1.24	1.13	1.22	1.28

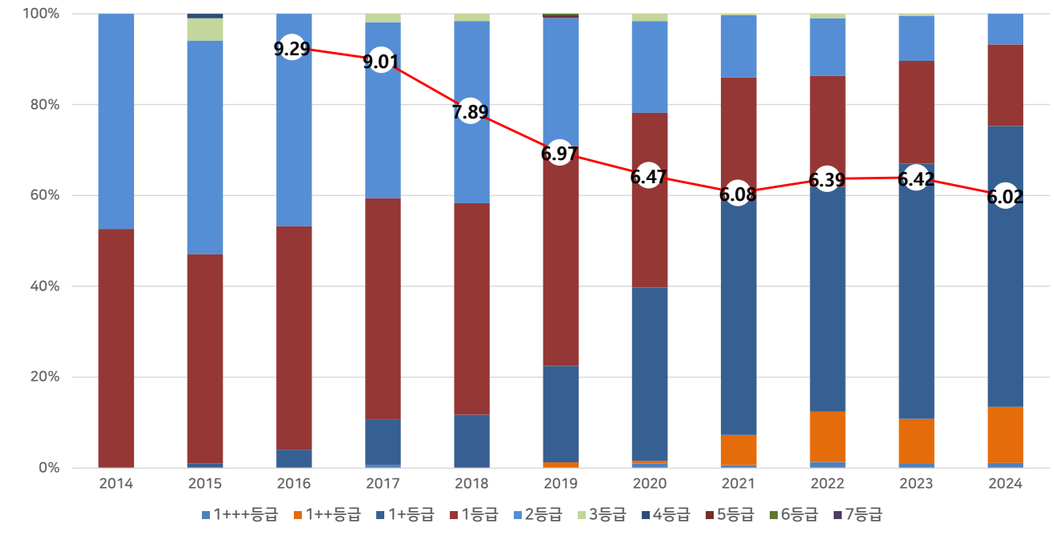


규모별(세대수) 기밀성능



창면적비별 기밀성능

공동주택 조명밀도



※등급별 평균조명밀도 5.67 5.04 5.89 7.30 8.31 8.64

3 평가방법 개선(안) 안내

주거용 냉방평가 개선

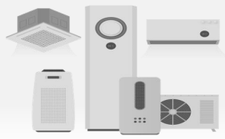
설계 도면 상 냉방기기가 없을 시 냉방설비 기본값 적용

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**

현행 제도 평가 기준

설계도서에 냉방설비가 적용되지 않은
주거용 건축물은 **냉방에너지 평가 제외**



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

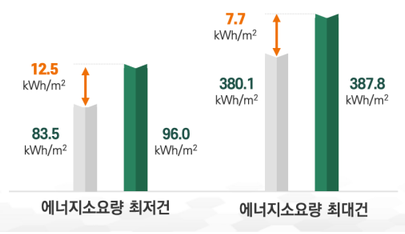
냉동기 방식 및 종류	냉방 용량	냉방 효율	실내기, 제어 방식	냉방 시간
관련 연구(외부, 공단)의 **자료조사 및 분석 결과**	기존 효율등급 인증건의 세대별 면적당 **냉방용량의 추세식**	기존 효율등급 인증건의 **세대 별 COP 하위 10% 값**	기존 효율등급 **인증 데이터** 및 스탠드형 **보급률(0.7) 활용**	표본 세대의 현장계측 **데이터 산술평균**

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

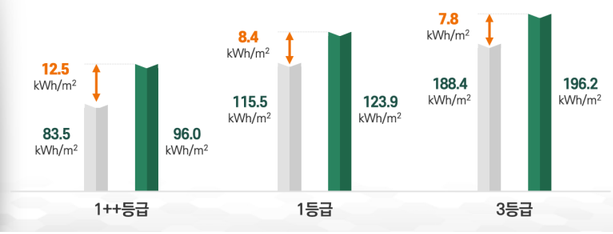
제도개선 영향도

- 기본값 적용 시 : 에너지소요량은 약 5.7%(평균 7.8kWh/㎡) 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

(예비인증) 침기율 기준값 개선 (현장평가 평균값 기반)

구분		현 평가기준 (ACH50)	개선 기준 (ACH50)
주거용 건축물	예비인증	6.0 회	3.5 회

(본인증) 현장 측정 기준(안) 도입 (ISO 9972 등 관련 국제표준 참고)

세대선정	사전준비	측정방식
• 30세대 이하 시 3세대 선정 • 30세대 초과 시 6세대 선정 (세대가 많은 타입 순으로 3세대 씩)	• 후드, 디퓨저 등 전원 종료 및 밀봉 • 실내외 온도차, 풍속이 표준범위를 넘는 경우 측정 불가	• 가압·감압법으로 세대당 1회 측정, 추세식 산출 – 10~100Pa 압력차 범위, 5개 포인트 측정 • 추세식의 불확실성 높은 경우 재측정, 측정결과 평균값을 전체 세대에 적용

예상 성과

- **평가 프로그램(ECO2) 기준값 개선에 따른 환기부하 약 42% 절감으로 과도한 신재생에너지 설치 감소 유도**
- **침기율 현장측정 기준 표준화로 제로에너지건축물 본인증 평가결과 및 인증제도에 대한 신뢰도 향상**

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

참고 서적 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.5 ZEB 건물 인증 사례(비주거)

교육 목표

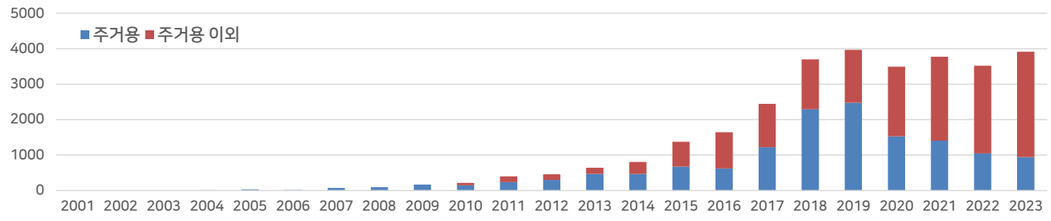
ZEB 건물 인증 사례(비주거)

* 인증사례를 통한 ZEB 구현 방안
* ZEB 에너지관리시스템 운영

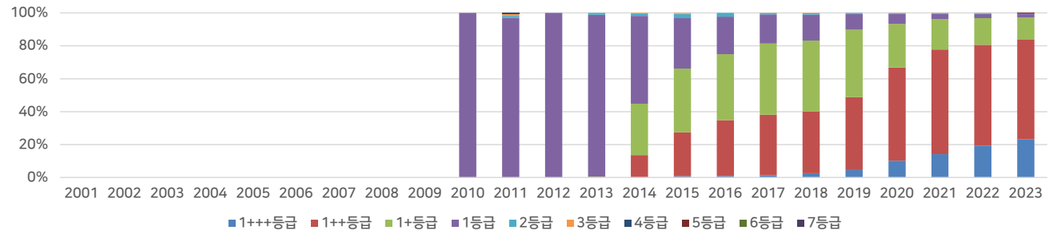
1 비주거 ZEB 인증사례

용도별 인증 통계(효율)

총 인증 수량

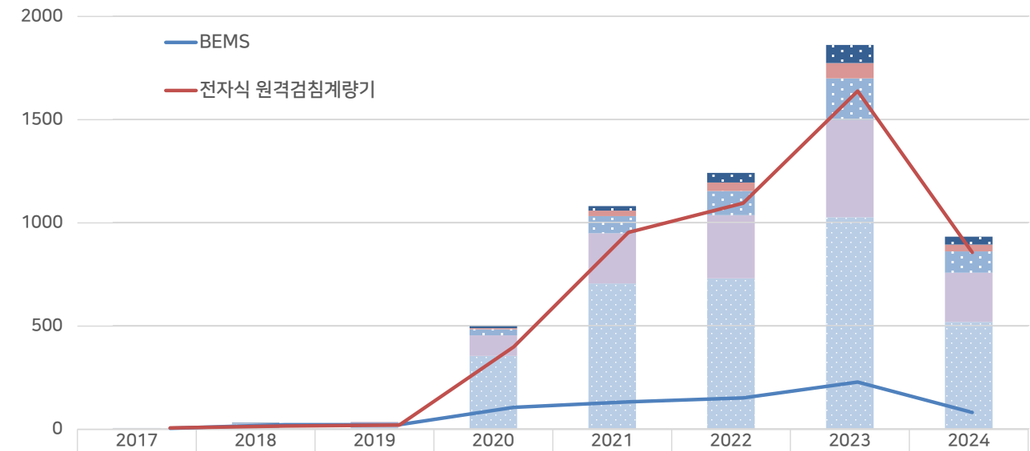


비주거(주거용 이외) 등급 비교



비주거 등급 비교(제로)

총 5,694건(2024. 6. 14. 기준)



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ZEB 1	0	2	0	11	22	46	88	38
ZEB 2	0	0	1	6	26	42	74	33
ZEB 3	1	3	1	29	83	117	203	103
ZEB 4	2	2	6	99	243	306	470	239
ZEB 5	3	25	29	356	707	731	1027	520

프로필 비교

구분	단위	주거공간	소규모사무실	대규모사무실	회의실	강당	구내식당	화장실	그외체류	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/(m²h)]	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	[℃]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
냉방설정온도	[℃]	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	22	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	0.818	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

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

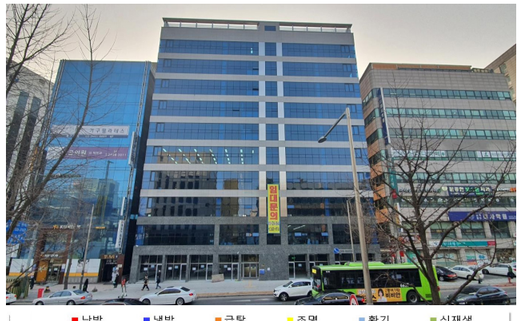
보정계수 비교

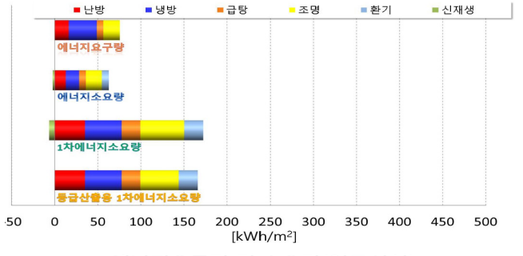
	구분	대규모 사무실	교실	전산실
이전	난방	1	1.964	0.314
	냉방	1	1.964	0.314
	급탕	1	1.250	0.685
	조명	1	1.875	0.514
	환기	1	1.964	0.314

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

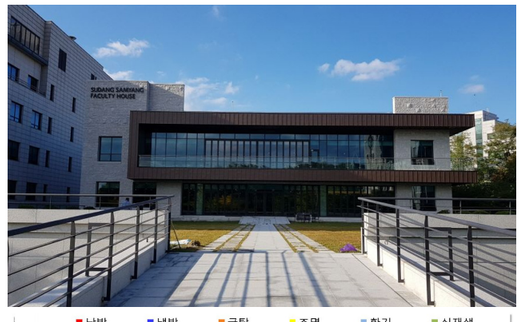
건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정
[별표 2] 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필

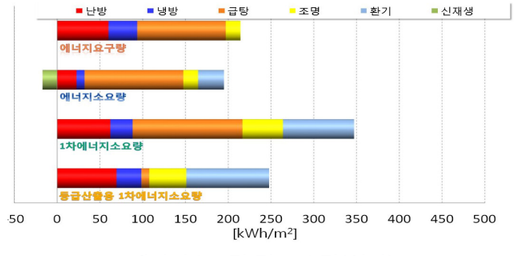
업무시설 / 연회장(식당)





에너지요구량 및 소요량(업무시설)



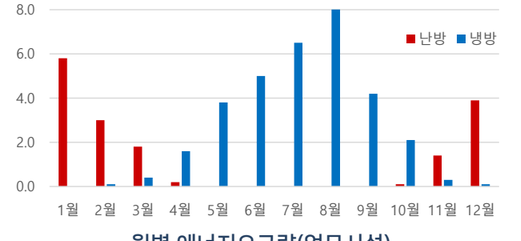


에너지요구량 및 소요량(식당)

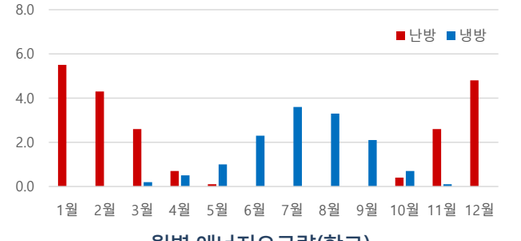
업무시설 / 학교







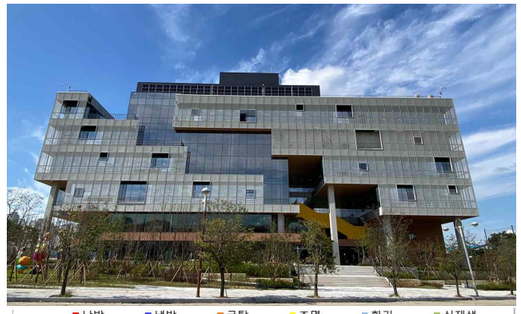
월별 에너지요구량(업무시설)

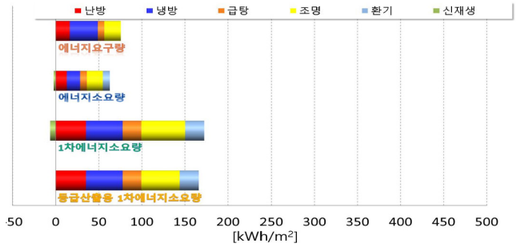


월별 에너지요구량(학교)

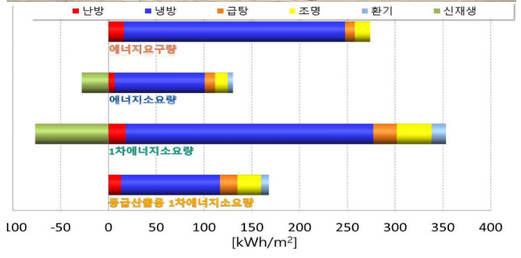
업무시설 / 전산센터







에너지요구량 및 소요량(업무시설)



에너지요구량 및 소요량(전산센터)

데이터센터



전산실



항온항습기



밀폐형 냉각탑

구 분	대규모사무실 (EHP)	전산실 (EHP)
1차 소요량	130.9	880.6
등급용 1차 소요량	130.9	210.9

구 분	전기 히트펌프	항온항습기
1차 소요량	냉방 COP 차이만 편차	냉방 COP 차이만 편차
등급용 1차 소요량		

구 분	냉각탑 개방형	냉각탑 밀폐형
1차 소요량	1,575.4	1,645.0
등급용 1차 소요량	570.4	593.2

항목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평가면적	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
태양광용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열용량	-	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
에너지자립률	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평가면적당태양광용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.03	0.04

※ 전산실 비중 50% 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
평가면적	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	X	50%	50%	75%	85%	69%	95%
조명밀도	3.54	7.15	6.64	6.37	6.31	3.88	4.86
태양광용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열용량	-	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
에너지자립률	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평가면적당태양광용량	0.06	-	0.01	0.03	-	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
평가면적	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
태양광용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000.0	1107.3
지열용량	-	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
에너지자립률	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	9.6	30.7
평가면적당태양광용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.033	0.036

※ 전산실 비중 50% 건축물 비교

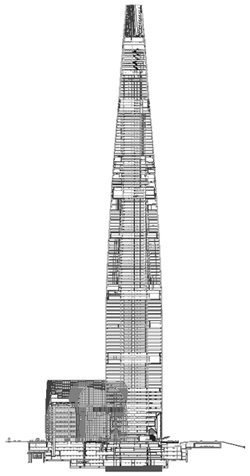
항 목	A시설	B시설	C시설	D시설	E시설	F시설	G시설
연면적	2829.4	5915.9	7417.2	20932.1	39202.6	47382.6	50353.2
평가면적	1987.9	4574.1	5079.2	9171.8	26632.6	30003.4	30417.2
에너지요구량(냉방)	301.0	18.7	59.5	306.5	28.7	227.4	78.8
에너지요구량(합계)	333.6	103.3	147.9	343.7	150.2	269.1	132.0
등급용 1차소요량(냉방)	90.5	27.9	139.4	79.8	81.9	173.9	87.0
등급용 1차소요량(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
태양광용량	121.5	-	58.8	(증설)550.0	-	1000.0	1107.3
지열용량	-	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
에너지자립률	31.8	4.5	12.6	34.3	0.2	9.6	30.7
평가면적당태양광용량	0.06	-	0.01	0.06	-	0.03	0.04

※ 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
평가면적	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
태양광용량	121.5	-	58.8	246.1	-	1000> 1800	1107> 1825
지열용량	-	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
에너지자립률	31.8	4.5	12.6	4.0	0.2	42.50	63.7
평가면적당태양광용량	0.06	-	0.01	0.03	-	0.033> 0.06	0.036> 0.06

초고층 건축물

- 인증 사례
  - 대 지 면 적 : 약 87,000㎡
  - 건 축 면 적 : 약 36,000㎡
  - 연 면 적 : 약 806,000㎡
  - 규 모 : 지하 6층, 지상 123층
  - 구 조 : 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
  - 인 증 등 급 : 2등급



※ 신 · 재생에너지(태양광)만으로 자립률 20% 확보 시

- 태양광 필요면적
  - 45도: 약 63,000㎡ (1등급) - 수평: 약 70,000㎡ (1등급) - 수직: 약 90,000㎡ (1등급)
  - -> 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기, 신재생 모두 고려해야 ZEB 가능

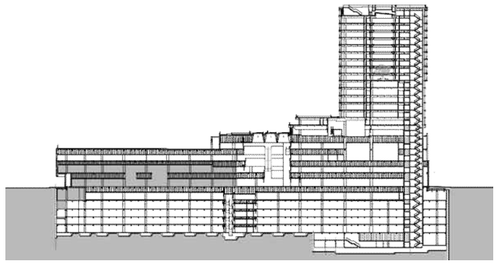
초대형 건축물

- 인증 사례
  - 대 지 면 적 : 약 130,000㎡
  - 건 축 면 적 : 약 54,000㎡
  - 연 면 적 : 약 525,000㎡
  - 규 모 : 지하 4층, 지상 15층
  - 주 용 도 : 숙박시설
  - 인 증 등 급 : 1+ 등급



※ 태양광 16,000㎡ 추가(수평) 자립률 20%, 1++ 등급

- 인증 사례
  - 대 지 면 적 : 약 36,000㎡
  - 건 축 면 적 : 약 21,000㎡
  - 연 면 적 : 약 301,000㎡
  - 규 모 : 지하 6층, 지상 21층
  - 주 용 도 : 판매시설
  - 인 증 등 급 : 1+ 등급

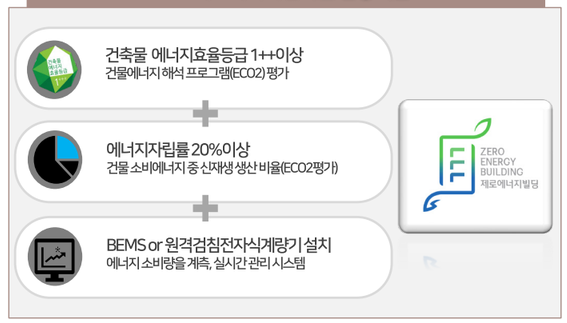


※ 태양광 13,000㎡ 추가(수평) 자립률 20%, 1++ 등급

2 에너지관리시스템

(현재) 에너지관리시스템

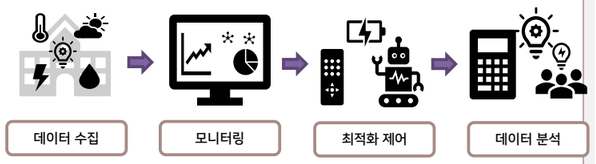
제로에너지건축물 인증기준



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	-	○

- BEMS(원격검침전자식 계량기)

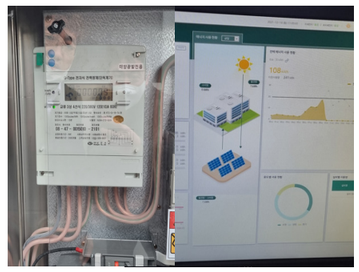


NO	평가항목	평가방법
1	데이터 수집 및 표시	건물 전체 에너지를 관리하고 표시하는 기능 평가
2	정보감시	수집되는 에너지 정보를 확인 및 관리 기능 평가
3	데이터 조회	건물에너지관리시스템(전자식 원격 검침시스템)을 통하여 수집된 정보의 조회 기능 평가
4	에너지소비 현황 분석	에너지 소비 현황 파악 및 증감 요인 분석 기능 평가
5	설비의 성능 및 효율분석	에너지 사용 설비의 효율을 분석하고 에너지 효율화 방안을 도출하는 기능 평가
6	실내외 환경 정보 제공	외기 및 실내의 온도와 습도 등 정보를 분석 및 제어에 활용하는 기능 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

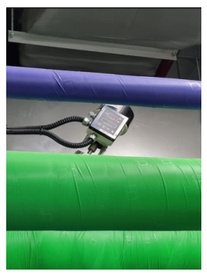






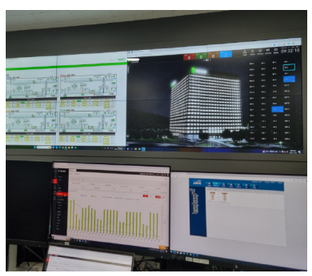

(현재) BEMS







(변경안) 에너지관리시스템

'건축물에너지관리시스템(녹색건축법 제6조의2제2항)' 으로 명칭 개선

전자식 원격검침계량기 → 건축물에너지관리시스템 → 건축물에너지관리시스템

[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 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	실내외 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	–	●	●	–

● 필수, ◐권장

[개 선]

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	실내외 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)

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

필수·권장 항목 적용

필수항목	• 일반사항 등 6개 항목 의무 관리 • 단, **10,000㎡ 미만 건물은 ①에너지사용량(원별) ②신재생에너지생산량만 확인(기준 개선)**
권장항목	• 정보감시 등 7개 항목은 건축물 규모, 에너지사용량, 설비의 복잡성에 따라 선택하여 관리

신설 항목 내용

신설항목	• (필수) 일 반 사 항 - 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.)

참고 서적 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.6 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 확보하는데 있음

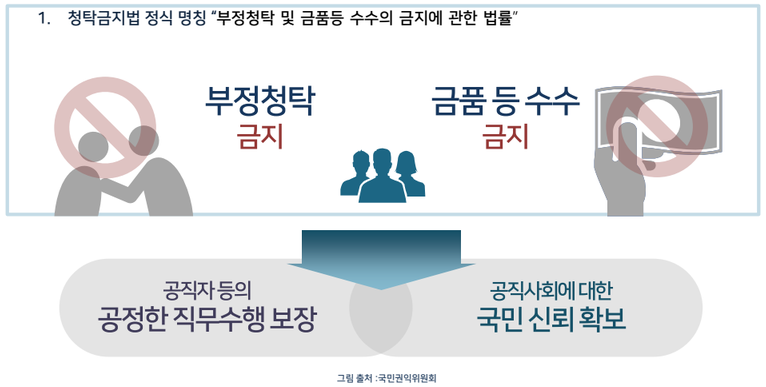


그림 출처 :국민권익위원회

부정청탁 금지등

- 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 인사 개입	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	계약 당사자 선정 · 탈락에 개입	8	보조금 · 출연금 등의 배정 · 지원 등에 개입
9	공공기관의생산·공급·관리하는재화·용역의사용·수익·점유등	10	입학·성적 · 논문심사 등 업무 처리·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

- 위반행위에 대한 제재

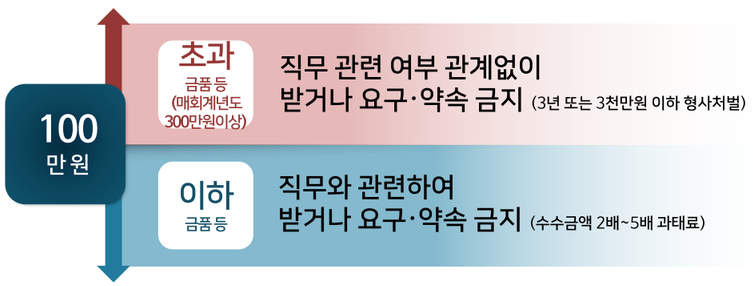


공직자등이 거절의 의사 표시를 명확히 하고, 동일한 부정청탁(신고의무 공직자 기준)을 받은 경우 소속기관장에게 신고한 경우 제재대상에서 제외

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 A 가 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, 사교·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 화환·조화 : 10만원
제공자와 공직자등이 함께 하는 식사를 의미	금전, 유가증권(상품권* 제외)을 제외한 일체의 물품	결혼과 장례에 한정

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

생일, 돌, 집들이, 승진, 전보 등은 경조사 아님

가액기준 내라도 직무관련자로부터 제공받은 선물 등이 원활한 직무수행, 사교·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

참고 서적 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 사적이해관계자임을 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

사적이해관계자임을 안 날부터
14일 이내에 소속기관장에게 신고하고
회피를 신청

신고 · 신청 대상

사적이해관계가 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

- 사적이해관계자의 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 위반 시

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, 특수관계사업자 등)가
공직자의 직무관련자와 사적 거래를 한다는 것을 알았을 경우, 그 사실을 신고

사전에 안 경우에는	사후에 알게 된 경우에는
안 날부터 14일 이내	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)

- 신고 대상 -

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(임기 개시) 전 3년간의
민간 부문 업무활동 내역을 임용되거나 임기를 개시한 날로부터 30일 이내에
소속기관장에게 제출하여야 함

기재 사항

임용 또는 임기 개시 전 3년간의
민간 분야에서의 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 아니한 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 취임**하는 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(법 제11조 제1항 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 없었더라도
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 취득**한 비밀·미공개 정보를 이용하여 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 **이용**하거나 제3자가 이용하도록 한 공직자	**3년** 이하 징역/3천만원 이하 벌금

참고 신고·제한 대상 공직자에 대한 가족의 범위

관련조문	가족의 범위
사적이해관계자 신고(제5조) **가족 채용 제한**(제11조)	• 공직자 자신 또는 그 가족(민법 제779조) ※「민법」 제779조(가족의 범위)
직무관련자와의 거래 신고(제9조) **수의계약 체결 제한**(제12조)	• 공직자 자신 • 배우자 • 공직자의 직계존속·비속 • 배우자의 직계존속·비속으로 공직자와 생계를 같이하는 경우
직무관련 부동산 보유·매수 신고(제6조)	• 공직자 자신 • 배우자 • 공직자와 **생계를 같이하는** 직계존속·비속 • 배우자의 직계존속·비속으로 공직자와 생계를 같이하는 경우

참고 서적 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 사업장에게 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 평가실시 (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)

참고 서적 및 사이트

1. 「반부패 총괄기관」 국민권익위원회 (www.acrc.go.kr)
2. 책자 : 공공분야 갑질근절을 위한 가이드라인

2025

건축물에너지평가사
실무교육

● 공통훈련과정



Building Energy Assessment Professionals
Business Education

Part.B

ZEB 요소 기술

B.1 단열기술

1. 기초단열
2. 바닥/외벽 기술

B.2 열교방지기술

1. 열교(Thermal Bridge)의 이해
2. 열교 평가 방법
3. 열교 방지 설계

B.3 창호, 커튼월 기술

1. 창호(Window&Door)
2. 커튼월(Curtain Wall)
3. 열성능 향상 방법

B.4 흡수식냉동기 및 배열시스템

1. 흡수식냉동기
2. 배열시스템

B.5 에너지효율 향상 설비기술

1. 시스템 효율향상 전략
2. 시스템 효율향상 요소기술
3. 자동제어를 활용한 효율 향상

B.6 태양광, BIPV 설비 기술

1. 태양광발전 기초지식
2. ZEB 태양광발전
3. 건물일체형 태양광발전(BIPV)

B.7 지열히트펌프 설비 기술

1. 지열히트펌프 원리
2. 지중열교환기 이해와 종류
3. 지열히트펌프의 설계

B.8 연료전지 설비 기술

1. 연료전지의 역사 및 구성
2. 연료전지의 열역학적 이해
3. 연료전지의 건물분야 적용

B.9 기밀 확보 설계 및 시공기술

1. 기밀 시공의 이론 및 이해
2. 건축물의 기밀시공 방법

B.1 단열기술(기초 및 바닥)

교육 목표

단열기술(기초 및 바닥)

* 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)
* 법적 단열기준 확인 및 바닥난방시 온수배관 하부와 슬래브 사이 법적 열저항의 60%이상 확보
* 방통몰탈 타설시 열교 저감 방식
* 내단열 적용시 단열재와 방습성능 규정
* 외단열 시공시 주의사항

1 기초단열

기초 바닥 단열 기준

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

[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

(단위 : W/㎡ · K)

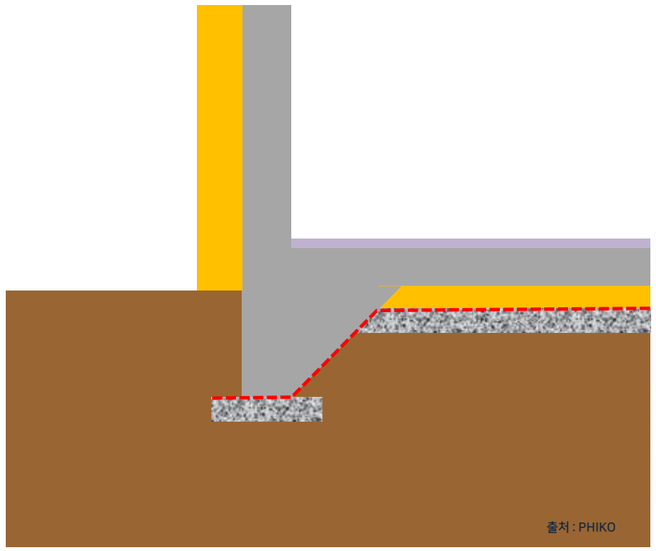
건축물의 부위 \ 지역			중부1지역[1]	중부2지역[2]	남부지역[3]	제 주 도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최하층에 있는 거실의 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 층간바닥			0.810 이하			

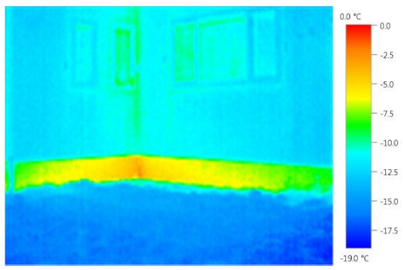


중부2지역 바닥난방인 경우 비드법1종2호 160mm 정도 필요

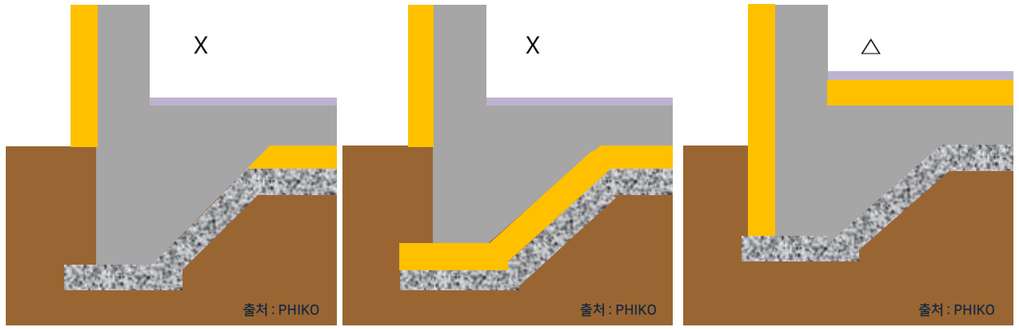
기초 바닥 단열 열교

- 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

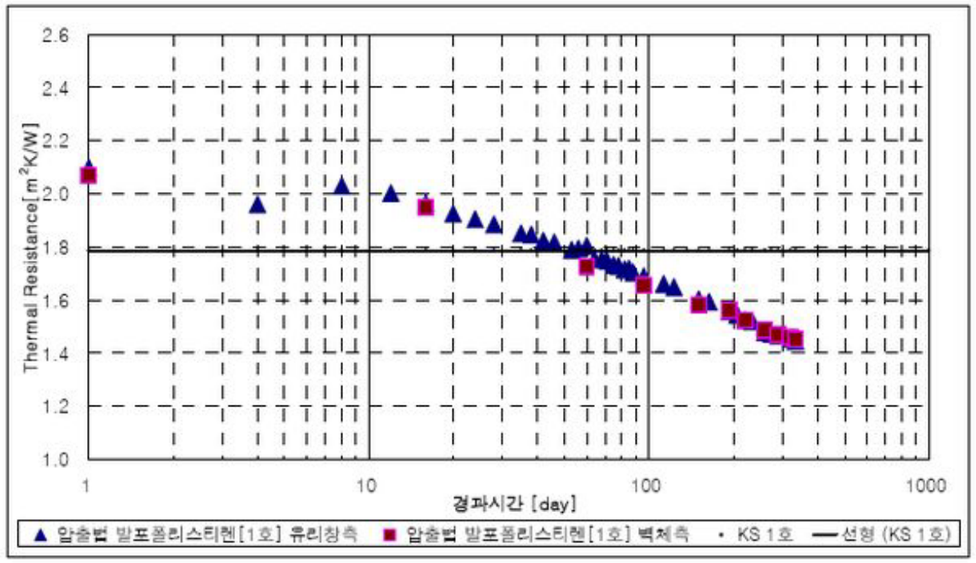
- 구조계산서에서 기초의 단위면적당 하중을 압출법 단열재가 버틸 수 있는지 확인 필요
- 일반적으로 철근콘크리트 2층 이하 건물의 경우 매트기초시 압출법단열재 배치 가능 (구조 확인 필수)
- 독립기초와 같이 집중하중을 받는 구조는 하부 단열 피함

종류		초기열전도율 (평균온도 23±2°C)(W/m·k)		굴곡강도 (N/㎠)	압축강도 (N/㎠)	연소성	(참고) 투습계수 (두께 25㎜당) (ng/㎡,s,PA)
		초기 열전도율	장기 열전도율				
단열판	특호	0.027이하	0.029이하	45이상	25이상	연소시간 120초 이내이며 또한 연소길이가 60㎜ 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

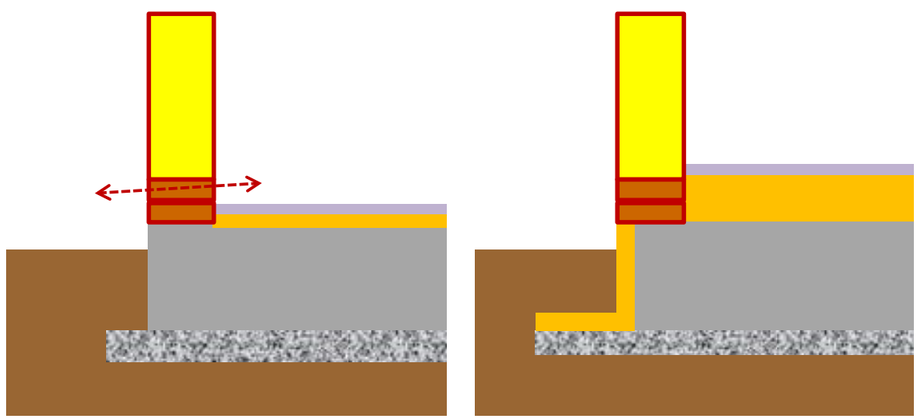
- 아래 실험에 사용된 압출법보온판은 실험 초기의 열전도율이 약 0.0238W/mk 에서 약120일 경과한 후의 열전도율은 0.0357W/mk로 기록되어 33%정도 단열성능이 낮아진 것으로 분석됨
- 수분 흡수가 되지 않는 부위는 경시변화를 고려하여 변화가 적은 단열재 선정하는 것이 유리



〈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
- 스터드사이에 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



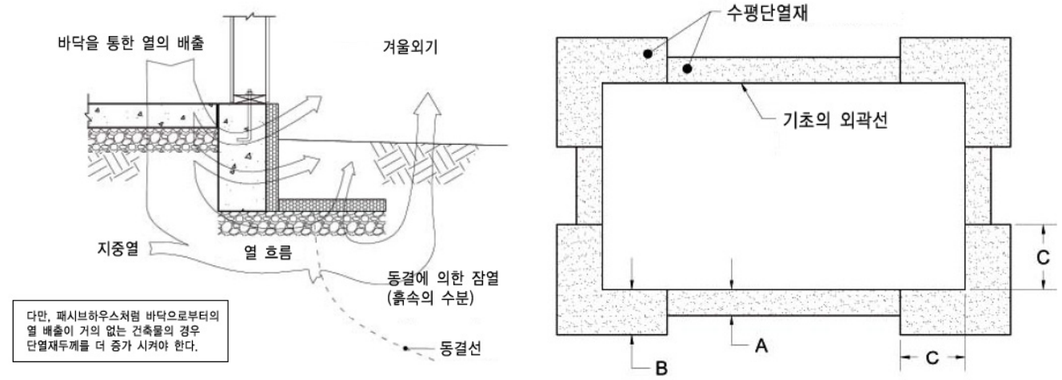
- EPS, PF보드, 유리섬유, 암면 등은 흡수율이 다소 지면과 접하는 곳에 사용하기는 부적합

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 '건축주조기준-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)



출처: PHIKO

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/㎡·K)

건축물의 부위			지역	중부1지역[1]	중부2지역[2]	남부지역[3]	제 주 도
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
최상층에 있는 거실의 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
최하층에 있는 거실의 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 층간바닥				0.810 이하			

바닥 난방부위 단열

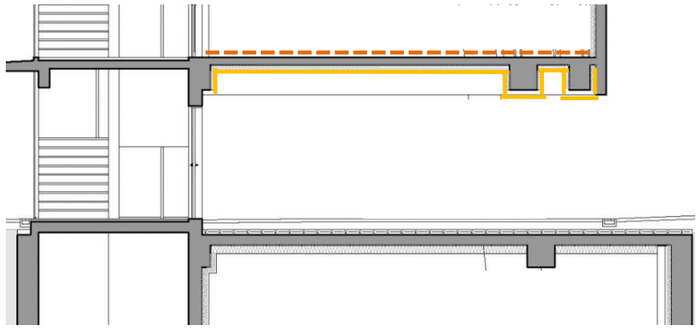
- 건축물의 에너지절약설계기준[시행 2025. 1. 1.] [국토교통부고시제2024-1026호, 2024. 12. 31]
- 제6조(건축부문의 의무사항) 제2조에 따른 열손실방지 조치 대상 건축물의 건축주와 설계자 등은 다음 각 호에서 정하는 건축부문의 설계기준을 따라야 함

- 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)



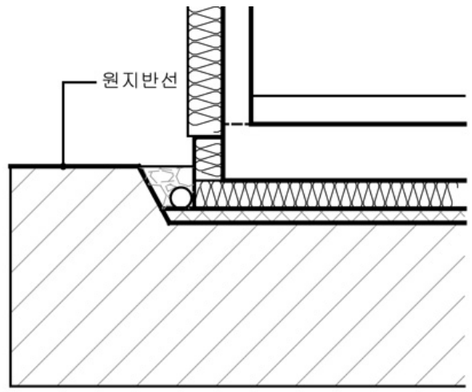
[별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

(단위 : W/㎡·K)

건축물의 부위			지역	중부1지역[1]	중부2지역[2]	남부지역[3]	제 주 도
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
최상층에 있는 거실의 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
최하층에 있는 거실의 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 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

(단위 : W/㎡·K)

건축물의 부위			지역	중부1지역[1]	중부2지역[2]	남부지역[3]	제 주 도
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
최상층에 있는 거실의 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
최하층에 있는 거실의 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 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



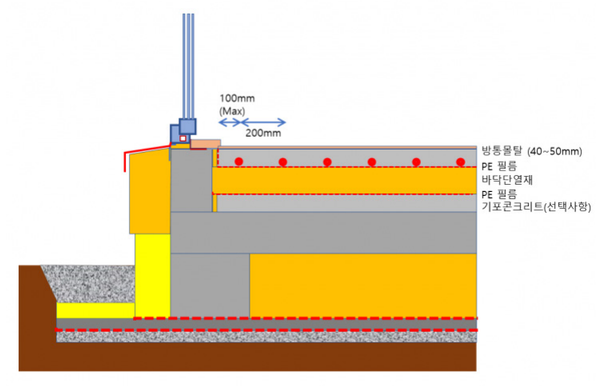
출처 : PHIKO



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

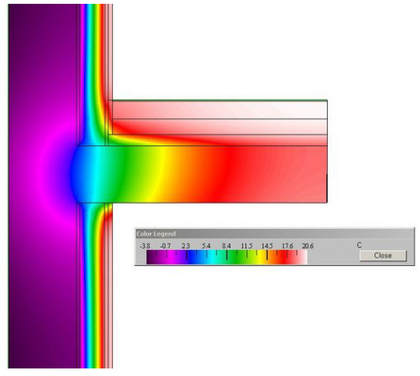


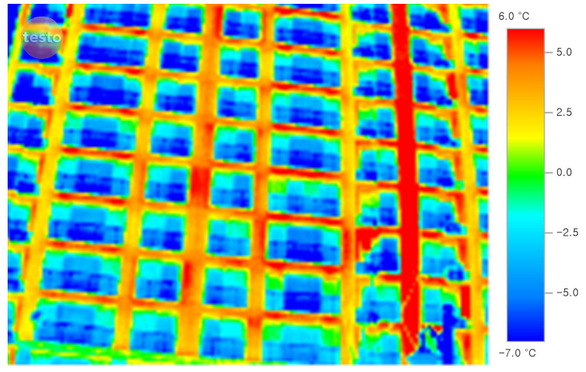


출처: PHIKO

내단열 건물 하자 원인

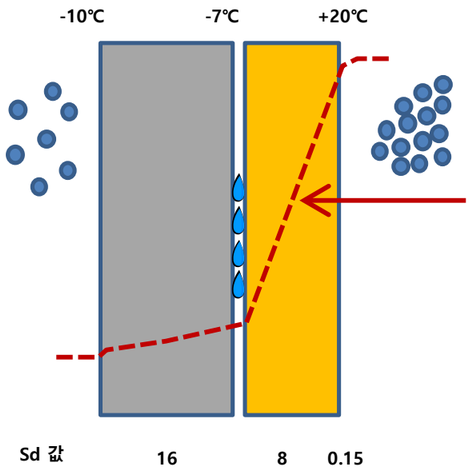
- 내단열 건축물의 결로 및 곰팡이 발생원인 중 건전한 방습층이 형성되지 못해 발생하는 사례가 많음
- 외벽과 바닥 슬라브가 만나는 부분 열교
- 외벽과 내벽 콘크리트 구조가 만나는 부분 열교





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

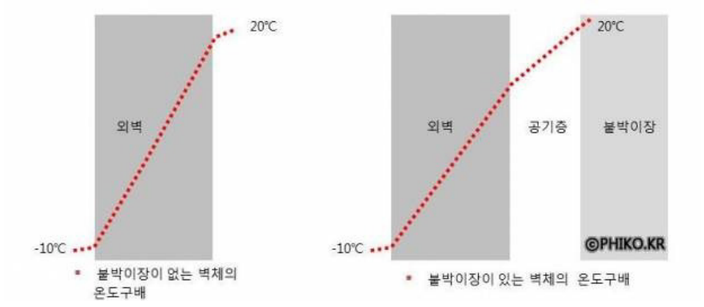
내단열 건물 하자 사례

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



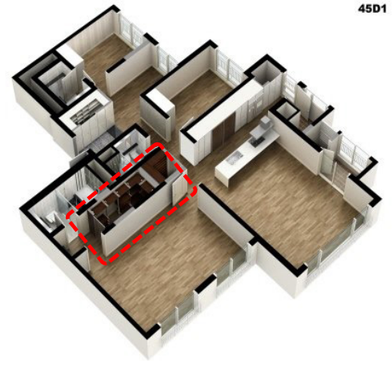
출처: PHIKO

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

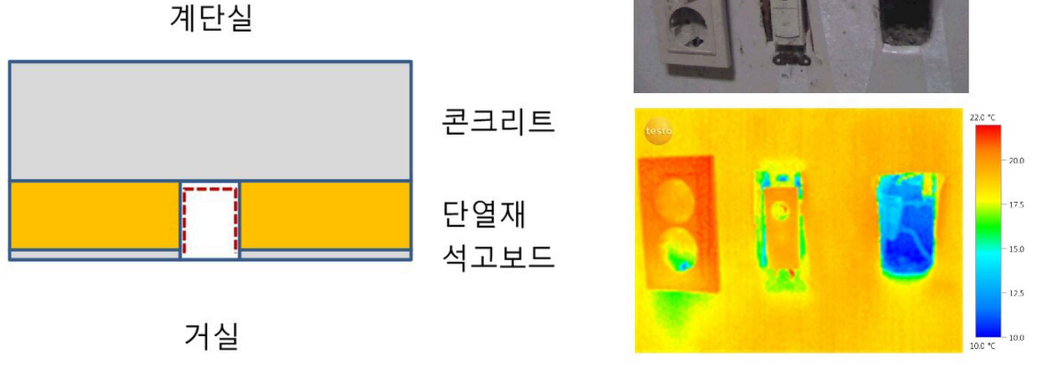


출처: PHIKO





- 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





출처: PHIKO

단열재 특성으로 인한 하자 사례

- 목구조에서 OSB 외측에 열반사단열재 적용시 내부 습기가 정체되어 목재가 섞는 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 · ㎜Hg 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

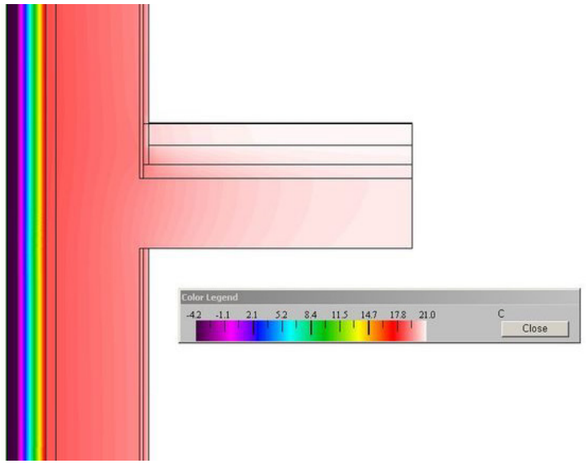
2) 방습층으로 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 이음부는 100㎜ 이상 중첩하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것

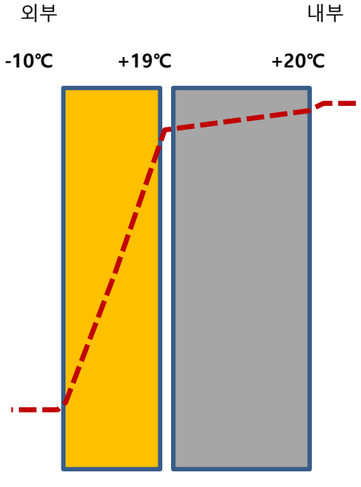
3) 단열부위가 만나는 모서리 부위는 방습층 및 단열재가 이어짐이 없이 시공하거나 이어질 경우 이음부를 통한 단열성능 저하가 최소화되도록 하며, 알루미늄박 또는 플라스틱계 필름 등을 사용할 경우의 모서리 이음부는 150㎜이상 중첩되게 시공하고 내습성 테이프, 접착제 등으로 기밀하게 마감할 것

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 접착

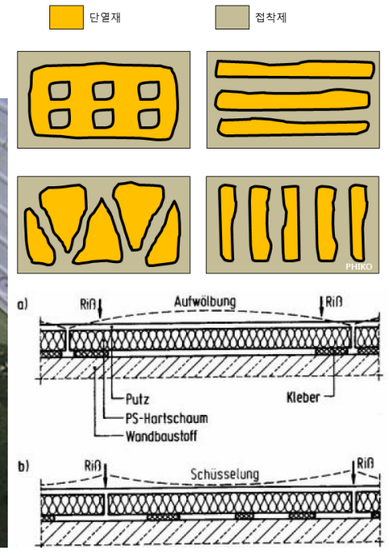




- 테두리에 접착 몰탈을 배치하여 공기가 순환되지 않도록 부착
- 단열재 면의 40% 이상 도포
- 단열재의 밴딩 및 크렉 저감

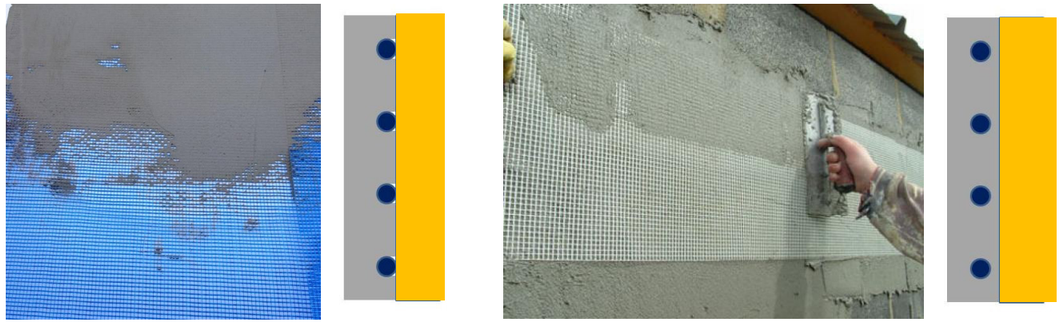
출처: PHIKO





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 열교(Thermal Bridge)의 이해

열교의 정의 (ISO 10211)

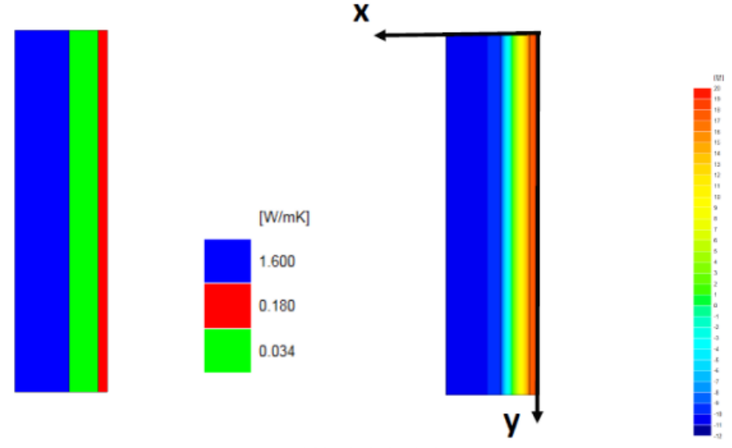
- 건물 외피에서 국부적으로 열류(heat flow)가 변화되는 부위를 의미함
- Thermal bridge, cold/warm bridge로도 지칭됨 → “열이 이동하는 다리“
- ISO 10211*의 정의에 따르면 다음과 같음

“…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 …”

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

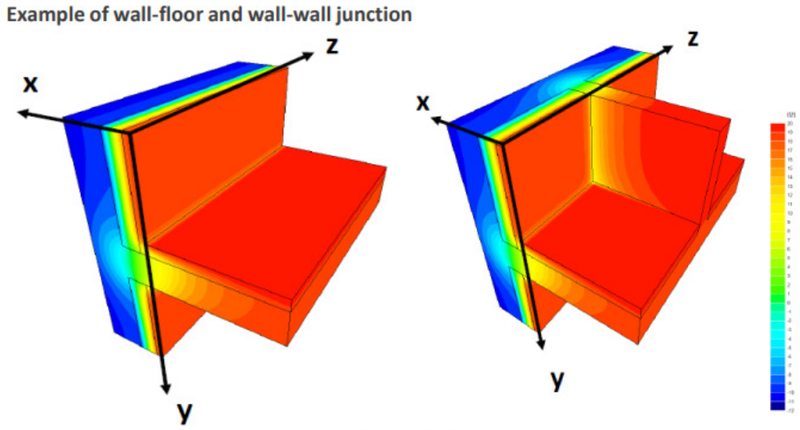
- 1차원 열류 (1-dimensional heat flow) : x축 방향으로만 열이 이동
  - 설계 시 사용하는 열관류율(W/㎡K, U-value)은 1차원 열류를 가정함
- 열전달은 온도가 높은 오른쪽에서 온도가 낮은 왼쪽으로 X축을 따라 일어남



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
- 왼쪽 그림은 X축 방향과 Y축 방향의 열전달이 동시에 일어나나, 이러한 열전달은 Z축 방향으로는 일정함
- 오른쪽 그림은 Z축 방향에서도 열전달이 일어남

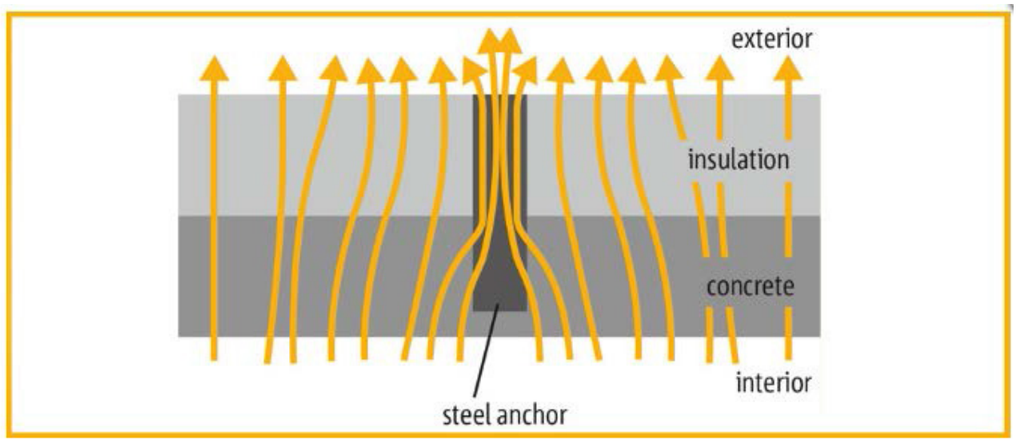


2,3차원 열전달 예시

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

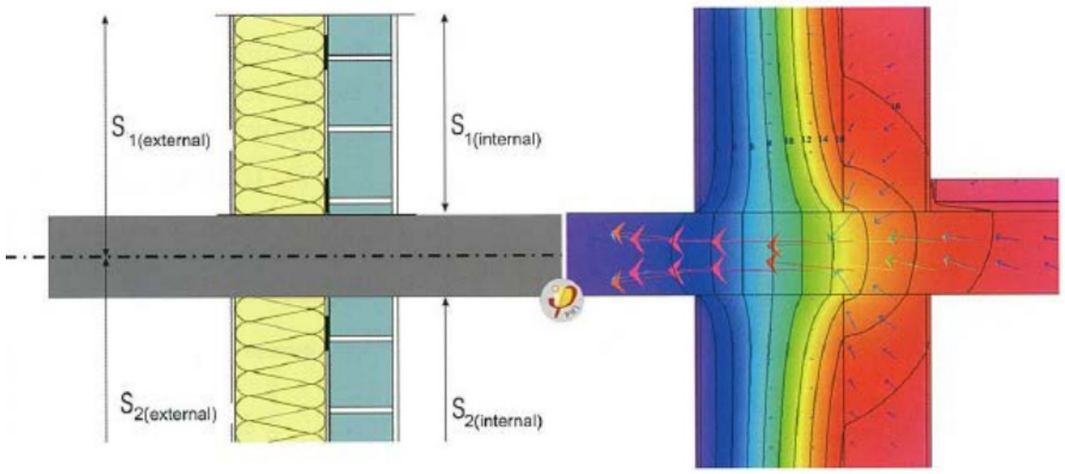
Construction(material) thermal bridge (구조적/재료적 열교)

- 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 증가하게 됨
- 건축물에서 일반적으로 단열재가 불연속되는 부위이며, 이러한 부위를 최소화하여 설계, 시공하는 것이 요구됨



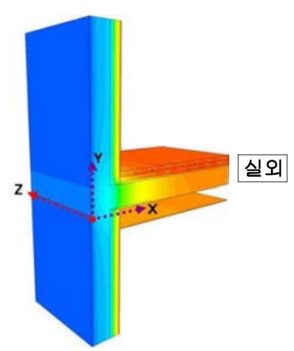
*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

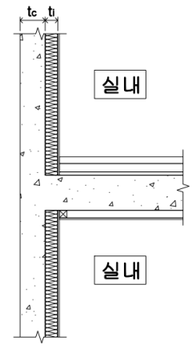
- 화살표는 열류의 방향과 열류량을 나타냄

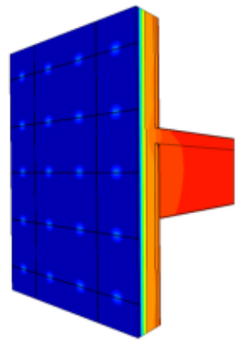


*출처 : Passive House Institute 교육 자료

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

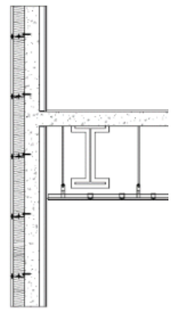






벽-슬라브 접합부 선형 열교 사례

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



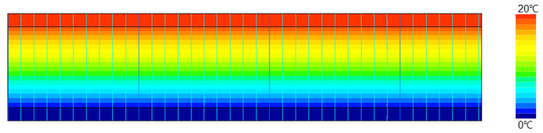
석재 마감 외단열 시스템의 앵커 고정 부위 점형 열교 사례

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

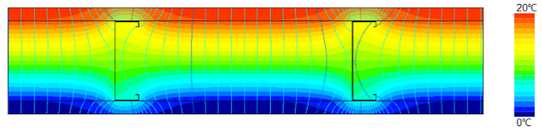
- 좌측은 국내 내단열 공동주택의 벽-슬라브 접합부 선형 열교 사례를 나타냄
- 우측은 외단열 석재 마감 건물에서 단열 및 마감재 고정을 위한 앵커로 인한 점형 열교 사례를 나타냄

- 사례2 : 건식벽체 금속 스터드로 인한 열교
  - 선형+점형 열교- 스터드 부위를 통한 열교 발생되어, 스터드 부위 표면 온도 낮아짐

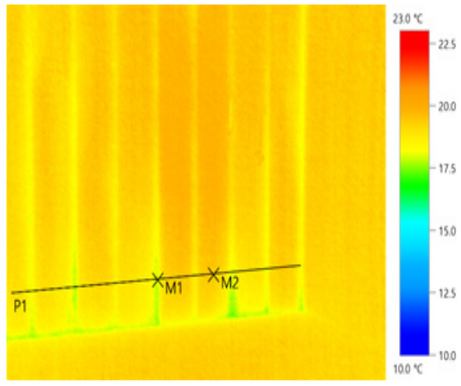
C-스터드를 고려하지 않을 경우 - 설계 시



건식벽체 자립을 위한 C-스터드 시공 시



C-스터드 상부와 주변부 하계 열화상 촬영 결과

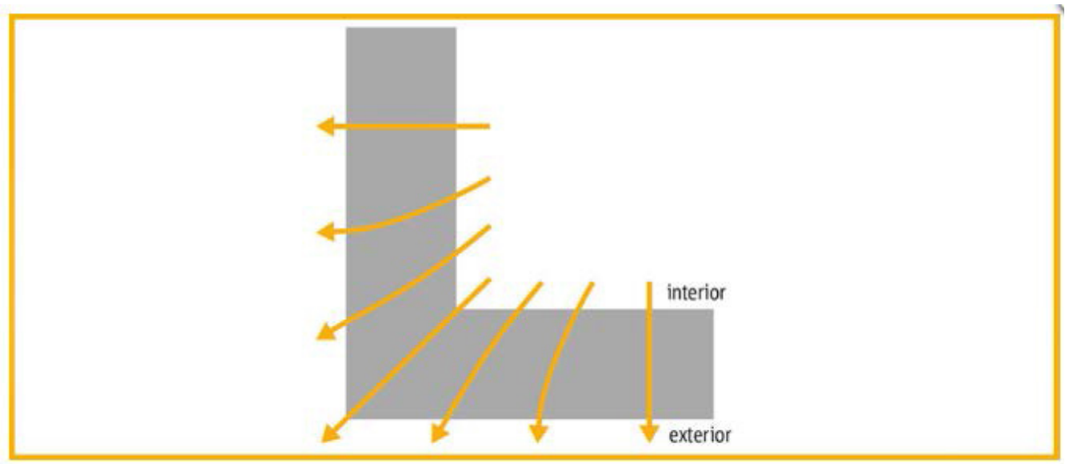


*출처 : 송진희 외, C-스터드 이격용 클립을 적용한 석고보드 건식벽체 시스템의 단열 및 구조성능 평가, KIEAE Journal, 2022

- 좌측은 C-스터드를 사용하는 석고보드 건식벽체에서, C-스터드를 고려하지 않았을 때와 고려하였을 때의 열이동을 나타냄
- 우측은 지중벽에 시공된 마감벽을 열화상 촬영한 것으로, C-스터드로 인해 선형으로 온도가 낮아지는 것을 볼 수 있음

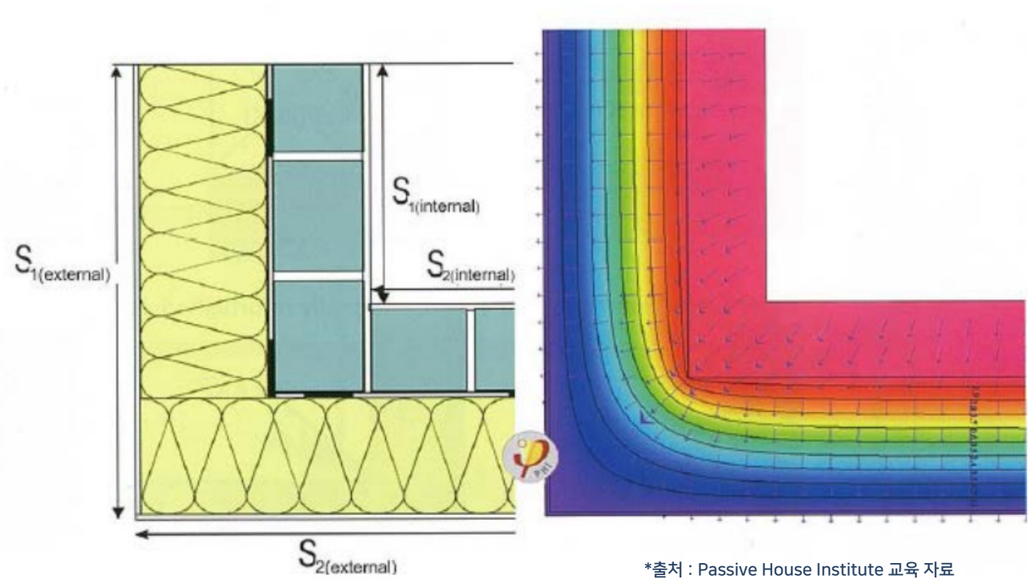
Geometric thermal bridge (기하학적 열교)

- 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

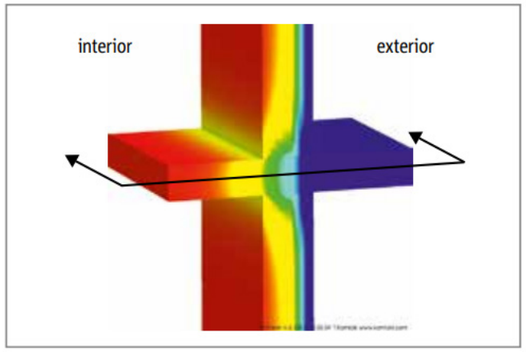
- 화살표는 열류의 방향과 열류량을 나타냄



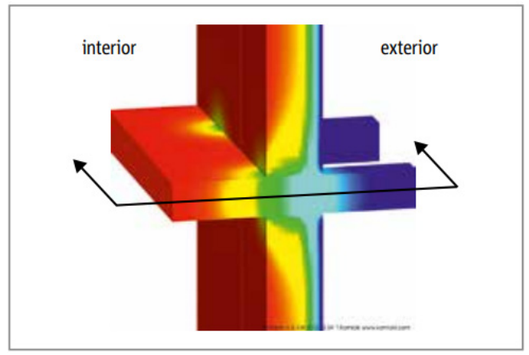
*출처 : Passive House Institute 교육 자료

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 열적이 흐름이 달라지는 부위
  - point thermal transmittance로 나타냄 (W/K)



선형열교



점형열교

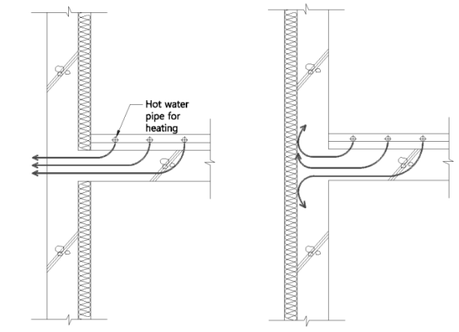
*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

열교로 인해 발생하는 문제점

- 1) 외피 열손실 증가로 인한 난방부하 증가 및 난방 효율 감소

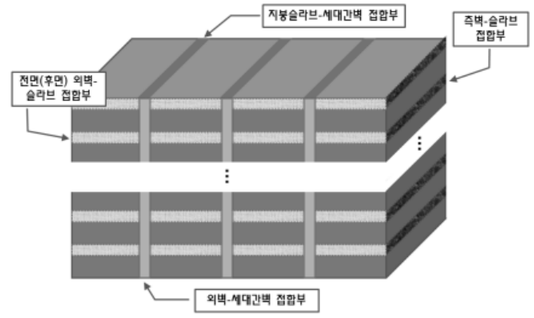
- 내,외단열 단면도 열 흐름 비교 : 열교 유무에 따라 상이함
- 외단열 공동주택의 연간 난방 에너지요구량은 내단열 공동주택 대비 8.5% 작음

- 내단열의 경우, 콘크리트 슬라브를 통한 실내 바닥 난방 열손실이 일어남



(a) 내단열 시스템 (b) 외단열 시스템

내단열 vs. 외단열 열손실 비교



공동주택 열교 발생 부위

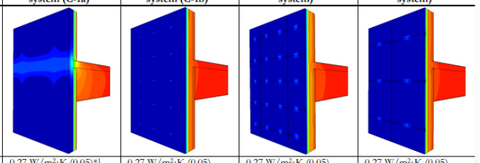
*출처: 송승영 외, 2009, 정적 열부하 계산법에 의한 열교제거형 외단열 공동주택의 동단위 연간 난방부하 절감 효과 분석, 대한건축학회

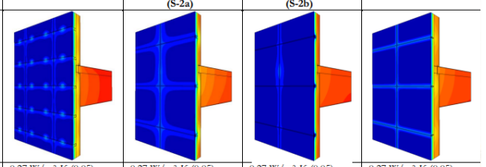
- 1) 외피 열손실 증가로 인한 난방부하 증가 및 난방 효율 감소

– 설계 시 의도하는 단열성능 대비 열교 부위로 인해 시공 후 실제 단열성능은 저하됨

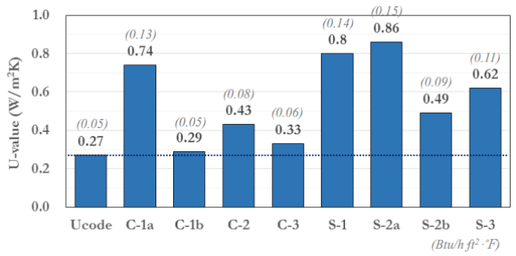
– 동일한 설계 열관류율을 가지더라도, 건물 구조 형태 및 단열재의 시공 방식에 따라 유효 열관류율은 상이함

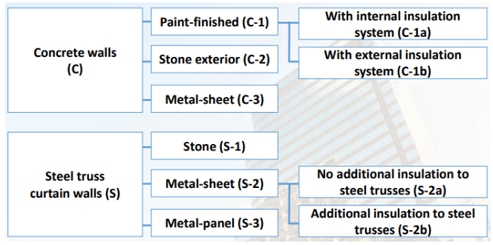
- 8개 외피 유형별 열교를 포함한 열관류율을 산출하여 비교한 결과임
- 설계 시 모두 0.27W/㎡K으로 설계하였으나, 실제 열교로 인해 유효 열관류율은 0.29~0.86W/㎡K으로 상이함

	Concrete wall			
	Paint-finished (C-1)		Stone (C-2) (External insulation system)	Metal-sheet (C-3) (External insulation system)
	Internal insulation system (C-1a)	External insulation system (C-1b)		
Thermal Image				
U_{code}	0.27 W/m²·K (0.05)*1	0.27 W/m²·K (0.05)	0.27 W/m²·K (0.05)	0.27 W/m²·K (0.05)
Q_{tot}	141.54 W (482.93)*2	54.88 W (187.25)	82.53 W (281.59)	63.93 W (218.13)
U_{eff}	0.74 W/m²·K (0.13)	0.29 W/m²·K (0.05)	0.43 W/m²·K (0.08)	0.33 W/m²·K (0.06)

	Steel truss curtain wall			
	Stone (S-1)	Metal-sheet (S-2)		Metal-panel (S-3)
		Without additional insulation of steel trusses (S-2a)	With additional insulation of steel trusses (S-2b)	
Thermal Image				
U_{code}	0.27 W/m²·K (0.05)	0.27 W/m²·K (0.05)	0.27 W/m²·K (0.05)	0.27 W/m²·K (0.05)
Q_{tot}	154.34 W (526.61)	165.94 W (566.19)	94.88 W (323.73)	119.71 W (408.45)
U_{eff}	0.80 W/m²·K (0.14)	0.86 W/m²·K (0.15)	0.49 W/m²·K (0.09)	0.62 W/m²·K (0.11)

유형별 유효 열관류율 및 전열해석 결과





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 Conperence 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 증식함



벽체 우각부 및 모서리 곰팡이 발생 사례



석고보드 표면 C-스터드 부위 마감 이색 사례

*출처: 송진희

참고 서적 및 사이트

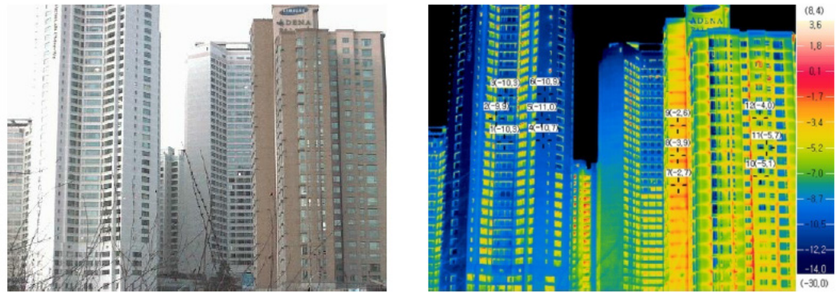
1. Schock Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018 (www.schoeck.com)
2. Passive House Institute 교육 자료 (Passivhaus Institut (passivehouse.com))
3. Jin-Hee Song, et al., Thermal Insulation Performance of Various Opaque Building Envelopes Considering Thermal Bridges, 2016 ASHRAE Winter Conperence Proceeding
4. 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 시작적인 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℃ 이내일 경우만 가능)

외단열 vs. 내단열 건물 열화상 촬영 사진

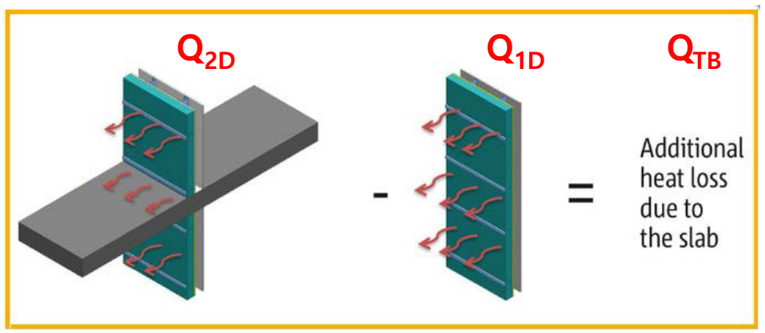


(출처: KPHI 기술강연회 발표 자료, 패시브형 공동주택의 단열과 열교방지, 이화여대 건축공학과 교수 송승영)

- 사진 상 왼쪽 흰색 건물은 외단열 건물, 오른쪽 갈색 건물은 내단열 건물임
- 동계 새벽에 촬영한 열화상의 경우, 열교로 인해 실내측 열이 외부로 손실될 수록 외부 표면은 높은 온도를 나타냄
- 외단열 건물의 외부 표면온도가 내단열 건물 대비 낮은 것을 알 수 있음

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(Q2D)과 열교가 없을 경우의 외피의 총 전열량(Q1D) 의 차이(QTB)를 선형 열교의 길이로 나눈 단위 길이당 전열량, 클 수록 열교로 인한 열손실이 크다는 의미임



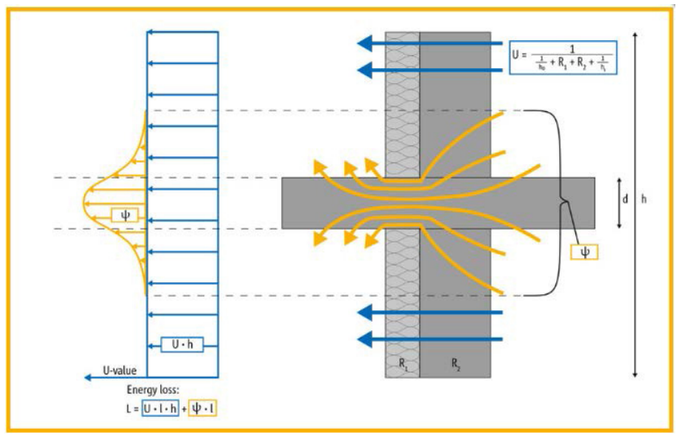
*출처 : Schöck Ltd, Thermal Bridging Guide, 2018

선형 열교 산출

- 선형 열관류율 산출 수식

$$\psi = (Q2D - Q1D) / (length \times \Delta T)$$

  - 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_{TB}

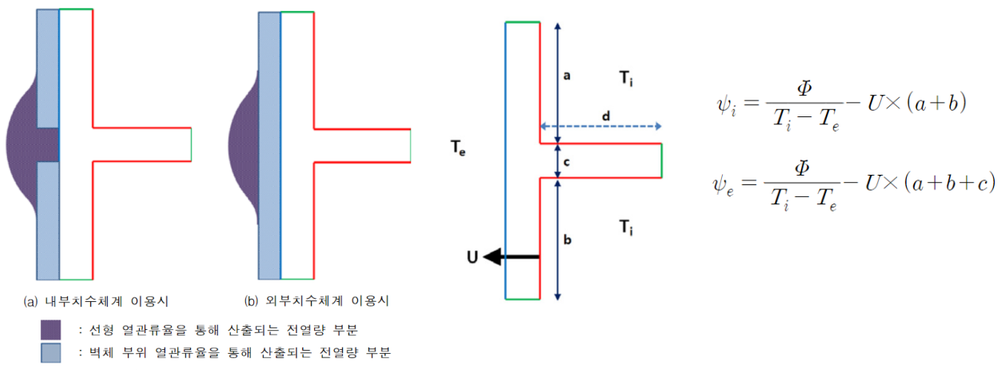
$Q_{1D} = U \times A \times \Delta T$

$Q_{TB} = \psi \times l \times \Delta T$

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

*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
- 전체 전열량에서 일반부위(U-value로 대표됨)를 통한 열손실을 빼고, 단위길이/단위온도차로 변환한 것이 선형 열관류율임



$$\psi_i = \frac{\Phi}{T_i - T_e} - U \times (a+b)$$

$$\psi_e = \frac{\Phi}{T_i - T_e} - U \times (a+b+c)$$

*출처: 구보경 외, 내, 외단열 구조체의 열관류율 수준별 열교에 의한 단열성능 저하 정도 분석, 한국건축친환경설비학회 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

$$Q_{1D} = A_1 * U_1 * \Delta T_1 + A_2 * U_2 * \Delta T_2$$

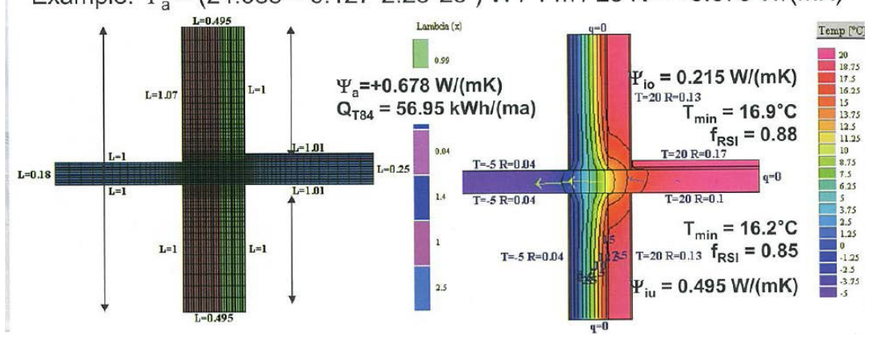
$U_1=U_2=1/(0.13+0.01/0.35+0.175/0.99+0.3/0.04+0.01/1+0.04)$ W/m²/K =0.127 W/(m²K)

$$Q_{2D} = A_1 * U_1 * \Delta T_1 + A_2 * U_2 * \Delta T_2 + \Psi * l * \Delta T_{max(1.2)}$$

Example: Q_{2D} = 24.083 W/m as per HEAT2-6.0

$$\Psi = (Q_{2D} - A_1 * U_1 * \Delta T - A_2 * U_2 * \Delta T) / l / \Delta T_{max(1.2)}$$

Example: Ψ_a = (24.083 – 0.127*2.25*25) W / 1 m / 25 K = +0.678 W/(mK)



*출처 : Passive House Institute 교육 자료

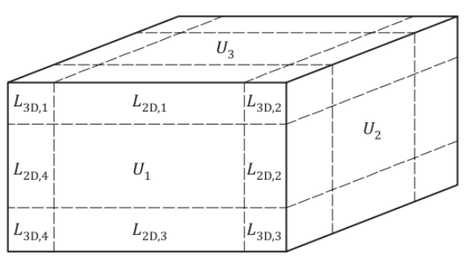
점형 열교 평가 지표 및 산출

- 점형 열관류율 (χ, Point thermal transmittance) : 점형 열교에 대한 대표적인 정량적 평가 지표, W/K

– 열교 발생 부위를 포함한 외피의 총 전열량(Q2D)과 열교가 없을 경우의 외피의 총 전열량(Q1D) 의 차이(QTB)를 점형 열교 발생 개수로 나눈 전열량, 클 수록 열교로 인한 열손실이 크다는 의미임

- 점형 열관류율 산출 수식

$$\chi = (Q2D - Q1D) / (n \times \Delta T)$$



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

*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 북측 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)

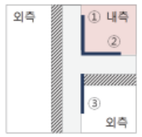
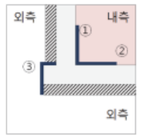
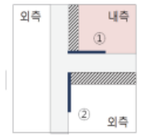
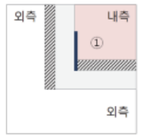
에너지절약계획 설계 검토서

2. 에너지성능지표[주1]

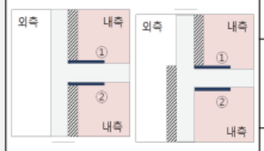
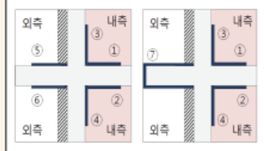
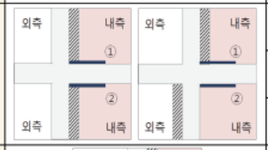
항 목		기본배점 (a)			배점 (b)					평점 (a+b)	근거
		비주거		주거							
		대형 (3,000㎡ 이상)	소형 (500~3,000㎡ 미만)	주택 1	주택 2	1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점	
건축부문						북측 0.200미만	0.200~0.225미만	0.225~0.250미만	0.250~0.285미만	0.285~0.340미만	
	4. 외피 열교부위의 단열 성능 (W/mK) (단, 창 및 문 면적비가 50미만일 경우에 한함)	4	6	6	6	0.400미만	0.400~0.440미만	0.440~0.475미만	0.475~0.515미만	0.515~0.550미만	
	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)				
		②	0.445(0.585)			①	0.450(0.565)
		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)				
		②	0.540(0.700)			①	0.410(0.520)
		①+②	0.450(0.605)				

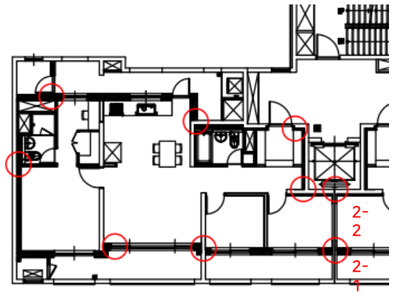
- 열교 형상을 4가지 타입, 26가지 조건으로 구분하고 일반적인 조건에서 가능한 보강 부위에 따른 선형열관류율을 미리 계산함

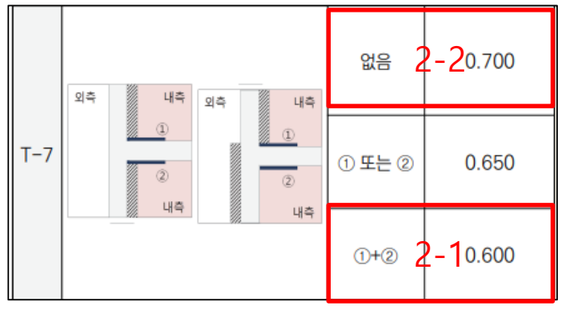
T-7		없음	0.700	X-3		없음	0.730(1.000)
						① 또는 ②	0.720(1.000)
		① 또는 ②	0.650			①+②	0.710(0.975)
						①+②+③+④	0.645(0.895)
						①+②+⑤+⑥	0.580(0.850)
		①+②	0.600			①+②+③+④+⑤+⑥	0.530(0.790)
						①+②+⑦	0.530(0.800)
						①+②+③+④+⑦	0.485(0.695)
T-8		없음	0.605(0.740)	X-4		없음	0.700
		①	0.605(0.740)			① 또는 ②	0.650
		②	0.570(0.705)				
		①+②	0.565(0.700)			①+②	0.600
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 예외(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 =
[Σ(외피의 열교발생 가능부위별 선형 열관류율 × 외피의 열교발생 가능부위별 길이)] / (Σ외피의 열교발생 가능부위별 길이)
※ 외단열 적용 시 건식 마감재 부착을 위해 단열재를 관통하는 철물을 삽입하는 경우에는 괄호안의 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 형상 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 0.27㎡K/W, 길이 300㎜ 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 W/mK X 2.8m) + (0.700W/mK) X 2.8m)} / {2.8m + 2.8m} = 0.650 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

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

- 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

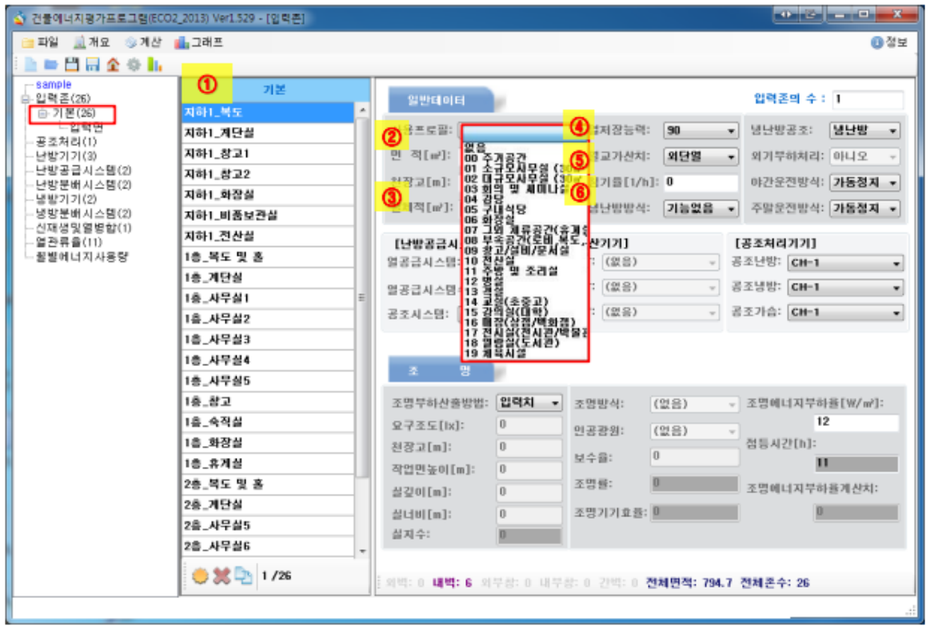
결로 방지 성능을 확보하기 위한 TDR 기준

대상부위			TDR값 주1), 주2)		
			지역 Ⅰ	지역 Ⅱ	지역 Ⅲ
출입문	현관문 대피공간 방화문	문짝	0.30	0.33	0.38
		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 에너지효율등급) 상 열교 반영

- 열교가산치(W/㎡K)로 반영 (내단열 혹은 외단열 中 선택):
  골조에 대한 단열 부위에 따라 결정하며, 커튼월 구조의 경우 스팬드럴 등의 단열재 부착 위치가 골조의 외부인 경우 외단열로 설정



ECO2 화면

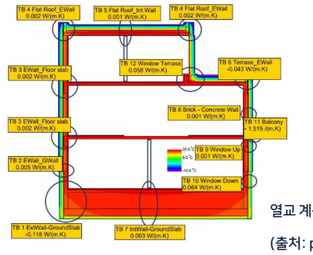
PHPP (Passive House Planning Package) 상 열교 반영

- 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

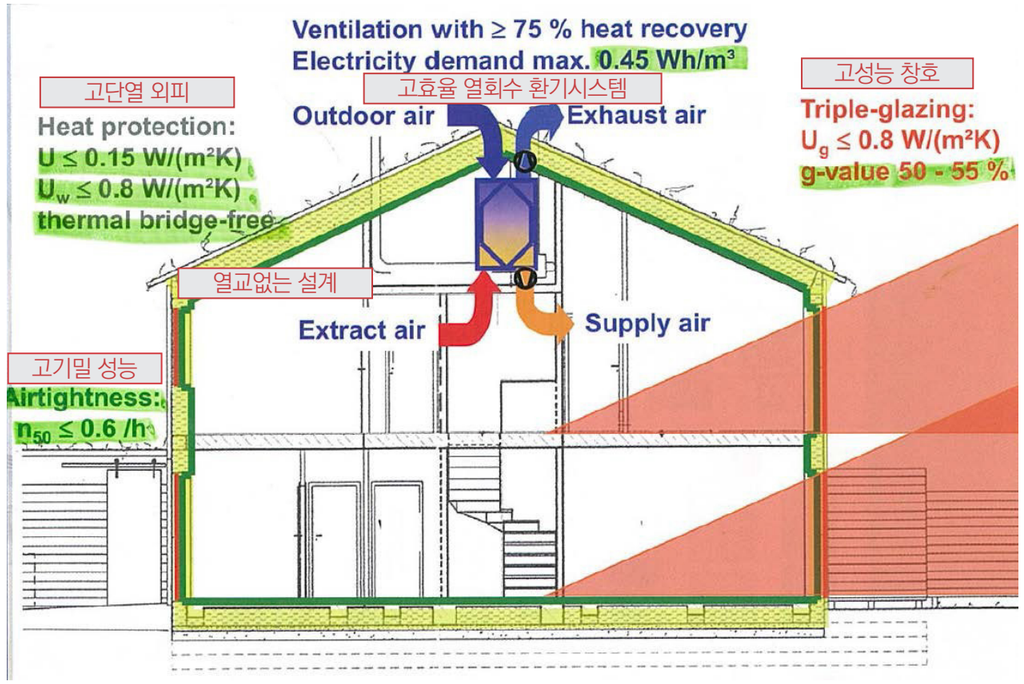
참고 서적 및 사이트

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

3 열교 방지 설계

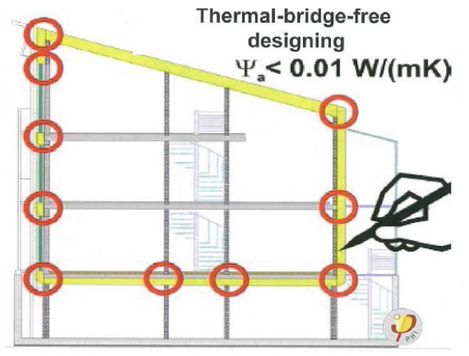
패시브하우스 Thermal-bridge-free Design

- 독일 패시브하우스 설계 기준 : 고단열 외피, 고성능 창호, 고효율 열회수 환기시스템, 고기밀성능, "Thermal-bridge-free"



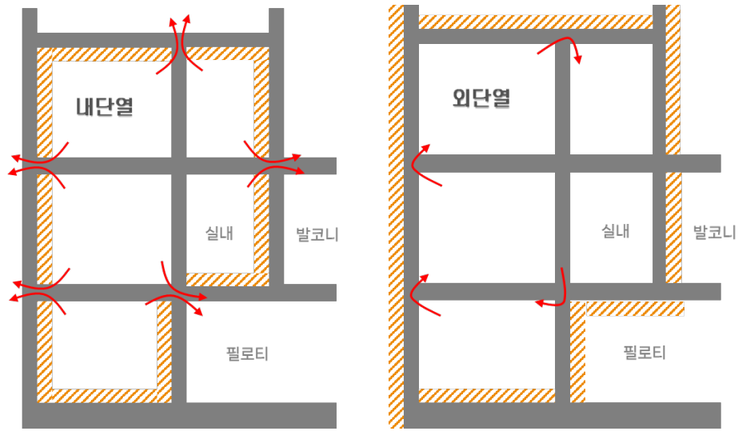
*출처 : Passive House Institute 교육 자료

- 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



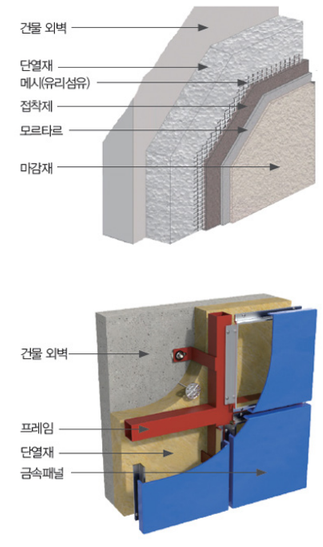
외단열 설계 - 열교 저감 방안

- "외단열" : 건축물 각 부위의 단열에서 단열재를 구조체의 외기측에 설치하는 단열방법으로서 모서리 부위를 포함하여 시공하는 등 열교를 차단한 경우를 말함 (『건축물의 에너지절약설계기준』 상 정의)
- 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

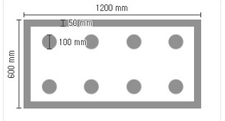
외단열 시스템 종류 (습식/건식)



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

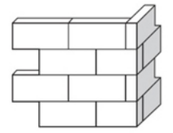
외단열 주요 하자 및 시공 주의사항

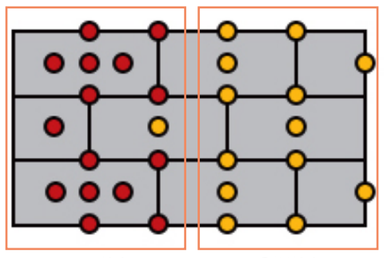






- 단열재 후면 접착제 리본-뎁 방식 고정
- 기계식 고정 화스너 시방 개수에 맞게 시공
- 코너부 엇갈림 시공 및 창호 주변 L자형 단열재 시공





*출처: 테라코코리아㈜, 준불연 외단열 시스템 시방

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 마감재료는 실물모형시험 통과 필요
    (『건축자재 등 품질인정 및 관리기준』 등 참고)



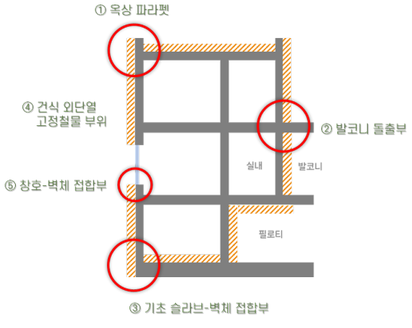
*출처: 한솔홈데코 홈페이지, www.hansolhomedeco.com



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

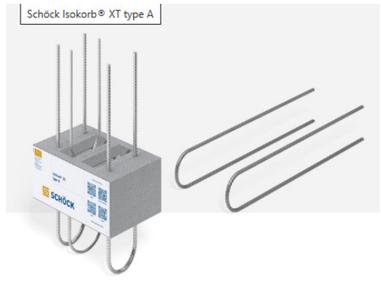
*출처: LX하우시스 홈페이지, www.lxzin.com

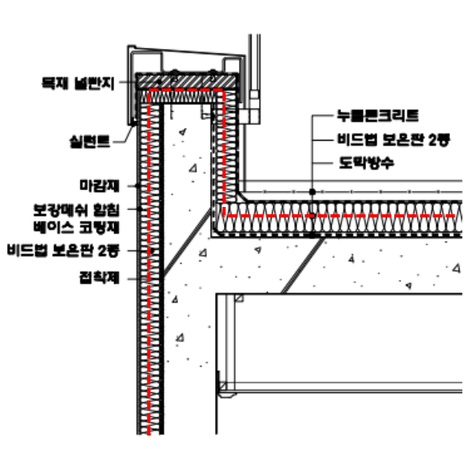
- 외단열 건물에서의 주요 열교 발생 부위
  - ① 옥상 파라펫
  - ② 발코니 돌출부
  - ③ 기초 슬라브-벽체 접합부
  - ④ 건식 외단열 시스템 고정철물 부위
  - ⑤ 창호-벽체 접합부
- 각 부위별 권장 설계 및 시공 디테일 반영
  혹은 부위별 열교차단재 사용 필요

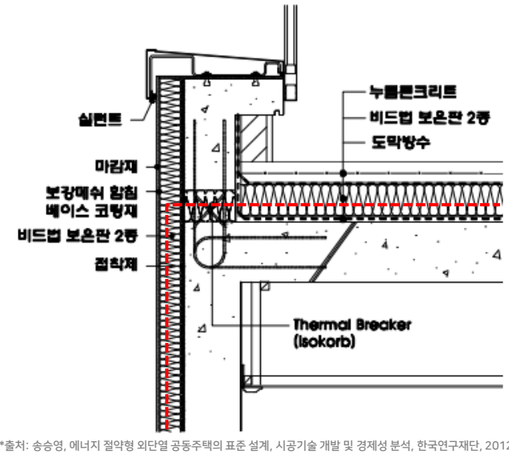


외단열 - 옥상 파라펫 시공 디테일

- 단열재가 파라펫을 감싸 불연속되는 면이 없어야 함
  - 대안으로 파라펫 부위의 열교차단재를 사용할 수 있음
- 단열 라인에 불연속이 없도록 단열재 시공 필요



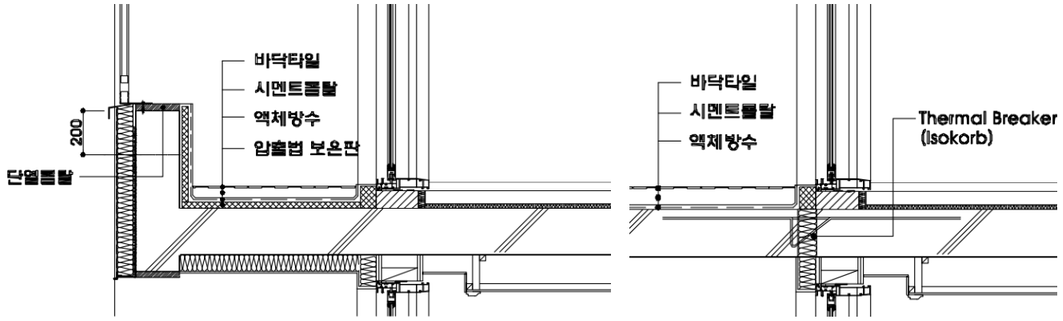




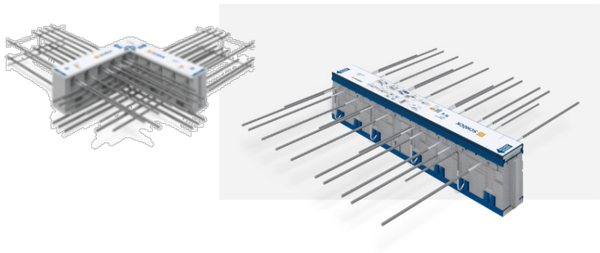
*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012

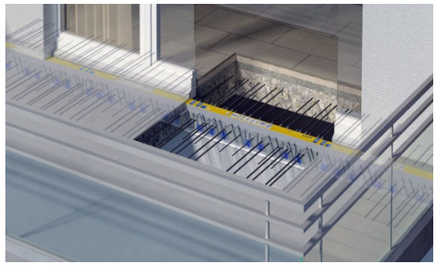
외단열 - 발코니 돌출부 열교차단재

- 단열재가 발코니 돌출부를 감싸 불연속되는 면이 없어야 함 (시공성 검토)
  - 대안으로 발코니 열교차단재
- 단열 라인에 불연속이 없도록 단열재 시공 필요



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

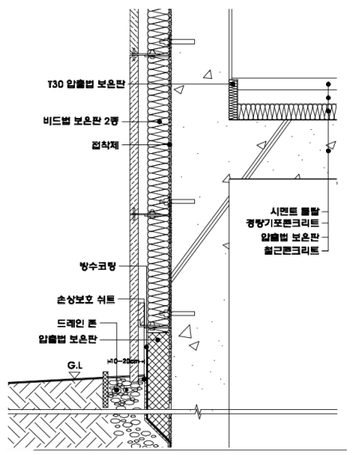




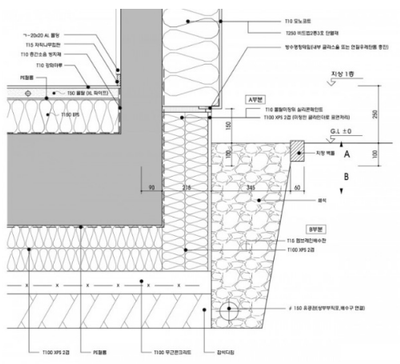
출처: www.schoeck.com

외단열 - 기초-벽체 접합부 열교차단재

- 단열재가 지면에 맞닿는 부분은 30cm 이상 XPS 단열재 시공 + 배수를 위한 자갈 시공
- 좌측은 지하층이 있는 경우, 우측은 1층이 바로 지면에 면하는 경우임



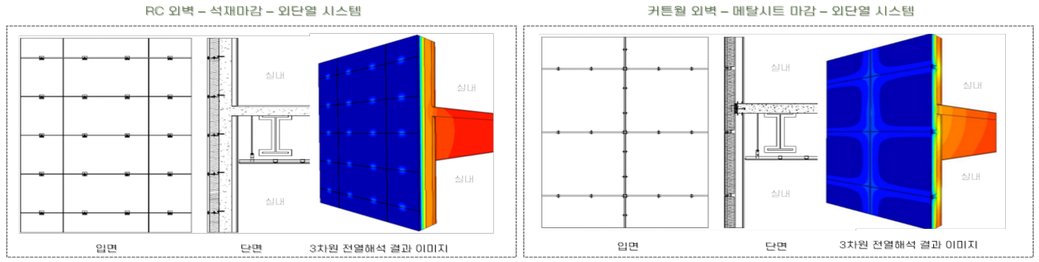
*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012



*출처: 한국패시브건축협회

외단열 - 건식 외단열 고정철물 부위

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



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

열교 차단 Fastener 및 앵커

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

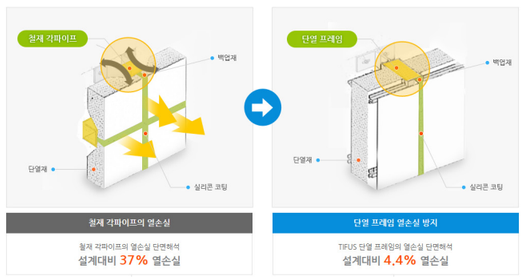


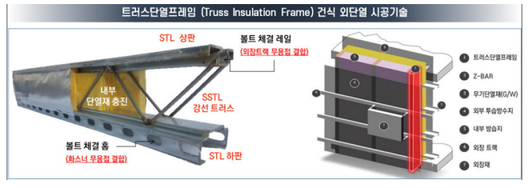


*출처: 이비엠리더 홈페이지 및 신기술 홍보자료

열교 차단 프레임

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

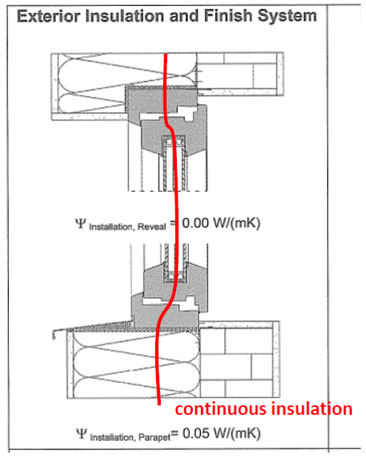




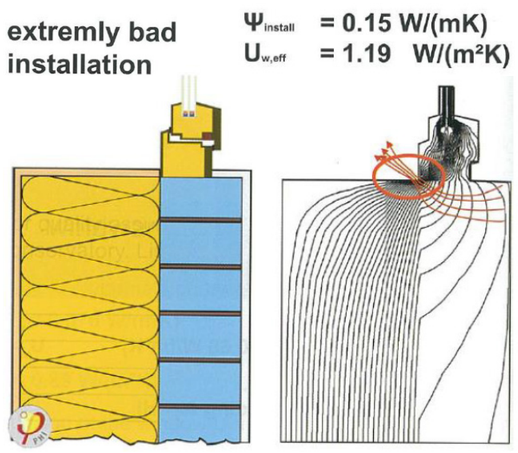
* 출처: 티푸스코리아 홈페이지 및 신기술 홍보자료

외단열 - 창호-벽체 접합부

- 외벽 단열재와 창호(창틀)이 연결되도록 시공
  - 창틀이 단열재 상부 혹은 단열재와 겹치도록 시공되어야 함
- 창호를 단열라인으로 보고, 하부 단열재-창호-상부 단열재가 연속되어야 함
- 창호와 단열재 간 불연속 부위가 있을 경우 열교 형성됨

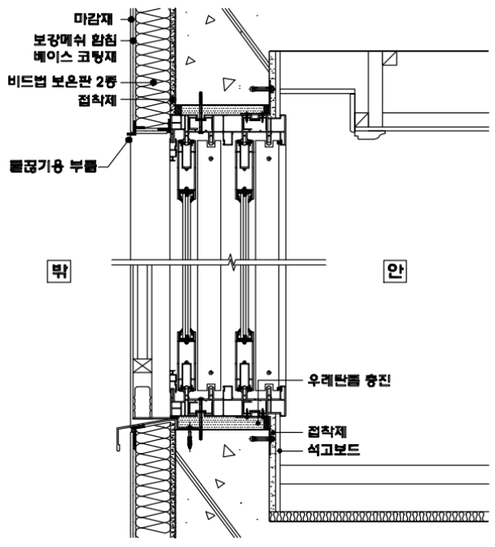


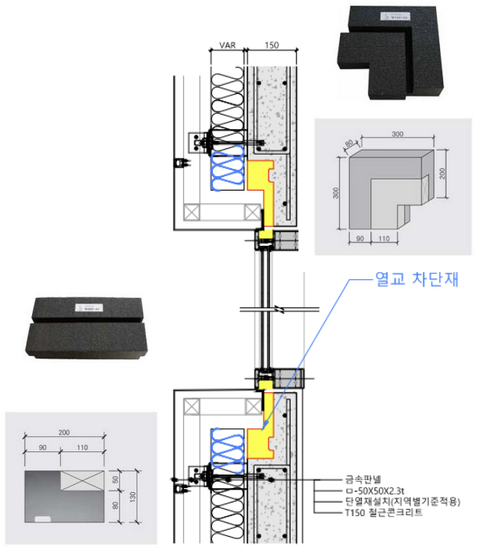
VS.



*출처 : Passive House Institute 교육 자료

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



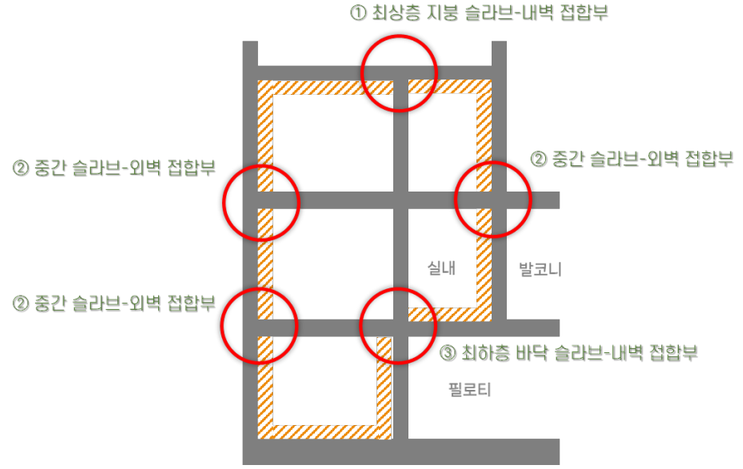


*출처: 송승영, 에너지 절약형 외단열 공동주택의 표준 설계, 시공기술 개발 및 경제성 분석, 한국연구재단, 2012

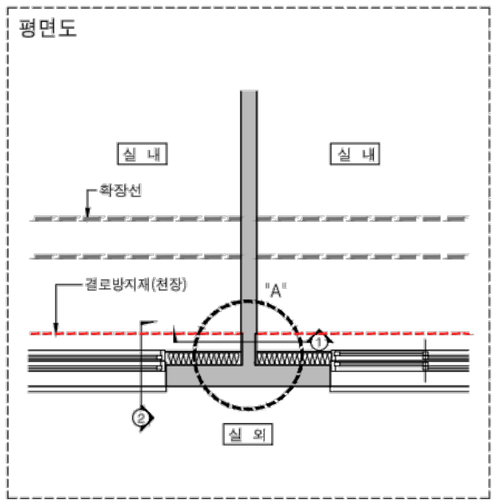
*출처: 스타빌엔지니어링 홈페이지

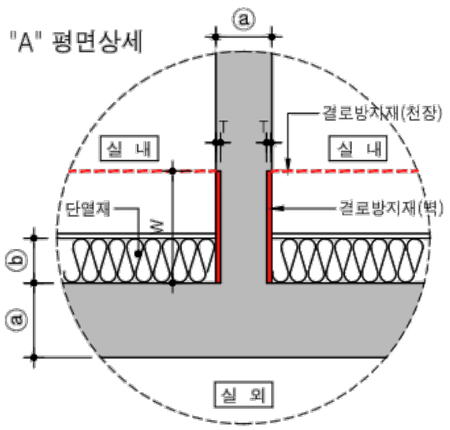
내단열 설계 - 열교 저감 방안

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



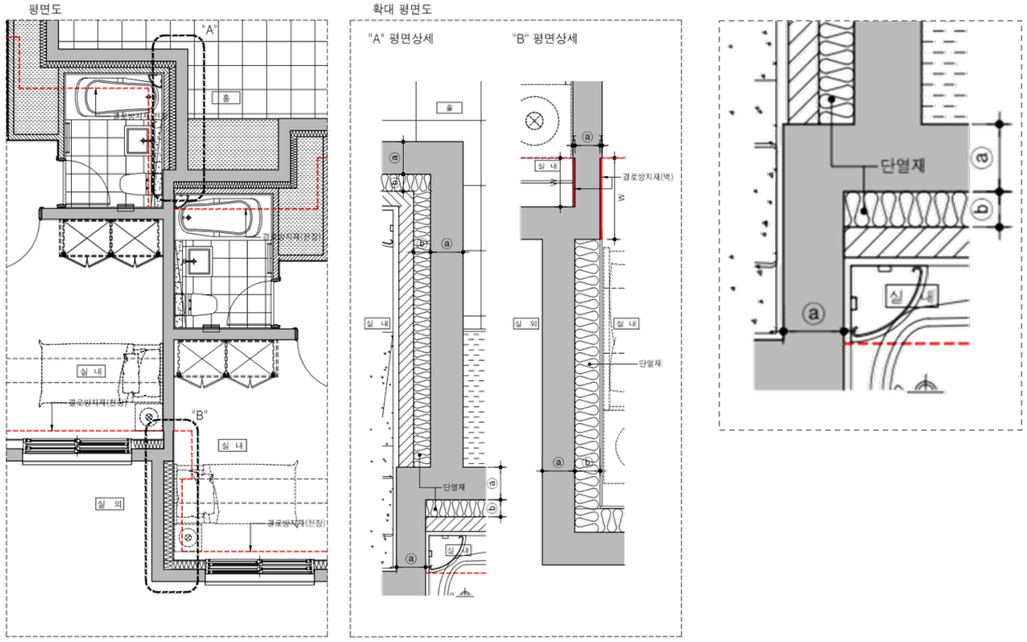
- 평면 상 외벽-내벽 접합부 결로방지재 설계 방안
  *결로방지재 품질 기준 : KS M 3808 발포 폴리스티렌(PS) 단열재, 부속서C - 방습판으로 사용하는 발포 폴리스티렌(PS) 단열재
- 결로방지재는 벽체 단열재의 외부면에서 폭 450mm 확보하여야 함





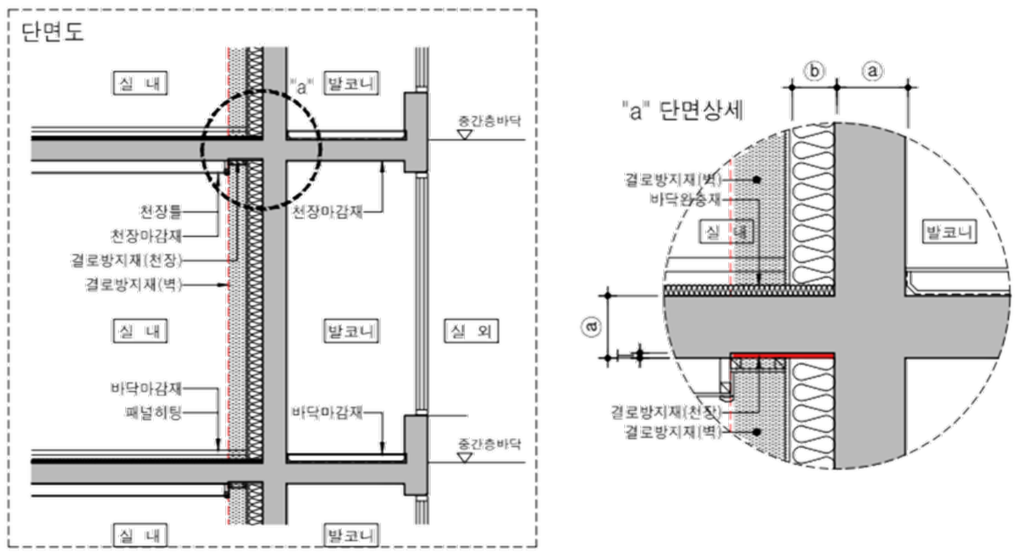
*출처: LHi, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

- 평면 상 외벽 이형부위 결로방지재 설계 방안
- 벽체 단열재와 결로방지재가 연속되는 것도 중요함

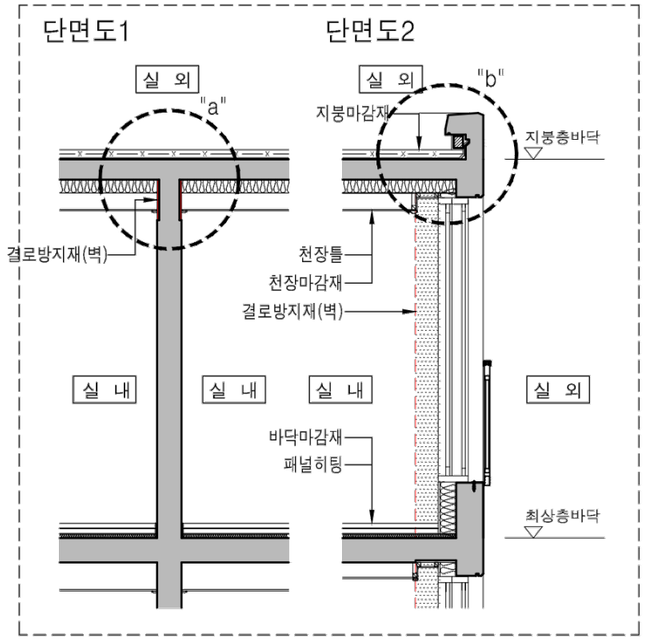


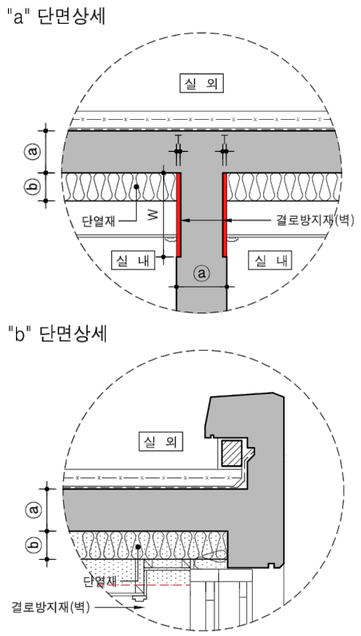
*출처: LHi, 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 2021.2

- 단면 상 외벽-중간 슬라브 접합부 결로방지재 설계 방안

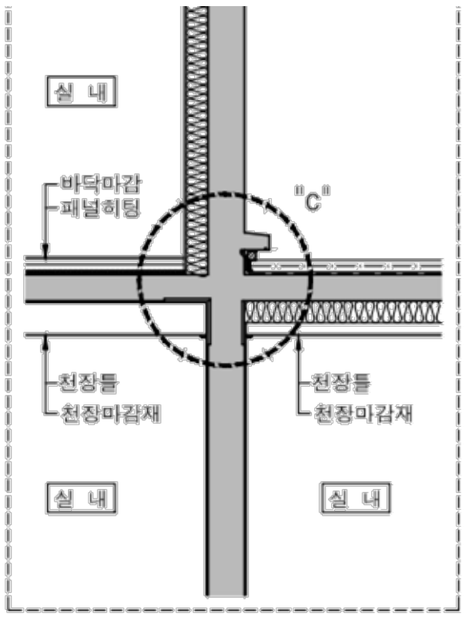


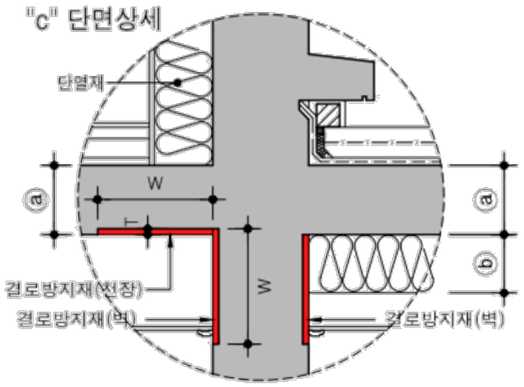
- 단면 상 최상층 슬라브-내벽 접합부 결로방지재 설계 방안





- 단면 상 층변화 세대 결로방지재 설계 방안
- 층변화 세대 벽체 상부는 누락되기 쉬운 부위로 설계사 혹은 현장에서 반드시 확인하여야 함





Passive House Certification

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




CERTIFICATE

Certified Passive House Component

ID: 0923cs03 valid until 31. December 2023

Passive House Institute
Dr. Wolfgang Feist
64342 Darmstadt
GERMANY

Category: Construction system | Lightweight timber Construction
Manufacturer: Build SMART
Lawrence, Kansas
UNITED STATES OF AMERICA
Product name: Build SMART

This certificate for the cool, temperate climate zone was awarded based on the following criteria

Hygiene criterion
The minimum temperature factor of the interior surfaces is $f_{Rsi,(0,25/10,0)}$ ≥ 0,70

Comfort criterion
The U-value of the installed windows is $U_{W,I}$ ≤ 0,80 W/(m²K)

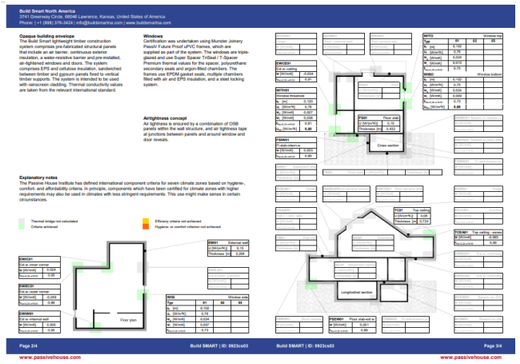
Efficiency criteria
Heat transfer coefficient of building envelope UP_{Env} ≤ 0,15 W/(m²K)
Temperature factor of opaque junctions $f_{Rsi,(0,25/10,0)}$ ≥ 0,30
Thermal bridge free design for key connection details Ψ ≤ 0,01 W/(m²K)

An airtightness concept for all components and connection details was provided.

cool, temperate climate

CERTIFIED COMPONENT
Passive House Institute

Page 4/4
www.passivehouse.com
cool, temperate climate
www.passivehouse.com


Build Smart North America
3741 Shirtsleeve Circle, 66046 Lawrence, Kansas, United States of America
Phone: | +1 (866) 376-3424 | info@buildsmartna.com | www.buildsmartna.com

Opaque building envelope
The Build Smart lightweight timber construction system comprises pre-fabricated structural panels with OSB sheathing, a vapour retarder, mineral wool insulation, a water-resistive barrier and pre-installed, air-tightened windows and doors. The system comprises EPS and cellulose insulation, sandwiched between timber and gypsum panels fixed to vertical timber battens. The façade finish is typically clad with rainscreen cladding. Thermal conductivity values are taken from the relevant international standard.

Windows
Certification was undertaken using Munster Joinery Passiv Future Proof uPVC frames, which are pre-installed in the factory. The frames feature triple-glazed and Low Super Spacer TriSeal 7 Spacer Premium thermal values for the spacer, polyurethane secondary seals and argon-filled chambers. The frames use EPDM gasket seals, multiple chambers filled with air and EPS insulation, and a steel locking system.

Airtightness concept
Air tightness is ensured by a combination of OSB panels within the wall structure, and air tightness tape at the joints between panels and around window and door reveals.

Explanatory notes
The Passive House Institute has defined international component criteria for seven climate zones based on hygiene-, comfort- and affordability criteria. In principle, components which have been certified for climate zones with higher requirements may also be used in climates with less stringent requirements. This use might make sense in certain circumstances.

Thermal bridge not calculated
Criteria achieved
Efficiency criteria not achieved
Hygiene- or comfort criterion not achieved

Floor plan
Cross section
Longitudinal section

Page 2/4
Build SMART | ID: 0923cs03
Build SMART | ID: 0923cs03
Page 3/4
www.passivehouse.com
www.passivehouse.com

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. Schock 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㈜ 홈페이지, www.tifus.co.kr/
8. 이비엠리더 홈페이지, www.ebmleader.com
9. 테라코코리아 홈페이지, www.terraco.co.kr
10. LX하우시스 홈페이지, www.lxzin.com

B.3 창호, 커튼월 기술

교육 목표

창호, 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)

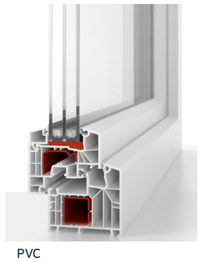
창호(Window & Door)

- 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

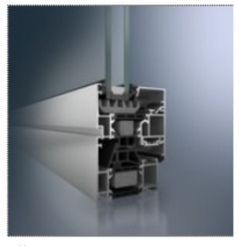
Window

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





PVC

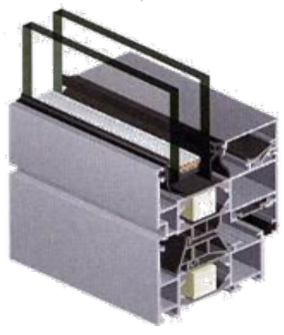
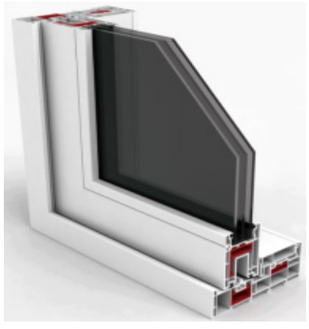


AL.

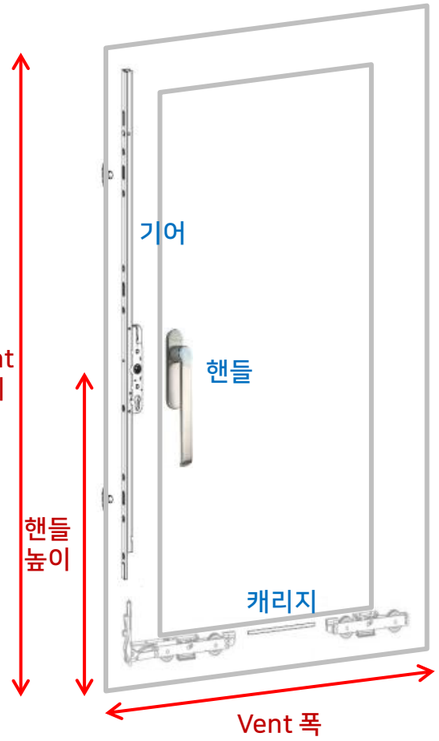


Wood+AL.

주요재료

구분	AL. Frame	PVC	목재 및 AL.
설명	- 두 개의 AL Profile을 단열재로 결합시켜 하나의 Profile로 만드는 독특한 소재 결합 방식 - 알루미늄의 견고한 재질, 내구성은 그대로 살리면서도 단열성능이 우수	- 금속재보다 열전도율이 낮은 고강도 PVC 소재를 사용하여 단열성능이 우수함 - EPDM 가스켓 마감으로 밀폐성이 우수하고, 유리 교체 등 사후 관리가 용이함	- 고급 목재로 된 내부는 품격있는 실내를, 알루미늄으로 된 외부는 견고하며서도 깔끔한 외관을 만들어 주는 복합소재 시스템창
이미지			

하드웨어



① LS 캐리지 규격 (권장) : Vent 무게
- **150kg (120)** : front 300mm – rear 210mm : Φ32
- **300kg (250)** : front 320mm – rear 240mm : Φ44

② LS 기어 규격 : 핸들높이, Vent 높이
- 405 : 850 ~ 1,850
- 705 : 1,050 ~ 2,150
- 1005 : 1,350 ~ 2,750

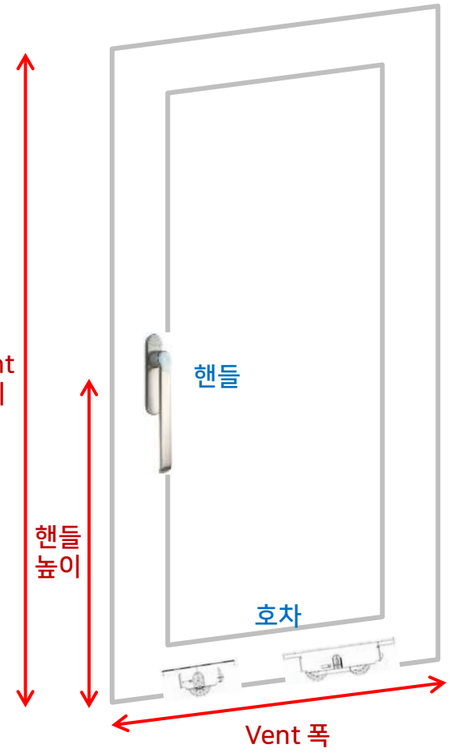
* back-set : 28mm / 38mm

③ <u>최대, 최소 규격</u> (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)

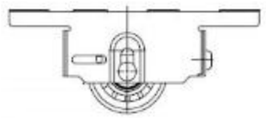
※ Vent 무게(kg)
= 유리두께(mm)x유리폭(m)x유리높이(m)x2.54
+ 샤시 무게(kg)



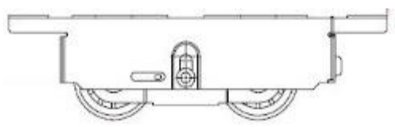
① 호차 규격 (권장)
- **Single (40)** : Vent 무게 60kg 이하
- **Twin (80)** : Vent 무게 60kg 초과, 120kg 이하

② <u>최대, 최소 규격</u> (M.C x H)
- 최소 : 600 x 700
- 최대 : Vent 무게에 따름
  1,500 x 2,400 (권장)

※ Single roller

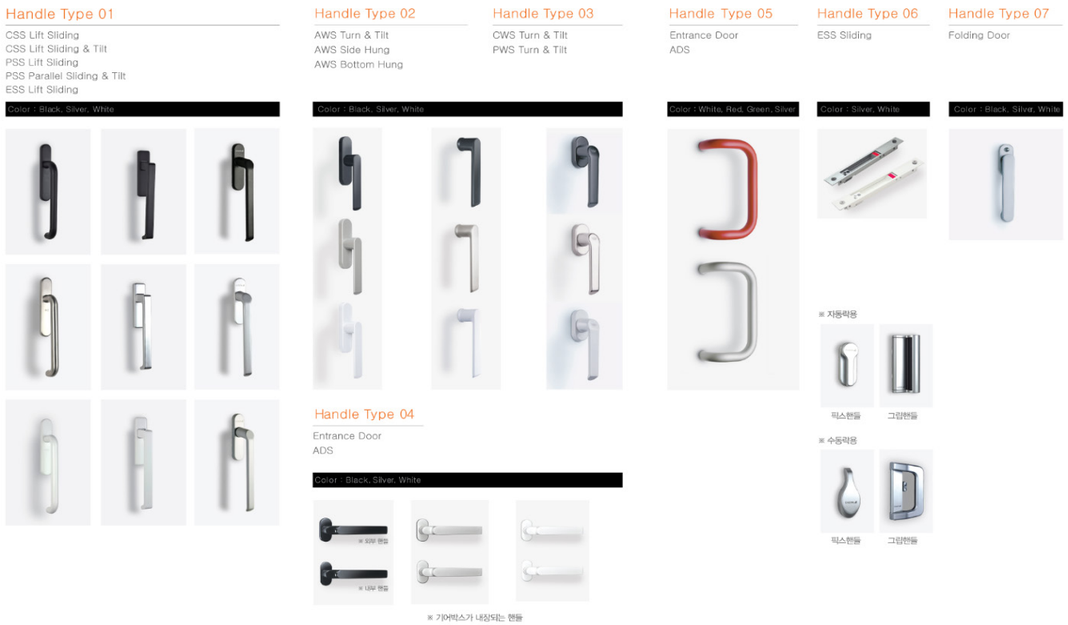


Twin roller



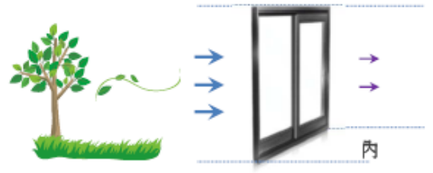
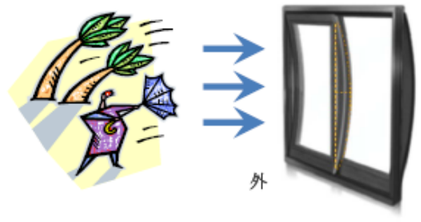
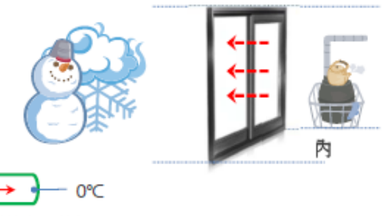
핸들

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



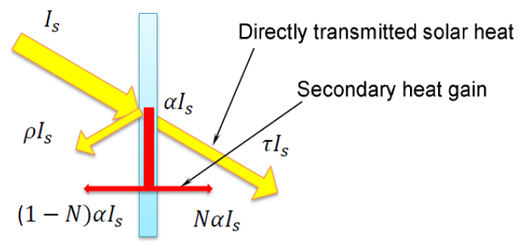
주요 성능

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

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

- 가시광선 투과율
  : 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



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

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

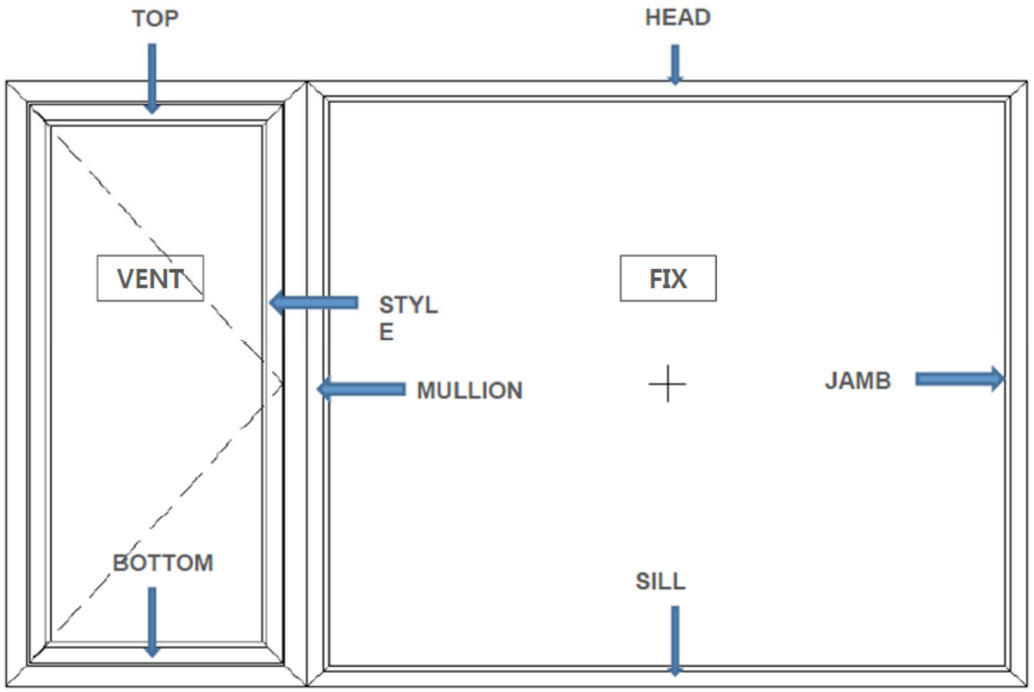


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

Window Basic : 도면

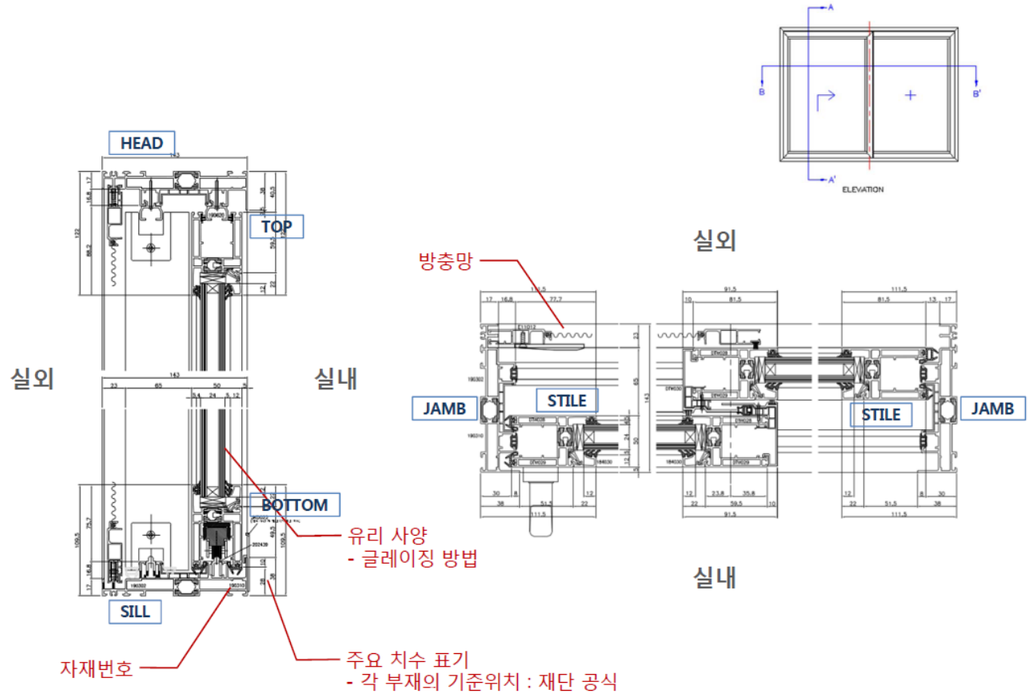


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

수직 단면도(Vertical section)

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

입면도(Elevation)

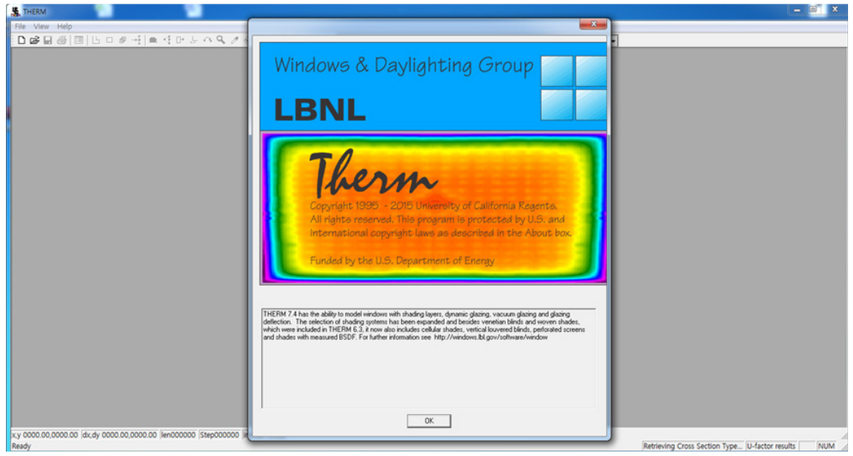
-정면도
-내관도기준(Inside View)
-개폐방식, 열림방향
-제품형식(type)

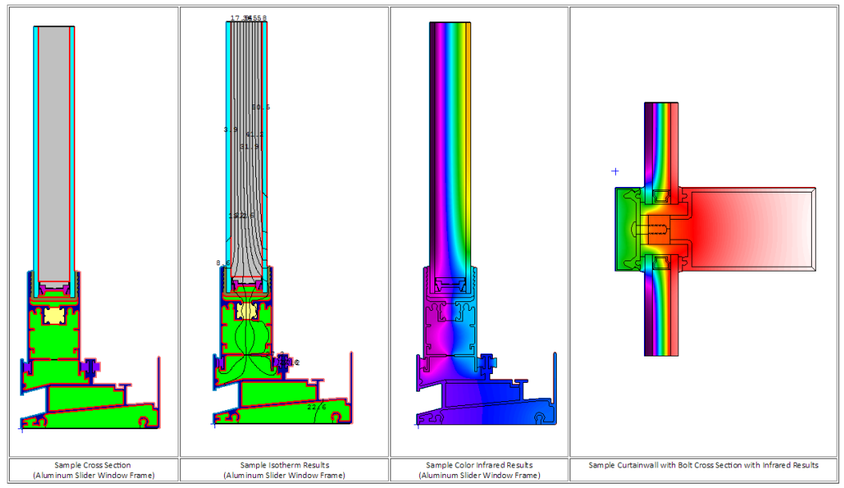
수평 단면도(Horizontal section)

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

Window Basic : Simulation

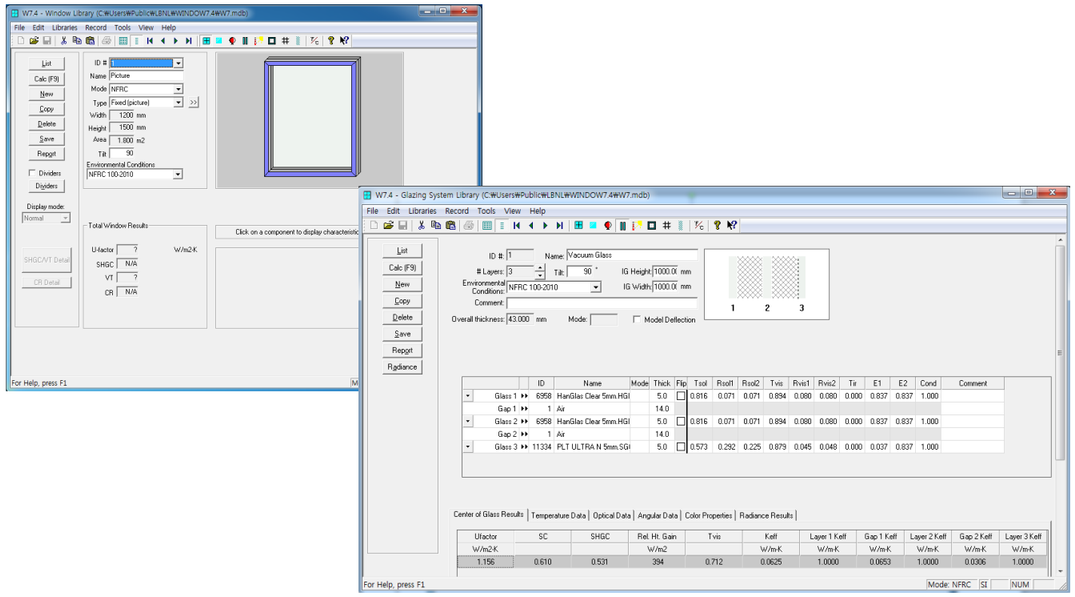
- 시뮬레이션 프로그램을 활용하여, 개발하는 창호의 성능을 예측하고 취약부분에 대한 수정 보완이 가능함





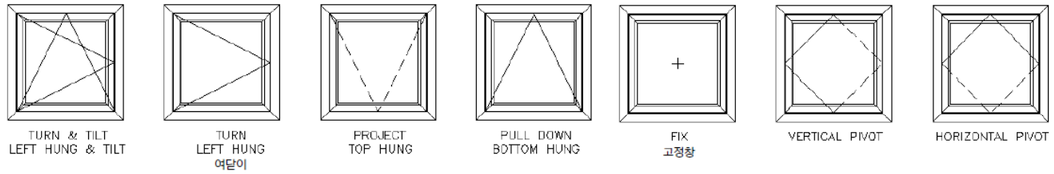
Sample Cross Section (Aluminum Slider Window Frame)	Sample Isotherm Results (Aluminum Slider Window Frame)	Sample Color Infrared Results (Aluminum Slider Window Frame)	Sample Curtainwall with Bolt Cross Section with infrared Results

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



Window Basic : 창의 개폐방식

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



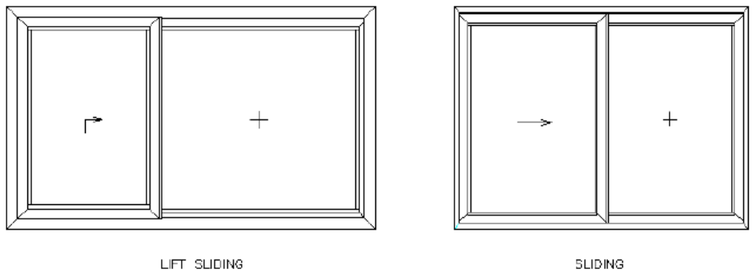


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

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

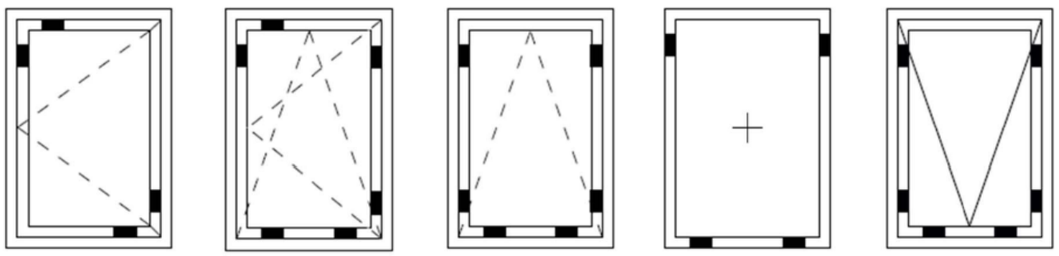


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

Window Basic : 입면 형식

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



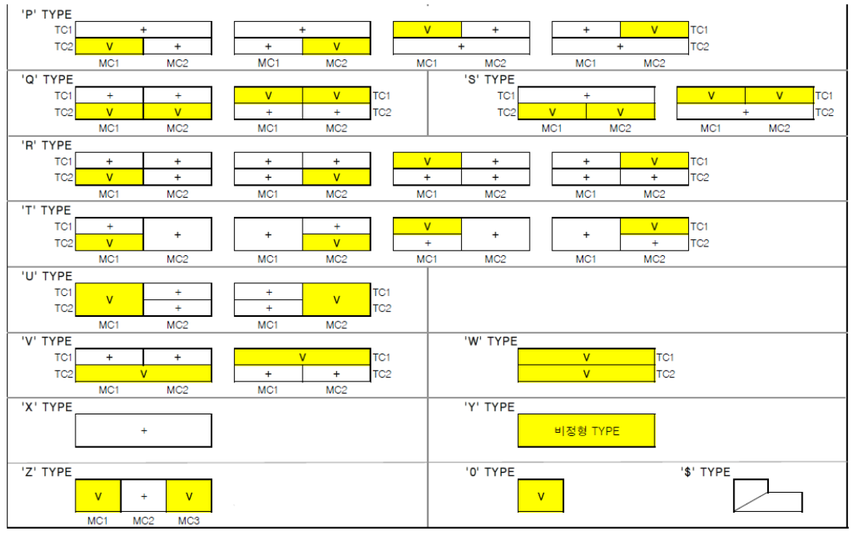
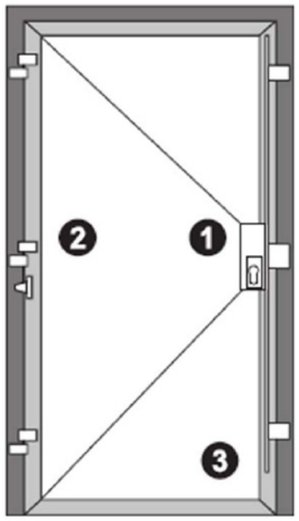


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

Door Basic : 주요 구성



① Lock Technology

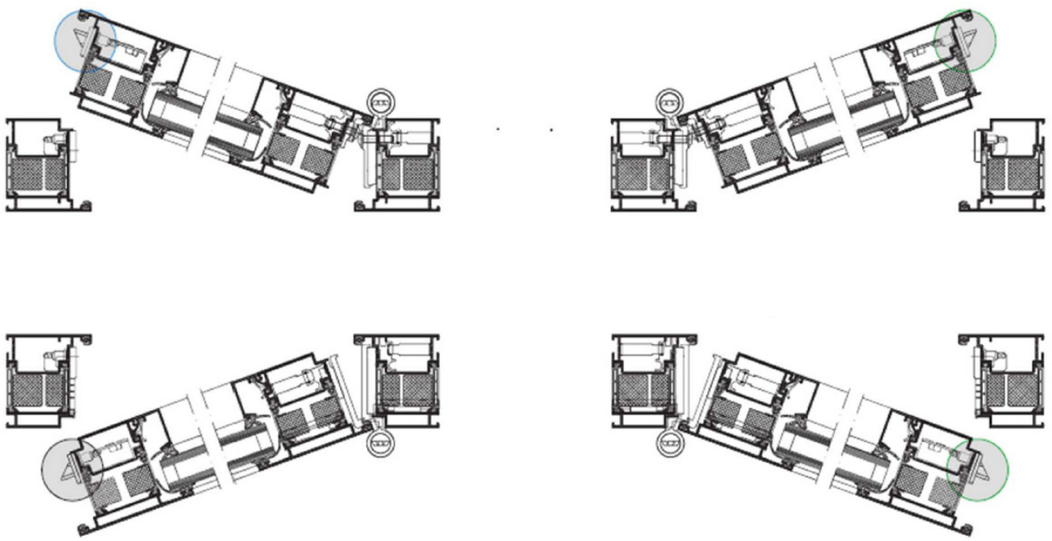
② Door hinges

③ Glazing, 기타

그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

Door Basic : 개폐 및 하드웨어 방향

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

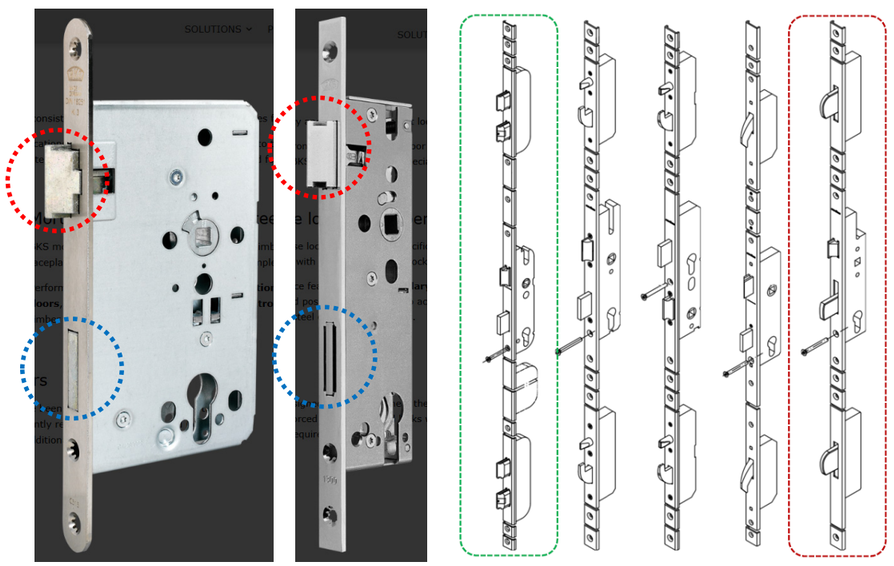


Door Basic : Lock Technology

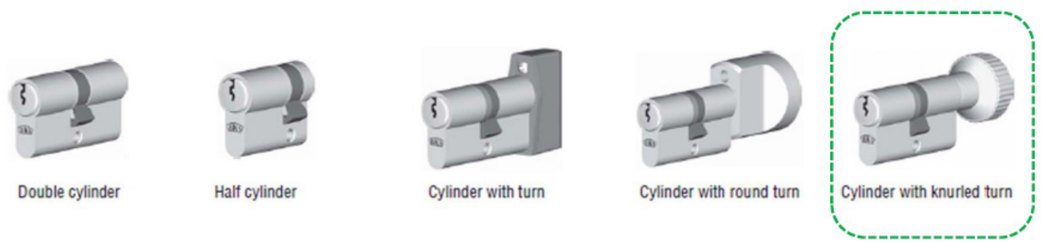
- 일반적으로 래치(Latch)와 볼트(Bolt)로 구성되며, 래치는 개폐, 볼트는 잠금 용도로 사용
- 제품 및 목적(방범 등)에 따라 복수의 래치와 볼트로 구성 가능

래치 (Latch)

볼트 (Bolt)



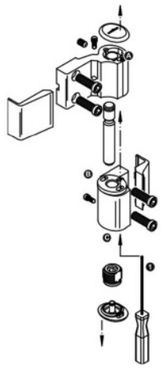
- 실린더: 실내/실외에서 도어를 잠그는 역할을 함



Door Basic : 힌지

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





Mounted Type



Rollentürband aus Aluminium
Aluminium barrel hinges



Rollentürband aus Edelstahl
Stainless steel barrel hinge

Barrel Type



VL-Band 100° eingebaut
Concealed 100° hinge installed

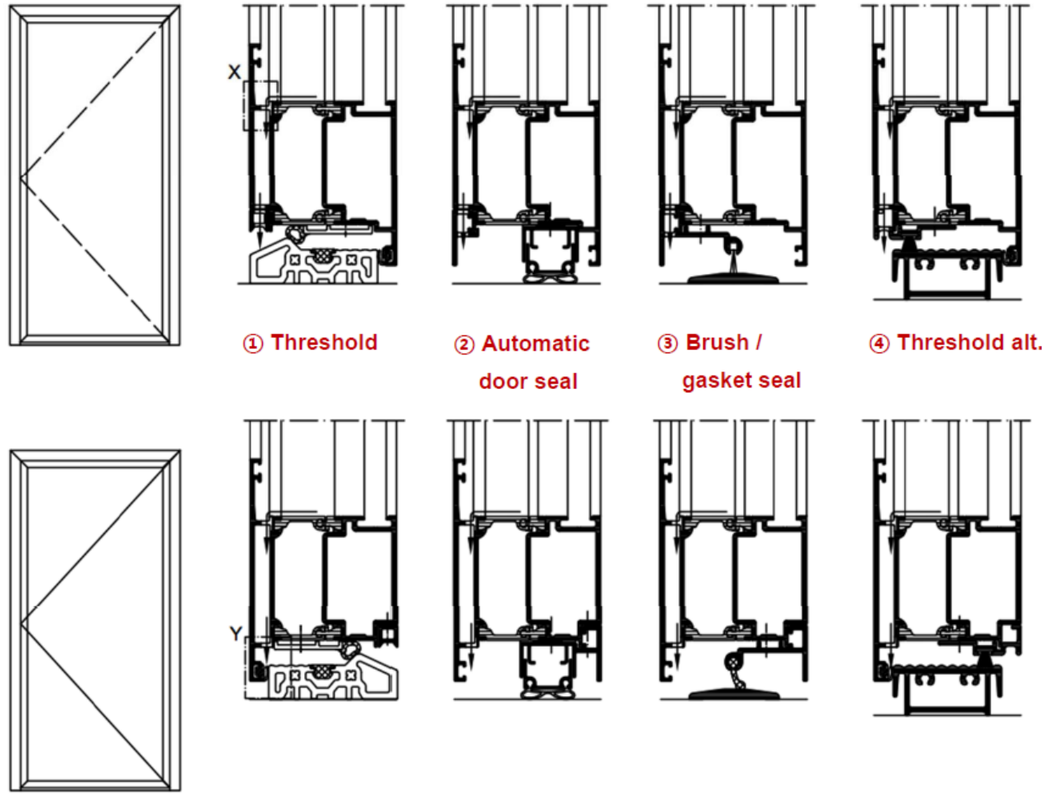


VL-Band 180° eingebaut
Concealed 180° hinge installed

Consealed Type

Door Basic : 하부 구성

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



참고 서적 및 사이트

1. Aluplast 홈페이지, www.aluplast.net
2. (주)이건창호 이건아카이브 홈페이지, eagon - main (eagonwindows.com)
3. https://blog.lotte.co.kr/20848
4. ㈜이건창호, 2019년 사내 교육자료

2 커튼월(Curtain Wall)

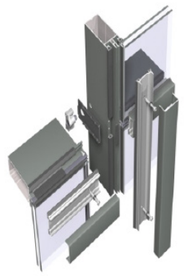
Curtain Wall

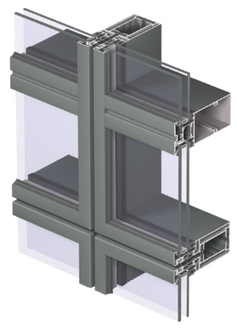
- 커튼월은 건물 외벽에 달아 매는 방식으로 설치되는 비 내력벽이며, Stcik type과 Unit type으로 구분함





Stick Type





Unit Type

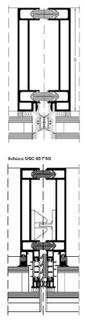


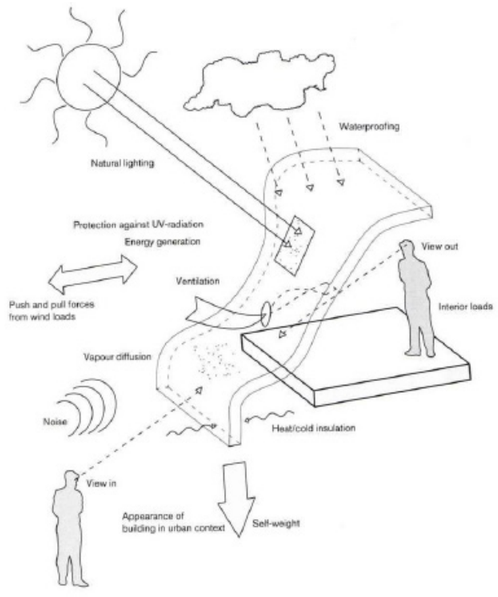
그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

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

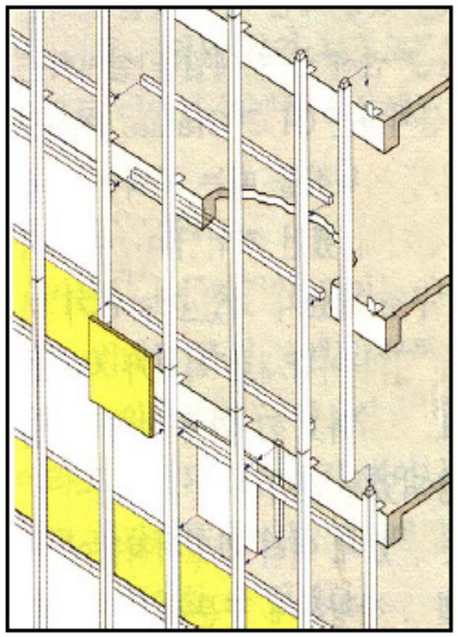


SK Chemical 사옥

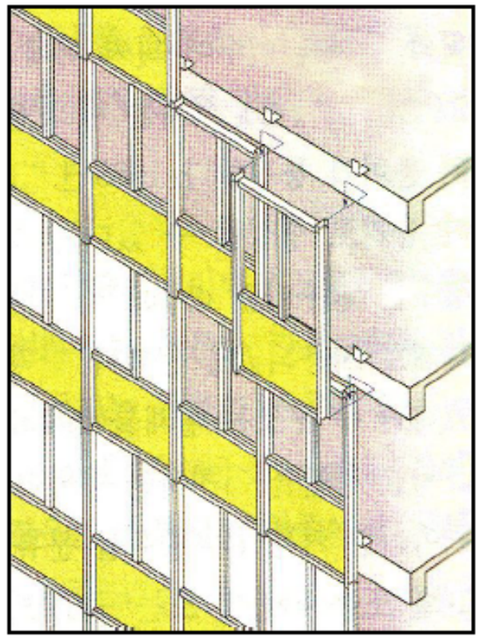
Curtain Wall Basic : 주요 설치 타입 비교

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

그림 출처 : 이건창호 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 : 이건창호 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, 플레이드 등의 구조재
  - 화스너 : 커튼월 앵커에서 각 부재들을 연결하는 볼트/너트, 스크류 등

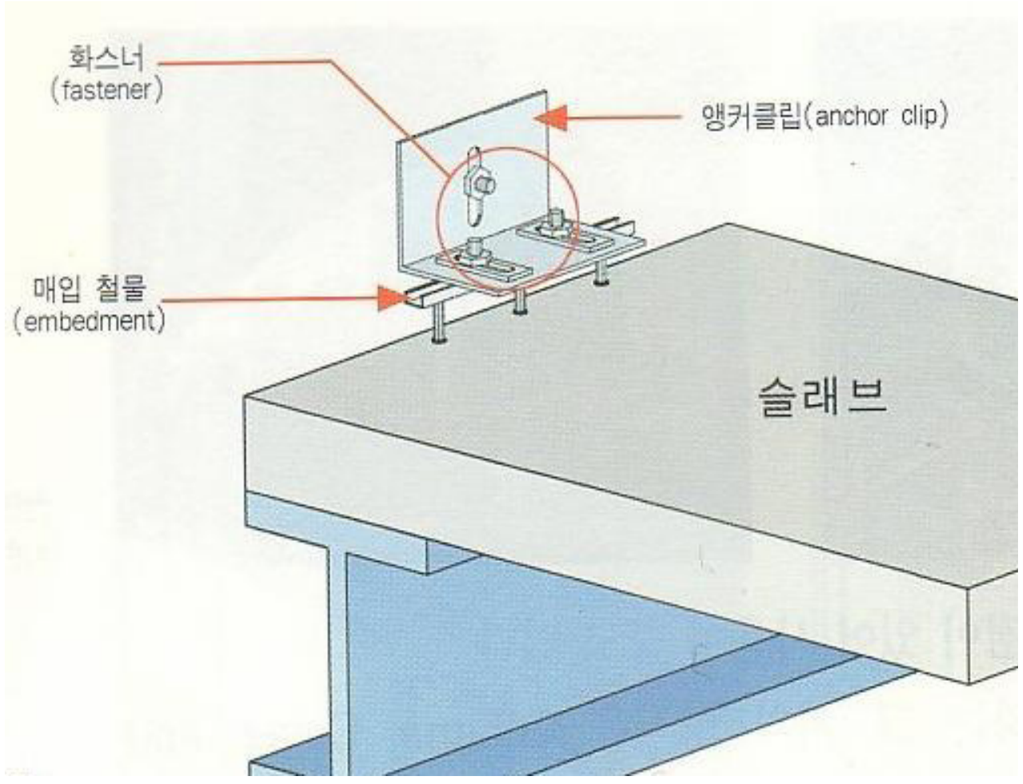


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

- 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
  - 스펜드럴 구간 : 천장이 시작되는 부분에서 상부층 창 하부까지의 구간
    (유리, 판넬, 석재 등의 마감재 설치)

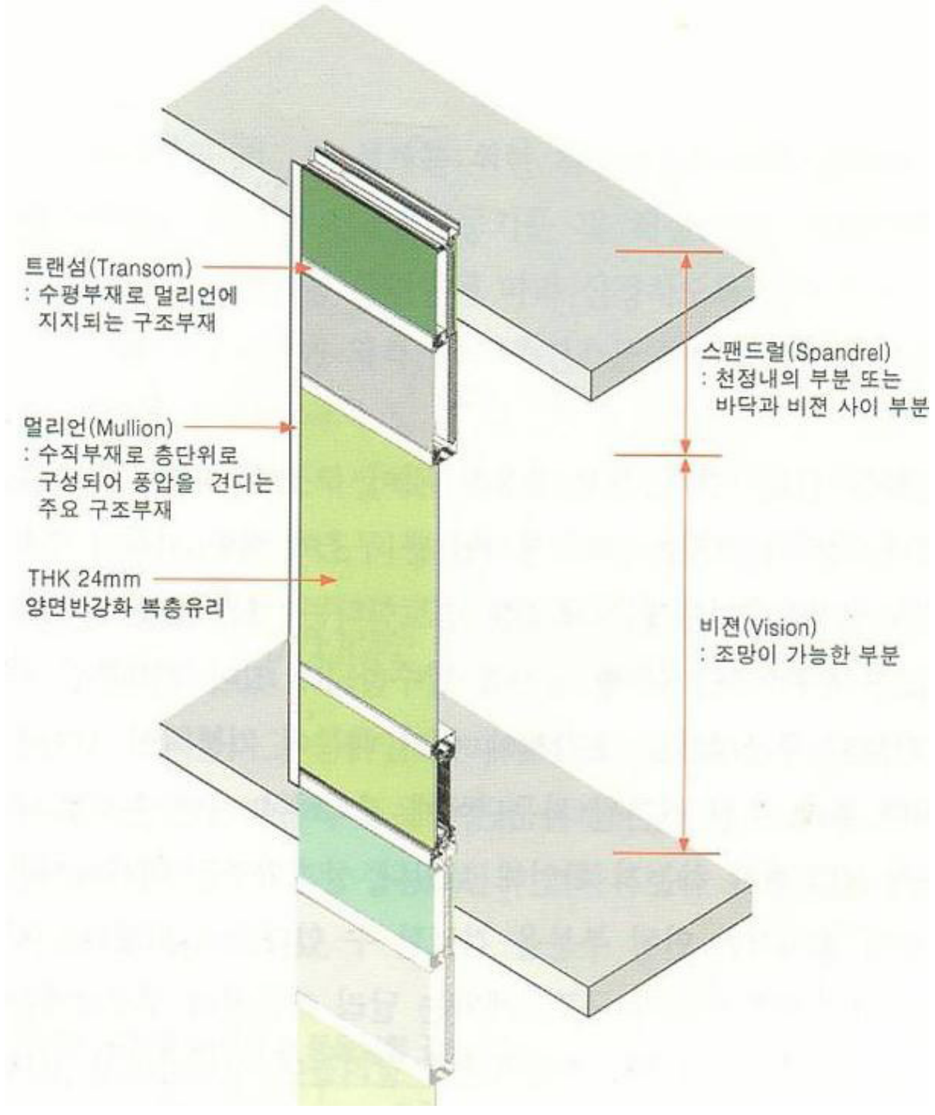
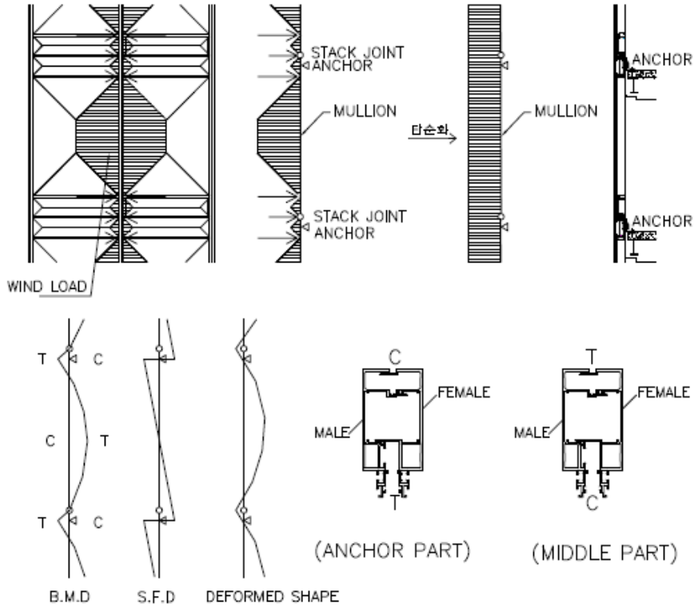


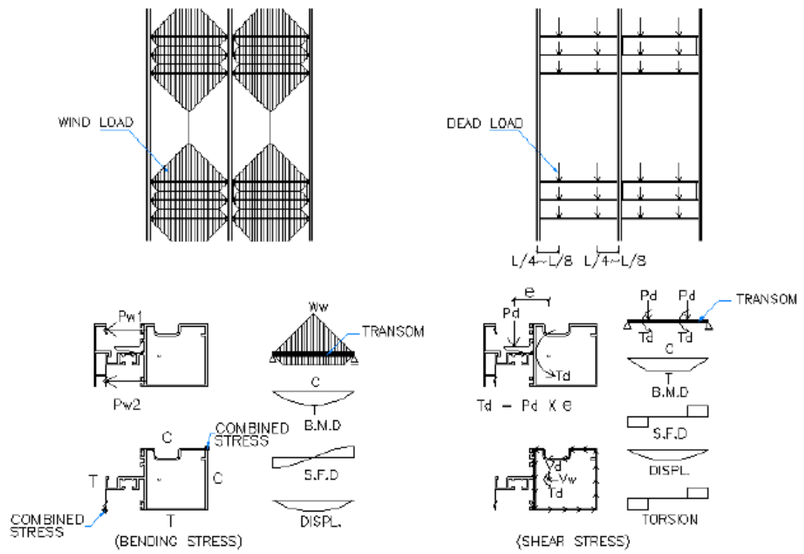
그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

Curtain Wall Basic : 풍하중

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



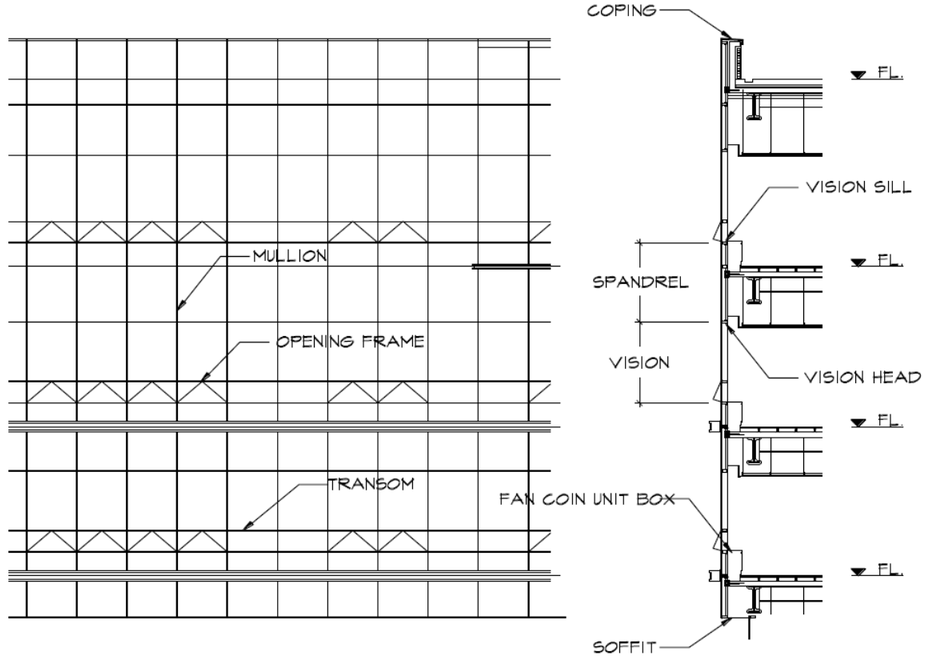
수직부재 _ 허용응력, 허용처짐
그림 출처 : 이건창호 내부교육자료



수평부재 _ 모멘트, 전단력, 비틀림, 허용처짐
그림 출처 : 이건창호 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



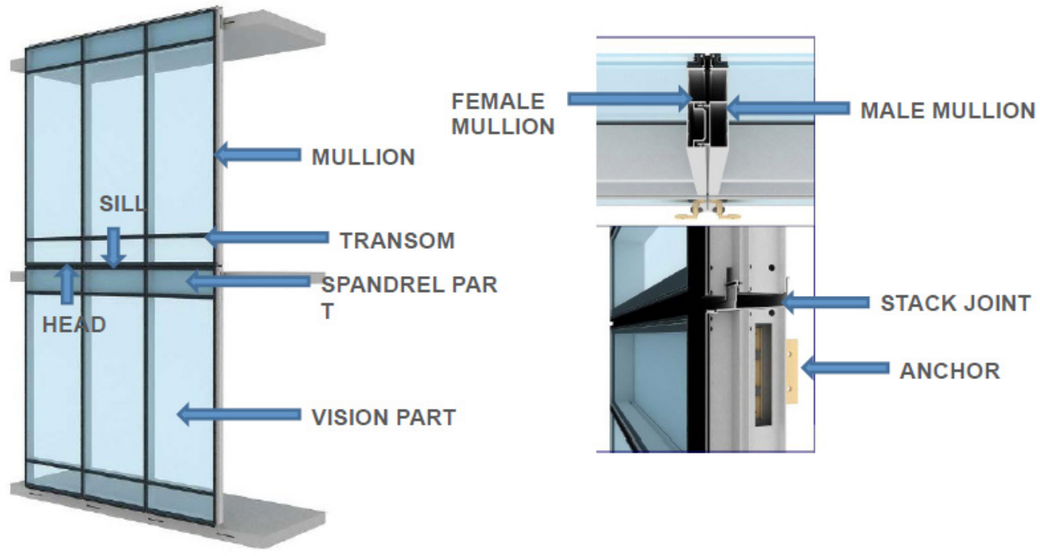


그림 출처 : 이건창호 내부교육자료

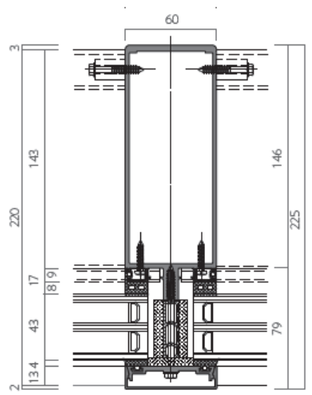
Curtain Wall Basic : 외부마감 타입

- 외부 마감 조건에 따라 CAP type과 SG type으로 구분됨

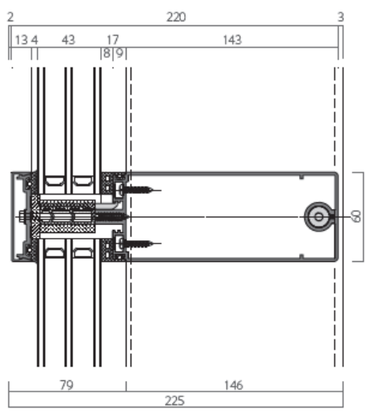
CAP TYPE



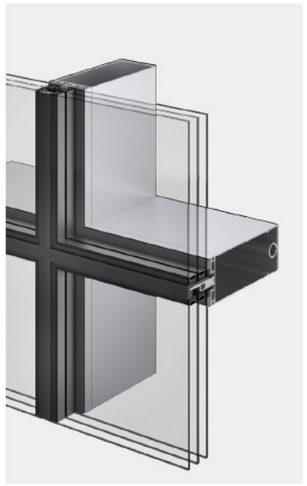
MULLION



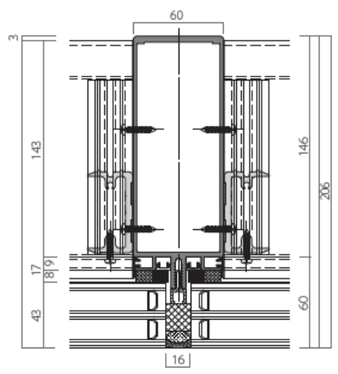
TRANSOM



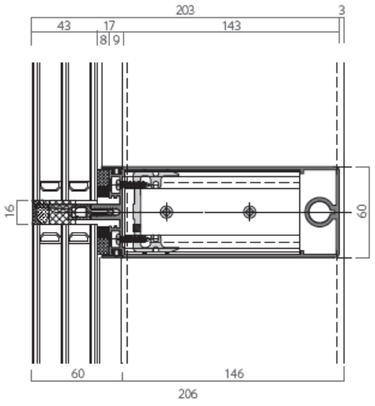
SG TYPE



MULLION



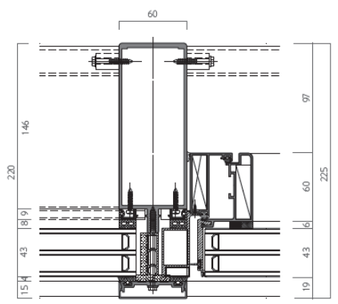
TRANSOM



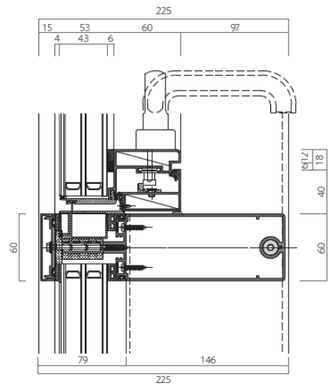
Curtain Wall Basic : 고정창 및 개폐창

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

MULLION



TRANSOM

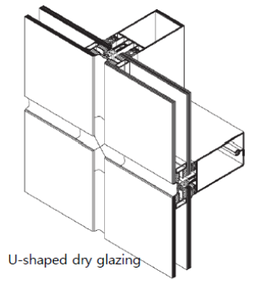


EFS 60 + EWS 60 SG

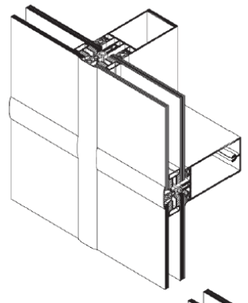


Curtain Wall Basic : Glazing Option

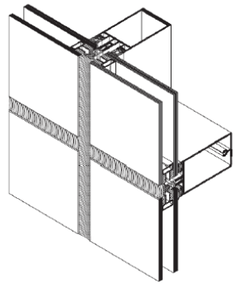
- 외부 마감은 Cap type과 SG type으로 크게 구분
- SG type 또한 가스켓 등을 이용한 건식 마감과 실리콘을 이용하는 습식 마감으로 구분



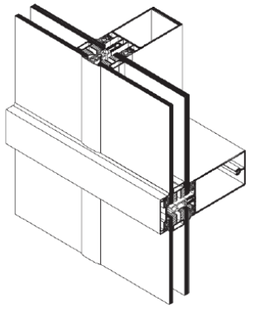
U-shaped dry glazing



Flush-fitted dry glazing



Wet sealing



Semi SG

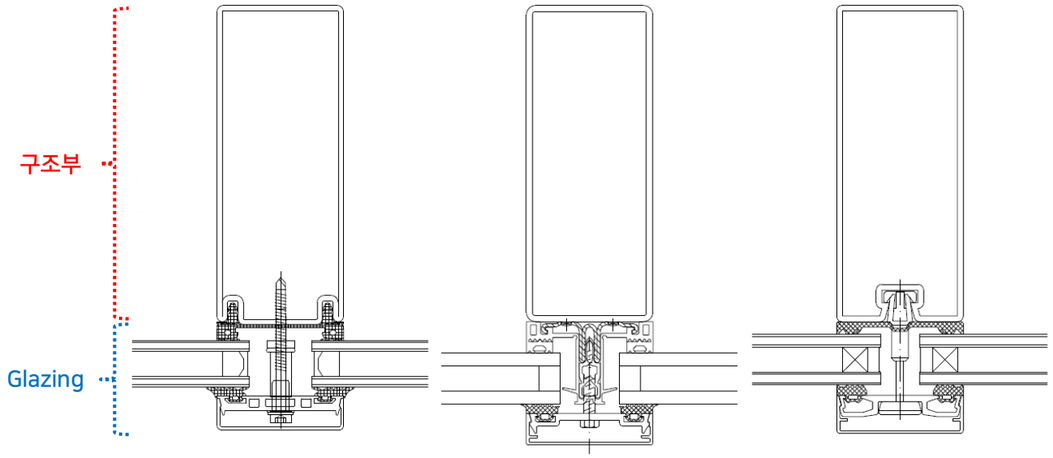
건식(dry)
: 가스켓

vs

습식(wet)
: 실리콘

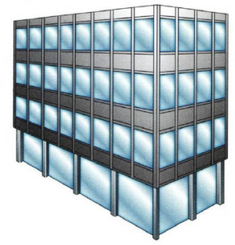
Curtain Wall Basic : 복합구성

- 주요 구조부는 Steel로 Glazing 부분은 AL 로 구성되는 커튼월

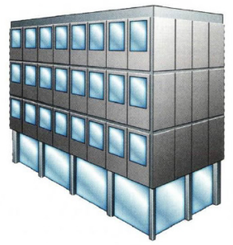


Curtain Wall Basic : 설치 타입 비교

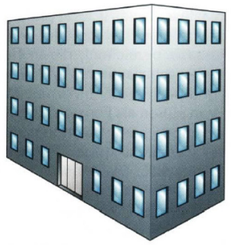
- 커튼월 프레임 구성에 따라 Cap 노출 타입과 비노출 타입(Structural Glazing)으로 구분될 수 있으며, 이중외피 구성에도 사용함



Mullion-Transom Construction



Unitized Façade



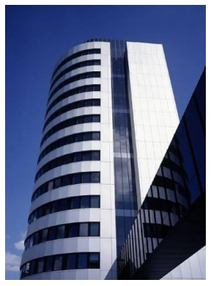
Window Façade

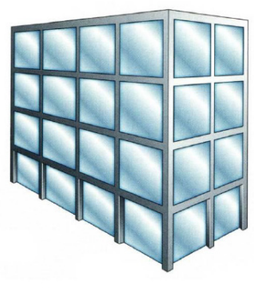


Ribbon Façade

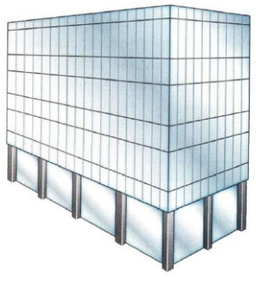




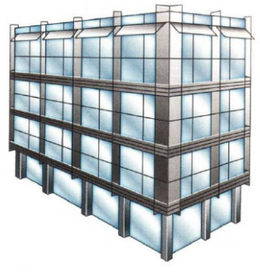




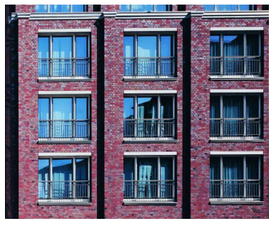
Infill Façade

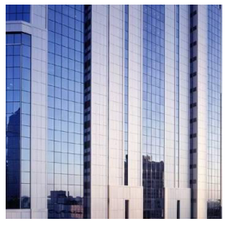


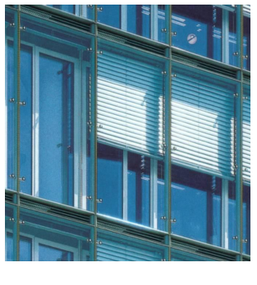
Structural Glazing



Twin Wall Construction







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 Uw = 창 전체의 열관류율, W/㎡K 을 낮추어야 함

U_f = 프레임 열관류율, W/㎡K

A_f = 프레임 면적, ㎡

U_g = 유리 열관류율, W/㎡K

A_g = 유리 면적, ㎡

l_g = 유리 엣지 둘레 길이, m

Ψ_g = 유리 엣지 선형 열관류율, W/mK

창호의 면적이 동일한 상태에서,

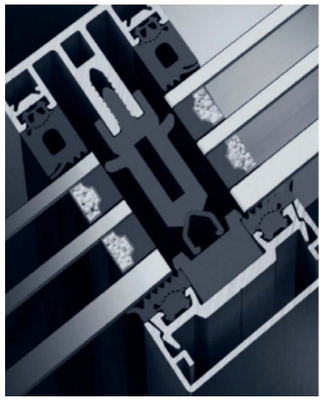
1) 프레임 열관류율 최소화 → Multi chamber / Thermal breaker
2) 유리의 열관류율 최소화 → Low-e glass / multi layer / AR gas
3) 유리 엣지 선형 열관류율 최소화 → **단열간봉**
4) 프레임 면적의 최소화 및 유리 면적의 최대화 → Slim Frame

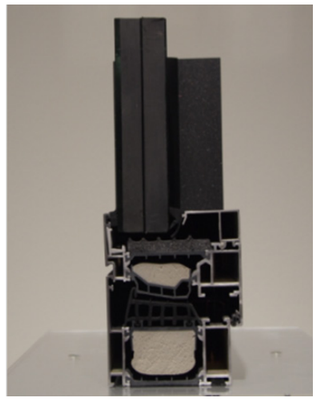
참고 서적 및 사이트

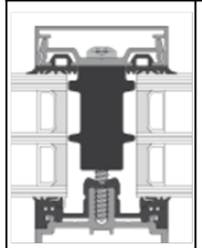
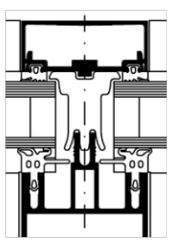
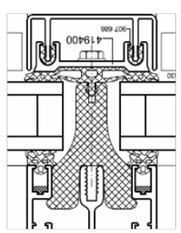
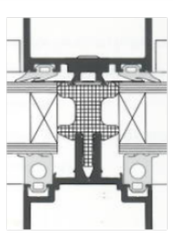
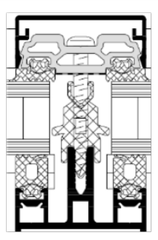
1. (주)이건창호 이건아카이브 홈페이지, eagon – main (eagonwindows.com)
2. https://blog.lotte.co.kr/20848
3. ㈜이건창호, 2019년 사내 교육자료

Frame 단열성능(Uf) 향상

- 고단열 프레임 설계 및 적용
- 현재의 프레임 최고의 단열기술은 0.8 W/㎡K 의 성능
  - 챔버내 자연대류 최소화
  - 다중 챔버 단열바
  - 이중, 이형 압출 가스켓
  - Frame Depth 조절
  - 외부 추가 단열(폼 충진 등)
  - 창유리와 단열라인 일체화 등

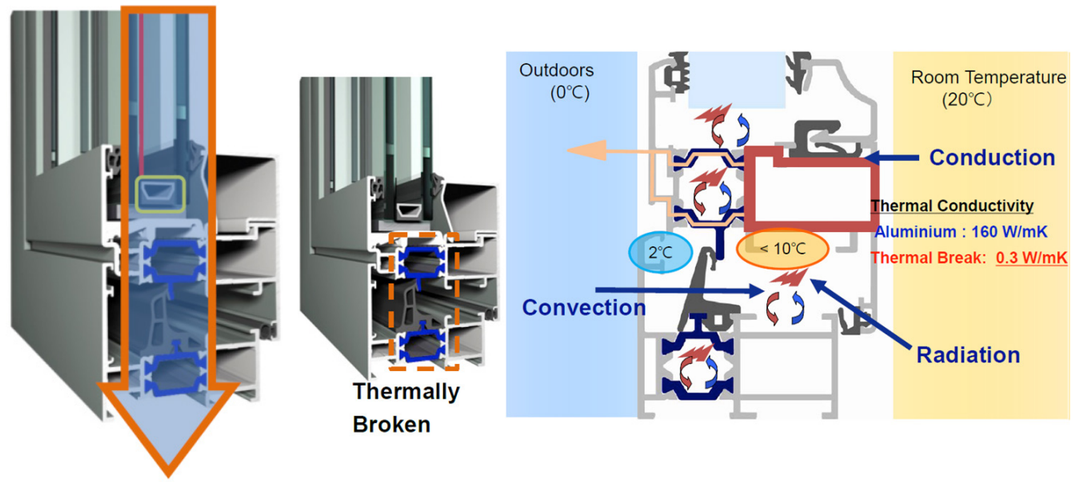




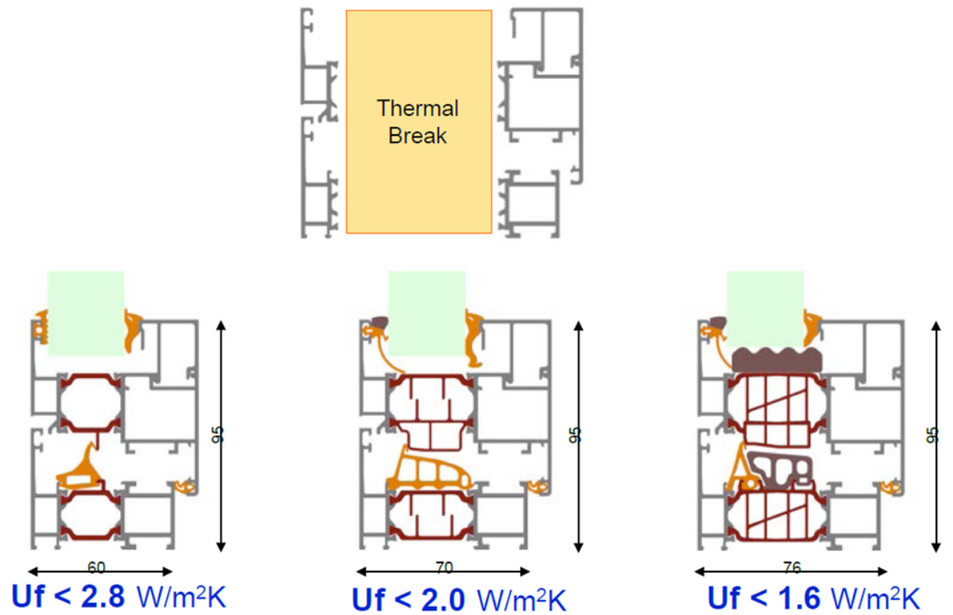
Raico	Wicona	Hueck	Kawneer	Schüco
				
Therm+ A-I	Wictec 50 HI	1.0 VF 50	AA 100 HI	FW 50+.SI
0.80 W/m²K	1.20 W/m²K	1.00 W/m²K	1.30 W/m²K	0.80 W/m²K

[Super Insulation Frame Sample]

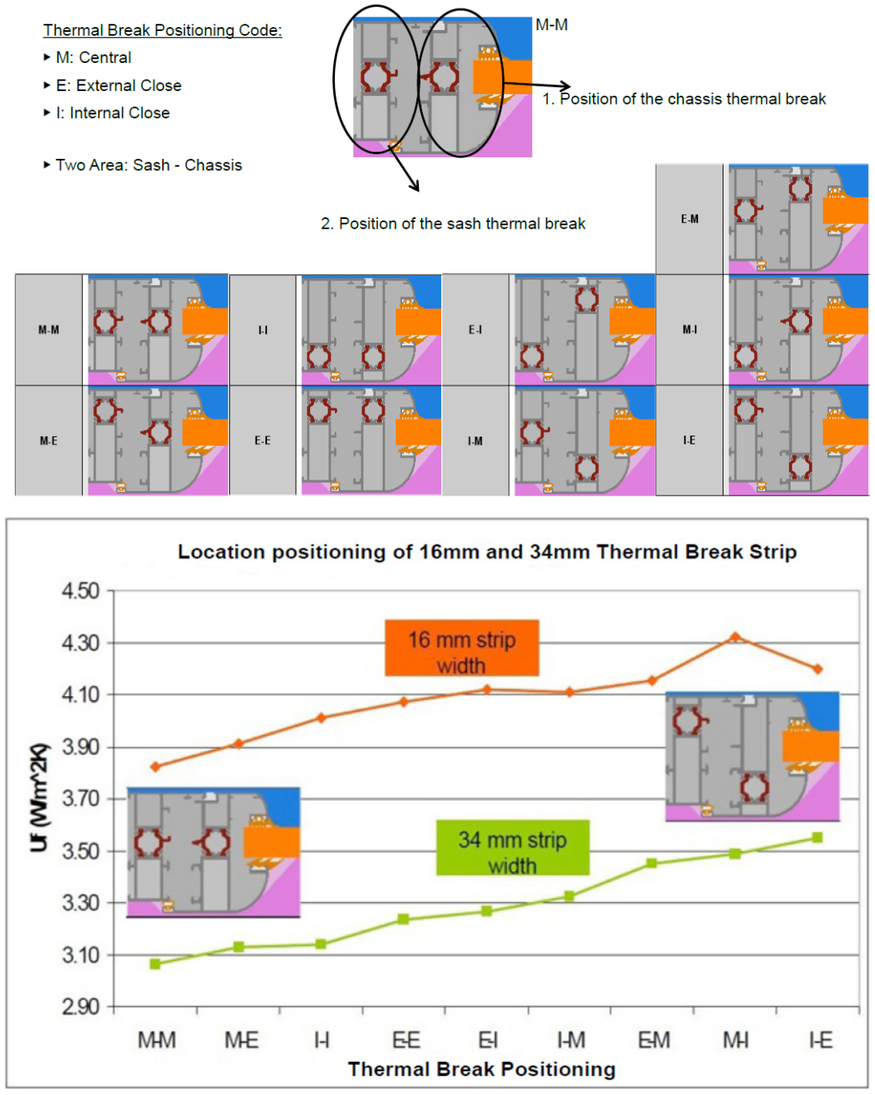
- 프레임 단열 라인 및 열전달 경로



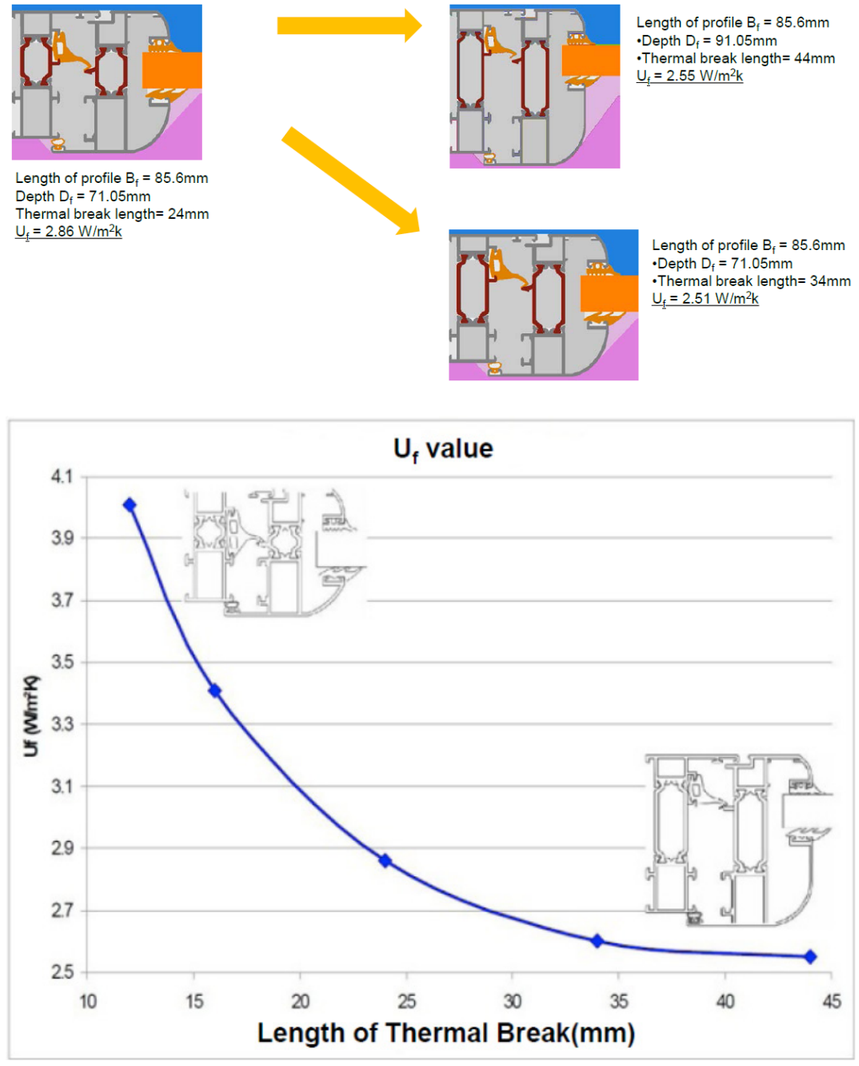
- 열교차단재 형상에 따른 성능 변화
- 단열 구간의 넓이가 넓어질 수록, 단열 공간의 형상을 복잡하게 구성할 수도록 Frame의 단열성능은 개선됨
- Frame의 폭(width)에 대한 한계 고려가 필요함



- 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

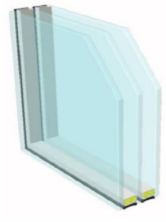


- 열교차단재 길이에 따른 성능 변화
- 동일한 프레임 구조를 이용하여 열교차단재(폴리아미드)의 길이만을 조정할 때 프레임의 열관류율 변화를 나타낸 것

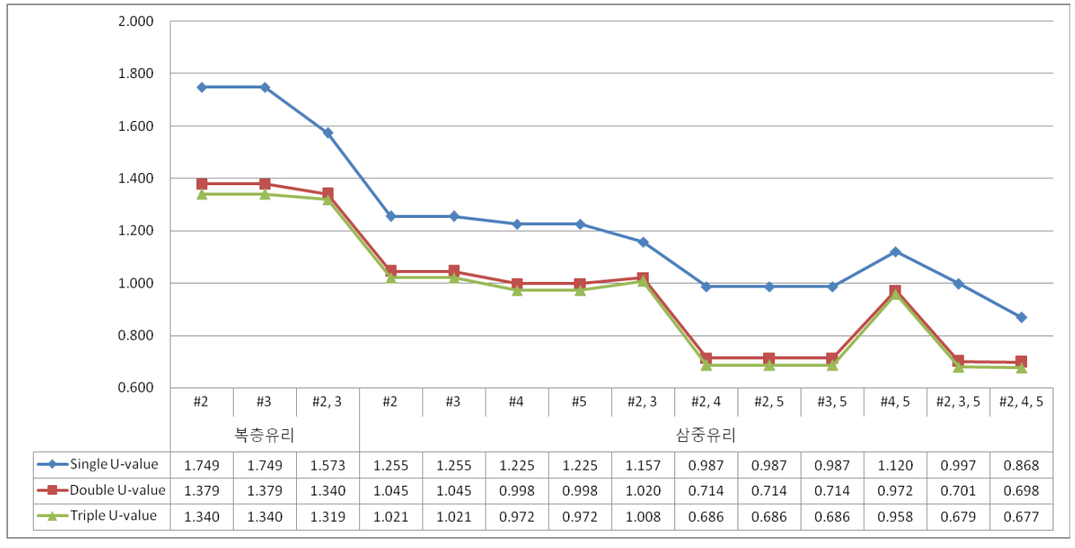


Glazing 단열성능(Ug) 향상

- 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

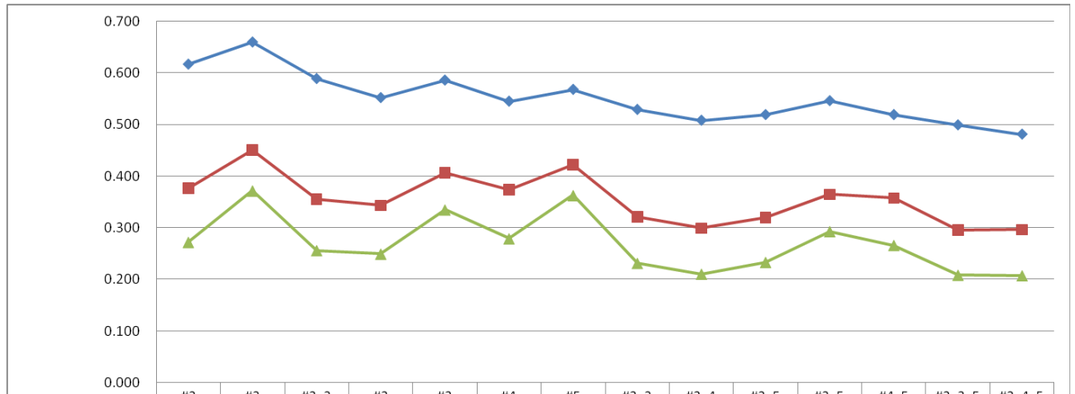
	2000	2007	2010	2015
Glazing System				
Glass depth	**Double pain IG 22mm**	**Double pain IG with Argon 23mm**	**Triple pane IG with Argon 42mm**	**Vacuum Glazing 27.25mm**
U_g value	**U_g=1.7 W/m²K**	**U_g=1.4 W/m²K**	**U_g=0.7 W/m²K**	**U_g=0.3~0.6 W/m²K**

- Low-e 유리 성능과 위치에 따른 Glazing 단열성능 비교



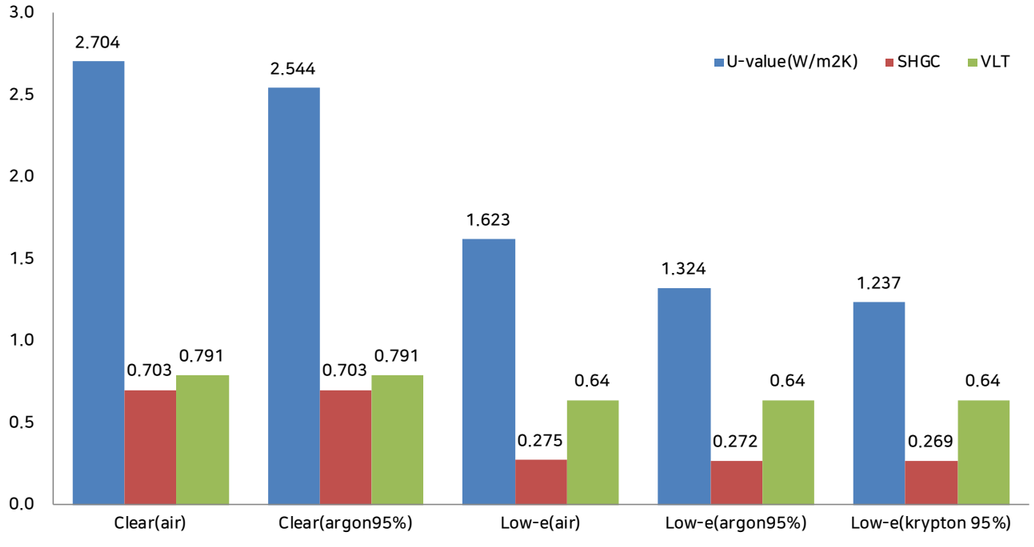
	#2	#3	#2, 3	#2	#3	#4	#5	#2, 3	#2, 4	#2, 5	#3, 5	#4, 5	#2, 3, 5	#2, 4, 5
	복층유리			삼중유리										
Single U-value	1.749	1.749	1.573	1.255	1.255	1.225	1.225	1.157	0.987	0.987	0.987	1.120	0.997	0.868
Double U-value	1.379	1.379	1.340	1.045	1.045	0.998	0.998	1.020	0.714	0.714	0.714	0.972	0.701	0.698
Triple U-value	1.340	1.340	1.319	1.021	1.021	0.972	0.972	1.008	0.686	0.686	0.686	0.958	0.679	0.677

- Low-e 유리 성능과 위치에 따른 Glazing SHGC 비교

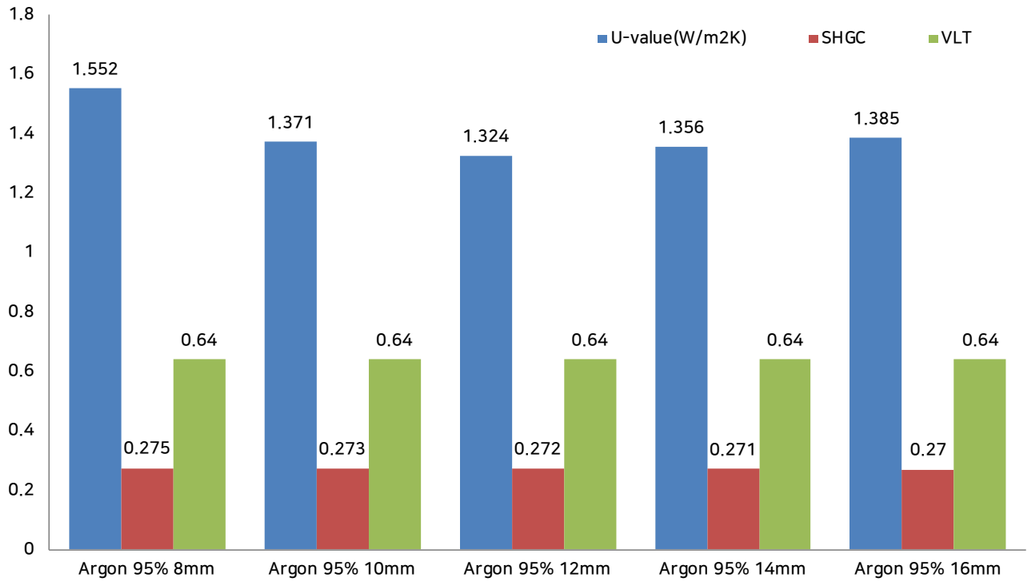


	#2	#3	#2, 3	#2	#3	#4	#5	#2, 3	#2, 4	#2, 5	#3, 5	#4, 5	#2, 3, 5	#2, 4, 5
	복층유리			삼중유리										
Single SHGC	0.617	0.660	0.589	0.552	0.586	0.545	0.568	0.529	0.508	0.519	0.546	0.519	0.499	0.481
Double SHGC	0.377	0.451	0.356	0.344	0.407	0.374	0.422	0.322	0.300	0.320	0.365	0.358	0.296	0.297
Triple SHGC	0.272	0.372	0.256	0.249	0.335	0.279	0.363	0.231	0.210	0.233	0.293	0.266	0.208	0.207

충진가스에 따른 단열성능 비교



복층유리의 간봉(스페이서) 간격에 따른 성능 분포(NFRC 기준)



Glazing Edge 선형열관류율(Ψg) 최소화

단열간봉 종류 및 성능

Spacer	CHROMATECH plus	CHROMATECH	CHROMATECH ultra	Swissspacer	TGI	Thermix 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	Isobutylen / 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	Isobutylen
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 Fiberglas & 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(Ug)이 프레임의 단열성능(Uf)보다 좋기 때문에 프레임 면적 최소화, 유리 면적 최대화로 전체 열관류율(Uw)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

B.4 흡수식냉동기 및 배열시스템

교육 목표

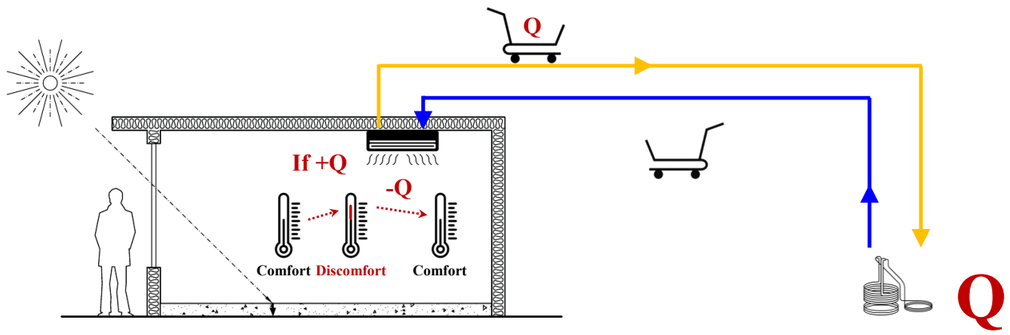
흡수식냉동기 및 배열시스템

* 냉방 프로세스와 냉각장치 역할 이해
* 냉동 사이클 원리 이해 (압축식 냉동 사이클, 흡수식 냉동 사이클)
* 흡수식냉동기의 구성 및 특성 이해
* 배열시스템의 이해
* 냉각탑의 구성과 특성 운전의 이해

1 흡수식냉동기

냉방 프로세스 및 냉각방식

- 냉방 프로세스



1. 기본적인 냉각방식

① (Vapor) Compression Cycle : 가장 일반적인 방식

② Absorption Cycle : 저비용 열원이 가용할 때 적절

③ Thermo-electric Cycle : 전기를 직접 냉난방 효과로 전환 (건물에 잘 사용되지 않음)

압축식 냉동cycle

- 핵심 원리 (물질의 2가지 물리적 특성)

① 액체를 기체상태로 변화시키기 위해서는 많은 양의 기화열이 필요

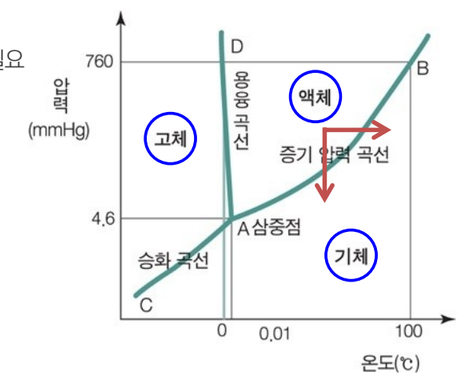
– 기체가 응축되어 액체상태로 변화될 때, 이 열은 다시 방출

– 결론적으로, 물질이 상태변화 시 많은 양의 열을 흡수 또는 방출

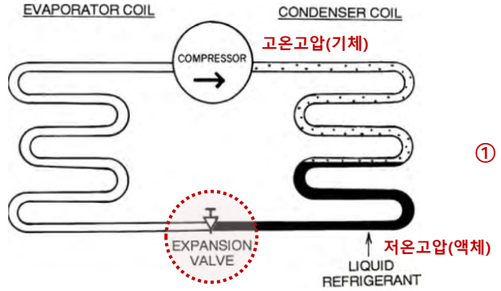
② 모든 물질의 비등/응축 온도는 압력의 함수

– 101kPa의 압력에서 물의 비등점은 100℃

– 압력이 감소하면 비등점도 감소



- 압축식 냉동 cycle의 진행



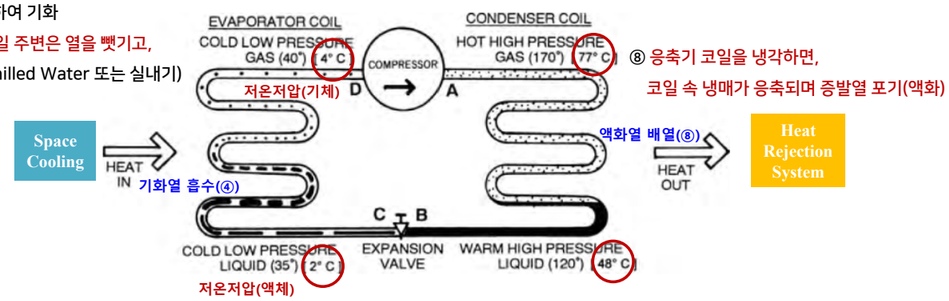
① 밸브가 닫혀 있고, 압축기는 대부분의 냉매를 응축기에 전달

⑥ 프로세스를 지속하기 위해 압축기는 지속적으로 냉매를 압축하여 응축기로 전달

⑦ 압축된 기체(냉매)는 온도가 상승하므로, 응축기 코일의 온도 상승

④ 액체상태의 냉매가 증발기 코일 주변으로부터 열을 흡수하여 기화

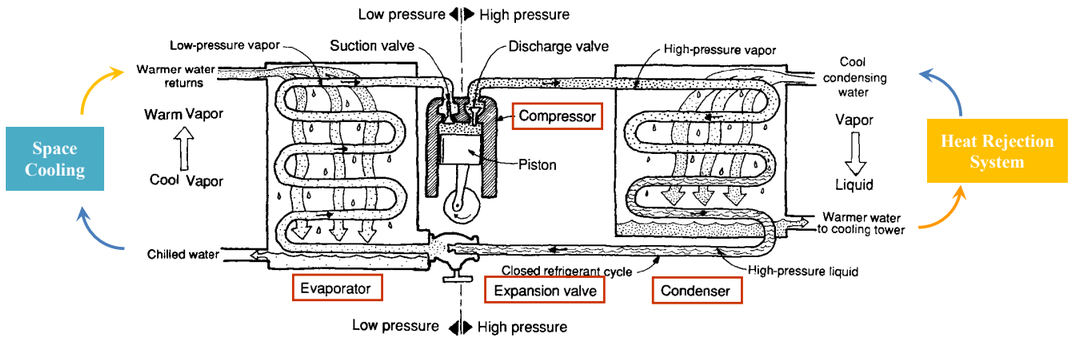
⑤ 증발기 코일 주변은 열을 뺏기고, 냉각됨 (Chilled Water 또는 실내기)



② 밸브가 약간 개방되고, 액체상태의 냉매 일부가 증발기로 유입

③ 이 때, 냉매는 매우 낮은 압력으로 인해 증발(기화)하며, 상태변화를 위해 액체상태의 냉매는 많은 양의 기화열을 필요로 함

- 압축식 냉동 cycle 적용 예(압축식 냉동기)



Schematic arrangement of the compressive refrigeration cycle (piston type compressor)

- 압축식 냉동 cycle의 특성

① Chilled Water(냉수)에서 Condenser Water(냉각수, Cooling Water)로 열 전달

② 냉매의 액화(응축)와 기화(증발)의 반복에 의해 cycle 진행

- 냉매는 보통의 온도와 압력에서 기체 상태
- 냉매가 열을 흡수하는 매체로 작용하기 위해 압축되고 액화되어야 함

③ 대부분의 매체(medium)를 열 전달 용도로 사용 가능

④ 압축기를 가동하기 위해 전력 공급 필요

흡수식 냉동cycle

- 핵심 원리 (물질의 3가지 물리적 특성)

① 액체를 기체상태로 변화시키기 위해서는 많은 양의 기화열이 필요

- 기체가 응축되어 액체상태로 변화될 때, 이 열은 다시 방출
- 결론적으로, 물질이 상태변화 시 많은 양의 열을 흡수 또는 방출

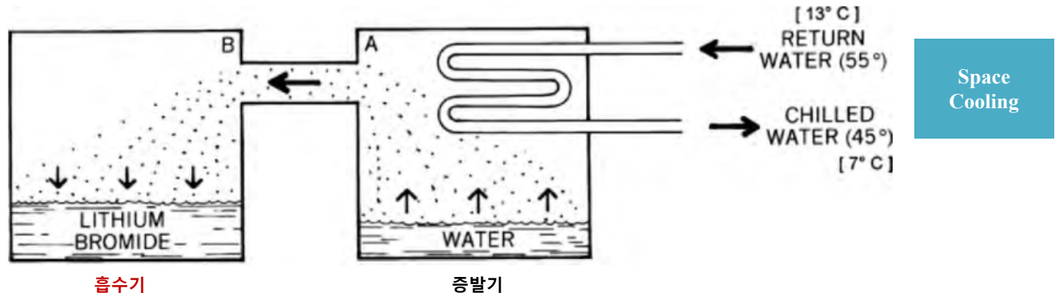
② 모든 물질의 비등/응축 온도는 압력의 함수

- 101kPa의 압력에서 물의 비등점은 100℃
- 압력이 감소하면 비등점도 감소

③ 어떤 액체들은 특정한 증기를 흡수하는 강한 성향

- 수증기는 LiBr 수용액이나 Ammonia에 의해 흡수
- Desiccant라고 불림

- 흡수식 냉동 cycle의 진행

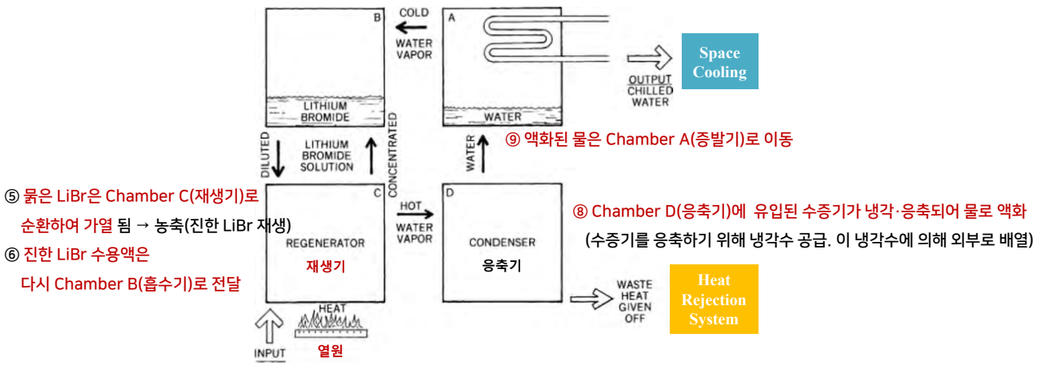


① Chamber A(증발기)에서 물이 증발하고, 이 과정에서 Chilled Water Coil에서 열 흡수

② 수증기는 LiBr에 의해 흡수되는 Chamber B(흡수기)로 이동

③ 결과적으로, 증기압이 감소하고, 더 많은 물이 증발(A)하여 냉각과정 지속

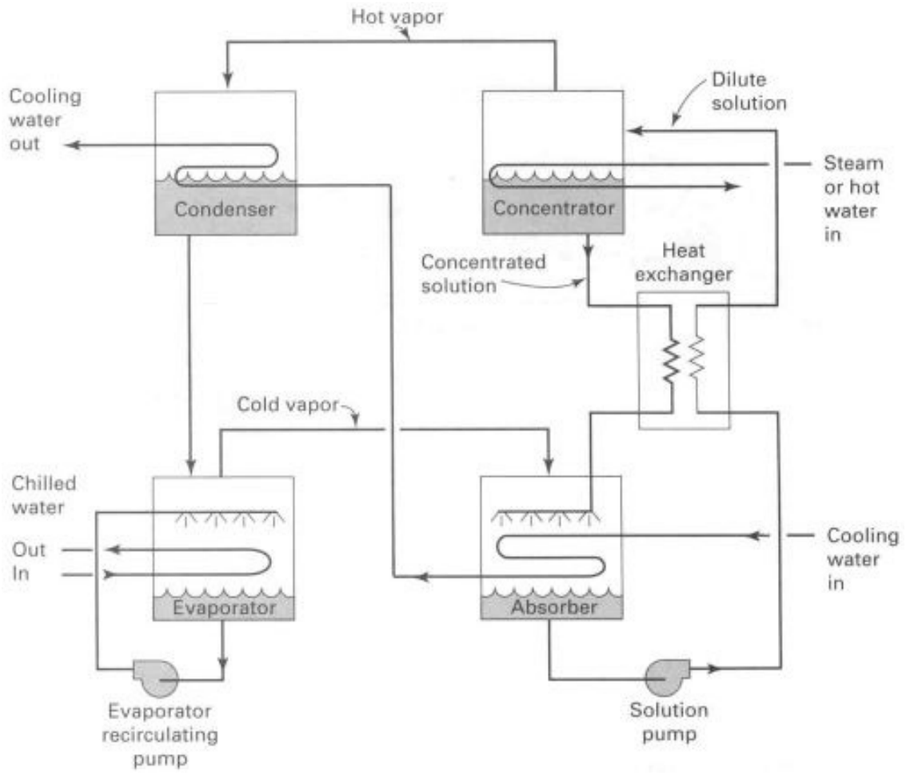
④ 묽어진 LiBr 수용액은 더 이상 물을 흡수하지 못할 정도로 희석 (냉동사이클이 더 이상 지속되지 못함)



⑨ 액화된 물은 Chamber A(증발기)로 이동

⑦ Chamber C(재생기) 가열 과정에서 수증기는 분리되어 Chamber D(응축기)로 이동

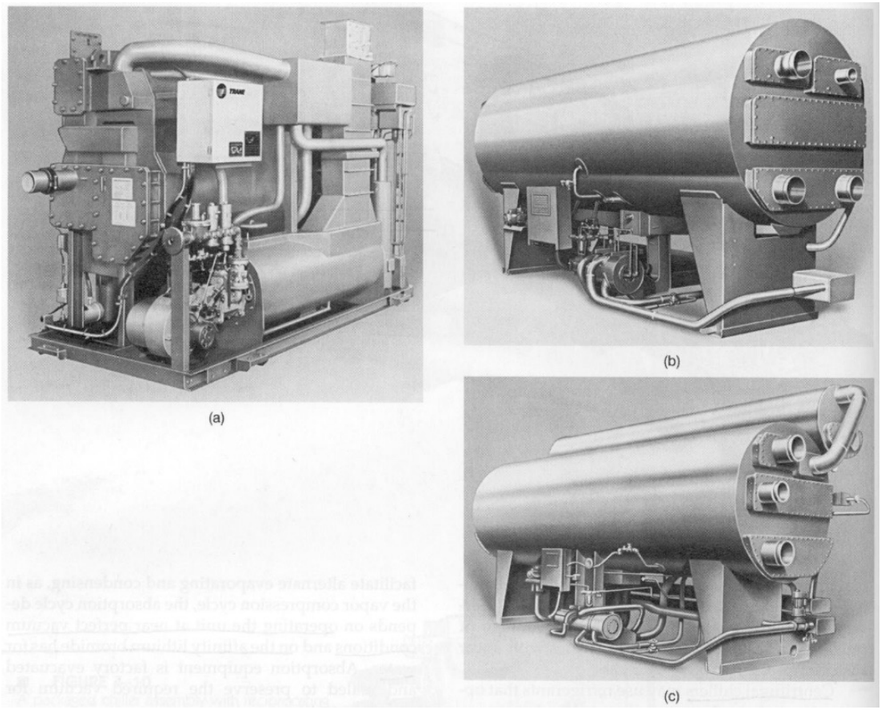
- 흡수식 냉동 cycle 적용 예 (흡수식냉동기)



- 흡수식 냉동 cycle의 특성
  ① Chilled Water(냉수)에서 Condenser Water(냉각수, Cooling Water)로 열 전달
  ② 증류수(냉매)와 Lithium Bromide(흡수제) 사용
  - CFCs나 HCFCs는 사용되지 않음
  - Chilled Water로부터 열을 빼앗기 위해, 염용액 재생을 위한 열 필요(재생열)
  - pump나 기타 moving parts를 필요로 하지 않으나, 열원 필요 (Direct fired, Indirect fired)
  - 압축기 가동을 위한 high-grade energy(electricity)대신, 재생기 가동을 위한 lower-grade heat 사용
  (비록 덜 효율적이지만 압축식 cycle 이상으로 energy advantage가 있음)
  - Solar Energy나, 다른 source로부터의 상대적으로 높은 온도의 폐열 등으로 재생열 공급 가능
  ③ 압축식 cycle보다 덜 효율적
  - 본질적으로 비효율적이기 때문에, 저렴한 열원이 가용할 경우에만 경제적

흡수식 냉동기

- 장점
  ① 도시가스를 주 연료로 사용하므로 전력소비가 적음 → 여름철 냉방전력부하 감소 가능
  (최근 터보냉동기보다 전력소모가 적다는 측면에서 적극 검토)
  ② 용량 제어 범위가 넓음 (20%~100%)
  ③ (압축식냉동기에 비해) 소음 및 진동이 적음
  ④ 고압가스 안전관리법의 적용을 받지 않음
  ⑤ 보조 기기류 단순
- 단점
  ① 동일 용량의 다른 압축식냉동기에 비해 장비 사이즈가 큼
  ② 냉각능력이 큰 냉각탑 필요 (응축기, 흡수기)
  ③ 터보냉동기에 비해 효율이 낮음
  ④ 여름철에 가열원(Heat Source)이 필요※


(a)

(b)

(c)

- 흡수식냉온수기 (or 직화식냉온수기)
  - ① 흡수식 냉동 cycle을 이용하여 냉수와 온수를 모두를 생산함으로써 냉난방 겸용 열원으로 이용되는 기기
  - – 재생기에서 열 교환하여 온수 생산
  - – 또는 증발기나 응축기에서 열 교환하여 온수 생산
  - ② 최근 중/소형 건물에 많이 적용
  - ③ 장점
  - – 관리자의 자격제한 없음
  - – 냉열원과 온열원을 별도로 설치하는 경우에 비해 기기 설치 면적이 작음
  - – 도시가스 공급 가능 지역의 경우, 연료 공급 간단
  - – 유지관리 간편
  - ④ 단점 : 흡수식냉동기와 동일



참고 서적 및 사이트

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

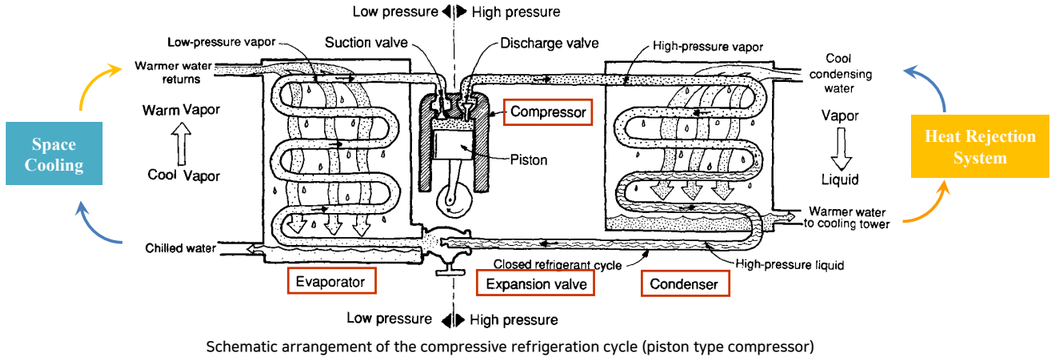
2 배열시스템

냉동기기에서의 배열

1. 냉동기기에서 배열 원리 : 압축식 냉동기기 Remind

① 증발기(Evaporator) coil로부터 응축기(Condenser) coil로 열을 전달 (→pumping)

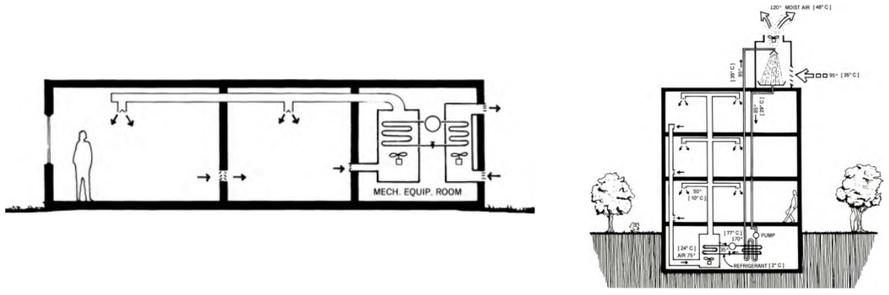
② 응축기에서 냉각매체(Cooling Medium)를 통해 열을 배출



Schematic arrangement of the compressive refrigeration cycle (piston type compressor)

③ 배열을 위한 냉각매체(Cooling Medium)에 따른 냉동기 구분

- 공냉식 냉동기 : 공기를 이용해 응축기 냉각
- 수냉식 냉동기 : 물(냉각수, Cooling Water)을 이용해 응축기 냉각 → 냉각수를 식히는 장비 필요(냉각탑)



④ 배열 효율을 높이기 위해, 냉각수와 외부공기가 접촉하는 면적을 최대화하는 형태로 제작

- 냉각탑의 분류

① 냉각수의 대기 노출 여부에 따른 구분

– 개방형(Open Circuit)

– 밀폐형(Closed Circuit)

② 냉각탑 내에서 냉각수와 공기의 흐름 방향에 따른 구분

– 대향류형(Counter Flow)

– 직교류형(Cross Flow)

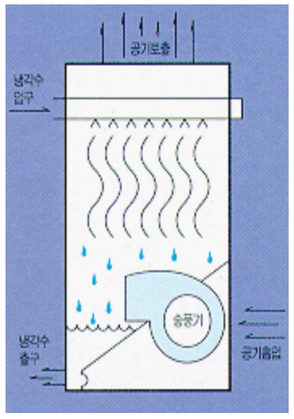
냉각탑

- 개방형 냉각탑 (Open Circuit Type)

① 냉각수가 대기에 개방되어, 냉각과정에서 외부 공기와 직접 접촉하는 방식

– 동절기 동파의 우려가 없는 일반 공조의 냉동기에 채택

– 대향류형, 직교류형



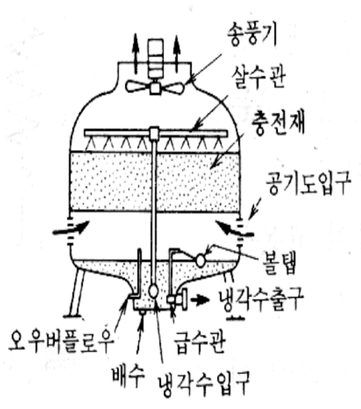


② 대향류형(Counter Flow Type)

– 공기가 하부 수조 상단부에 있는 루버로 흡입되어 충진재의 엘리미네이트를 통과하여 상부 Fan에 의해 밖으로 토출

– 이 때, 냉각수가 분배관을 흘러 노즐로 분사되어 하부 수조로 떨어뜨려 공기에 의해 냉각

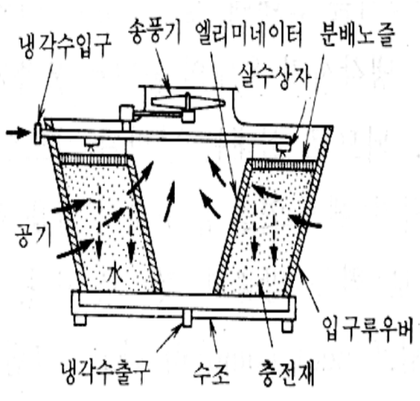
– 공기는 수직 상부로 이동, 물은 수직 하부로 이동 → 충진재 내에서 반대방향으로 흐르며 열 교환

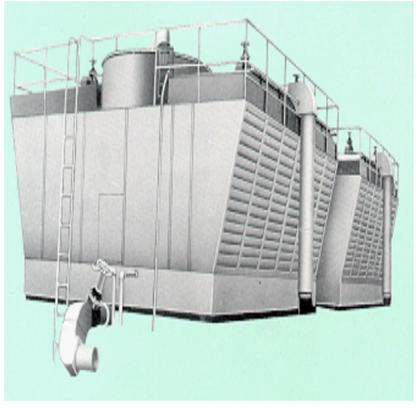




③ 직교류형(Cross Flow Type)

- 공기는 양측에 있는 루버로 들어가서 충진재의 엘리미네이트를 수평 이동하고, Fan을 향하여 수직 이동하여 밖으로 토출
- 물은 냉각탑 상단부 양편 수조에 분배되어 충진재를 거쳐 하부 수조로 떨어뜨려 공기에 의해 냉각
- 충진재 내에서 냉각수와 공기가 직교류하며 열 교환



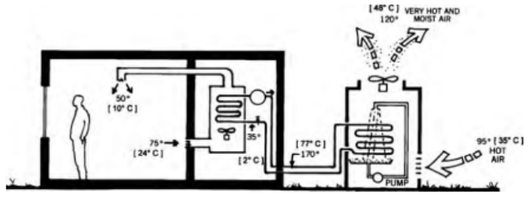


● 밀폐형 냉각탑 (Closed Circuit Type)

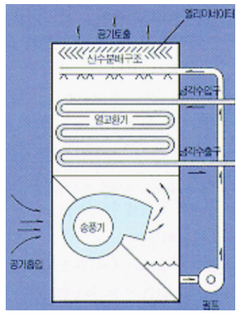
① 냉각수가 밀폐된 코일에서 순환되며, 외부에는 물을 분사하여 사용하는 방식

- 여름철에는 코일에 물을 분사하여 사용
- 겨울철에는 코일 내에 부동액을 넣고, 외기를 이용하여 냉각

② 증발형 냉각탑







● 운전 중 발생되는 현상과 유지관리

① 냉각수가 냉각되는 과정에서 주변으로 높은 온도의 습한 공기를 지속적으로 배출

- 추운 날씨일 경우 안개를 생성하기도 함
- 소음 발생 : 소음 저감을 위해 방음벽 설치 시, 공기의 흐름을 방해하지 않도록 설치하는 것이 중요

② 지속적으로 증발하는 냉각수는 자동으로 보충

③ 냉각수의 지속적인 외기 노출에 의한 문제 : 스케일링, 부식, 박테리아

④ 냉각탑으로부터의 수증기는 외기 도입구 근처, 인근 건물, 주차된 차량과 가급적 멀리 배출

참고 서적 및 사이트

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

B.5 에너지효율 향상 설비기술

교육 목표

건물 에너지효율 향상을 위한 설비시스템 접근 방향

* 건축설비의 환경조절 역할 이해
* 설비시스템의 에너지효율 향상 전략 이해

건물 설비시스템 에너지효율 향상 요소기술들 이해 접근 방향

* 자연에너지 활용 기술들의 이해
* 시스템 고효율화 기술들의 이해
* 열회수 시스템 기술들의 이해

시스템 효율 향상을 위한 자동제어시스템의 역할 방향

* 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



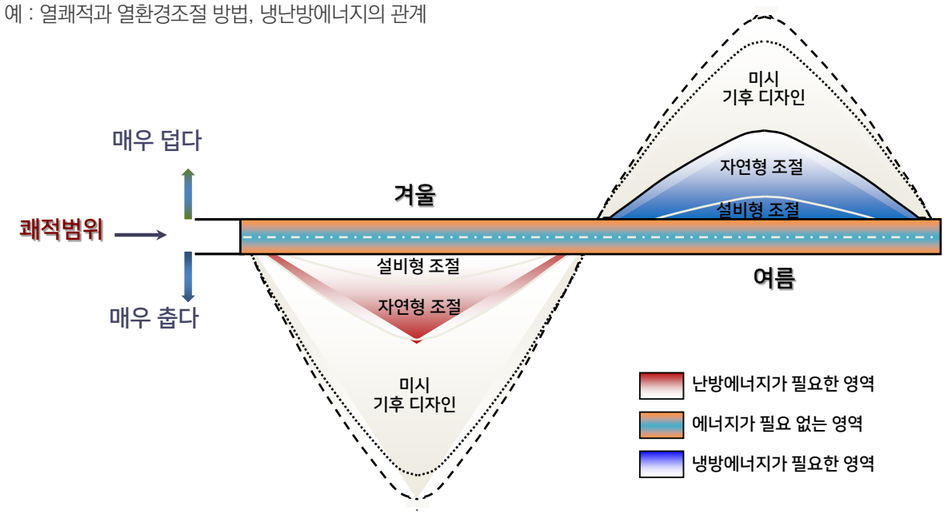
건축 설비

에너지 소비량을 저감하기 위해서는
미기후에 순응하는 계획 필수!

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 !



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/㎡)	장비 (W/㎡)	인체		
			현열(W)	잠열(W)	인원(명)
29㎡	5	5	57	37	1
39㎡	5	5	57	37	2
49㎡	5	5	57	37	3
59㎡	5	5	57	37	3

- LED 조명의 실내 발열량을 소비전력의 80%로 계산

〉 각 단위세대별 LED조명 설계 후, 발열부하 계산
〉〉 29형, 39형, 29형 평형별 면적당
조명 발열부하 평균 값
4.18 W/㎡
〉〉〉LED 조명 내부발열부하 약 5W/㎡

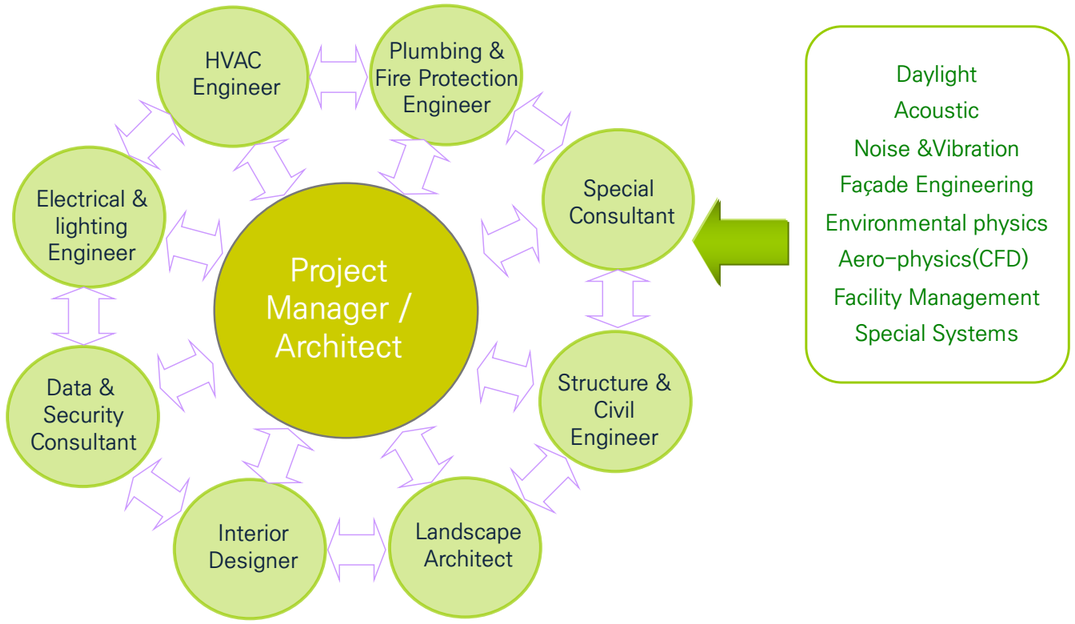
주거건물 냉방부하의 저감(국내 기후에서, 배열회수 적용 전)

기존 공동주택 냉방부하 60~90W/㎡ --〉 패시브 아파트 냉방부하 30W/㎡ 이하
[에어컨 용량 1/2~1/3로 축소 필요]

에너지효율 향상 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

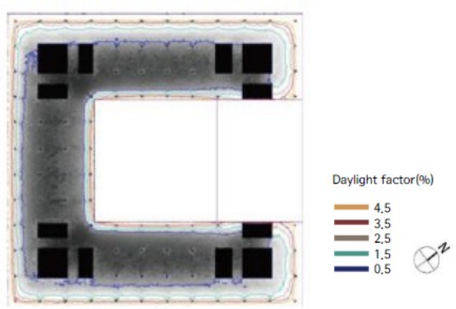
- 자연채광, 자연환기 시스템화

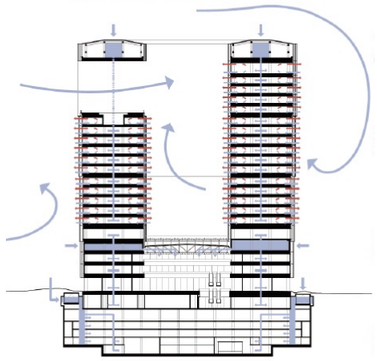
자연채광 조명 에너지 생산 (주간)

- 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





- 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

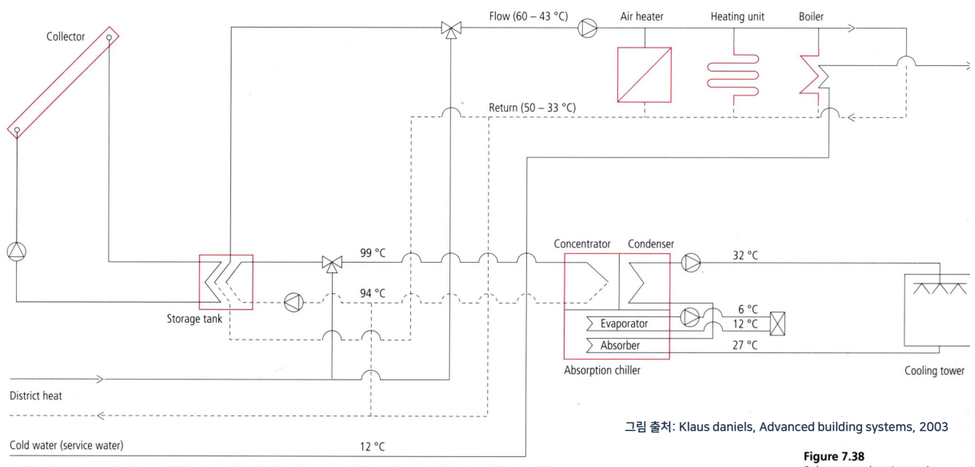


그림 출처: Klaus daniels, Advanced building systems, 2003

Figure 7.38
Solar energy heating and cooling installation

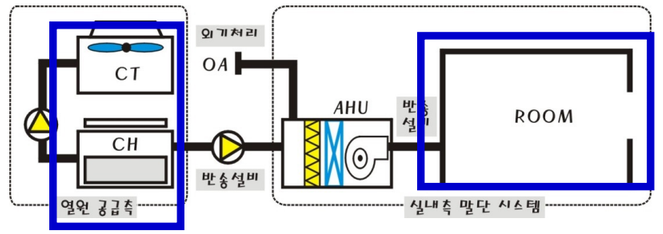
태양열을 흡수식 냉동기 재생열원으로 활용하는 냉방시스템 흐름도

- 대지 내 수열원의 활용 : 대지 내에서 생산, 사용되는 모든 물을 고려
  - 우수를 냉각수 보급수로 활용
  - De-watering 수를 히트펌프 열원으로 활용
  - 눈을 냉방열원으로 활용
  - 공조 응결수를 냉수 보급수로 활용
  - 배수를 히트펌프 열원으로 활용



시스템 고효율화 기술들

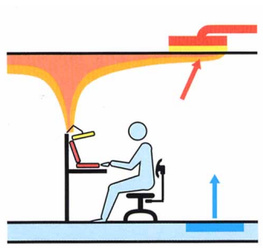
평형	전등(W/㎡)	장비(W/㎡)
실내부하저감	- 차양, 고차폐유리(일사부하 감소) - 외피의 단열성능 강화(전열부하 감소) 등	Passive 건축 계획
실내부하제거 효율증대	- 거주역공조 (바닥공조, Task+ambient 공조) - Task-ambient Lighting	공조방식 조명방식
열원장비 입력에너지 절감	- 고온 냉방, 저온 난방 - 복사냉난방 - 취출온도 상향공급(바닥공조) - 공급(냉수)온도 상향공급	장비의 COP 증대
	- 냉각탑의 용량 증대 및 고효율 장비 선정 등	



- 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 ℃ 높게, 난방시 2~3 ℃ 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



천장급기~천장환기



바닥급기~천장환기

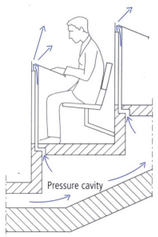


Figure 6.97.1
Schematic of desk ventilation, air supply from pressure cavity into furnishings

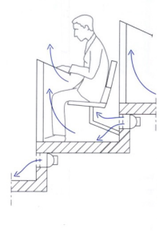
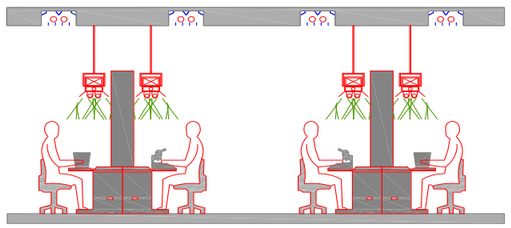


Figure 6.97.2
Air supply via stair vents

그림 출처: Klaus daniels, Advanced building systems, 2003

- 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

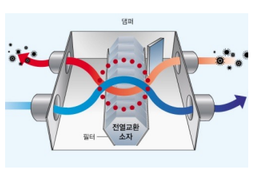
구분	기존안	변경안
조명방식	전반조명	국부조명 + 전반조명
실 평균조도(lx)	330	330
작업면 평균조도(lx)	330	500 ~ 550
소비전력(W)	639	543
소비전력 절감비율(%)	100%	85%
등기구 비용	100%	150 ~ 200%

조명방식 비교 (예시)

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



고효율 송풍기 + 펌프



고효율 열교환기

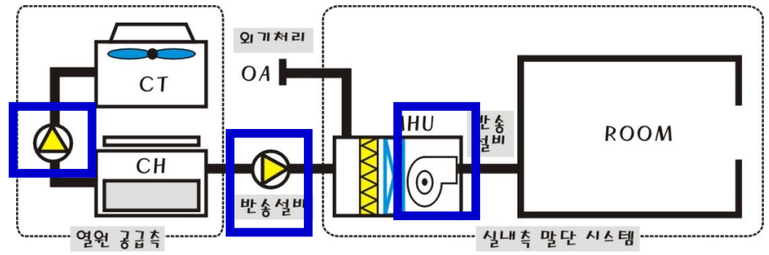


고효율 LED 조명

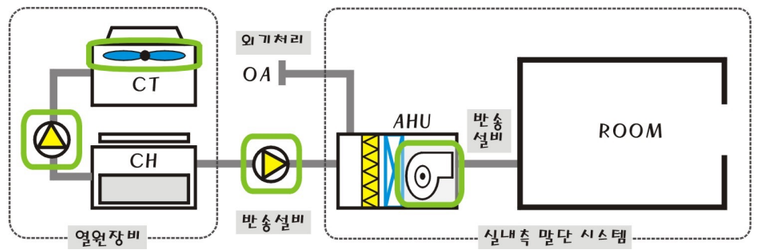


대기전력 차단콘센트

평형	전등(W/㎡)	장비(W/㎡)
펌프동력 절감	- 냉온수 대온도차(⊿T) 적용 - 저온공조시스템 - 중앙공조방식(송풍기의 동력은 증대)	- 냉온수 유량감소 - 배관물량 감소 - 냉동기 입력에너지 다소 증대
송풍기 동력 절감	- 급기/환기 온도차(⊿T) 증대 - 저온공조시스템 - 층별/분산 공조방식(펌프의 동력은 증대)	- 급기 풍량감소 - 덕트물량 감소
이송거리 최소화	- 적절한 공조조닝으로 배관 및 덕트길이 최소 - 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	

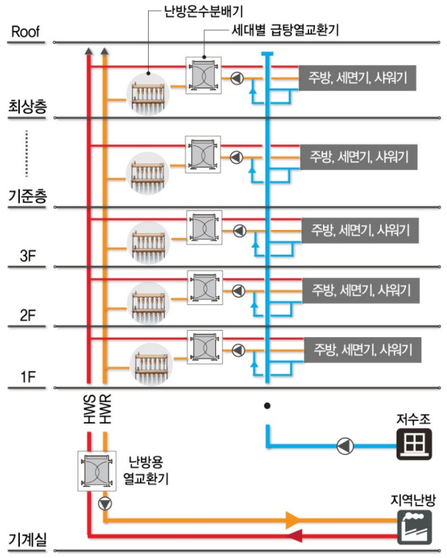


- 반송동력의 저감
  반송장비 변속 운전(인버터제어)
  변속 드라이브 (VSD) 적용장비
  - 공조기의 급/배기팬, 회기팬(Return Fan)
  - 순환펌프 : 냉/온수순환펌프, 냉각수순환펌프 등
  - 냉각탑 내부 팬



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
  → 온수 수송동력 감소



고온 냉방/저온 난방

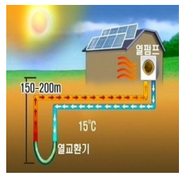
- 냉방시 말단 온도가 실내온도에 가까울 수록 열원에서의 에너지 소비 부담이 적어짐
- 단, 실내와 열매의 온도차가 적으므로 같은 방열량을 얻기 위해서는 더 넓은 코일면적 또는 방열면적을 확보해야 함
- 고온 냉방, 저온 난방열매를 사용할 수록 지열, 태양열 등 신재생에너지 효용성이 커짐 (직접 활용)
- 대표적인 고온냉방 / 저온난방 시스템 : 복사냉난방

공급열원온도

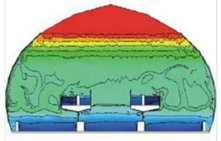
• 냉수온도
복사냉방 15 ℃~17 ℃
기 존 7 ℃ 이하

• 온수온도
복사난방 35 ℃~40 ℃
기 존 60 ℃ 이상

장비효율
EER(COP)
20 ~ 30 %
증 가

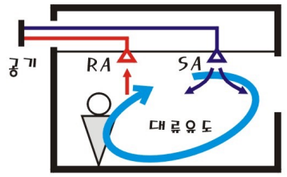


태양열/지열/수열 등
직접이용 가능

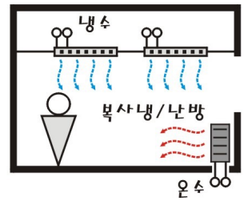


거주역 중심의 냉난방

복사냉난방의 에너지 절약 효과



(a) 대류방식 (전공기)



(b) 복사방식 (수공기방식)



- 열원장비의 효율 향상 : 고온냉수, 저온수 공급으로 장비 효율, COP 향상
- 재생에너지 효용성 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

복사냉난방의 층고 절감 효과

최소외기만 액세스플로어 하부로 급기 -> 천장 내 덕트공간 절약

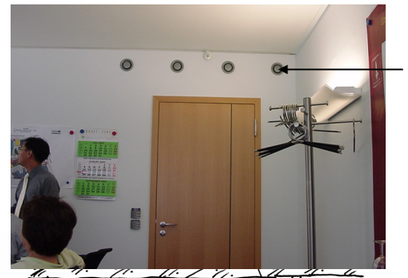


◀ 복사패널

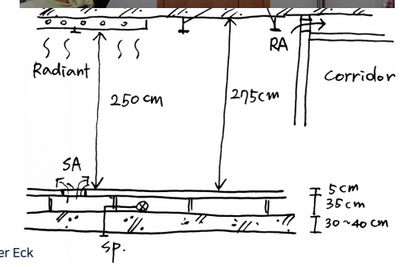


▲ 실내 기기 배치

사례건물: 독일, Neues Kranzler Eck



◀ 흡입구



▲ 실내 단면

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

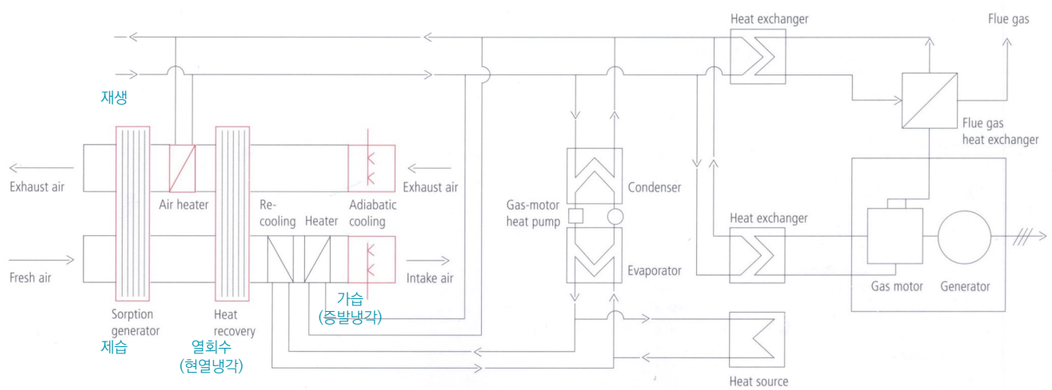


그림 출처: Advanced building systems

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

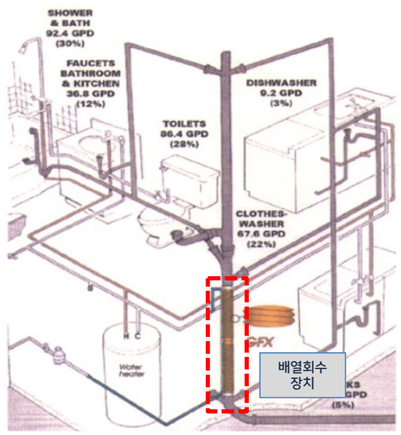
배수열 회수

온수급탕 이용 시 배열회수기를 적용하여 배수되는 폐열을 회수함으로서 급탕부하를 낮춤

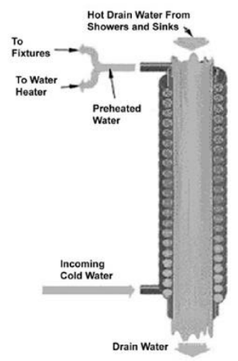
1) 국내 적용현황 : 사우나 등 상업건물 등에서 일부 적용하고 있으나 미비함

2) 해외 사례현황 : 캐나다, 미국 등 적용사례가 증가하고 있음. 폐열회수율은 40~50% 정도이며, 투자회수율은 약 2~5년으로 분석

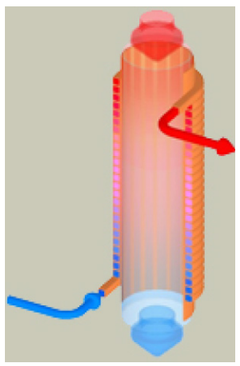
인용: 한국산업기술진흥협회 보고자료



샤워부스 내 배열회수장치



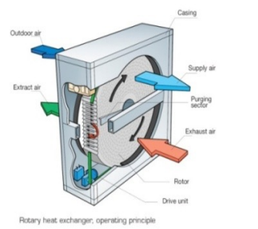
미국 WaterFilm Energy
(Gravity-Film Heat Exchanger)



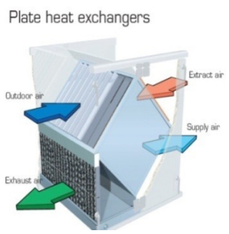
캐나다 House Hacker
(Power Pipe)

배기열 회수

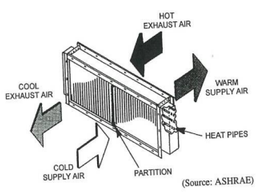
공조기 배기열회수



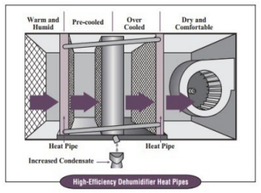
전열교환기



현열교환기

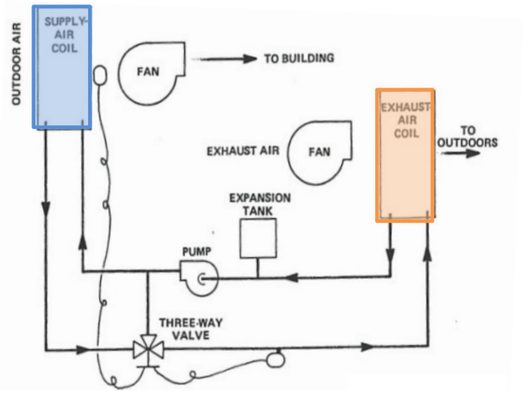


히트파이프



Wrap-around Coil

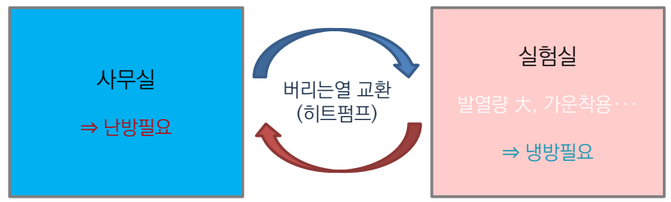
배기유닛 배기열 회수



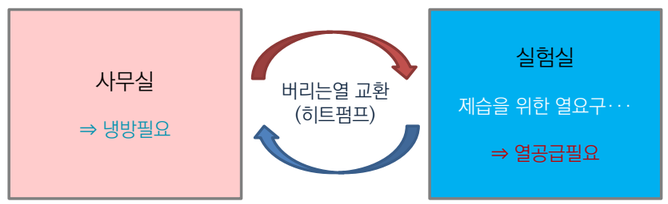
Run-around Coil

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-샤워용-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

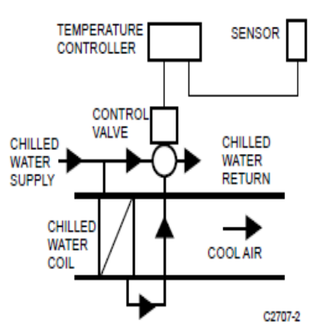


Fig. 10. System Using Cooling Coil.

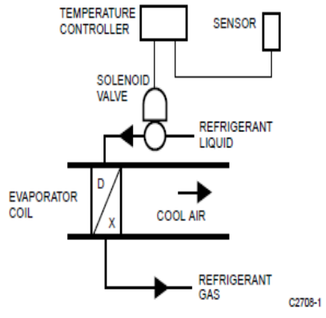


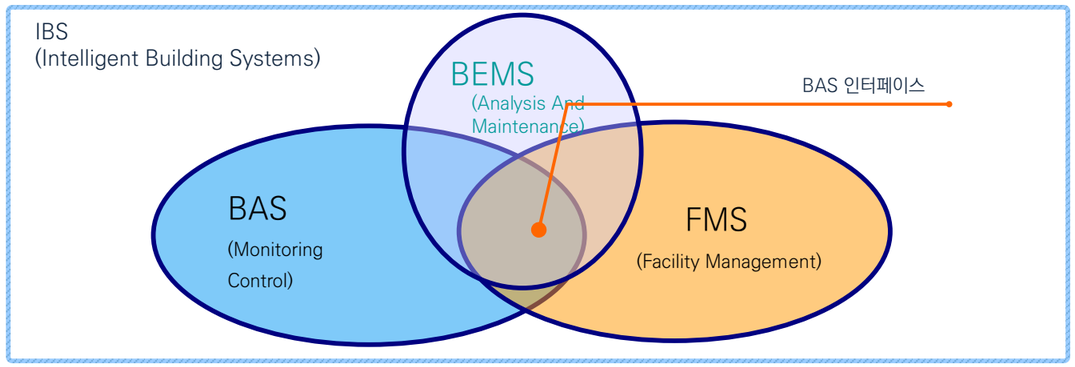
Fig. 11. System Using Evaporator (Direct Expansion) Coil.

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.

출처 : IT용어사전, 한국정보통신기술협회

- BAS, BEMS, FMS의 연관 관계



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

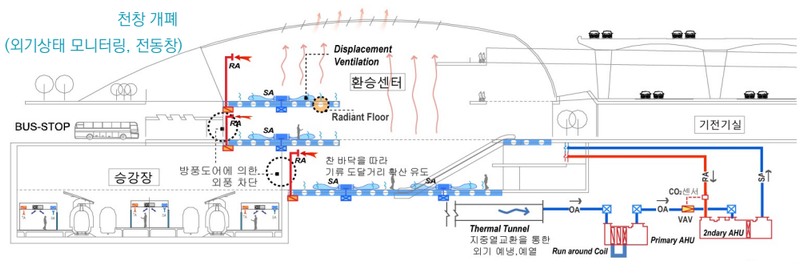
부분부하시 자동제어 운전 전략

- 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. 적정한 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

통합제어, 통합운전 전략

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



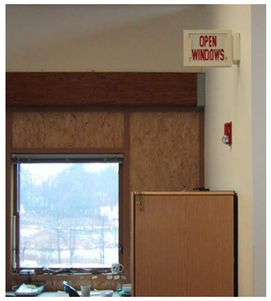
예시1. 자연환기를 위한 전동창 + 거주역 공조(복사냉난방) 연동



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

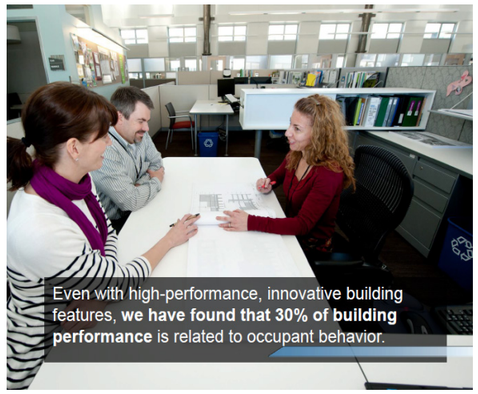
- 사용자의 에너지절약 운전 참여 유도

사용자 의견 feed-back 예
- 의복 착의량 조절
- daylight saving time
- 적절한 개구부의 조절
- 적절한 조명 on/off



Philip Merrill Center

외기 상태(기상 정보) / 실내 환경 / 에너지소비량 정보 공유(공지)
-> 운영자 운용 개선 방향, 재실자 생활패턴 개선 방향 협의

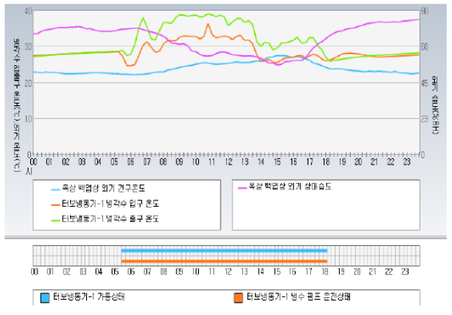


National Renewable Energy Laboratory

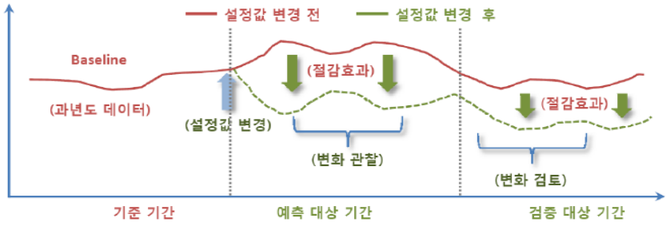
운전 자료 분석을 통한 운용 개선안 도출

- 건물의 에너지 소비 경향을, 데이터와 운용 실태로부터 평가

소비 에너지 평가	·용도별 에너지 ·공간별 에너지 ·시간대별 에너지
기기성능평가	·부분부하 에너지 효율
시설운용평가	·운용 히어링 ·설정, 제어 파라미터값



- 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 태양광, BIPV 설비 기술

교육 목표

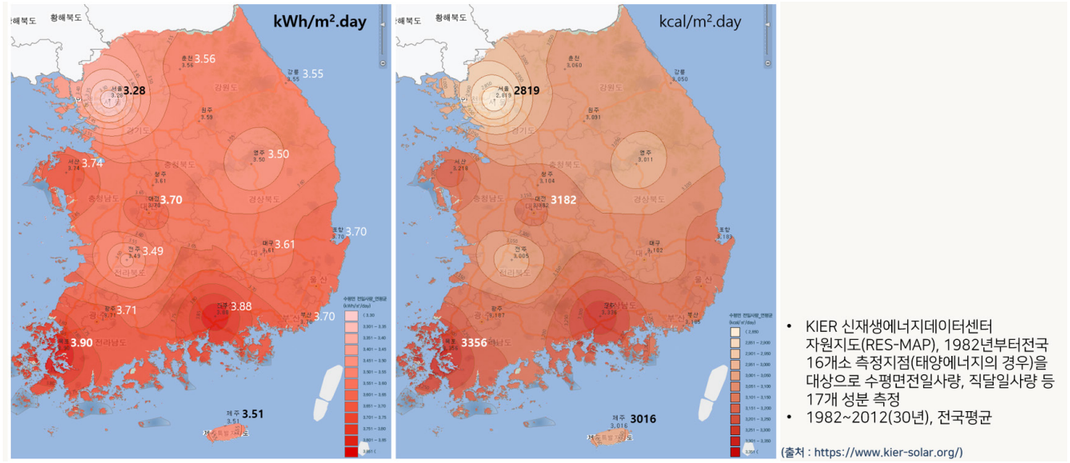
건축물 태양광발전

* 태양광발전 시스템의 주요 구성 요소와 발전 원리를 이해한다.
* 태양광발전 시스템의 발전성능 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.
* 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 파악함으로서 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

- 태양광발전을 통한 생산량을 예측하기 위해서는 국내외 태양에너지 자원이 어느정도인지를 파악하는 것이 선행되어야 할 것임
- 본 자료는 전국 16개 지점에서 1982년 ~ 2012년까지, 30년간 측정한 수평면전일사량 데이터에 기반해 작성한 우리나라 전국 태양에너지 자원지도임
- 1년간 받은 총 적산일사량의 30년 전국평균값은 단위면적당 1,270 kWh/m2.yr 이며, 이를 365일로 나눈 연평균 일일적산일사량은 단위면적당 3.48 kWh/m2.day 임
- 서울지역이 3.28로 가장 낮게 나타났으며, 전남 목표지역이 3.9로 매우 높은 일사조건을 나타내고 있음

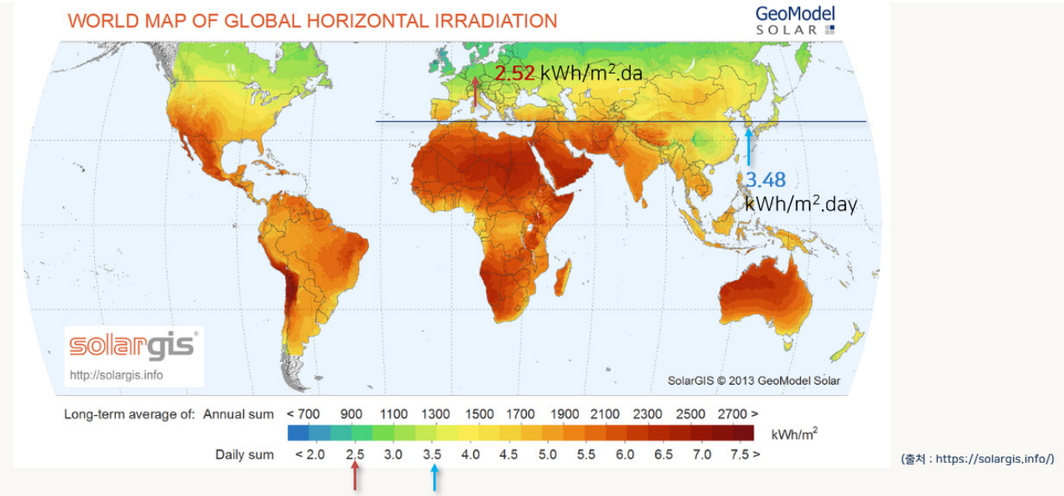


- KIER 신재생에너지데이터센터 자원지도(RES-MAP), 1982년부터전국 16개소 측정지점(태양에너지의 경우)을 대상으로 수평면전일사량, 직달일사량 등 17개 성분 측정
- 1982~2012(30년), 전국평균

(출처 : https://www.kier-solar.org/)

- 국내 연평균 일일적산일사량: 3.48 kWh/m2.day = 2,993 kcal/ m^2·day
- 국내 연적산일사량: 1,270 kWh/m2.yr = 1,092 Mcal/ m^2·yr

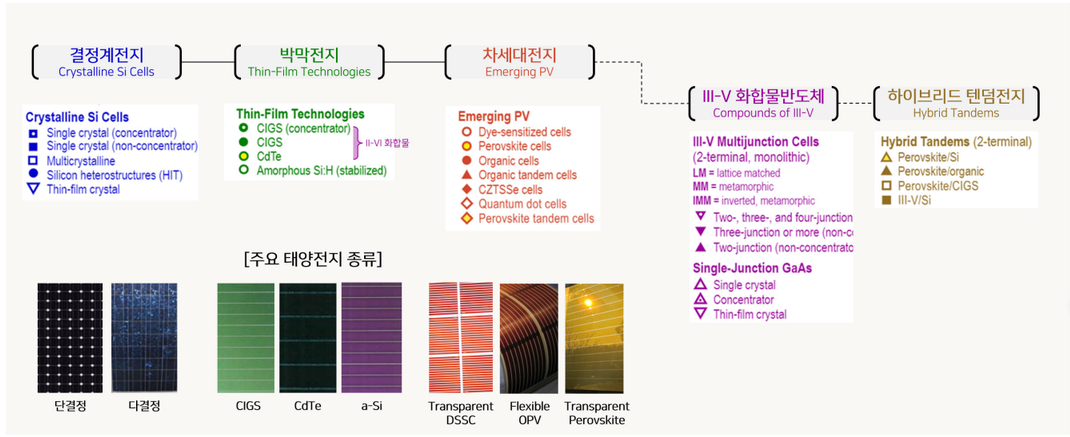
- 본 그림은 SolarGIS에서 제공하는 전세계의 수평면전일사량 자원지도임
- 우리나라의 위도는 유럽의 최남단 즉 이태리반도의 최 하단부에 해당함
- 현재 태양에너지 산업을 선도하고 있는 서유럽 대부분 국가는 우리보다 훨씬 높은 위도대에 위치하고 있으며, 연평균 일일적산일사량도 결코 우리보다 유리하지 않음
- 우리나라의 단위면적당 일일적산량 3.48 kWh는 독일의 2.52, 네덜란드 2.85 보다 훨씬 높은 수치이며, 이웃 일본의 3.25보다도 유리한 조건임
- 따라서 우리나라의 태양에너지 자원 조건은 다른 선진국들 대비 결코 불리하지 않은 양호한 상태임을 주지할 필요가 있음



(출처 : https://solargis.info/)

- 국내 연평균 일일적산일사량: 3.48 kWh/m^2·day
- 국내 연적산일사량: 1,270 kWh/m^2·yr
- 일본: 3.25 kWh/m^2·day
- 독일: 2.52 kWh/m^2·day
- 네덜란드: 2.85 kWh/m^2·day

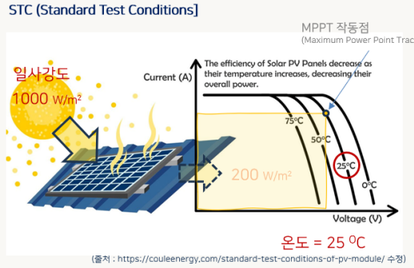
태양전지 종류



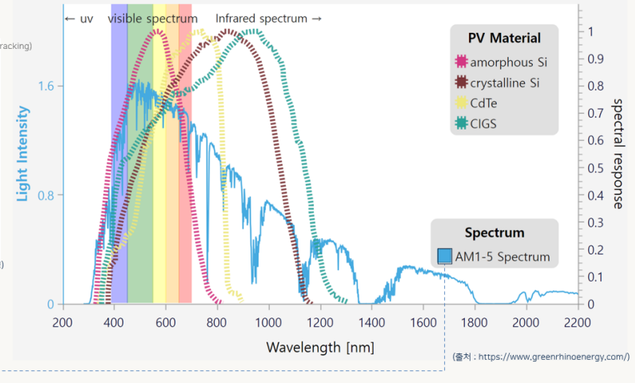
- 태양전지는 광전효과(Photoelectric Effect)를 이용해 태양복사 에너지를 전기에너지로 변환하는 반도체 소자로 정의되며, 이때 생산되는 전기는 직류임
- 태양전지의 종류는 기술개발의 수준에 따라 1세대 결정계 실리콘 태양전지, 2세대 박막 태양전지와 최근 활발히 개발되고 있는 3세대 태양전지로 분류할 수 있음
- 소재의 종류에 따라서는 실리콘계 태양전지와 화합물반도체계 태양전지 및 유기계 태양전지로 구분할 수 있음
- 다양한 태양전지 중 건축분야에 응용될 수 있는 태양전지는 결정계 전지의 경우 단결정 및 다결정 태양전지를, 박막전지의 경우는 a-Si과 CIGS 태양전지에 관심을 가져야 할 것임
- 또한 차세대 태양전지 중에서는 염료감응형 태양전지와 유기태양전지 및 최근에는 페로프스카이트 태양전지가 매우 뜨거운 관심을 받고 있음
- 특히 Perovskite 태양전지는 높은 광전 변환효율과 낮은 생산단가로 인해 결정계 태양전지를 대체할 차세대 전지의 대표주자이며 특히 BIPV 분야의 높은 활용성에 큰 기대를 걸고 있음

태양전지 효율과 표준측정조건

[태양전지의 출력 및 효율 표준측정조건]



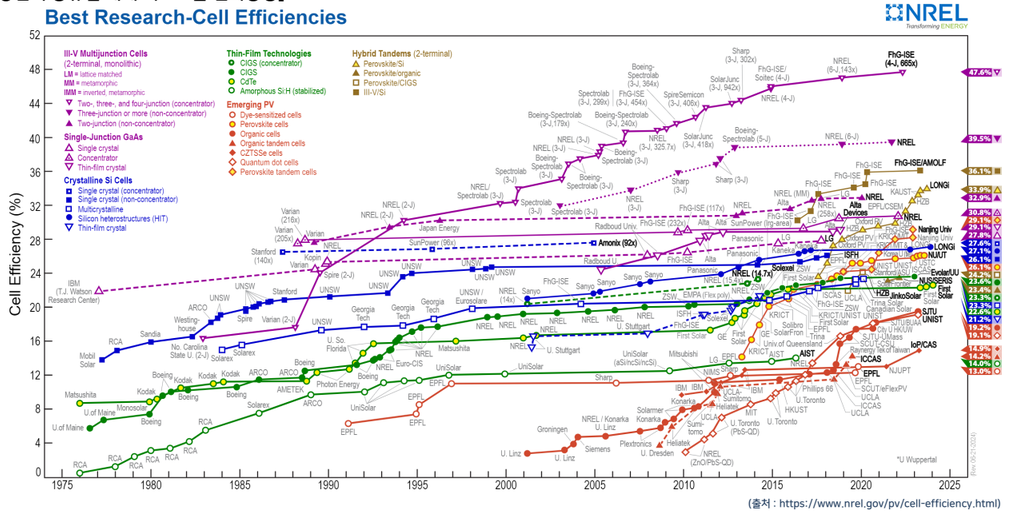
[태양전지 종류별 광반응 곡선]



- 태양전지의 효율 및 출력은 다양한 변수에 의해 영향을 받지만, 가장 큰 영향을 미치는 것은 태양복사 강도(solar irradiance), 태양전지 온도(cell temperature) 및 대기질량(air mass) 등의 3개 요소임
- 좌측 그림의 그래프는 태양전지의 출력을 나타내는 IV곡선으로 x축은 전압(V), y축은 전류(I)이다. 태양전지의 출력은 주어진 온도 또는 일사강도 조건에서 곡선상의 특정점에서 작동하며, 이때의 출력값은 특정점과 이루는 사각형의 면적 즉 전류x전압에 의해 결정됨
- 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
- 좌측 그림에 도식한 바와 같이 태양전지는 온도에 따라 출력특성이 변화하게 되며, 일반적으로 온도가 상승하면 전압강하가 발생하여 전체적인 발전 출력도 떨어지게 됨
  태양복사의 강도가 높아질 경우는 비례적으로 전류량도 증가하여 최종 출력값도 높아지게 됨
- 우측의 그래프는 태양복사 스펙트럼과 주요 태양전지의 광반응 곡선을 나타낸 것이다. a-Si의 경우 주로 단파장의 가시광선 영역에서 반응하여 발전을 하지만, 결정계 태양전지는 근적외선 영역까지 훨씬 더 넓은 광반응 특성을 가지고 있음
- 태양복사 스펙트럼의 강도와 태양전지의 광반응 곡선이 잘 매칭될 경우 보다 높은 발전효율을 기대할 수 있을 것이며, 탠덤 및 다층 적층구조의 태양전지를 통해 효율을 높일 수 있는 이유도 여기에 있는 것임
- 한편 태양복사가 대기권을 통과하는 경로, 즉 에어매스에 따라 태양복사 스펙트럼도 변화하기 때문에 이에 대한 표준조건도 설정이 되어야 할 것임
- 따라서 태양전지 또는 태양광 모듈의 효율을 측정하기 위해서는 이들 변수에 대한 동일한 환경의 표준값이 적용되어야 하며, STC 표준조건은 일사강도 1000 W/m2, 온도 25 oC 및 AM = 1.5 로 정하고 있음

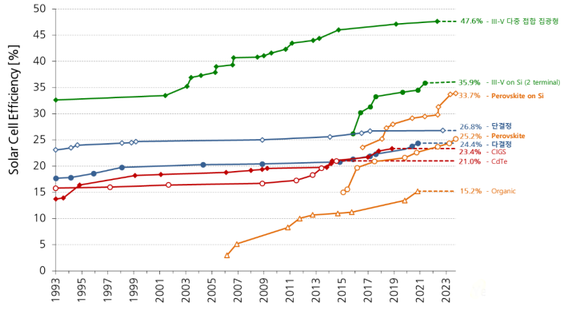
태양전지 종류 및 성능

[태양전지 종류별 세계 최고효율 변화동향]



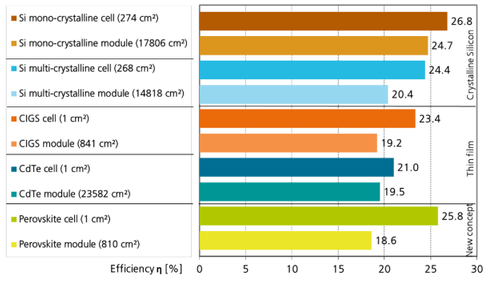
- 미국의 신재생에너지연구소인 NREL에서는 태양전지(1976년 이후) 및 태양광모듈(1988년 이후)의 세계 최고효율 달성기록을 모니터링하여 발표하고 있음
- 미래 ZEB의 에너지자립율 가능성을 예측하기 위해서는 태양전지의 기술발전 수준을 파악하는 것이 매우 중요하며, 이러한 측면에서 이 자료는 매우 효과적으로 활용될 수 있을 것임
- 다만 NREL의 자료는 모든 태양전지 종류를 다 포함하고 있어 다소 복잡하기 때문에, 좀더 요약된 프라운호퍼 연구소의 최근 자료를 살펴보겠음

[태양전지 종류별 세계 최고효율 변화동향]



[태양전지 종류별 전지 및 모듈의 세계 최고효율 비교]

Best Lab Cells vs. Best Lab Modules



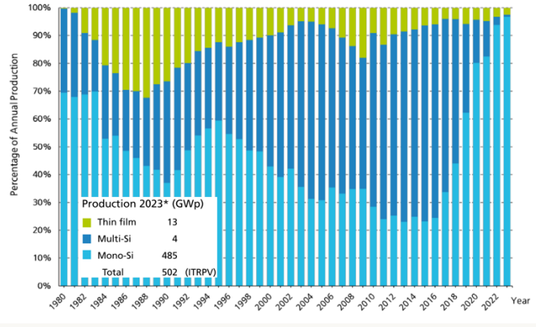
(출처 : Photovoltaics Report - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, 17 May 2024
https://www.ise.fraunhofer.de/)

- 최근 독일 프라운호퍼 ISE에서 제시한 좌측 그래프는 실험실 수준의 주요 태양전지 최고효율의 연간 변화동향을 나타내며, 우측 그래프는 CTM(Cell to Module ratio)을 고려하여 동일전지를 모듈화 했을 때의 효율을 비교한 것임
- 현재 태양광발전 시장의 주류를 이루고 있는 단결정 태양전지는 26.8%, 모듈은 24.7%가 세계 최고 효율 수준으로 평가되었음
- BIPV 시장에서 기대하고 있는 CIGS 태양전지의 경우 23.4%, 모듈 19.2% 수준이며, Perovskite 태양전지는 25.8%와 모듈 18.6%로 평가되었음
- 현재 및 미래 ZEB 건물의 에너지자립율 예측 평가를 위해서는 모듈 효율을 기준으로 활용해야 할 것임

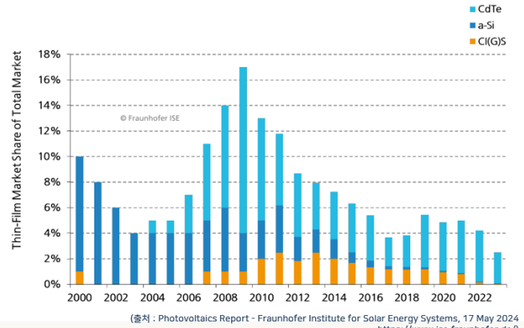
태양전지 종류 및 시장주도 기술

- 2023년 기준 전세계 태양광 시장의 97% 이상이 단결정(mono c-Si) 태양전지가 차지함
- 박막 태양전지는 2.5%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

[태양전지 종류별 시장점유율]



[태양전지 종류별 시장점유율]



(출처 : Photovoltaics Report - Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, 17 May 2024
https://www.ise.fraunhofer.de/)

- 좌측 그래프는 지난 40여년간의 전세계 태양전지 종류별 시장점유율을 나타내며, 우측은 2000년 이후 박막전지 종류별 시장 점유율을 나타냄
- 2023년 기준으로 전세계 태양광 시장의 97% 이상이 단결정(mono c-Si) 태양전지가 공급되어, 세계 시장은 거의 대부분 단결정에 의해 통일되었다고 볼 수 있음
- 다결정(poly c-Si)은 한때 가격경쟁력으로 유행했으나, 최근 비용효과 측면에서 단결정에 밀리며 급속한 침체 상황으로 빠져 버렸음
- 박막전지의 시장점유율은 약 2.5%임
- 태양전지 가격에 큰 비중을 차지하는 실리콘 소모량 측면에서 결정계 실리콘 태양전지 대비 약 1/100 수준만 필요하기 때문에 a-Si은 낮은 효율에도 불구하고 경제적 장점을 내세워 초기시장을 주도했습니다. 특히 투광성 a-Si은 건축물의 유리창을 대체할 수 있어 BIPV 분야에서 많은 인기를 얻었음. 효율개선을 위해 적층형 구조의 개발 등 다양한 노력을 하였지만 근본적 효율한계가 14% 수준이라 결국 시장에서 퇴출되는 분위기임
- CIGS 전지의 경우 박막임에도 불구하고 광전변환효율이 결정계 수준과 경쟁할 수 있을 정도로 매우 높아, 2010년 이후 매우 큰 기대로 기술개발을 해오고 있음. 다만 4가지 화합물을 활용하기 때문에 생산단가가 높고, 제작공정이 복잡하며 대면적화, 대량생산 등에서 큰 진보가 이루어 지지 않아 아직 시장이 열리지 않고 있는 상황임
- 박막전지는 투명화, 유연화 측면에서 유리하기 때문에 그동안 BIPV 시장에서 큰 기대를 하고 있지만, 아직 본격적 시장은 열리지 않고 있는 상황임. 새로이 부각되고 있는 페로프스카이트 태양전지를 포함해 박막전지의 상용화가 빨리 구현되기를 기대해 봄

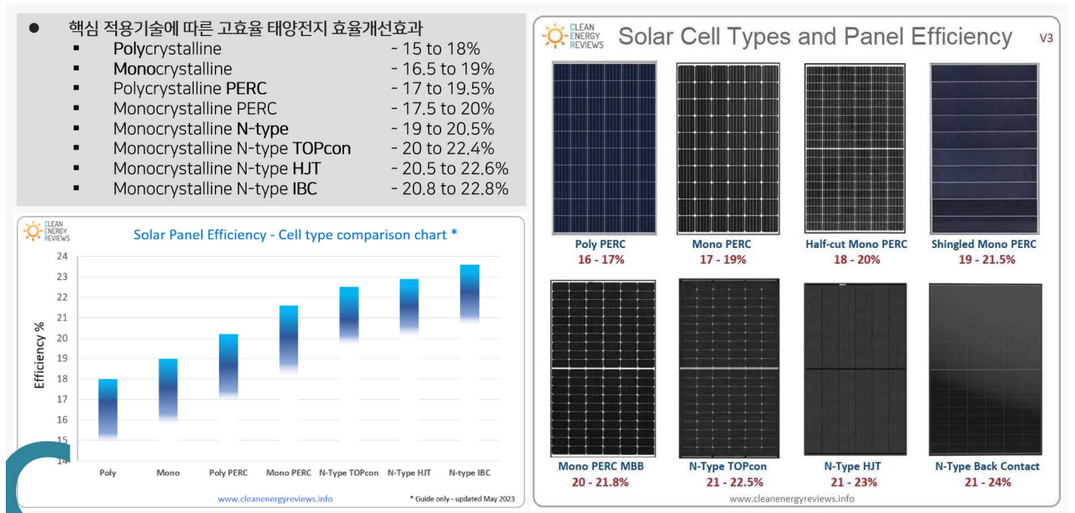
PV모듈의 구조 및 종류, 용어 정의



- 다수의 태양전지(solar cell)를 직렬 또는 병렬로 구성하여, 하나의 판재로 제작한 것을 모듈(module)이라 하며, 태양광 패널(Solar panel)이라고도 함
- 다수의 모듈을 직렬 연결한 것을 스트링(string)이라 하며, 모듈을 연결할 수록 전압이 증가함
- 다수의 스트링을 병렬 연결한 것을 어레이(array)라 하며, 전류가 증가한다. 어레이의 구성을 통해 최종 직-병렬 회로의 구성이 완성되며 태양광 시스템의 용량 및 사양이 결정됨
- PV모듈은 제일 상부층부터 전면재, 봉지재, 태양전지, 봉지재, 후면재, 단자함 및 외곽프레임으로 구성됨
- 전면재는 일반적으로 투과율을 최대화하기 위해 저철분유리를 사용함. 최근에는 후면의 태양전지를 보이지 않게 하기 위한 color coating 기술이 적용된 컬러 유리 또는 필름 등이 매우 활발히 적용되고 있음
- 태양전지의 전후면에 위치하는 봉지재는 태양전지를 보호하기 위한 접착, 기밀, 수밀 등의 역할을 하는 층으로 투명 필름인 EVA, PVB 등이 사용됨
- 후면재는 충격, 부식, 방습 등으로 부터 태양전지를 보호하고, 모듈의 구조강성을 강화하고 내화, 방열 등의 기능을 담당하는 층임. PET, PVF 등의 백쉬트 필름을 적용하거나, 투명한 유리 또는 최근에 와서는 강판 등을 적용하기도 함
- PV모듈의 제작에서 가장 중요한 과정은 각 부재를 결합하여 하나의 판재로 봉합하는 라이네이팅 과정임. 진공 가열 및 냉각과정을 통해 기포 없이 판재화 하는 과정으로 모듈의 내구성 및 신뢰성에 큰 영향을 미치는 중요 과정임

상용화 PV모듈의 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: 445W, 24.1%



(출처 : https://www.cleanenergyreviews.info/

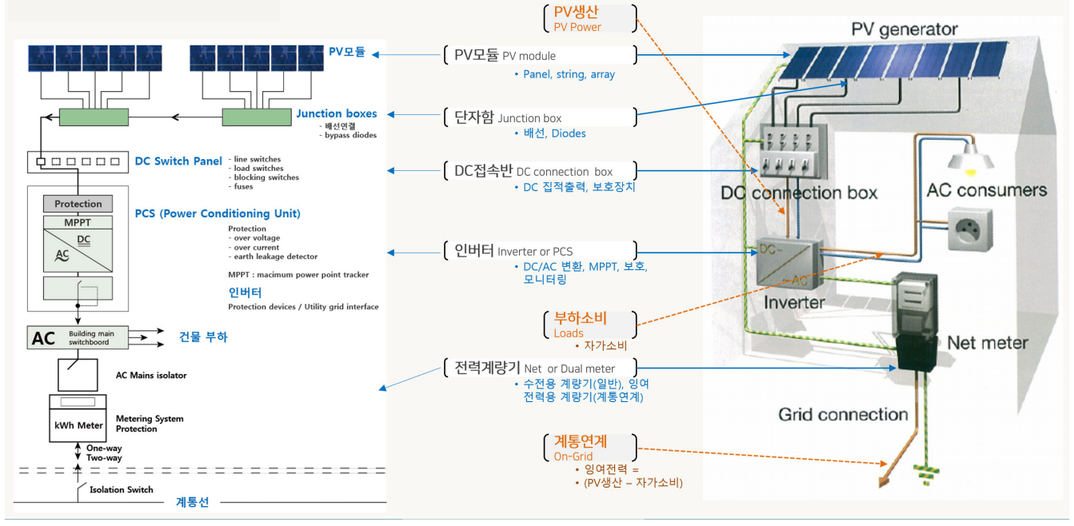
- 현재 시장에서 유통되는 PV모듈의 성능은 앞서 실험실에서 구현한 태양전지의 최고효율과는 당연히 차이가 발생함
- PV모듈 수준에서 효율을 개선하기 위한 기술의 종류는 단결정, PERC, N-type, TOPcon, HJT 및 백컨택 IBC 기술 등이며 이들 기술을 순차적으로 적용한 효과를 참조하기 바람
- 2024년 5월 기준하여 상용화 수준의 세계 최고 성능 모듈은 SUNPOWER사의 n-type IBC 모듈로 출력 445W, 효율 24.1%를 달성하였음. 이는 전년도 효율 22.8%에서 큰 개선을 이룬 결과로 발전성능 분야에서 꾸준한 기술개발이 진행되고 있음을 알 수 있음

Most Efficient Residential Solar Panels 2024 * V4.6 May 2024

Manufacturer	Model	Power Rating	Cell Technology	Efficiency
SUNPOWER	Maxeon 7	445W	N-Type IBC	24.1 %
AIKO	Neostar 2N	470W	N-Type ABC Back Contact	23.6 %
RECOM	Black Tiger Series	460W	N-Type TOPcon Back Contact	23.6 %
AEG	BC Premium	460W	N-Type ABC Back Contact	23.6 %
LONGi Solar	Hi-MO 6 Scientist	455W	N-Type HPBC Hybrid Back Contact	23.3 %
HUASUN	Himalaya G12R	450W	N-Type HJT	23.0 %
CanadianSolar	TOPHiKu6	470W	N-Type TOPcon	23.0 %
TW SOLAR	Repower N G12R-48	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
Philadelphia Solar	Nexus Series	455W	N-Type TOPcon	22.8 %
ASTRONERGY	Astro N5s	445W	N-Type TOPcon	22.8 %
Trinasolar	Vertex N +	505W	N-Type TOPcon	22.7 %
REC	Alpha Pure RX	470W	N-Type HJT	22.6 %
JinkoSolar	Tiger NEO N-Type	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
PHONO	Helios	440W	N-Type HJT	22.5 %
JA SOLAR	Deep Blue 4.0	450W	N-Type TOPcon	22.5 %
Q CELLS	Q.TRON M-G2+	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
risen	n-Type Topcon	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
DAS SOLAR	Black Series	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
AKCOME	Kookaburra Series	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
HT-SAAE	HT54-18X(N) Panda	440W	N-Type TOPcon	22.5 %
WINAICO	WST-NGX	430W	N-Type TOPcon	22.3 %
SPIC	Andromeda 2.0	440W	N-Type IBC	22.3 %
JOLYWOOD	Niwa Light	435W	N-Type TOPcon	22.3 %
SHARP	NU-JC435	435W	N-Type TOPcon	22.3 %
Panasonic	EverVolt H	410W	N-Type HJT	22.2 %

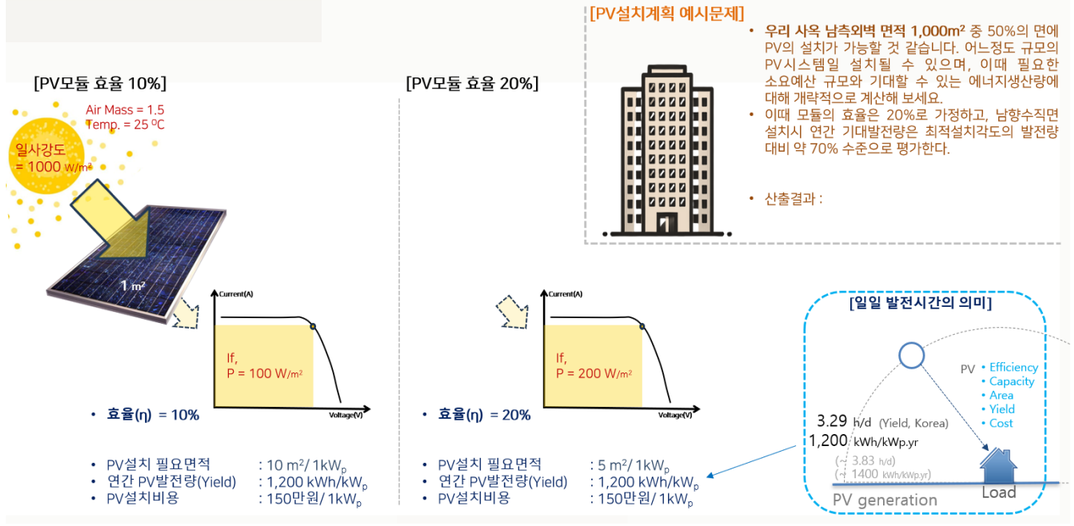
* Residential panels - 54, 60, 66 cells (108, 120, 132HC), or 96 & 104 full cell. Does not include commercial panels >2m

PV 시스템의 구성요소와 기능



- 태양광시스템의 핵심 구성요소는 PV모듈과 Inverter이며, 그 외에도 DC접속반과 전력계량기 등이 필요함
- PV모듈을 통해 생산된 직류전기는 스트링 및 어레이 결선을 통해 DC접속반으로 모이며, 접속반에서는 모듈간의 연결과 보호기능을 제공하며 DC전류를 모아 인버터로 제공함
- 인버터(또는 PCS)에서는 PV모듈에서 생산된 직류전력을 교류전력으로 변환하여, 자가소비 하거나, 계통에 송전할 수 있도록 함
- 인버터 내부에는 DC/AC변환 이외에도 PV모듈의 발전량 극대화 하기위한 MPPT 제어회로와 다양한 보호회로가 내장되어 있음
- 또한 대부분의 인버터 내부에는 발전과 관련한 필수 정보를 모니터링 하는 회로가 내장되어 있어 실시간으로 전력 생산량을 포함한 다양한 정보를 제공하고 있음
- 원격송신장치인 RTU를 별도 설치할 경우 모니터링을 통한 데이터 수집도 가능함
- 인버터를 통해 변화된 직류전력은 우선 건물내에 부하가 존재할 경우 우선적으로 먼저 자가소비를 하게 되며, 잉여전력이 발생할 경우는 계통으로 역송전하게 됨
- 이때 수전과 송전의 가격이 동일할 경우 하나의 전력량계로 net meterin을 할 수 있으며, 요금체계가 다르거나 노후된 계량기의 경우는 수전용 계량기와 송전용 계량기를 별도로 설치하는 dual meterin을 해야함
- 계통연계가 되지 않는 건물의 경우 ESS 등의 에너지저장장치가 추가로 설치되어야 잉여전력을 활용할 수 있음

PV 시스템의 개략적 용량산출 방법



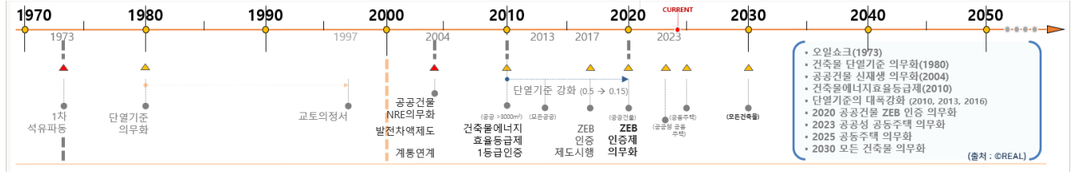
- PV모듈의 효율이 10%라고 가정할 경우 표준조건 단위면적당 1,000W/m^2 의 태양복사가 투사될 경우 발전량 P는 100W/m^2 가 될 것임
- 만일 1000 W/m^2 출력을 얻고자 할 경우는, PV모듈이 10장 즉, 총 PV면적이 10 m^2 가 필요할 것입니다. 따라서 1kWp의 PV시스템을 설치하고자 할 경우 필요한 면적은 10 m^2/ 1kWp 가 됨
- 일반적으로 우리나라 기상조건에서 남향 30도 경사면 지붕에 PV시스템 1kWp를 설치할 경우, 1년 365일 동안 총 생산할 수 있는 발전량은 평균 1,200 kWh/kWp.yr를 정도 됨
- 이를 365일로 나누면 하루에 평균적으로 1 kWp당 약 3.29 kWh/kWp.day 의 전기를 생산할 수 있음을 의미함
- 이를 우리나라의 평균 일일발전시간 3.29 시간(hours/day)로 정의하는 것임
- 한편 지난 수십년간 전세계의 일사강도가 지속적으로 상승하여, 결과적으로 태양광을 통한 전기생산량도 과거보다 많이 늘어나고 있음. 최근에는 1kWp 설치할 경우 연간 1,400 kWh/kWp까지 생산하며, 이는 일일 발전시간으로 환산할 경우 3.83 시간/day 까지 증가한 것임
- PV시스템의 성능 및 기술발전과 함께 설치비용 또한 매우 급속히 하락하였음. 최근 주택 지붕용 태양광시스템을 기준 할 경우 설치비용은 대략 150만원/1kWp로 추산하면 되며, 이는 인버터를 포함한 제반 구성요소와 설치비용을 포함한 값임
- 단위용량당 필요면적 및 설치비용과 연간 기대발전량의 3개 지표만 기억하고 있으며 매우 손쉽게 태양광시스템의 설치계획을 개략적으로 평가해 볼 수 있음
- 또한 만약에 PV모듈의 효율이 20%인 고효율 모듈이라면 평가결과는 어떻게 변할까? 만일 차세대 태양전지의 성능이 단기간에 혁신적으로 발전하여 40%까지 높아진다면 ZEB에서 무엇을 기대할 수 있을까? 예시문제와 함께 향후 PV모듈의 효율이 변할 경우 평가과정의 무엇이 변화되는지에 대해서도 학습해 보시기 바람

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

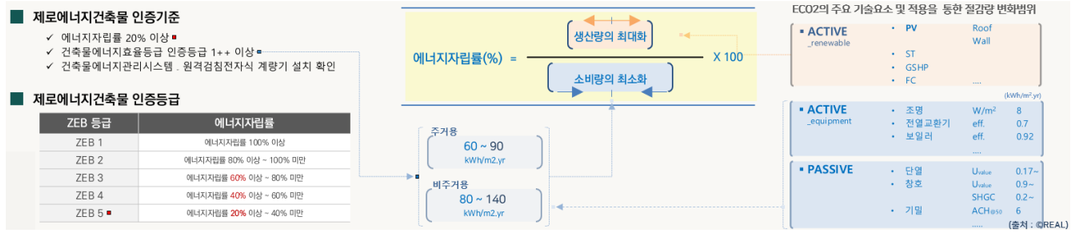
2 ZEB와 태양광발전

국내 제로에너지건축물 의무화 배경 및 인증 제도 현황



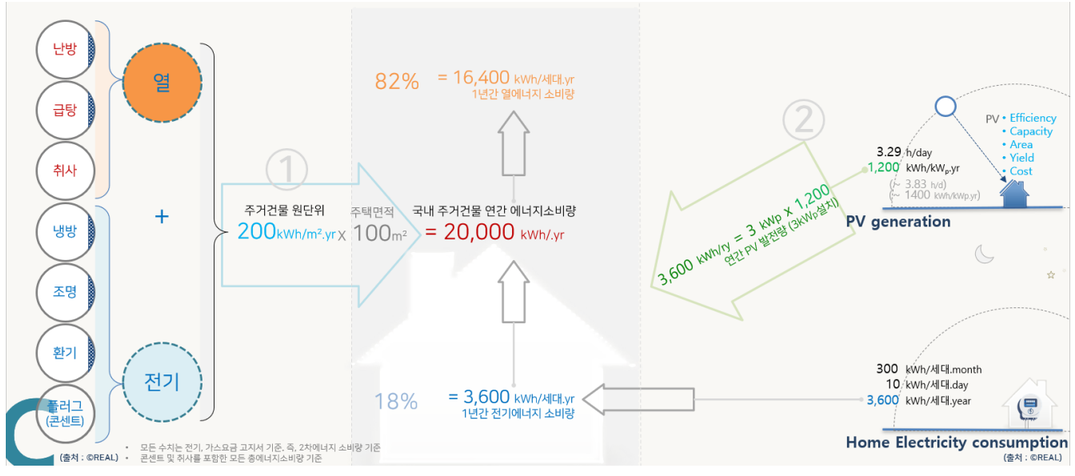
- 상부 그림은 지난 50년간 국내 건물에너지 분야의 주요 정책변화를 도식한 것임
- 전세계 대부분 국가의 에너지 문제는 1973년에 발생한 1차 석유파동에 기인한다고 볼 수 있음
- 우리나라의 경우 1980년 부터 모든 건축물에 단열재를 설치하도록 의무화 했으며, 2000년까지는 건물에너지 절약 및 효율 기술에 집중하였음
- 2000년 이후 부터는 신재생에너지에 대한 집중 투자가 이루어졌으며,
  2004년에 발효된 공공건물 신재생에너지의무화 제도, 발전차액제도, 계통연계 제도 등은 이 분야 발전에 매우 큰 전환점이 되기도 했음
- 2010년 이후 부터는 건축물에너지효율등급제의 전격적 시행과 함께 수차례에 걸친 단열기준의 강화가 이 시장에 가장 큰 변화를 가져왔다고 할 수 있음
- 2017년 시행된 ZEB 인증제도는 3년 정도의 준비기간을 거친뒤 2020년 부터 공공건물을 대상으로 의무화가 시작되었으며, 2025년인 내년 부터는 민간 공동주택까지 확대될 예정임
- 매우 빠르게 진행되고 있는 ZEB 의무화 제도는, 건설시장의 근본적 패러다임을 변화시킬 정도로 큰 파장과 변화를 요구하고 있음
- 이는 비단 국내 뿐 아니라, 전세계 대부분 국가에서도 적극적으로 추진하고 있는 범 지구적 차원의 탄소감축의 대표적 해결책이라고 볼 수 있음
- 따라서 완전 자립 제로에너지건축물을 목표로, 장기적인 계획을 가지고, 근본적 대책과 대응이 필요한 기술분야라 할 수 있음

[제로에너지건축물 의무화 제도 인증기준 및 현황]



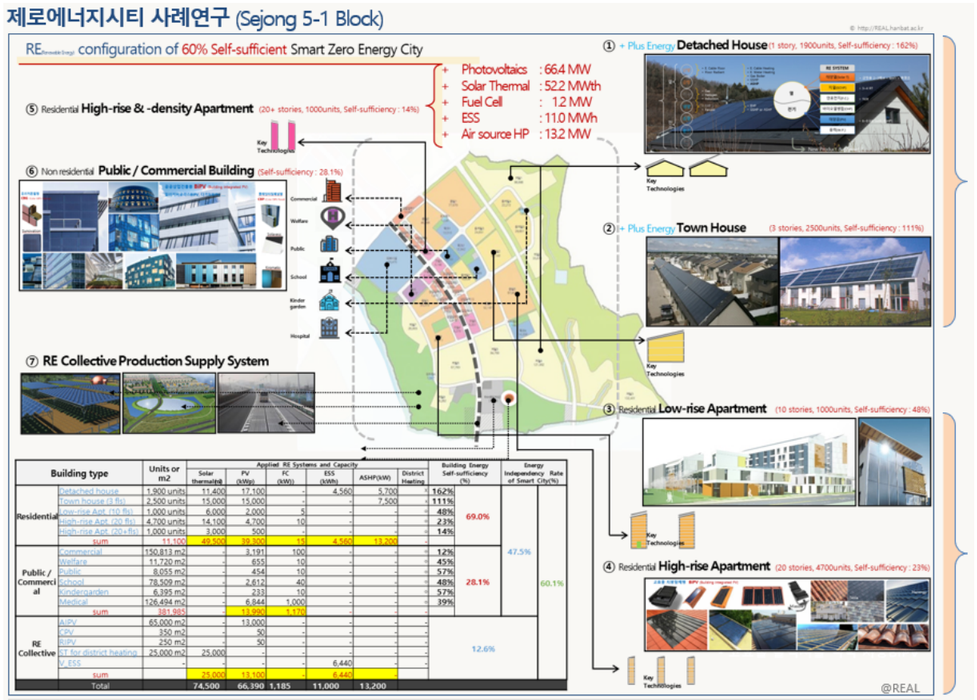
- 인증기준의 핵심 요구사항은 에너지자립율 20%이상, 효율등급 1++이상 및 모니터링시스템 설치임
- 현재 공공건물을 포함한 대부분의 인증 의무대상 건물은 시작단계인 5등급, 즉 20~40%의 에너지자립율을 요구하고 있음
- 중간에 위치한 에너지자립율 산출 공식 보면, 분모는 1차에너지소비량, 분자는 1차에너지 순생산량임
  이 공식을 통해 자립율 달성을 위한 전략을 손쉽게 파악할 수 있음
  분모는 에너지절약, 효율, 관리 기술에 해당하며, 분자는 에너지생산 즉, 신재생에너지 기술 관련임
  따라서 우선적으로 분모를 최소화 한 후에, 분자를 통해 자립율을 증가시켜야 할 것임
- 효율등급 일투플러스(1++) 이상이 되기 위해서는 분모의 기준값이, 주거용의 경우 90, 비주거용의 경우 140 kWh/m^2·yr 가 됨
- 현재 에너지자립율 평가는 ECO2 프로그램을 통해 수행됨
- 슬라이드의 우측부분에 대표적인 패시브와 설비 관련 기술을 대상으로 적용 수준을 변화시켰을 때 기대할 수 있는 분모의 변화범위를 평가하여 예시하였음
- 결과에 나와 있듯이 이미 단열기준을 포함해 대부분의 패시브 및 효율 기술은 법적으로나, 시장에서 적용되고 있는 기술채용 수준을 고려할 때 이미 충분히 포화상태라 볼 수 있음
- 결국 분모를 통해 축소할 수 있는 방법은 갈수록 어려워 질 것이며,
  분자인, 신재생에너지를 통해서만 대폭적인 에너지자립율 즉 등급의 변화를 도모할 수 있을 것임
- 특히 1차에너지를 대상으로 하기 때문에 여러 신재생에너지원 중 전기를 생산하는 태양광의 역할이 더욱 중요한 이유가 여기에 있는 것임

주거건물 에너지 소비 현황 및 PV생산 에너지 밸런스



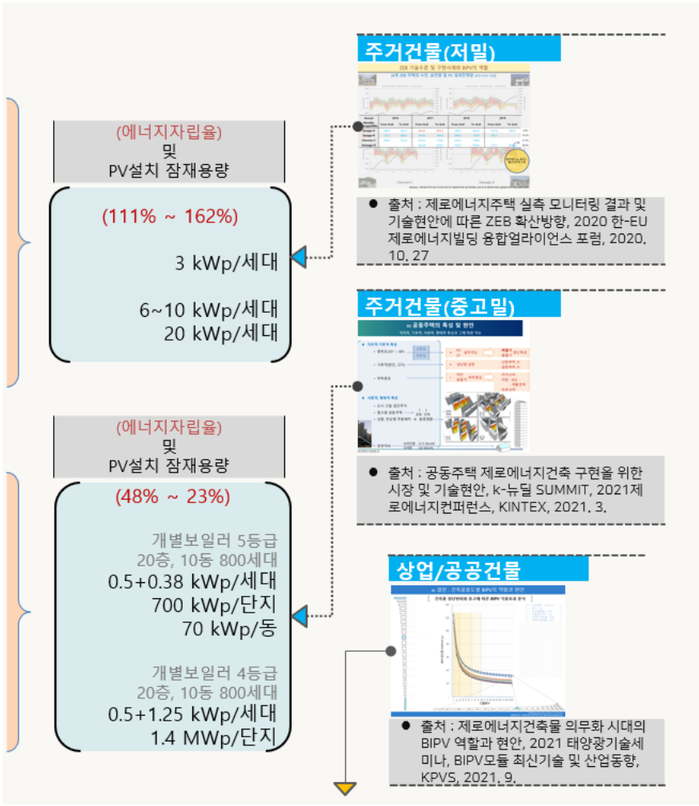
- 제로에너지건물을 구현하기 위해 제일 먼저 선행해야 하는 작업은, 현재 건물의 에너지소비 형태를 파악하는 것임
- 어떠한 에너지가 어디에 얼마만큼 소비되고 있는가를 파악해야, 이를 전략적으로 체계적으로 제거할 수 있을 것임
- 주거건물의 에너지 소비는 크게 열(가스)과 전기로 구분되며, 열은 난방/급탕/취사에 사용됨
- 전기의 경우는 냉방/ 조명/ 환기/ 플러그에 사용되어 총 7개의 항목에 에너지가 소비되고 있음
- 참고로 본 강의에서 소개하는 모든 에너지량은 주택에서 실지 사용하는 양 즉 site energy를 기준으로 하며,
  제로에너지인증제도와 같이 국가에서 관리하는 에너지량은 1차에너지를 기준으로 함을 혼돈하지 말기 바람
- 또한 본 강의에서는 7개의 모든 에너지소비항목을 포함시킨 양인 반면, 제로에너지인증제도 등 국가에서 관리하는 1차에너지소비량에는 취사와 플러그가 빠진 5개 항목만을 포함시키고 있는 것도 참고하기 바람
- 우리나라 기존 주택의 연간에너지소비량 원단위를 200 kWh/m^2·yr 로 가정. 주택의 평균면적을 100 m2로 가정할 경우, 한 세대에서 1년간 소비하는 총에너지소비량은 20,000 kWh/세대·yr이 됨
- 한편 우리나라 한 가구의 월평균 전기에너지 소비량은 약 300 kWh 정도로 가정
  이 경우 1년간 전기에너지 소비량은 3600 kWh/세대·yr이 됨
- 그러면 총에너지소비량이 20,000이기 때문에 열에너지는 16,400 kWh/세대·yr 가 소비되는 것이며, 열과 전기의 비중이 약 8 : 2의 규모임
- 한편 앞서 part1에서 소개한 바와 같이 국내에서 1kWp의 태양광을 주택지붕에 설치했을 때 기대할 수 있는 연간 발전량은 약 1200 kWh/kWp·yr 정도 됨
- 따라서 3kWp의 태양광 시스템을 설치할 경우 연간 3600 kWh/yr 정도 생산이 가능하고, 이는 주택의 1년간 전기에너지 소비량과 거의 일치하게 됨
- 국내는 물론 전세계 주거건물에 설치되는 태양광 시스템의 용량이 대부분 3 kWp 정도인 것이 여기에 기인하는 것임
- 제로에너지건물을 효율적으로 설계하고 구현하기 위해서는 위에서 제시한 주거건물의 에너지 소비/생산에 대한 개념과 수치에 근거한 에너지밸런스를 명확히 이해하고 있는 것이 매우 중요할 것임

건물용도별 ZEB 기술현황 및 PV 잠재시장



Building type		Units or m2	Applied RE Systems and Capacity: Solar thermal(㎡)	PV (kWp)	FC (kW)	ESS (kWh)	ASHP(kW)	District Heating	Building Energy Self-sufficiency (%)		Energy Independency of Smart City(%)	Rate
Residential	Detached house	1,900 units	11,400	17,100	-	4,560	5,700	-	162%			
	Town house (3 fls)	2,500 units	15,000	15,000	-	-	7,500	-	111%			
	Low-rise Apt. (10 fls)	1,000 units	6,000	2,000	5	-	-	-	48%	69.0%		
	High-rise Apt. (20 fls)	4,700 units	14,100	4,700	10	-	-	-	23%			
	High-rise Apt. (20+fls)	1,000 units	3,000	500	-	-	-	-	14%			
	sum	11,100	49,500	39,300	15	4,560	13,200	-				
Public / Commercial	Commercial	150,813 m2	-	3,191	100	-	-	-	12%		47.5%	
	Welfare	11,720 m2	-	655	10	-	-	-	45%			
	Public	8,055 m2	-	454	10	-	-	-	57%			
	School	78,509 m2	-	2,612	40	-	-	-	48%	28.1%		60.1%
	Kindergarden	6,395 m2	-	233	10	-	-	-	57%			
	Medical	126,494 m2	-	6,844	1,000	-	-	-	39%			
	sum	391,985	-	13,990	1,170	-	-	-				
RE Collective	M/PV	65,000 m2	-	13,000	-	-	-	-				
	CPV	350 m2	-	50	-	-	-	-				
	B/PV	250 m2	-	50	-	-	-	-				
	GT for district heating	25,000 m2	25,000	-	-	-	-	-		12.6%		
	ESS	-	-	-	-	6,440	-	-				
	sum		25,000	13,100	-	6,440	-	-				
	Total		74,500	66,390	1,185	11,000	13,200					

● 출처 : 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



- 앞서 살펴본 바와 같이 주거건물의 경우 연간에너지 소비량 중 열과 전기의 비율이 약 7 : 3 정도로 열에너지의 비중이 매우 높음
- 따라서 고단열 고기밀 등의 기술을 통해 외피 열손실을 최소화할 경우 전체에너지소비량을 ½ 수준인 원단위 100 kWh/m^2·yr 초반대 까지 대폭 절감할 수 있음. 여기에 히트펌프 등의 고효율 설비 기술을 적용할 경우 100 kWh/m^2·yr 이하까지도 달성이 가능함
- 이미 입증한 바와 같이 약 3 kWp의 태양광시스템을 통해 주택의 연간 전기소비량을 충당할 수 있음
- 따라서 추가로 3kWp ~ 6kWp 태양광을 더 설치할 경우, 대폭 감소된 잔여 난방부하 및 급탕과 취사까지도 전부 태양광 시스템을 통해 자립이 가능하게 됨
- 물론 자기만의 태양광 시스템 설치면적이 충분히 확보될 수 있는 단독주택 또는 저층 연립주택의 경우에 한해서 가능할 것임
- 이미 10여년 전부터 많은 수의 완전 제로에너지주택이 건립되어 100% 자립 또는 잉여 생산을 하는 플러스주택 형태로 운영되고 있음
- 많은 선행 발표를 통해 이러한 기술 및 실증사례에 대한 구체적 정보는 손쉽게 얻을 수 있음
- 본 강의에서는 이 부분에 대한 세부 설명은 참고자료로 갈음하고, 각 건물용도별로 어느 정도의 태양광시스템이 적용가능한 지에 대한 결과만을 소개하도록 하겠음

- 본 화면의 자료는 2019년에 수행했던 세종시 5-1블럭을 대상으로한 “스마트제로에너지시티” 계획의 결과를 예시한 것임
- 계획연도 기준 3~5년 뒤에 실지 입주를 가정하고, 현재의 기술수준 및 경제성을 고려하여, 건물용도별로 최대한 구현가능한 제로에너지빌딩을 설계 적용해본 사례임
- 저층 주거건물의 경우 약 111% ~ 162%까지 플러스에너지주택의 구현이 가능하며, 이때 요구되는 PV시스템의 설치용량은 세대당 6~20kWp의 규모임
- 중고층 아파트의 경우는 세대당 충분한 PV설치면적을 확보할 수 없기 때문에 약 48 ~ 23%의 에너지자립율을 확보할 수 있음
- 이때 요구되는 PV시스템의 설치규모는 세대당 약 0.88 ~ 1.75 kWp/세대 수준임
- 상업 공공건물의 경우는 전기에너지의 비중이 훨씬 크고, 태양광의 설치면적 또한 충분히 확보가 불가하기 때문에 매우 낮은 에너지자립율을 나타냄
- 본 학습에서는 건물 용도별로 제로에너지건물을 구현하는데 있어, 태양광이 기여할 수 있는 잠재력을 파악하는 것이 주 목표임. 보다 심화된 내용에 대해서 관심있는 분들은 각 건물 용도별로 제공된 참고자료를 확인하시기 바람

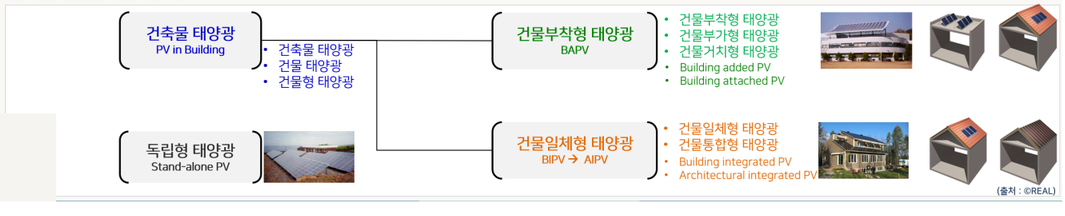
참고 서적 및 사이트

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, 2021제로에너지컨퍼런스, 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)

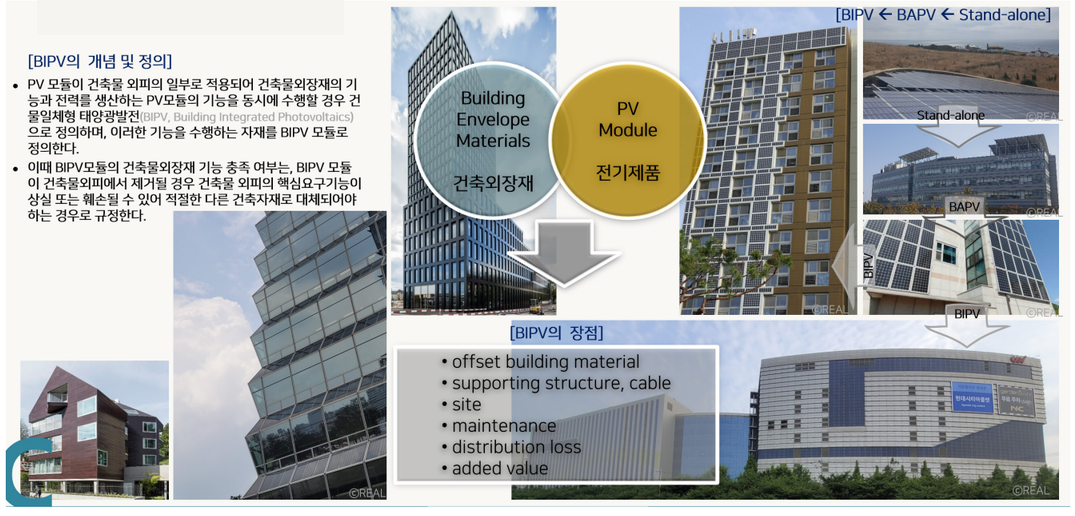
국내외 건축물태양광 개발 역사 및 분류와 용어 정의





- 세계적으로 태양광 시스템을 건축 시장에 최초로 도입한 시기는 1990년초부터이며, 국내에서는 2000년초부터 본격적인 연구 사업이 시작되었음
- 태양광 모듈을 건축물이나 도시에 응용하기 위한 개념으로 시작된 이 시장은 최초에 독립형 태양광(Stand Alone PV) 시스템과 구분하기 위해, OECD국가 중심의 연구조직인 IEA Task 16에서 "PV in Building"이라는 용어로 처음 시작되었음
- 그 이후 시간이 지남에 따라 건물에 적용하는 설치 방식에 기준해
  BAPV(Building Added or Attached PV),
  BIPV(Building Integrated PV),
  AIPV(Architectural Integrated PV) 등 다양한 용어로 사용되고 있음
- 국내에서도 BAPV의 경우 건물부착형 / 건물부가형 / 건물거치형 태양광 등의 용어로 사용되고 있으며,
  BIPV의 경우 건물일체형 또는 / 건물통합형 태양광 등의 용어를 사용하고 있음
- 특히 최근에 와서는 BIPV와 BAPV에 대한 명확한 구분이 어렵고, 논란이 심해짐에 따라 보다 포괄적 의미에서 건물 태양광 / 건물형 태양광 또는 / 건축물 태양광 등의 용어가 혼용되고 있는 상황임
- 본 강의에서는 BIPV는 건물일체형 태양광 / BAPV는 건물부착형 태양광 / 두 개념을 모두 포괄하는 용어로는 건축물 태양광(PV in Building)으로 정의하였음

BIPV 시스템의 개념 및 정의와 장점



- 현재 태양광설비시공기준이나 KS 8577 등 여러 규정에서 조금씩 상이하게 정의하고 있고, 이러한 이유로 인해 BIPV, BAPV에 대한 논란은 현재까지도 명확한 결론이 내려지지 않은 상황임
- 하지만 조만간 이에 대한 개선방안이 정리될 것으로 기대하고 있으며, 향후에는 BIPV BAPV 등의 구분없이 건축물에 적용하는 태양광 시스템은 포괄적으로 건물형 태양광으로 정의하고 설치유형에 따라 혜택을 차등지원하는 방법으로 개선 추진 중에 있는 상황임
- BIPV의 장점으로는 우선 기존의 건축외장재를 대체해서 설치하기 때문에 경제적 이득을 볼 수 있음
- 또한 태양광발전소와 달리 별도의 지지 구조물이나 배선작업에서 절감이 가능하며 별도의 부지 확보 비용도 절감할 수 있음
- 전기부하가 발생하는 그 지점에서 발전하기 때문에 송전손실이 적으며, 또한 건물의 매매 / 임대시 부가가치를 높여주는 장점도 가지게 됨

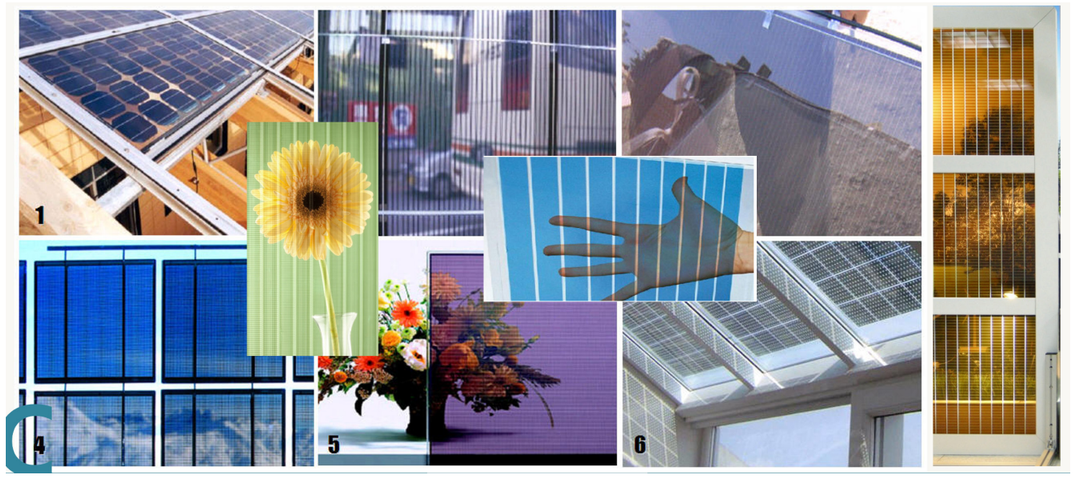
유형별 BIPV 모듈의 종류

[불투명 외장재형]



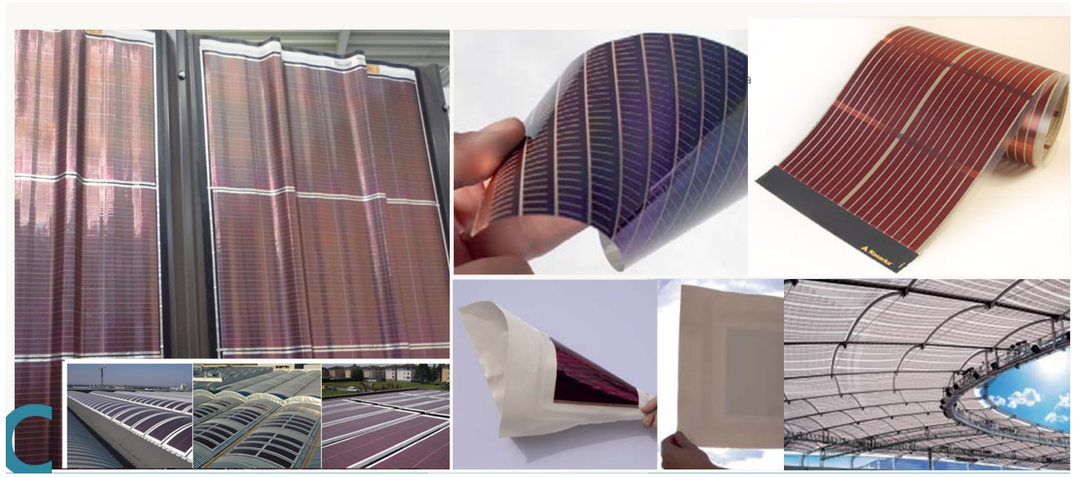
- 우선 첫번째 유형은 건물의 외벽이나 지붕에 설치되는 불투명한 외장재형 BIPV 모듈들의 사례임
- 지붕재, 외벽재를 중심으로 설치 및 결합 방식에 있어 손쉽게 설치 및 해체가 가능한 다양한 형태의 참신한 아이디어들이 적용되고 있음

[투명 창호형]

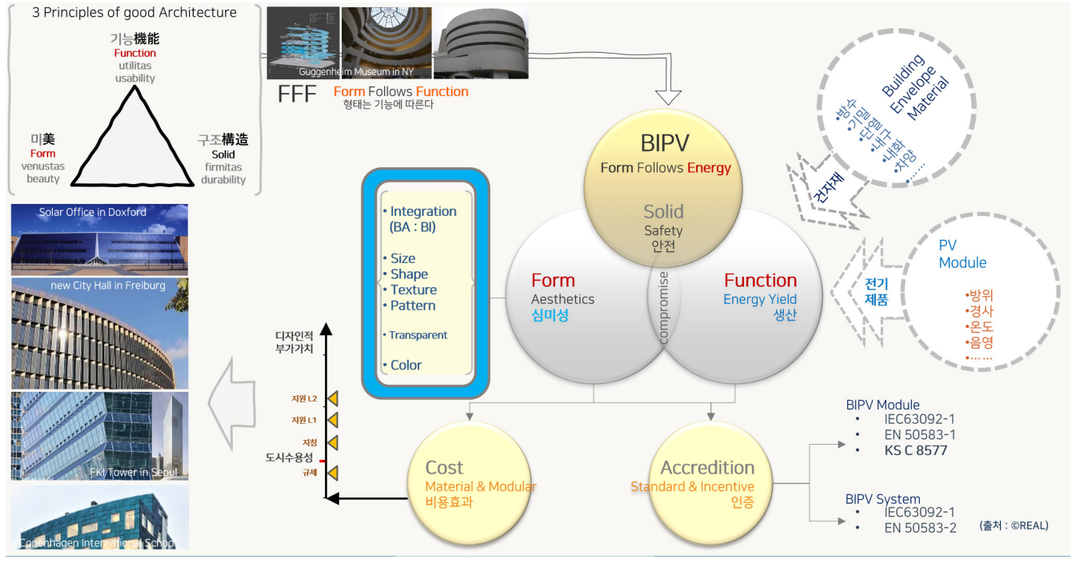


- 다음은 창호를 대체할 수 있는 투명 창호형 BIPV 모듈의 사례임
- 결정계 태양전지의 경우, 태양전지 사이에 공간을 확보하고, 후면재까지 유리와 같은 투명소재를 적용해, 부분적으로 투광성을 확보하는 개념입니다. 전후면재 모두 유리가 적용되기 때문에 GtoG 모듈로 불려지고 있음
- 박막계 태양전지는 아몰포스 실리콘과 같이, 코팅면 일부를 일정간격으로 깍아내어 투광성을 확보하는 방식과, 염료감응형이나 유기태양전지와 같이 모듈에 적용되는 소재 전부를, 투광성이 있는 재료로 적용해 투명성을 확보하는 방식으로 구분할 수 있음

[기타 유연소재형]

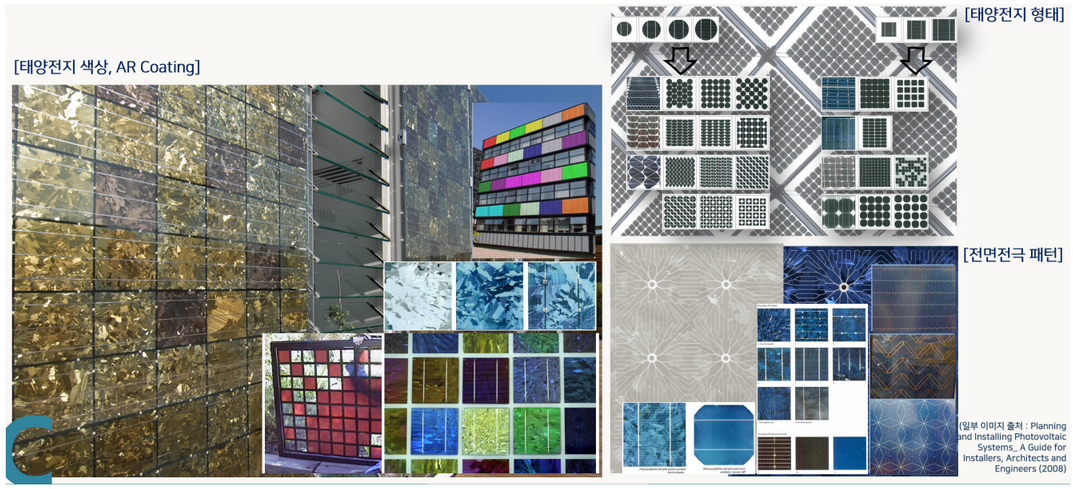


- Flexible한 유연소재용 태양전지의 사례임
- 대부분 아주 얇은 폴리머나 얇은 강판 기판위에 박막전지를 직접 코팅하거나, 필림형태로 제작해 이들 기판에 접합하는 방식
- 곡면형 외벽이나 막구조 공법 등에 적용될 수 있음
- 이외에도 정말 다양한 형태의 BIPV 모듈들이 출시되고 있으며, 그 사례는 인터넷을 통해 손쉽게 접할 수 있음

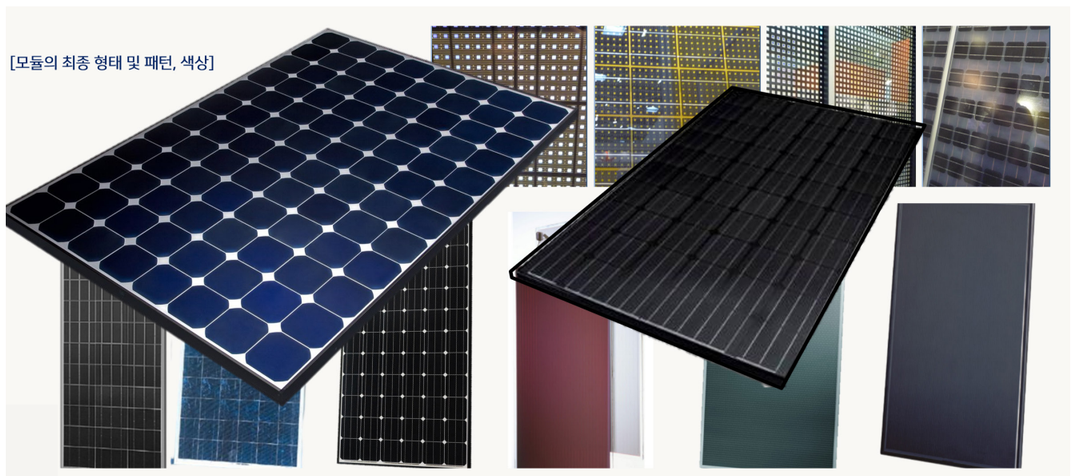


- BIPV모듈은 전기를 생산하는 전기제품의 기본특성에, 건물 외장재의 기능을 복합적으로 발휘하도록 개발되는 제품이기 때문에, 요구되는 성능과 고려요소가 매우 다양하고 복잡함
- 본 그림은 각 요구 성능들 간의 상관관계 및 해결해야 하는 각종 고려요소들을 정리한 개념도임
  건축분야에서 “훌륭한 건축물의 3대 기본원칙”으로 통용되고 있는 “구조, 기능, 미”의 3원칙에 따라 각기 필요한 핵심 고려 요소들을 열거한 것임
- 안전과 관련된 사항은 가장 기본적 필요 충족 요건입니다. 기능적 측면에서는 건자재와 전기제품의 다양한 기본 특성을 확보해야 하며, 이를 위해 다양한 기술개발과 각종 인증제도 및 지원제도를 추진해 오고 있음
- 그동안 많은 노력에도 불구하고, 아직 시장이 열리지 않고 있는 이유는 다양하지만, 그 중에서도 도시수용성과 직결되는 미적인 문제 즉 심미성 문제가 가장 큰 숙제거리 였음

BIPV 시스템 도시수용성 현안 : 심미성



- 그동안 태양광모듈의 심미성 확보를 위해 정말 다양한 기술개발과 노력을 경주해 왔음
- 태양전지의 형상과 형태를 통한 변형, 표면 전면전극의 디자인을 활용한 변화 및 다양한 색상의 태양전지 개발 등이 대표적 사례라 할 수 있음



- 비교적 최근에 출시되고 있는 어느정도 심미성을 고려한 모듈들 사례임
- 하지만 결국 많은 노력에도 불구하고 외관상 멀리서 보아도 PV모듈임을 손쉽게 인지할 수 있게되는 근본적 한계를 극복하지 못하고 있었음



- 하지만 최근 들어 새로운 개념의 컬러코팅 전면재 기술이 도입되며, 완전히 새로운 전환기를 맞이하고 있음
- 건축자재와 거의 동일한 색상, 질감, 패턴 및 외형을 제공하며, 겉모양으로 보아서는 일반 외장재와 구분이 잘 가지 않음



- 필름형태로 제공되는 또 다른 회사의 컬러코팅 전면재 관련 제품의 사례임
- 태양전지 앞단에 위치하는 유리와 같은 전면재나 봉지재에 등에 직접 코팅 또는 부착되는 형태로 적용되어 후면의 태양전지를 보이지 않게 하는 기술임
- 색상을 구현하며 태양전지가 안보이게 하는 기본 개념은 우측의 그래프를 통해 쉽게 이해하실 수 있을 것입니다.
- 태양전지의 넓은 광반응 스펙트럼 영역 중 색상과 관련되는 가시광선대 일부 영역만 반사시켜 발전과 색상을 동시에 해결하는 개념임
- 색상구현을 위한, 코팅적용으로 인해 발생하는 투과손실은 대략 10~20%의 수준이며, 이는 심미성을 위해 충분히 수용가능한 수준으로 받아들이고 있음

BIPV 전면재의 기술현황과 시사점

(BIPV Field Test Facility @REAL, 한밭대학교)

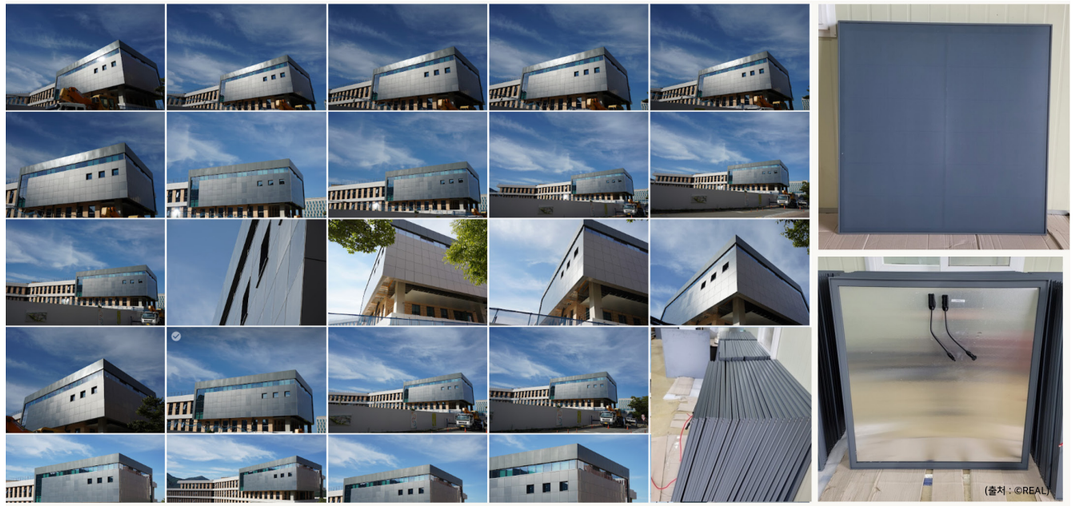


- 국내에서도 다양한 제품들이 개발, 출시되고 있음
- 초기제품이다 보니 성능 및 내구성, 안정성, 심미성 등 다양한 옥외실험을 수행하고 있는 사례임



- 본 건물은 2023년 초에 건립된 한밭대학교내 창의혁신관 신축건물임
- 남측면 일부 부위에 BIPV 적용된 사례임
- 주변의 일반 건축자재와 구분하기가 어려움
- 현재까지도 대부분의 사람들은 이것이 태양광 시스템인지, 또 이 부위에서 전기가 생산되고 있는 지를 인지하지 못하고 있음

(한밭대학교 창의혁신관 신축, Mar. 2023)



- 본 BIPV 모듈에는 컬러코팅 유리가 전면재로 적용되었으며, 후면재를 강판으로 적용해서 개발한 제품 사례임

[[한밭대학교 창의혁신관 신축, BIPV 시공방법 및 순서]]



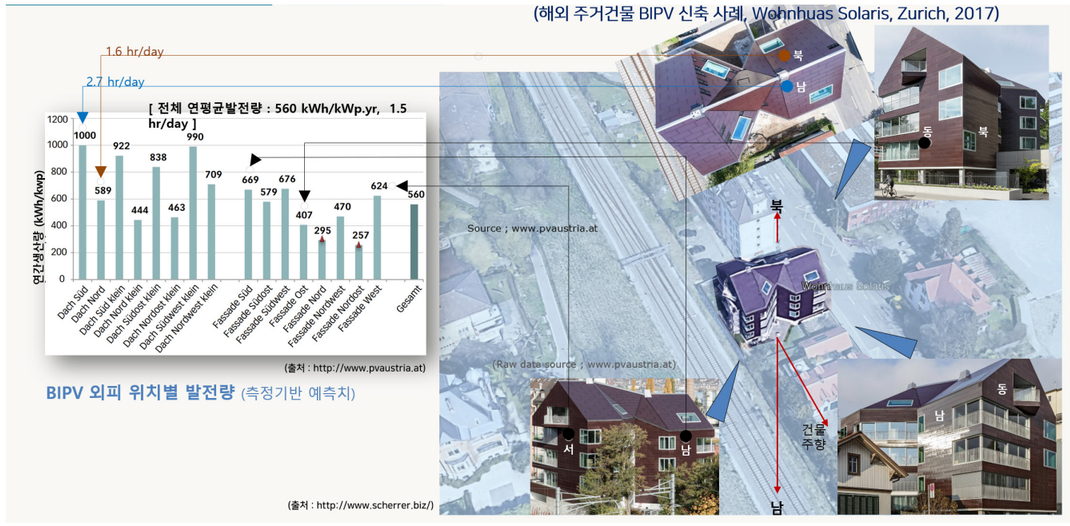
- 또한 설치공법에 있어서도 혁신적 기법이 적용되었는데, 래치를 이용한 착탈식 방식으로 아주 손쉽게 탈 부착이 가능
- 약 13kWp의 모듈을 5시간 이내에 설치 가능하며, 탈거할 경우도 모듈의 손상 전혀 없이 반나절 만에 제거가 가능한 공법임
- 실리콘 등을 사용하지 않은 오픈조인트 방식이기 때문에, 심미성과 발전성능 측면에서도 선진화된 기술이라 할 수 있음

(해외 주거건물 BIPV 신축 사례, Wohnhuas Solaris, Zurich, 2017)



- 다음은 스위스 취리히에 있는 또다른 사례
- 주거건물로 창호를 제외한 모든 방위의, 모든 외피면에 동일한 컬러 BIPV 모듈을 적용한 사례임
- 기존 건축자재와 같이 건물 전면에 걸쳐 동일하게 통일된 외관을 제공하는 BIPV 사례임

(해외 주거건물 BIPV 신축 사례, Wohnhuas Solaris, Zurich, 2017)



BIPV 외피 위치별 발전량 (측정기반 예측치)

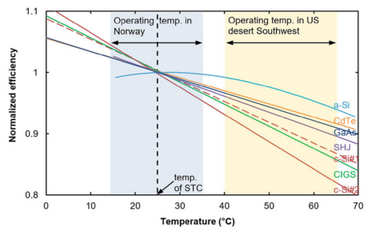
- 좌측의 그래프는 다양한 위치에 설치된 각 모듈들에서 생산된 연간 발전량을 예시한 결과
- 가장 양호한 설치조건인 남측 경사면 대비, 북측 수직면에 설치된 BIPV 모듈의 경우 약 ¼ 수준의 발전성능을 보이고 있음
- 하지만 미래의 건축물에서는 이렇듯 발전량이 떨어진다 해도, 심미성과 도시 수용성을 중시하고 가능한 모든 면에 동일 소재의 BIPV모듈, 즉 건축자재를 적용하는 사례가 점차 시장을 확대해나갈 것으로 기대하고 있음

BIPV 시스템 성능관련 설계 고려요소 : 설치각도, 온도, 음영



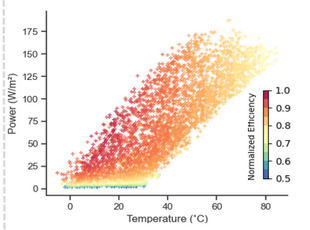
- 우선 음영의 경우 직렬로 연결되는 태양전지의 특성상 다양한 형태의 부분음영은 시스템의 전체성능 저하에 큰 영향을 미치게 됨
- 우측 그림의 사례에서 알 수 있는 상부 돌출 및 측면 돌출의 깊이가 크지 않다고 해도 계절 및 시간에 따라서는 매우 큰 음영영향을 받게됨
- 따라서 건물의 자체차양 및 다양한 돌출물, 주변 식생이나 인접건물에 의한 영향은 설계 초기단계 부터 신중히 고려될 필요가 있음

태양전지 종류별 온도계수 특성



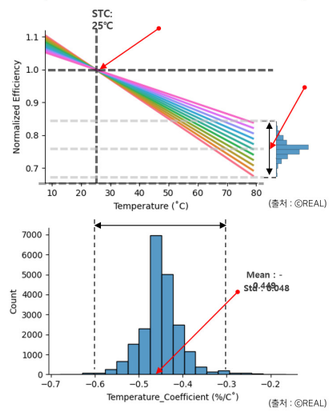
(출처 : olivier dupré, thermal behavior of photovoltaic devices physics and engineering, 2017

시판 중인 PV모듈들의 온도계수 통계분석 결과



(출처 : CEC module database (https://github.com/NREL/SAM/tree/develop/deploy/libraries))

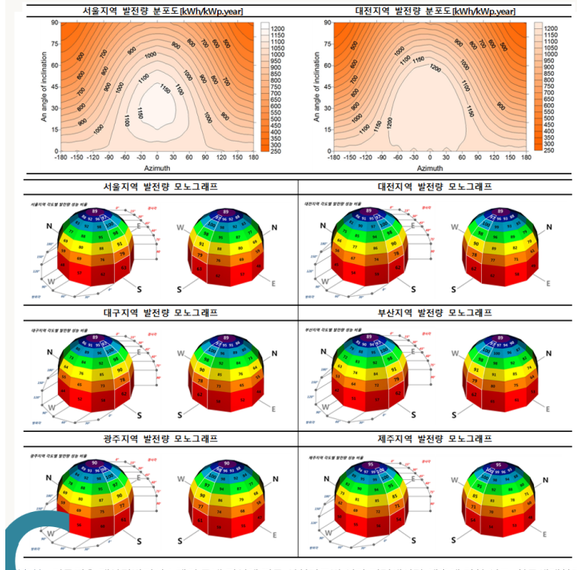
시판 중인 PV모듈들의 온도계수 통계분석 결과



(출처 : ©REAL)

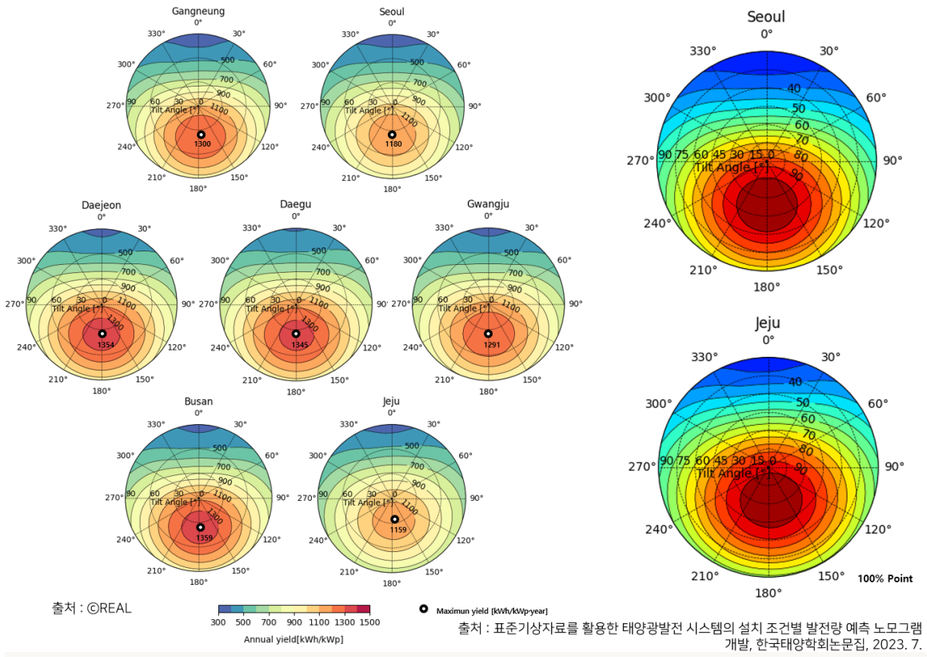
- 대부분의 태양전지는 온도가 상승하면 효율저하가 발생하며 단위 온도상승당 떨어지는 비율인 온도계수(%/°C)로 표현
- 좌측 그래프는 태양전지 유형별 온도저하 특성을 나타내는 것으로 결정계 태양전지들이 온도의 영향을 가장 크게 받으며, a-Si은 비교적 온도의 영향으로 부터 가장 작게 영향을 받음을 알 수 있음
- 우측의 자료는 현재 시판 중인 PV모듈들의 데이터베이스 이용해 통계분석한 결과임
- 온도계수는 -0.45 (%/°C)가 가장 많으며, 이때 정규화된 효율로 보면 0.75% 부근에서 피크가 나타남
- 이는 시판 중이 모듈의 대부분이 결정계 모듈이기 때문에 이들에 의한 특성으로 보면 됨

국내 지역별 설치각도별 연간 PV생산량 노모그램, 2014년



(출처 : 건물적용 태양광발전시스템의 국내 지역에 따른 설치각도별 연간 전력생산량 예측에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, Feb. 2014.)

국내 지역별 설치각도별 태양광발전량 예측 노모그램, 2023년



출처 : ©REAL

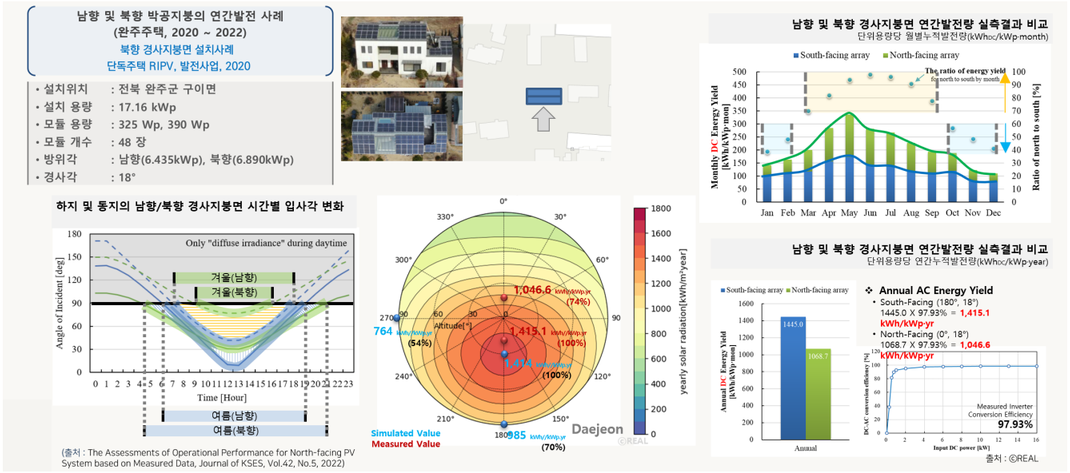
출처 : 표준기상자료를 활용한 태양광발전 시스템의 설치 조건별 발전량 예측 노모그램 개발, 한국태양학회논문집, 2023. 7.

- 다음은 BIPV 설계 고려요소 중 가장 중요한 설치각도의 문제임
- 태양광발전소와 달리 건축물에서는 최적각도로 설치하는 것이 불가하고, 건물의 조건에 따라 설치 방위와 경사각에 매우 다양하게 나타남
- 따라서 설계 초기단계에 주어진 조건에서 최적의 위치 및 설치각도를 결정하는 것이 매우 중요
- 본 슬라이드 자료는 지역별로 모든 방위각 및 경사각을 대상으로 설치조건에 따른 연간 발전량을 예측할 수 있는 노모그램임
- 좌측의 자료는 2014년에 처음 제작하여 배포한 것이며, 앞서 설명드린대로 최근 전세계 일사강도가 높아짐에 따라 새로운 기상자료를 기반으로 다시 계산한 업데이트된 노모그램이 우측의 자료임
- 설치조건에 대한 판정을 할 때 효과적으로 활용할 수 있을 것임

BIPV 시스템 성능 현안 : 설치각도 활용사례

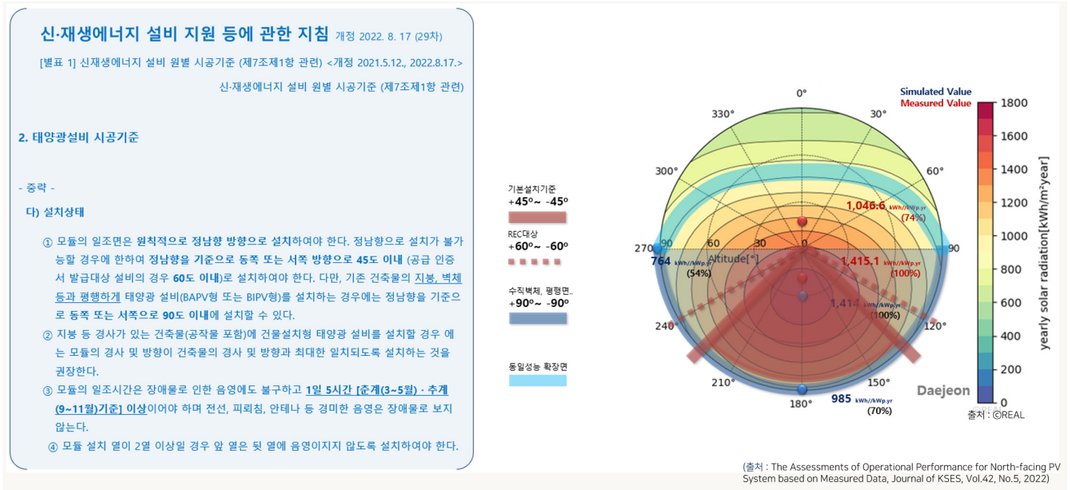


- 노모그램을 활용한 태양광 최적 설치각도의 활용사례
- 그림에 나타난 바와 같이 전북 완주에 위치한 이 주택은 남향 및 북향 모두에 약 17kWp의 태양광모듈을 설치하였으며, 이때 경사각은 18° 임



(출처 : The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022)

- 본 그림에서는 1년 이상 실측한 측정결과와 시뮬레이션 분석 결과를 보여주고 있음
- 중앙의 노모그램에서 적색은 측정값, 청색은 이론적 예측값을 나타냄, 실측치값과 이론 예측값이 큰 차이가 없이 잘 맞고 있음을 알 수 있음
- 여기서 주지할 사실은 북향으로 설치한 모듈의 경우 남측 수직벽에 설치했을 경우의 발전량 예상치 보다 오히려 조금 더 많은 양 생산을 했다는 점임
- 서측 수직벽에 설치한 경우와 비교하면 ¼ 이상 더 많은 발전한 것임
- 그동안 상식수준에서 북향으로 PV모듈을 설치하는 것에 대해 매우 부정적이었지만, 실지는 전혀 그렇지 않다는 것이 이론적으로, 또 실지 측정을 통해 입증되고 있음
- 결과적으로 본 노모그램의 등발전곡선을 잘 활용하면 최적의 설치조건을 손쉽게 결정할 수 있을 것임



(출처 : The Assessments of Operational Performance for North-facing PV System based on Measured Data, Journal of KSES, Vol.42, No.5, 2022)

- 이러한 배경에서 마지막으로 태양광설비 설치조건과 관련된 현행 기준을 대상으로 앞서의 노모그램을 활용해 개선방향을 제시한 사례를 소개
- 좌측은 현행 신재생에너지 설비지원 등에 관한 지침의 내용이며, 우측 노모그램 상에 현재 기준에서 요구하고 있는 설치조건의 경계선을 도식하였음
- 현행의 기준에서는 북향설치가 원천적으로 불가하게 되어 있음
- 앞서의 완주주택 사례에서도 입증되었듯이 일정 경사각 수준의 북향면 설치는 설치조건에서 많은 장점을 가질 수 있음
- 하늘색으로 표현된 등발전성능 등고선에서 확인할 수 있듯이 동향 또는 서향 수직으로 설치하는 조건보다 우수한 발전성능을 기대할 수 있는 영역이 북향조건에서도 매우 넓게 존재함을 알 수 있음
- 따라서 현행의 설치각도 기준에 대한 조정이 필요할 것이며, 본 노모그램은 이러한 측면에서 효과적으로 활용될 수 있을 것임

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 dupre´, 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.7 지열히트펌프 설비 기술

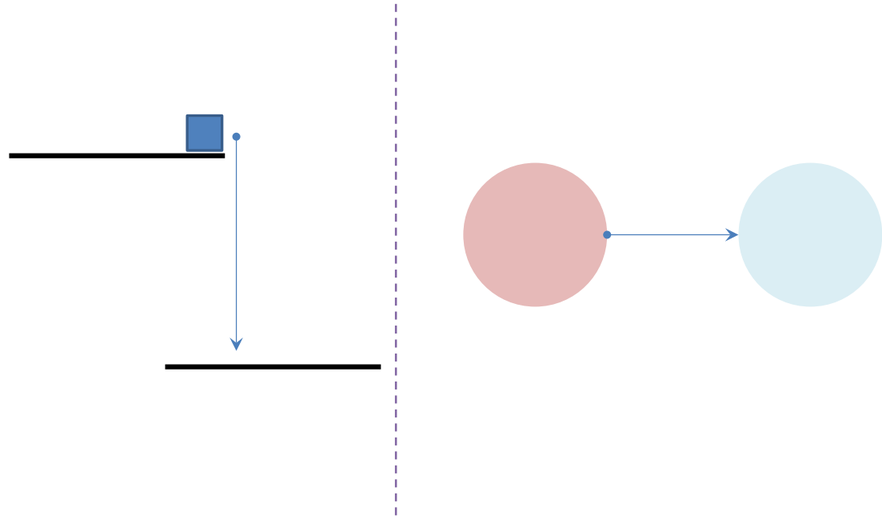
교육 목표

지열히트펌프 설비 기술

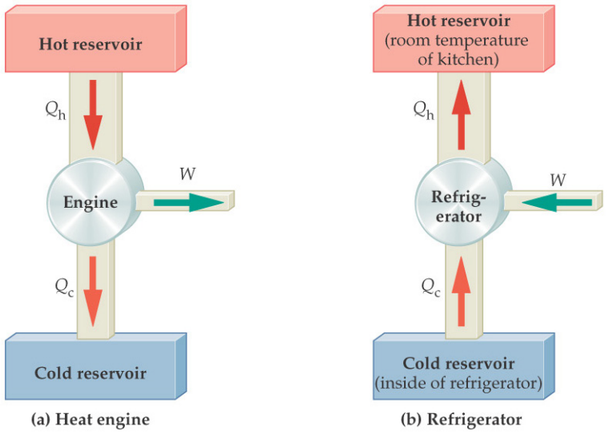
* 히트펌프의 개략적인 원리를 이해
* 지열 히트펌프의 구성 이해
* 지중열 교환기의 종류 이해
* 지중열 교환기 주변 물리 현상 이해
* 지열 히트펌프에서 지중열교환기에 따른 영향
* 지중열 교환기 설계 방법

1 지열 히트펌프 원리

Water pump & Heat pump



An example of EHP

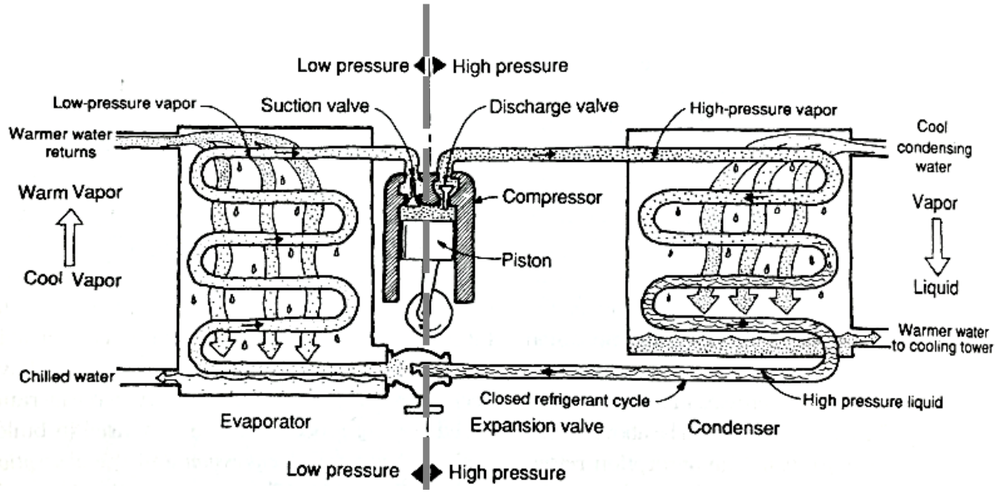


$$Q_h = Q_c + W$$

More heat is exhausted to the kitchen than is removed from the refrigerator

What is the COP?

Electric Heat Pump (summer case)

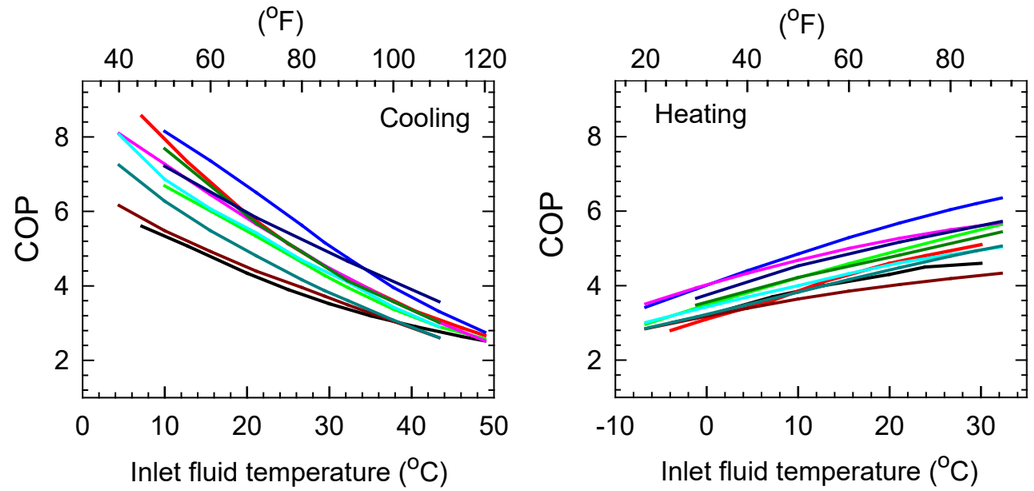


Q. 냉매 양측의 온도는?

실내 (ex. 25℃)

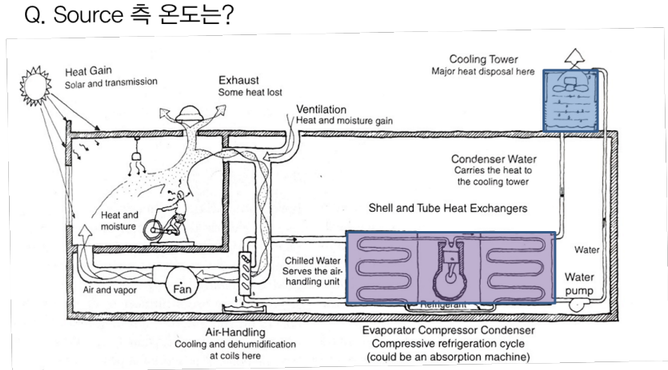
실외 (ex. 35℃)

COP in GCHP vs. EHP

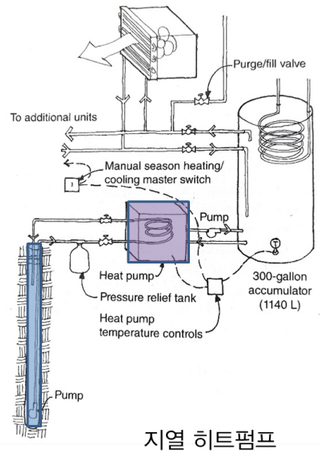


냉각탑 대신 지열히트펌프

Q. Source 측 온도는?



냉각탑과 결합된 일반적인 히트펌프



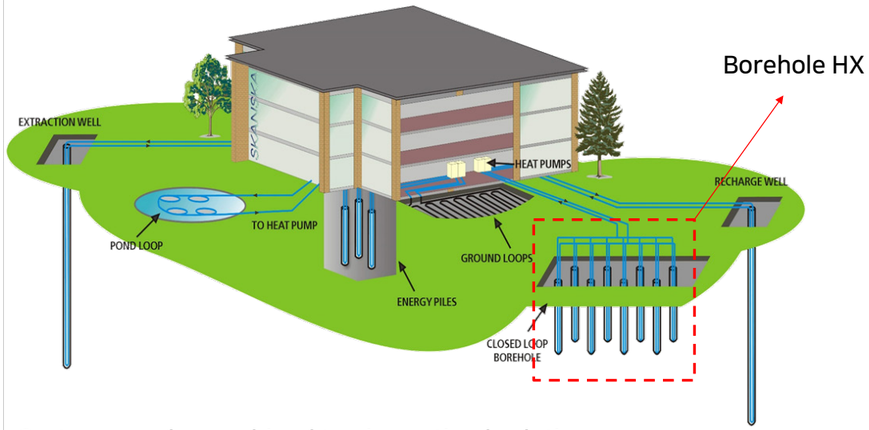
지열 히트펌프

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

지중열교환기 종류



Systems can be combined to give optimal solution
Adopted system will depend on the local geology, geography and geometry

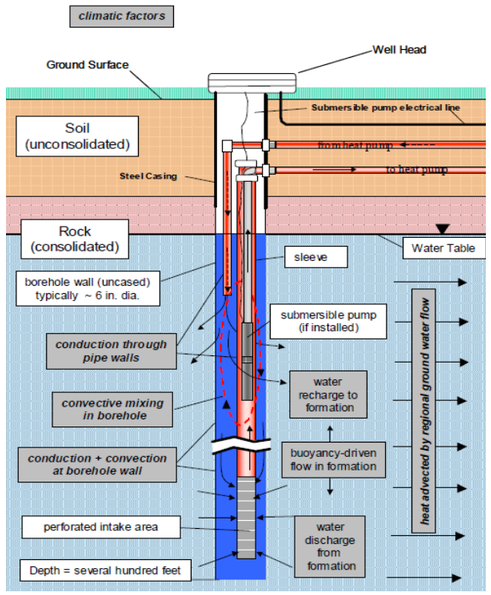
SCW

Configuration
- 500m deep
- 12-15m away from others
- Typically X6 (vs. BHE)

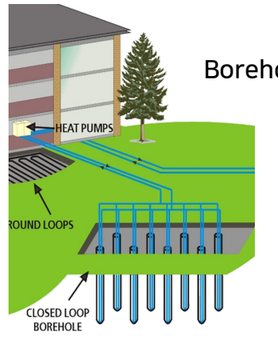
Direct contact
- Higher heat transfer rate

Well field size is smaller
- Fewer wells required

Difficult in sizing



보어홀 지중열교환기 시공



Drilling



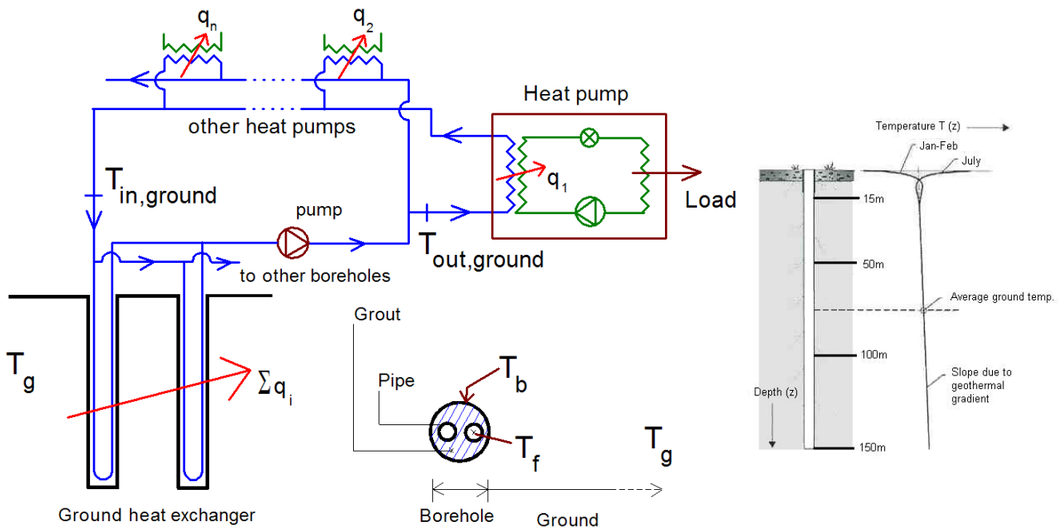
U-pipe



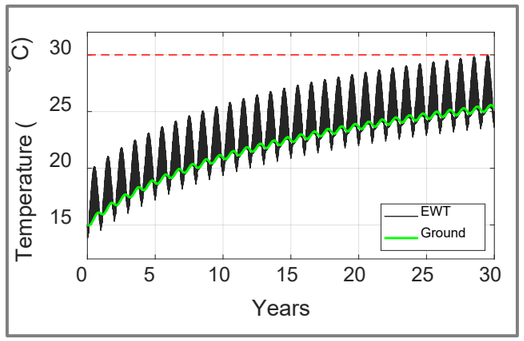
Grouting

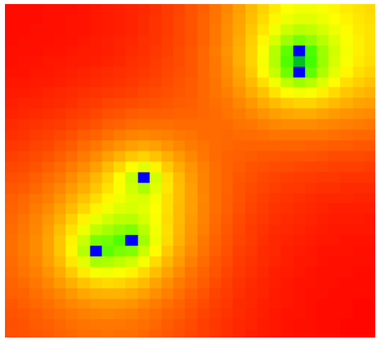


보어홀 지열히트펌프 시스템



지중 온도변화 with BHEs





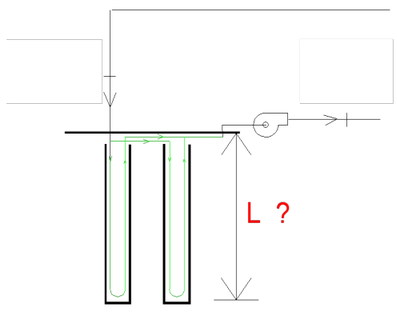
참고 서적 및 사이트

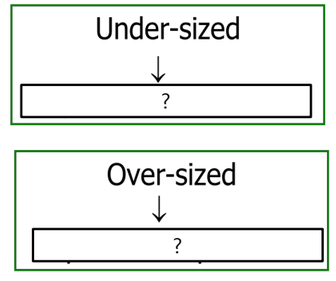
1. https://www.tccmaterials.com/product/tenon-thermaseal-geothermal-grout/
2. https://www.changeenvironmental.com/project/geothermal-design/
3. https://www.profs.polymtl.ca/michel.bernier/Open_geo.html

3 지열히트펌프의 설계

적합한 설계란?

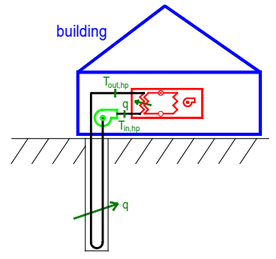
- To size (determine the length) properly:

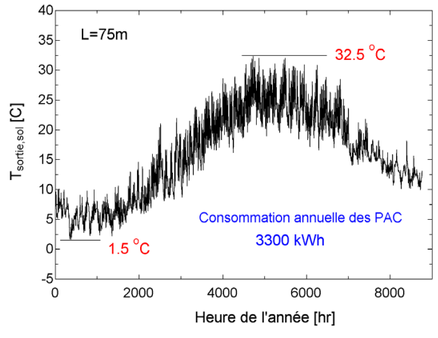


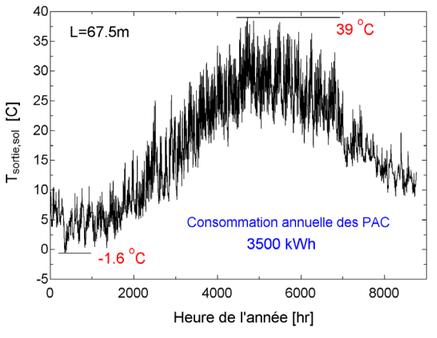


히트펌프의 Source측 부하 – 지중부하
Acceptable Temp. to HP

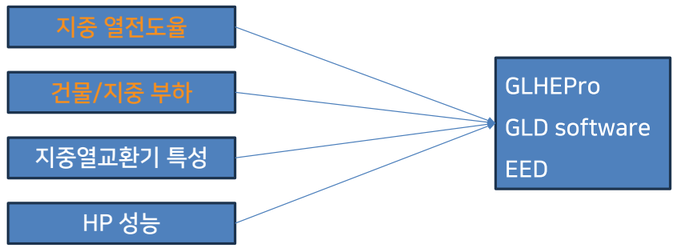
Impact of the length of GHX



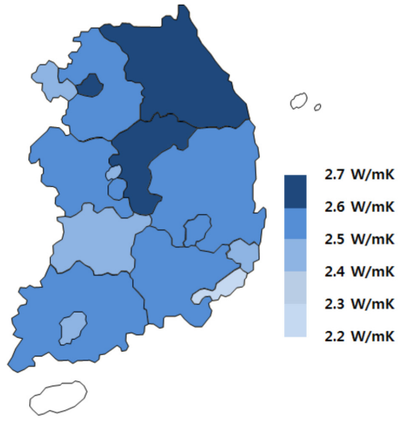


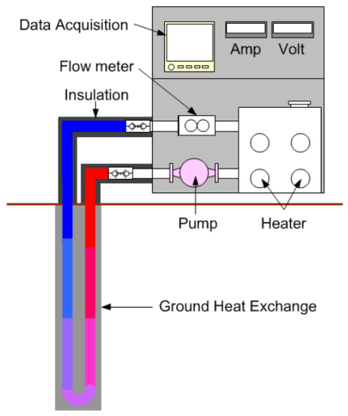


설계 입력값

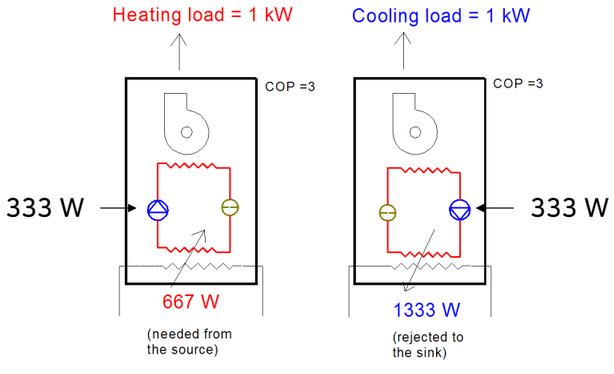


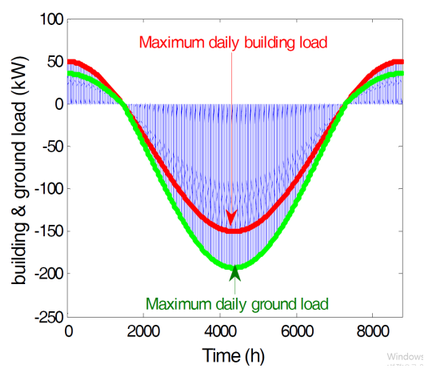
지중 열전도율





지중부하





설계 프로세스

- 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

3. 지열 교환기 길이 산정

본 연구에서는 ASHRAE에서 제안한[8] 길이 산정 방법을 택하였고 이에 따라 필요한 총 지열 교환기 길이 L은 다음 식으로 표현 된다:

$$L = \frac{q_h R_b + q_y R_{10y} + q_m R_{1m} + q_h R_{6h}}{(T_g + T_p) - T_m} \quad (4)$$

T_p는 다수의 지열 교환기에 의한 열 중첩을 고려한 가중치를 나타낸다. ASHRAE에서 제안하는 T_p는 케이스 스터디로 얻어진 근사 값만을 제공하므로 본 연구에서는 Bernier et al.[9]에 의해 제안된 g-function을 이용한 상세 계산 방식을 택하였다:

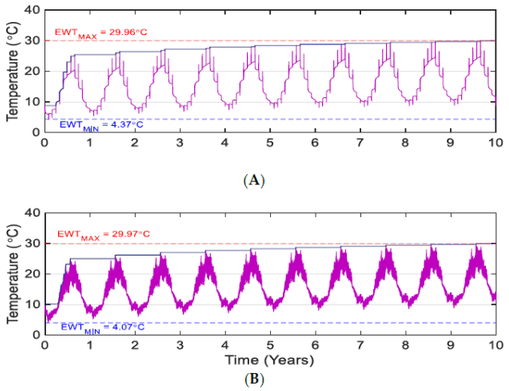
$$T_p = \frac{q}{2\pi k_s} \times g_{n,1}(t/t_s, B/H, \Omega) \quad (5)$$
$$g_{n,1} = g_n(t/t_s, B/H, \Omega) - g_1(t/t_s)$$

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_y)를 계산한다.
(2) 지중 및 지열 교환기의 파라미터로부터 필요한 열 저항(R_b, R_{6h}, R_{1m}, R_{10y})을 계산한다.
(3) 우선 식(4)에서 $T_p = 0$(단일 지열 교환기)로 가정한 후 초기 전체 길이 L을 계산한다.
(4) 대상 지역의 상황을 고려하여 초기 L로부터 초기 $H_{initial}$, 필요한 지열 교환기 수 n, 지열 교환기 배열 간격 등을 선택한다.
(5) 식(5)로부터 연평균 지중 부하 q_y와 지열 교환기 배치(n, B)를 고려한 10년 후의 g-function값을 이용하여 T_p를 계산하고 이로부터 다시 L을 계산한다.
(6) H의 함수인 T_p로부터 계산된 L과 $H \times n$값이 동일해질 때까지 H를 값을 변경하면서 과정(5)을 반복하고 필요시 과정(4)에서 지열 교환기의 수와 배열을 변경한다.

경계조건에 따른 지열 응답 함수의 차이가 수직형 지열 교환기 길이 산정에 미치는 영향, 2014, 설비공학논문집

Sizing 방법 1

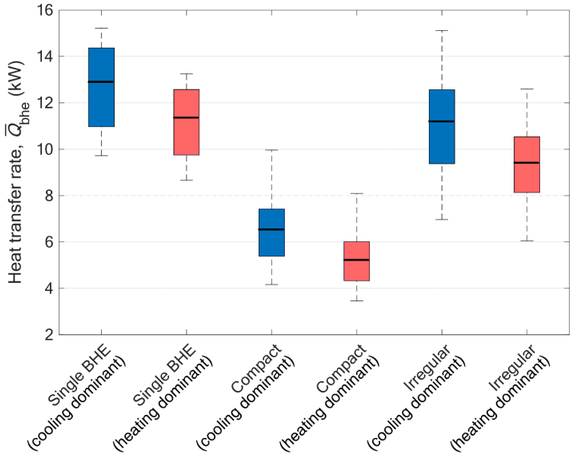


GLHEPRO, GLD

트랜시스+opt

Figure 5. Simulation results for the EWTs (**A**: GLHE; **B**: DST and TRNOPT).

Sizing 방법 2



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

B.8 연료전지 설비 기술

교육 목표

연료전지의 개요

* 연료전지의 탄생 및 개발과정에 대한 이해
* 연료전지의 기본 구성에 대한 이해

연료전지의 열역학적 이해

* 연료전지의 원리에 대한 열역학적 이해
* 연료전지의 발전효율에 대한 이론적 이해

연료전지의 건물분야 적용

* 연료전지에 사용되는 수소 생산 방식에 대한 이해
* 건물분야 적용에 대한 이해

1 연료전지(Fuel Cell)의 역사 및 구성

연료전지의 역사

- 연료전지는 전기를 생산하는 것이 목표
- 기존 전기생산 방식은 연료를 연소시켜서 얻어진 열을 이용해 스팀으로 터빈을 돌리는 방식
- 연료전지는 연료를 화학적으로 반응을 일으켜 에너지를 전기나 열로 변환시키는 친환경적 방식, 발전 효율도 높은 편

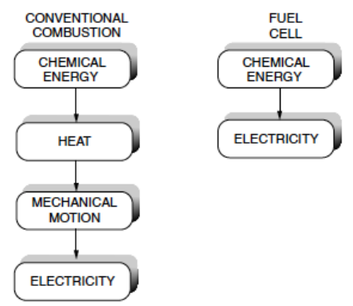


Figure 4.25 Conversion of chemical energy to electricity in a fuel cell is not limited by the Carnot efficiency constraints of heat engines.

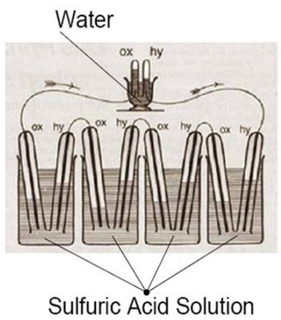
- 200여년 전 1800년대 William Robert Grove의 연료전지 발견
- 전기를 화학적으로 발전시키는 방법을 발견
- 수소와 산소를 반응시켜 전기를 얻을 수 있지 않을까(전기분해의 역)를 실험적으로 증명
- Gas voltaic battery 로 불림

First Fuel Cell

Sir William Robert Grove, (11 July 1811 – 1 August 1896) was a Welsh judge and physical scientist. He invented the first fuel cell in 1839.



Grove's 1839 gas voltaic battery diagram



Copyright 2014 by Noriko Hikosaka Behling

- 50여년 후 미국의 가스 사업자들{Ludwig Mond와 Charles Langer)이 연료전지를 상업적으로 활용하려고 생각
- 상업적으로는 성공하지 못하였음

Ludwig Mond and Charles Langer (1889)

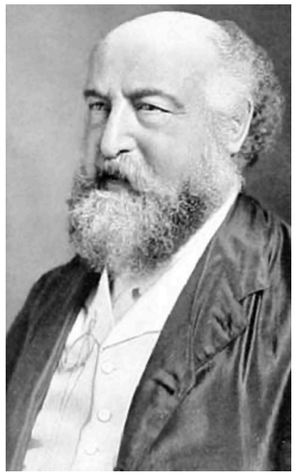
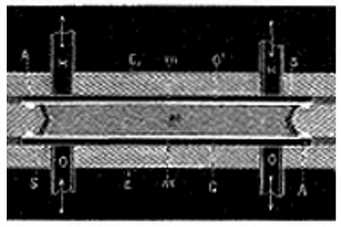
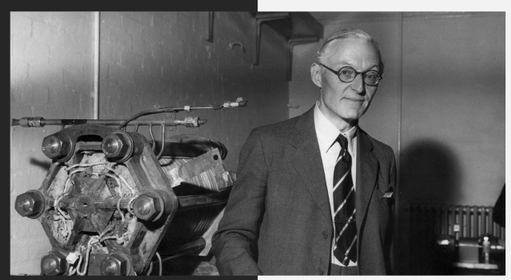


FIG. 1.



- 상용화 가능성을 보여준 사람은 Francis Bacon.
- 1932년에 알카라인 연료전지 개발, 현재 주로 사용하는 연료전지와는 다름, 추후에 우주개발에 사용

Francis T. Bacon (1932) – First practical fuel cell



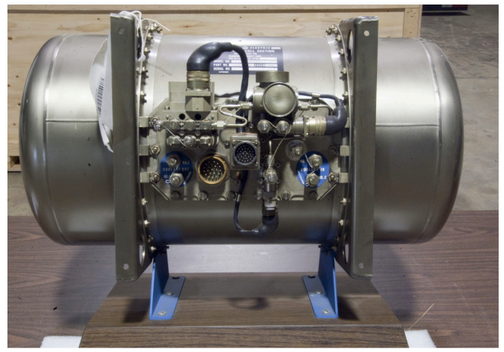
- 일반적인 건물, 폭넓게 사용할 연료전지 (PEM) 개발
- 작동온도가 낮아서 일상생활에서도 안전하게 사용가능– 자동차, 건물

General Electric (1950) – Proton Exchange Membrane (PEM) Fuel cell



- 알칼라인 연료전지– Gemini 프로젝트에 사용, 전기를 얻고 물을 생산

Fuel cell for NASA's Gemini series (1960s)



- 연료전지가 일상생활에 사용되어지며 90년대 이후로 건물, 발전용으로 사용가능해짐(우리나라)



Fuel cell for buildings (1990 ~)

연료전지의 구성

- 연료전지 셀 하나를 도식화– 구성은 단순하며 이해가 쉬운 반응임
- 좌측 수소가 들어가는 부분, 촉매가 있음
- 수소를 분해해서 두개의 수소 양이온과 두개의 전자로 분리됨
- 오른쪽 반응동으로 움직이기 전 수소 양이온 2개만 이동시키는 막을 통과함
- 전자는 외부로 연결된 전선을 통해 이동하며 전기 생성
- 우측의 촉매는 주변으로부터 산소를 공급받아서 산소와 수소 양이온을 반응시킴– 물을 생성
- 에너지의 변화 중 일부가 전기로, 나머지는 열로 방출됨

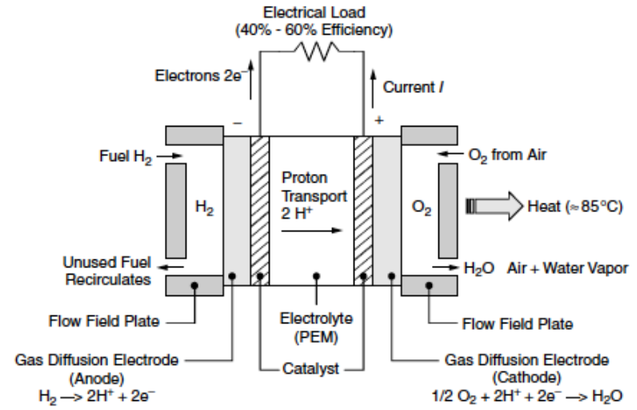
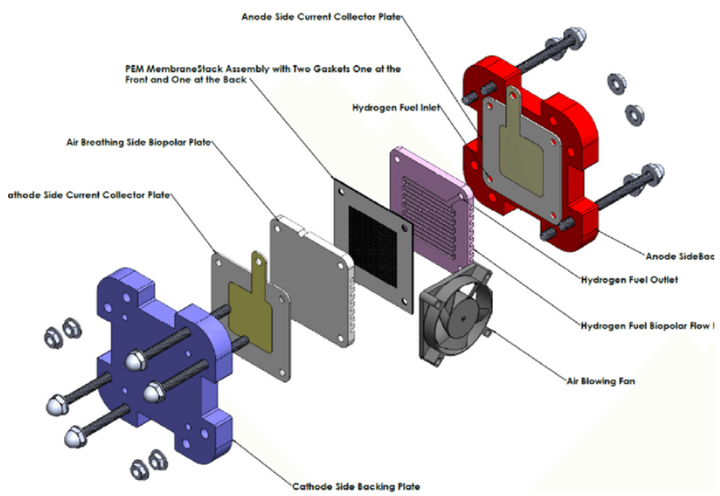


Figure 4.26 Basic configuration of a proton-exchange membrane (PEM) fuel cell.

- 기술적으로 난해한 부분은 membrane
- 수소 양이온을 얼마나 많이 이동시킬 수 있는지, 각각의 반응 위치에서 빠르게 일어나느냐하는 촉매 기술이 핵심



- 전압은 셀 하나당 1V 내외로 적음
- 따라서 셀을 여러 겹 쌓아서(stack) 원하는 전압과 전류를 얻음



연료전지의 종류

- 알코올 사용하는 DMFC
- 우주계획에 사용되는 AFC
- 발전용, 발전소 지을 때 사용하는 SOFC
- 건물분야 사용에는 작동온도가 중요함, 따라서 작동온도가 50-90내외의 PEM 사용
- 촉매는 백금이 많이 사용됨
- 상용화된 연료전지의 60%는 PEM FC

TABLE 4.7 Essential Characteristics of Different Types of Fuel Cells

Characteristic	Type of Fuel Cell[a]					
	PEMFC	DMFC	AFC	PAFC	MCFC	SOFC
Electrolyte	Proton exchange membrane	Proton exchange membrane	Potassium hydroxide (8–12N)	Phosphoric acid (85–100%)	Molten carbonates (Li, K, Na)	Solid oxide (ZrO_2–Y_2O_3)
Operating temperature	50–90°C	50–90°C (≤ 130°C)	50–250°C	180–200°C	650°C	750–1050°C
Charge carrier	H^+	H^+	OH^-	H^+	CO_3^{2-}	O^{2-}
Electrocatalyst	Pt	Pt	Pt, Ni/NiO_x	Pt	Ni/$LiNiO_x$	Ni/Perovskites
Fuel	H_2 (pure or reformed)	CH_3OH	H_2	H_2 (reformed)	H_2 and CO reformed and CH_4	H_2 and CO reformed and CH_4
Poison	CO > 10 ppm	Adsorbed intermediates	CO, CO_2	CO > 1% H_2S > 50 ppm	H_2S > 0.5 ppm	H_2S > 1 ppm
Applications	Portable, transportation	Portable, transportation	Space	Power generation, cogeneration, transportation	Power generation, cogeneration	Power generation, cogeneration

[a] PEMFC, proton exchange membrane fuel cell; DMFC, direct methanol fuel cell; AFC, alkaline fuel cell; PAFC, phosphoric acid fuel cell; MCFC, molten-carbonate fuel cell; SOFC, solid-oxide fuel cell.
Source: Srinivasan et al. (1999).

참고 서적 및 사이트

1. Renewable and Efficient Electric Power Systems, Gilbert M. Masters, 2nd Ed., Wiley, 2013

2 연료전지의 열역학적 이해

연료전지의 열역학적 이해

- Exothermic process 발열반응
- Endothermic process 흡열반응
- 엔탈피는 물질이 가지는 총 에너지
- 생성엔탈피, 물질이 생성될 때 나타나는 에너지의 변화량
- 엔트로피는 화학적 반응의 가역성/비가역성 판단에 사용
- 가역성을 가지는 에너지의 양, 열-일 변경해도 에너지 변화량이 없음
- 표준조건- 표준온도와 압력
- 화학반응의 물질양을 몰수로 표현
- 몰 질량으로 몰수를 질량으로 변환가능

Important terms

- Exothermic process
- Endothermic process
- Enthalpy [kJ/mol]
- Enthalpy of formation [kJ/mol]
- Entropy [kJ/mol-K]
- Free energy [kJ/mol]
- Standard Temperature and Pressure (STP): 25ºC and 1.0 atm
- Avogadro's number (N) : 6.022 X 10^{23} [molecules/mol]
- Molar mass [g/mol]

TABLE 4.6 Enthalpy of Formation $H°$, Absolute Entropy $S°$, and Gibbs Free Energy $G°$ at 1 atm, 25°C for Selected Substances

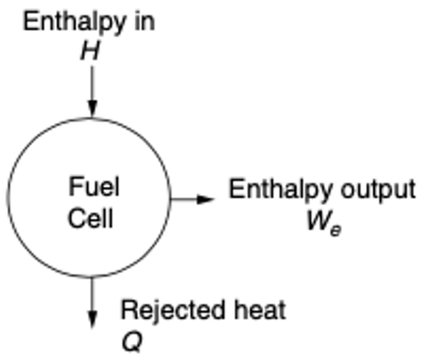
Substance	State	$H°$ (kJ/mol)	$S°$ (kJ/mol-K)	$G°$ (kJ/mol)
H	Gas	217.9	0.114	203.3
H_2	Gas	0	0.130	0
O	Gas	247.5	0.161	231.8
O_2	Gas	0	0.205	0
H_2O	Liquid	−285.8	0.0699	−237.2
H_2O	Gas	−241.8	0.1888	−228.6
C	Solid	0	0.006	0
CH_4	Gas	−74.9	0.186	−50.8
CO	Gas	−110.5	0.197	−137.2
CO_2	Gas	−393.5	0.213	−394.4
CH_3OH	Liquid	−238.7	0.1268	−166.4

- 연료전지에서 사용되는 물질- 수소, 산소, 물, 탄소, 메탄, 일,이산화탄소, 알코올 등
- 표준 조건 하에서의 상태, 생성엔탈피, 양수는 흡열, 음수는 발열반응

이론적 최대발전효율



- 연료전지의 에너지밸런스



$$\text{Anode:} \quad H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$$

$$\text{Cathode:} \quad \tfrac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$$

$$H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + Q$$

- 왼쪽은 수소가 양이온과 전자로 분리, 전자는 외부 전선을 이동하며 전기 생성
- 오른쪽은 산소가 수소 양이온 및 전자와 반응해 물이 생성
- 연료전지의 효율은 넣어준 에너지 대비 생성된 전력을 나타냄
- 넣어준 에너지는 반응의 엔탈피 변화량임
- 이론적인 최대 발전량은 자유에너지의 변화량

*** 연료전지의 최대 이론적 발전효율 ($\eta_{\max}$)**

$$\eta_{\max} = \frac{\Delta G}{\Delta H}$$

" The ratio of Gibbs free energy to the enthalpy change of the above process "

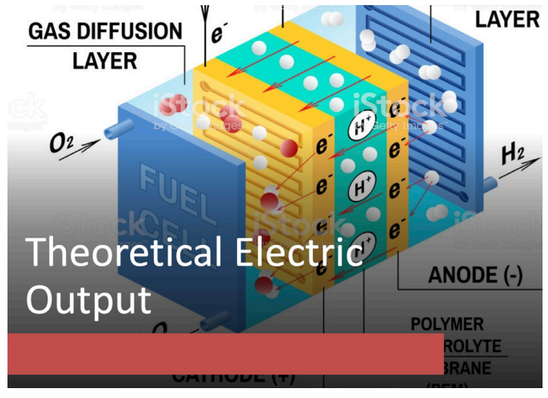
- 얻어지는 엔탈피 변화량은 생성물의 엔탈피 총합에 반응물에서 얻어지는 엔탈피 총합의 차(발열반응)
- 생성물의 자유에너지와 반응물의 자유에너지의 차
- 발전효율은 83%(이론적 수치)
- 실제 발전효율은 이론적 최대 효율의 50-60%정도임

$$H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol of } H_2$$

$$\Delta G = -237.2 - (0 + 0) = -237.2 \text{ kJ/mol}$$

$$\eta_{\max} = \frac{\Delta G}{\Delta H} = \frac{-237.2 \text{ kJ/mol}}{-285.8 \text{ kJ/mol}} = 0.830 = 83.0\%$$

이론적 전력량



*** 연료전지의 이론적 전류**

$$I(\text{A}) = n\left(\frac{\text{mol}}{\text{s}}\right) \cdot 6.022 \times 10^{23}\left(\frac{\text{molecules } H_2}{\text{mol}}\right) \cdot \frac{2 \text{ electrons}}{\text{molecule } H_2} \cdot 1.602 \times 10^{-19}\left(\frac{\text{coulombs}}{\text{electron}}\right)$$

$$I(\text{A}) = 192,945n$$

*** 연료전지의 이론적 전력**

$$P(\text{W}) = 237.2(\text{kJ/mol}) \times n(\text{mol/s}) \times 1000(\text{J/kJ}) \cdot \frac{1 \text{ W}}{\text{J/s}} = 237,200n$$

* 연료전지의 이론적 전압

$$V_R = \frac{P(\mathrm{W})}{I(\mathrm{A})} = \frac{237{,}200n}{192{,}945n} = 1.229\ V$$

- 사용되는 단위 및 상수

q = charge on an electron = 1.602×10^{-19} coulombs
N = Avogadro's number = 6.022×10^{23} molecules/mol
v = volume of 1 mole of ideal gas at STP = 22.4 liter/mol
n = rate of flow of hydrogen into the cell (mol/s)
I = current (A), where 1 A = 1 coulomb/s
V_R = ideal (reversible) voltage across the two electrodes (volts)
P = electrical power delivered (W)

참고 서적 및 사이트

1. Renewable and Efficient Electric Power Systems, Gilbert M. Masters, 2nd Ed., Wiley, 2013

3 연료전지의 건물분야 적용

연료전지의 건물분야 적용

- 연료는 수소, 수소를 얻는 방식이 중요함
- 수소 생산 방식에 따라 좋은 기술이 될 수도 있고, 환경에 영향을 줄 수도 있음



Thermochemical Process

- 가장 많이 사용되는 방식, gas reforming 방식
- 메탄을 이용하여 수소가스를 만드는 방식
- 메탄을 고온고압에 수증기와 반응시키면 수소와 이산화탄소를 얻음
- 석탄, 혹은 바이오매스에서 수소 추출 가능
- Gas reforming 방식은 온실가스 절감에 큰 도움이 안될 수 있음(그레이 수소)

Some thermal processes use the energy in various resources, such as natural gas, coal, or biomass, to release hydrogen from their molecular structure. In other processes, heat, in combination with closed-chemical cycles, produces hydrogen from feedstocks such as water. Learn more about the following thermochemical processes:

* Natural gas reforming (also called steam methane reforming or SMR)
* Coal gasification
* Biomass gasification
* Biomass-derived liquid reforming
* Solar thermochemical hydrogen (STCH).

Electrolytic processes

- 물을 전기분해하면 수소를 얻을 수 있음(청정한 수소, 블루 수소)

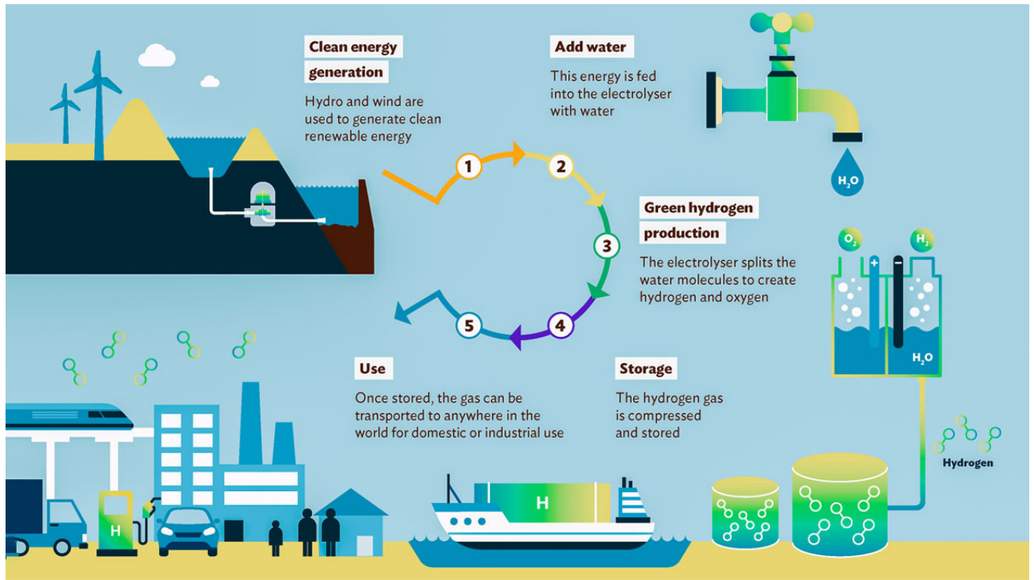
Electrolyzers use electricity to split water into hydrogen and oxygen. This technology is well developed and available commercially, and systems that can efficiently use intermittent renewable power are being developed. Learn more about electrolysis.

Direct solar water splitting processes

- 물에 햇빛을 쬐어 촉매반응을 일으켜 수소를 발생시키는 기술(실험적 단계이나 태양광을 사용한다는 점에서 발전가능성이 높은 기술)

Direct solar water splitting, or photolytic, processes use light energy to split water into hydr ogen and oxygen. These processes are currently in the very early stages of research but offer long-term for sustainable hydrogen production with low environmental impact. Learn more about the following solar water splitting processes:

* Photoelectrochemical (PEC)
* Photobiological.



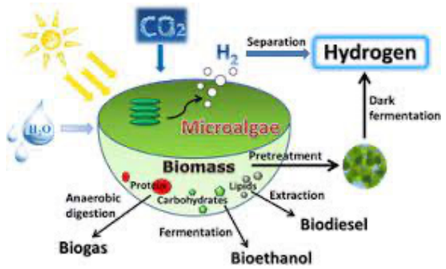
- 신재생에너지를 통해서 얻어진 전력을 이용해 물을 전기분해하여 수소를 생성하고, 이를 저장하여 사용함
- 자연에너지를 수소 형태로 이동, 저장하여 사용하는 방식
- 이산화탄소 생성되지 않아 그린 수소로 불림

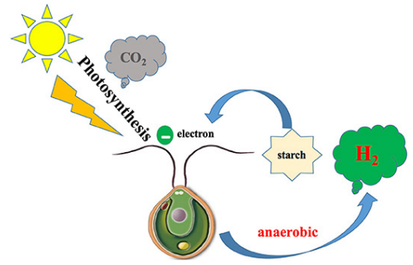
Direct solar water splitting processes

- 수소를 발생시키는 미생물을 활용하는 기술도 연구되고 있음
- 약간의 이산화탄소가 발생해 블루 수소로 불림

Microbes such as bacteria and microalgae can produce hydrogen through biological reactions, using sunlight or organic matter. These technology pathways are at an early stage of research, but in the long term have the potential for sustainable, low-carbon hydrogen production. Learn more about the following biological processes:

* Microbial biomass conversion
* Photobiological.





Steam-methane reforming

- 현재 상용화된 연료전지는 도시가스, 메탄가스를 공급받아서 고온고압의 수증기와 반응하여 수소를 얻음
- 일산화탄소가 1차로 생성되고 이를 다시 수증기와 반응시켜 이산화탄소가 생성됨
- 수소를 얻는 현실적인 방법이나 이산화탄소 발생량이 많아(수소 1kg생성에 이산화탄소 9kg발생) 제약점이 있음

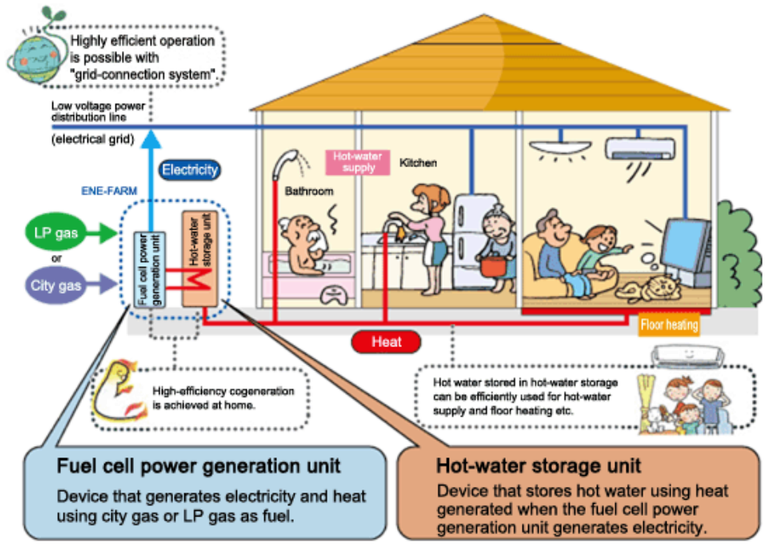
A mature production process in which high-temperature steam (700°C–1,000°C) is used to produce hydrogen from a methane source, such as natural gas. In steam-methane reforming, methane reacts with steam under 3–25 bar pressure
(1 bar = 14.5 psi) in the presence of a catalyst to produce hydrogen, carbon monoxide, and a relatively small amount of carbon dioxide. Subsequently, in what is called the "water-gas shift reaction," the carbon monoxide and steam are reacted using a catalyst to produce carbon dioxide and more hydrogen. In a final process step called "pressure-swing adsorption," carbon dioxide and other impurities are removed from the gas stream, leaving essentially pure hydrogen. Steam reforming can also be used to produce hydrogen from other fuels, such as ethanol, propane, or even gasoline.

Steam-methane reforming reaction
$CH4 + H2O (+ heat) \rightarrow CO + 3H2$

Water-gas shift reaction
$CO + H2O \rightarrow CO2 + H2 (+ small amount of heat)$

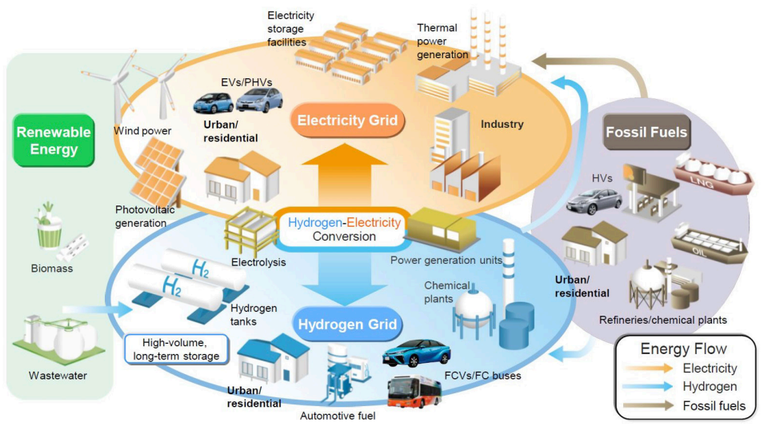
연료전지의 건물분야 적용

- 그린 수소를 생성한다는 가정하에 이를 연료전지에 사용, 건물에 사용하는 것이 목표
- 연료전지에 부산물로 발생하는 열은 건물 난방 및 급탕에 사용가능
- 에너지활용효율이 전기는 40-50% 열효율은 40%내외로 좋은 열병합 기술이 될 수 있음

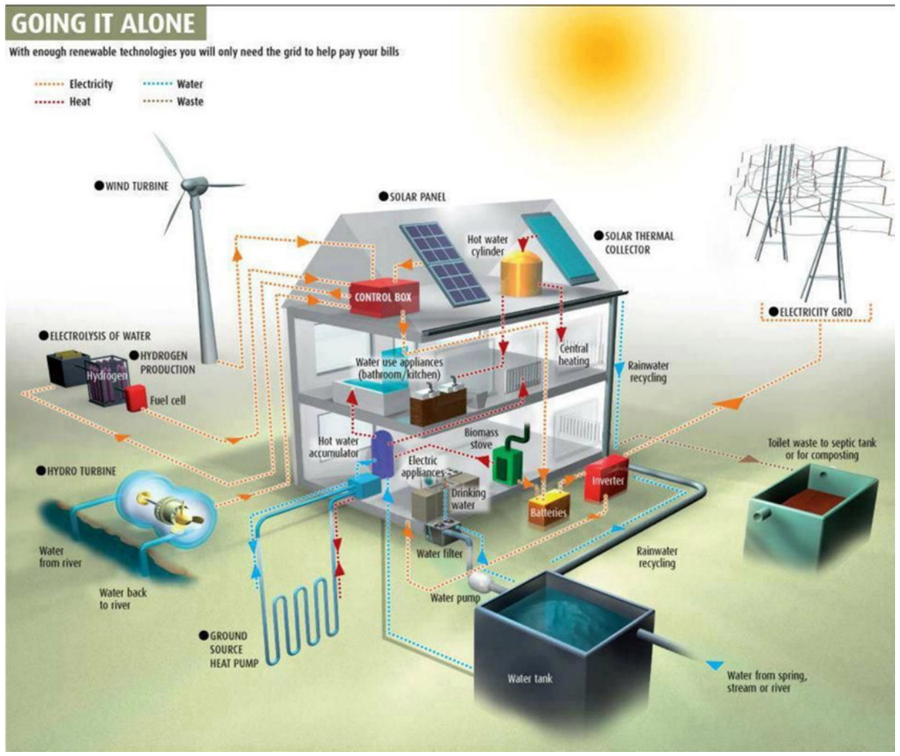


- 수소 경제
- 신재생에너지 보급, 수소도 공급망을 확충하여 기존의 에너지 공급망, 수소 공급망, 신재생 공급망이 유기적으로 연계되어 활용되는 방법

Hydrogen Economy



- ZEB 실현에 사용되는 핵심기술로 연료전지도 하나의 역할을 할 수 있음



참고 서적 및 사이트

1. Renewable and Efficient Electric Power Systems, Gilbert M. Masters, 2nd Ed., Wiley, 2013

B.9 기밀 확보 설계 및 시공기술

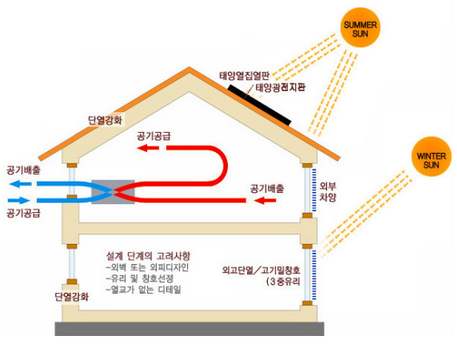
교육 목표

기밀 확보 설계 및 시공기술

* 기밀층의 필요성 이해

1 기밀 시공의 이론 및 이해

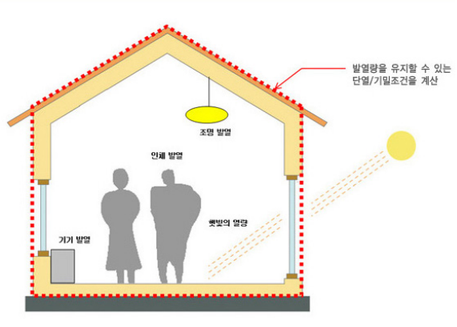
패시브하우스의 구성요소



- 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



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

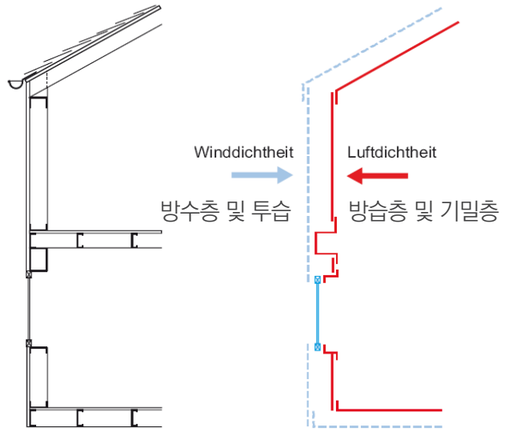
▶ 창 및 문의 접합부 기밀성능 강화 조치

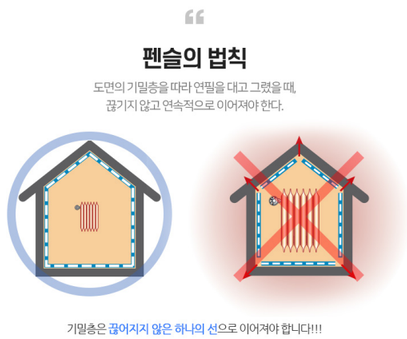
- 기밀성능 강화 조치의 적용
  - 창 및 문 등 개구부와 구조체의 접합부위(개구부 둘레)에 기밀테이프, 팽창테이프 또는 탄성도막(가변형방습) 제품을 채택한 경우 기밀성능 강화 조치를 적용한 것으로 인정하며, 기밀성능 강화 제품은 개구부 및 구조체의 변화에 탄성적으로 대응이 가능해야 함
  - 기밀성능 강화 조치를 위해 외기에 직접 면하는 개구부(거실의 창 및 문)의 둘레에 적용하는 제품은 공기투과성 및 투습성이 낮은 제품을 채택하여야 하며, KS F 2607(건축재료의 투습성 측정방법)에 따른 등가공기층두께(Sd)가 2m를 초과하는 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

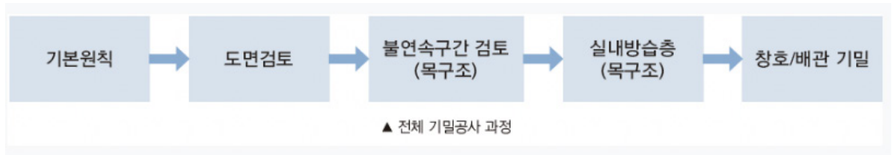
※ 기밀성능 강화조치 적용비율 = (외기에 직접 면한 거실의 창 및 문 중 기밀성능 강화 조치가 적용된 창 및 문의 면적의 합계 / 외기에 직접 면한 거실의 창 및 문의 면적의 합계) × 100(%)

  - 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

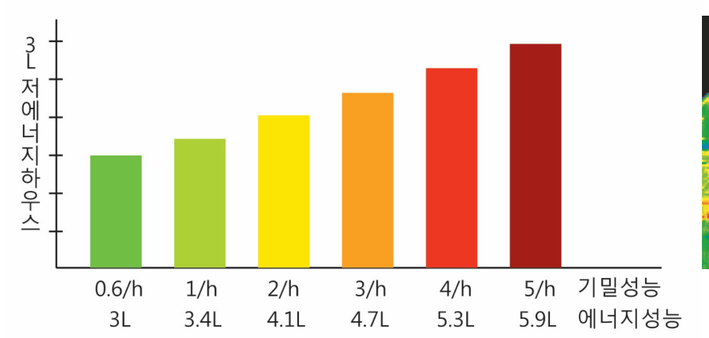
펜슬의 법칙

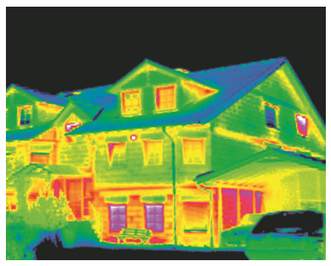






기밀성능으로 인한 에너지성능 저하 비교

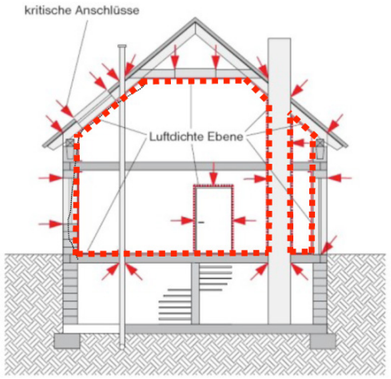




기밀성능으로 인한 에너지성능 저하 비교

- 내 건물이 과연 100% 기밀해야 하는가?
- 100% ?
- 그렇지는 않다 ! 그렇지만,
  - 대류를 통한 수증기의 이동은 막아야 함
  - 독일의 경우, 법적인 요구사항
    공기조화기가 없는 경우 $n_{50} \leq 3{,}0$ 1/h
    공기조화기가 설치되는 경우 $n_{50} \leq 1{,}5$ 1/h

- 법적 제약을 떠나 에너지 절감 효과를 높이기 위해서는 $n_{50} = 1.0$ (1/h)
- 패시브하우스의 경우에는 적어도 $n_{50} = 0{,}6$ (1/h)
- 권장사항 $n_{50} = 0{,}3$ (1/h)



기밀층 형성시 주의를 기울여야 하는 부위

1. 의도된 환기 시스템 구축 : 자연환기 및 기계환기



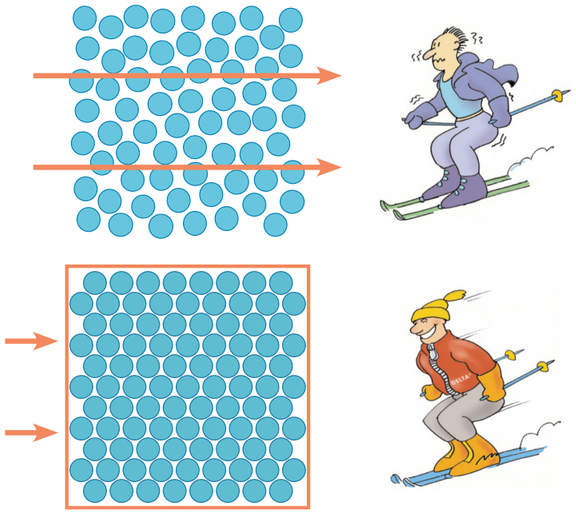
주택이 기밀해지면 에너지 절감과
벽체 내 상대습도가 감소하는 순기능이
있지만 사람에게 필요한 환기량이
부족해 질 수 밖에 없음

2. 의도하지 않은 누기



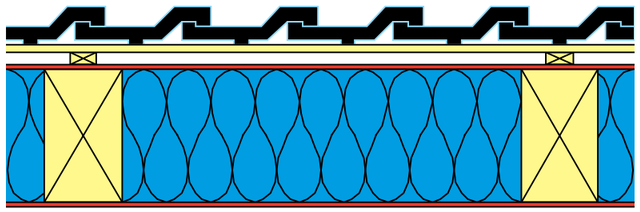
의도되지 않은 틈새로 습기가
침투하면서 단열성능을 떨어트려
결로와 곰팡이가 생기는 원인이 됨

제대로 단열이 유지되려면?



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

기밀층 형성시 주의를 기울여야 하는 부위

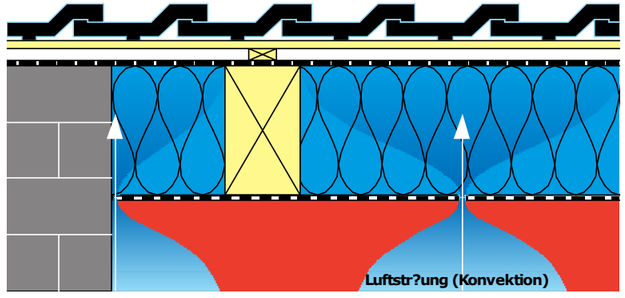


투습 방수층

단열재

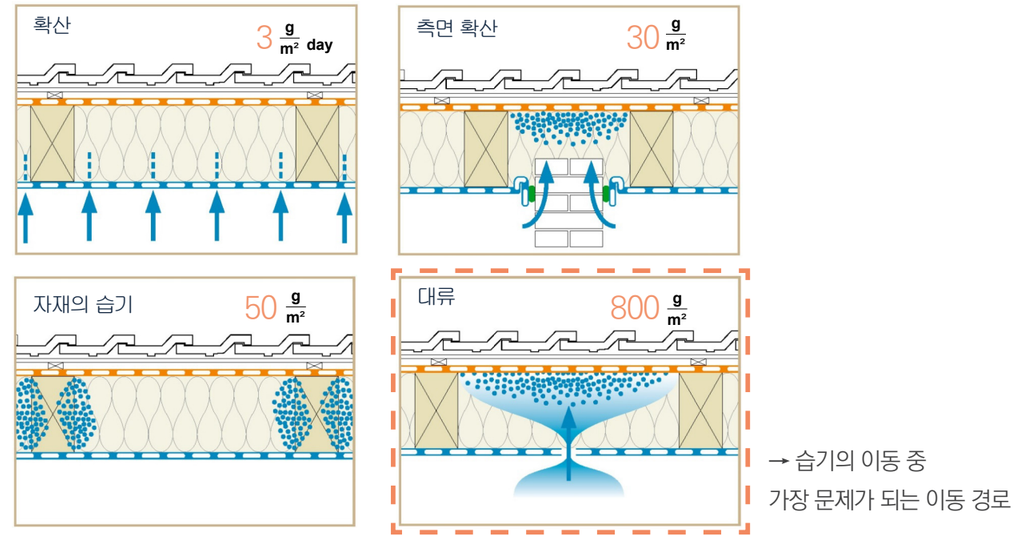
방습층 및 기밀층

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

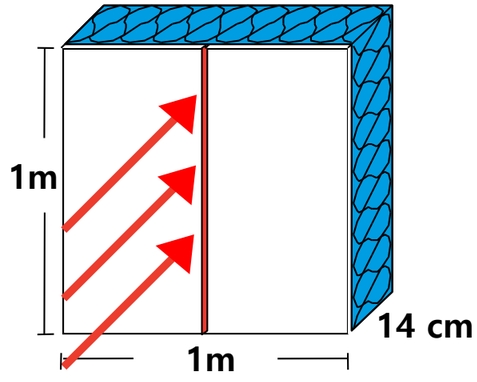
수증기의 이동



→ 습기의 이동 중
가장 문제가 되는 이동 경로

- 결과:습기의 영향을 완벽하게 제어하는 것은 불가능

대류를 통한 습기의 유입 (공기의 흐름)



- 내부의 방습층
  – sd-값 = 30 m
  방습층의 틈(기밀층)
  – Sd값 – 공기층의 두께
  습기가 통과하는 저항의 정

- 주변조건:
  내부온도 +20° C
  외부온도 –10° C

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

틈이 없는 경우: 0,5 g 함수/m² x 24h (확산)
1 mm의 틈: 800 g 함수/m² x 24h (대류)

습기의 증가 1600 배

틈이 없는 경우: U-Wert = 0,3 W/m² k
1 mm 의 틈: U-Wert = 1,44 W/m² k

단열성능의 감소 4,8 배

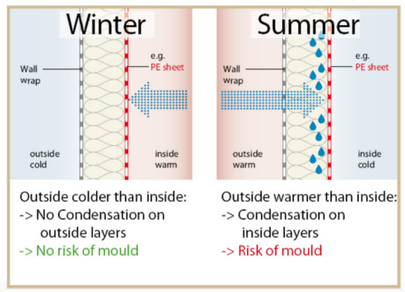
결로와 공팡이의 하자사례



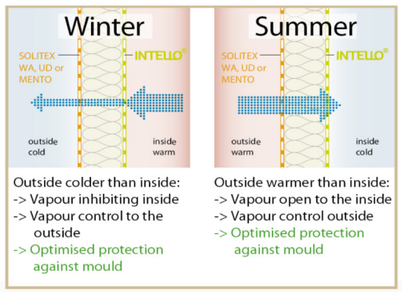
단열만 보강하면 하자가 없어질까?



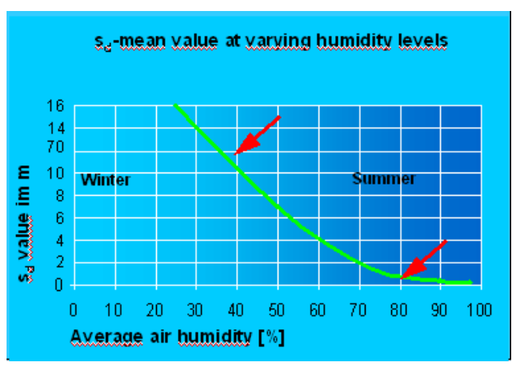
결로와 해결방안



내부에 PE필름을 방습층으로 설치한 경우
역결로 현상 (여름)



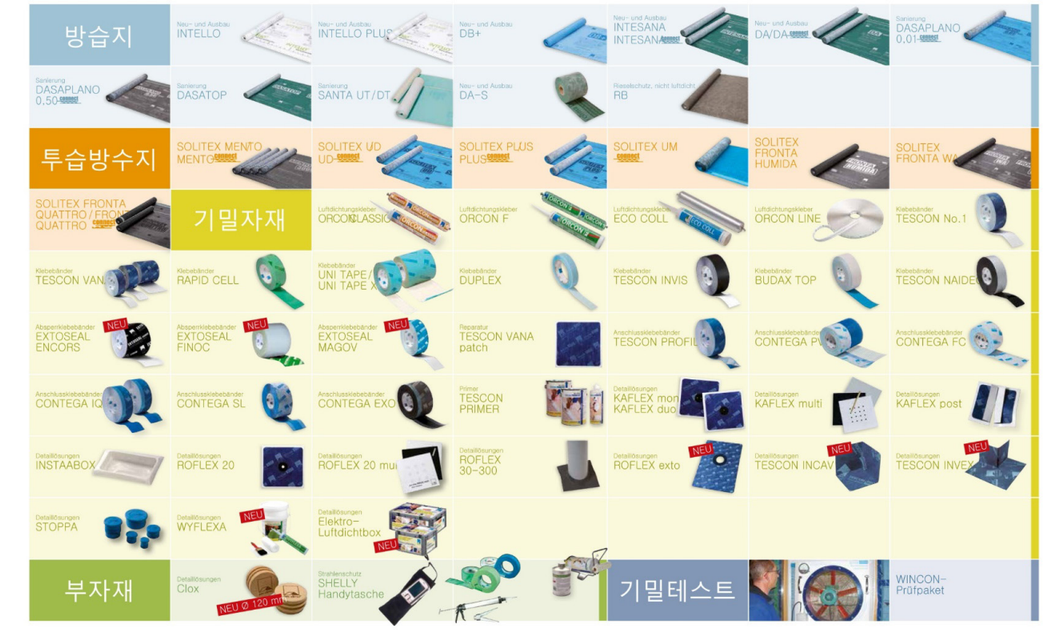
내부에 가변형 방습 (겨울)
투습(여름)층을 설치하는 경우



- DIN EN ISO 12572 시험성적서 검토

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

기밀 자재의 종류



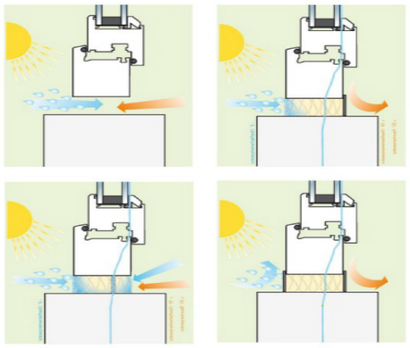
기밀 자재의 종류

1. 방습지
   – 가변형 방습지
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

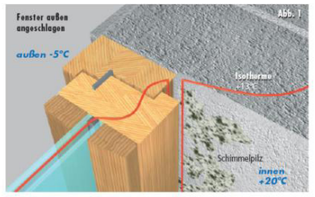


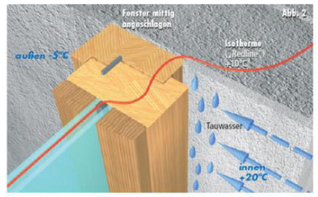


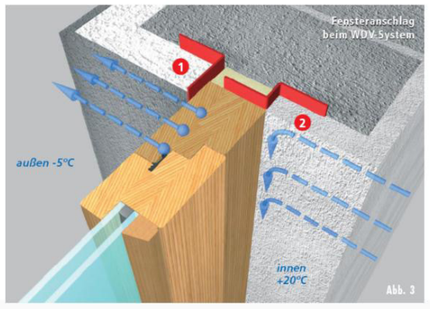
1)외부: 투습과 방수층 (우수와 바람)



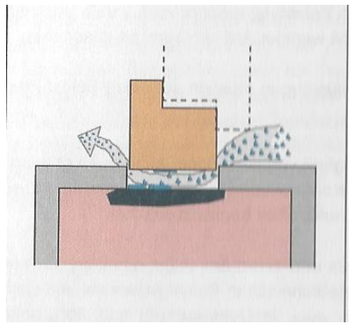
2) 내부: 기밀층 및 방습층







출처: teroson Bautechnik, germany





습기의 증발량 계산 방법



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

DIN EN 1062-1
Sd 값 = 21 : V (증발량)
V (증발량) = 21 : Sd
Sd = 0,43 m 온도 23℃
21 : 0,43 = 48,84 g/m² d
10℃ = 약 50%, 3℃ = 25% 약 12,21 g/m² d 증발

Sd값 = 공기층의 두께 (습기가 통과하는 저항의 정도)

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

V (증발량) = 21 : Sd (0.2m)
23℃의 경우: 21 : 0,2 = 105 g, 하루 증발량, 약 5일 후면 유입된 모든 수분 증발이 가능
3℃의 경우: 105 g x ¼ = 26 g이 증발, 완전증발 까지 약 19일이 소요

WUFI 습환경 시뮬레이션 프로그램

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

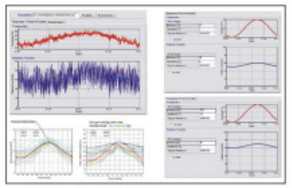


WUFI(Waerme und Feuchte instationaer, Transient Heat and Moisture)

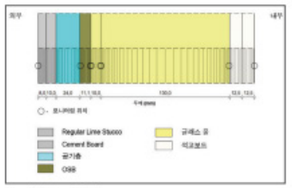
외기에 노출된 다층구조의 건물요소들에서 1차원 또는 2차원적인 동적 열 및 습기 이동을 실제적으로 계산해주는 소프트웨어.

야외와 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.

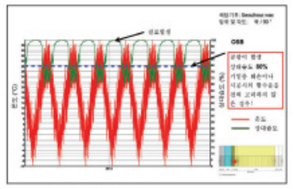
- 온습도 시뮬레이션 결과 분석 (Hygrothermal analysis)
- 습환경 분석 (Critical moisture conditions)
- 결빙 (Frost)
- 부식 (Corrosion)
- 곰팡이 발생 여부 (Microbial growth)



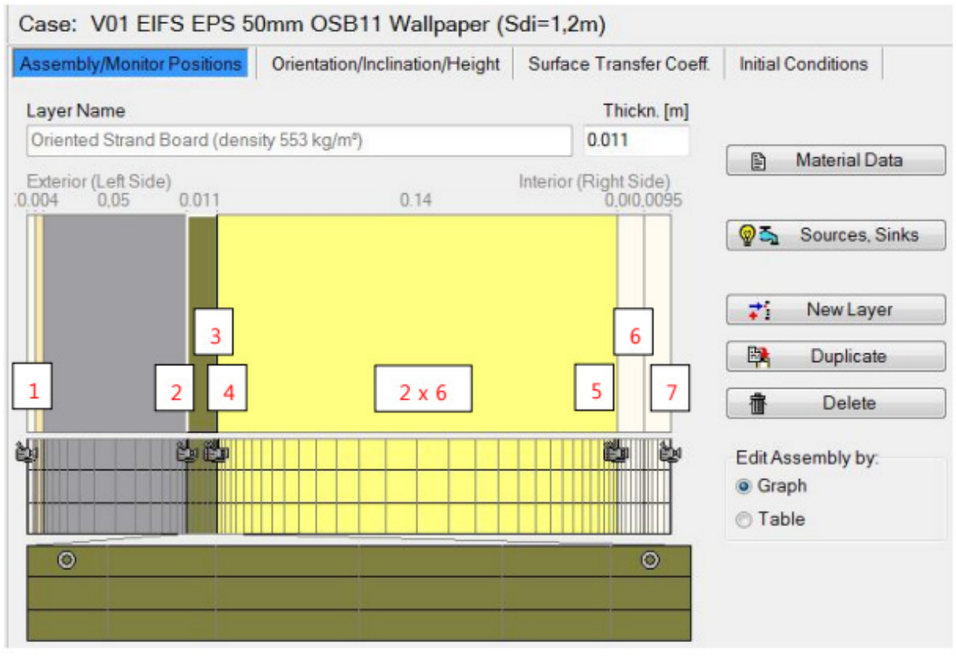
▲ 각 지역 기후데이터 입력

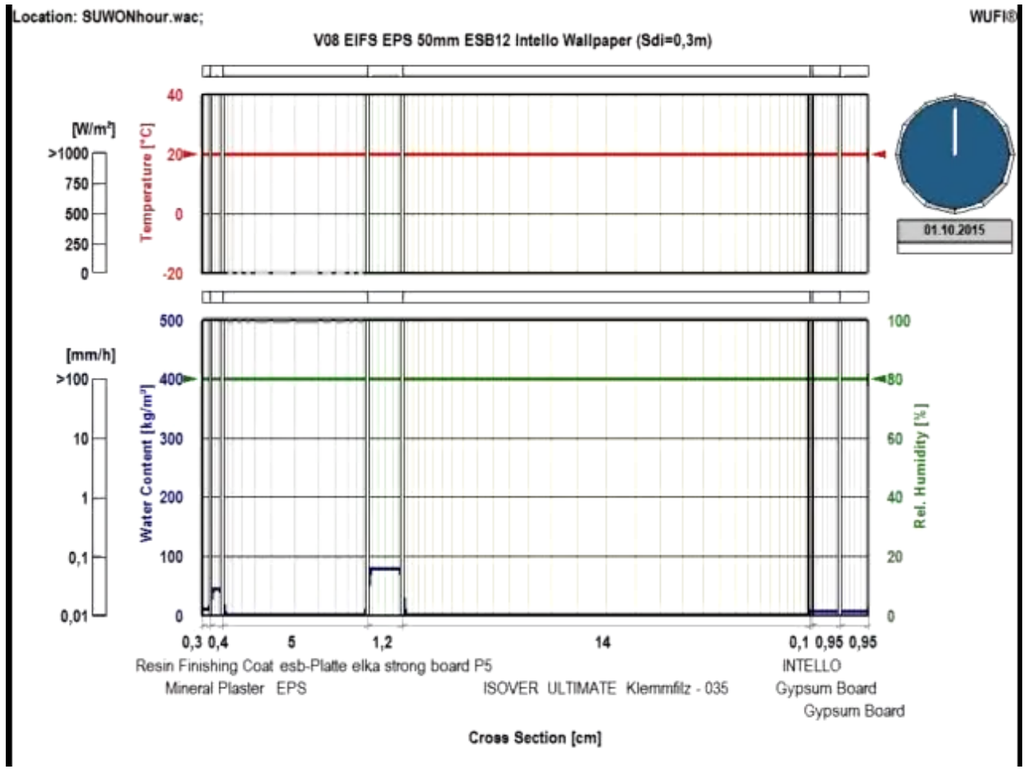


▲ 선택구조 입력



▲ 각 구조 부위별 결과물





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



창호 기밀테이프 종류 및 부자재

테이프 기밀 자재 제품군 방수, 기밀(투습,방습)



CONTEGA EXO
창호 외부 전용 기밀 테이프
단면 양면



CONTEGA SL
창호 내부 전용 기밀 테이프
단면 양면



CONTEGA IQ
창호 내 · 외부 전용 기밀 테이프



CONTEGA SOLIDO EXO
창호 외부 전용 기밀 테이프



CONTEGA SOLIDO SL
창호 내부 전용 기밀 테이프



CONTEGA SOLIDO IQ-D
창호 내 · 외부 전용 기밀 테이프

액상 기밀 자재 제품군 방수, 기밀(투습,방습), 접착제



AEROSANA VISCONN FIBRE
비스콘 붓칠용
(탄성도막 가변형 방습제)



AEROSANA VISCONN FIBRE
비스콘 에어리스 분사용
(탄성도막 가변형 방습제)

기밀 자재 연결, 고정 제품군



TESCON VANA
다용도 기밀테이프



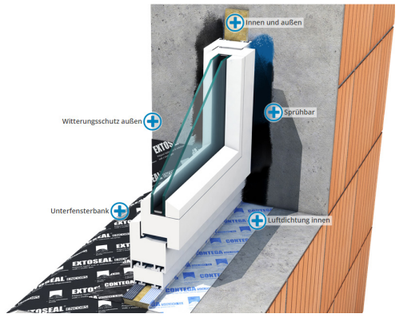
TESCON INVIS
다용도 기밀테이프

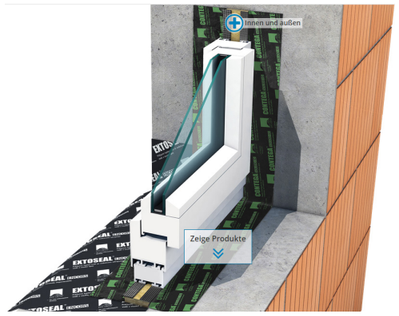


ORCON CLASSIC
오르콘, 접착제

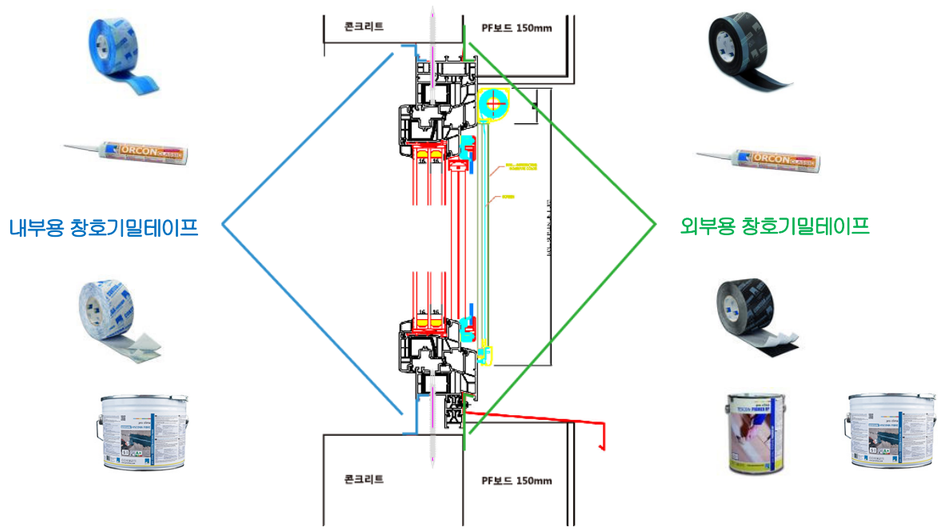


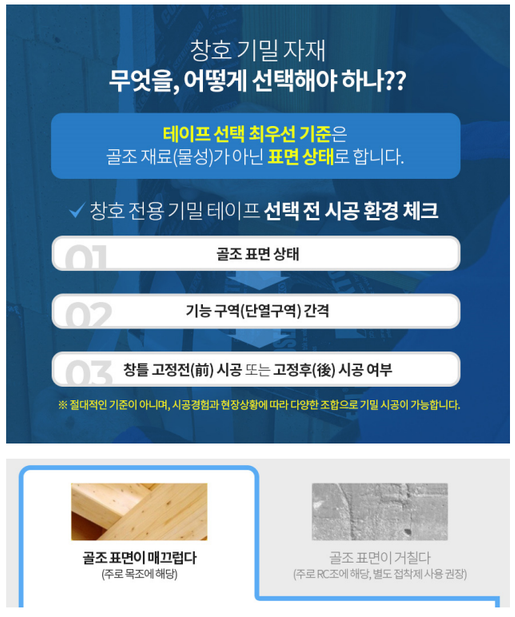
TESCON PRIMER RP
프라이머, 접착제





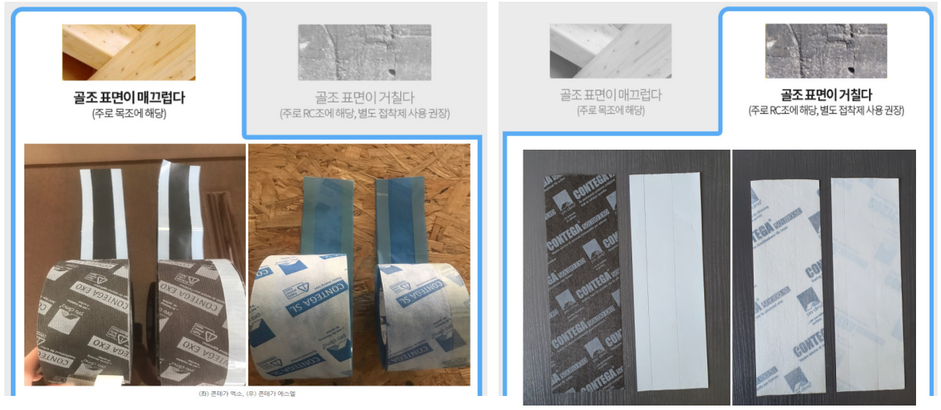
예시) 고덕강일제로에너지공동주택 시공상세도





01. 창호 기밀 테이프가 접착될 골조 표면 상태 확인

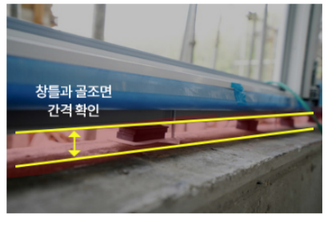
콘테가 엑소/에스엘 제품은 대부분 표면이 양호한 목조구조에 많이 적용됩니다. 제품 특징으로는 양쪽 끝 20mm 구간에만 접착제가 도포되어 있고 3방향의 접착면이 있어 기밀층 형성에 유리합니다.
(※조적, RC 구조에 시공 시에는 오르콘 접착제 필요)



(좌) 콘테가 엑소, (우) 콘테가 에스엘

02. 창틀과 골조면 사이의 기능 구역(단열 구역) 간격 확인

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



간격이 50㎜ 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

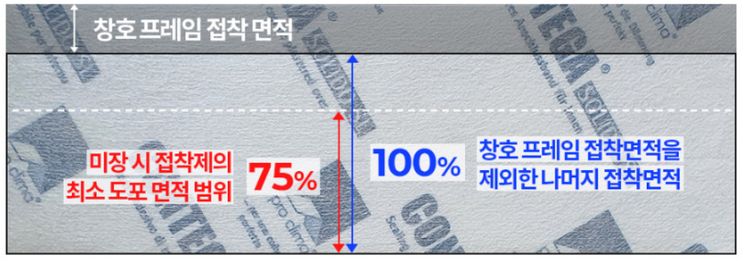
창호 기밀 테이프 시공을 완료했다면, 육안으로 전체적인 접착 상태와 모서리와 같이 구조가 복잡한 곳을 중점적으로 확인합니다. 미흡하거나 보강이 필요한 부분(복잡한 플레이트)은 다용도 기밀 테이프인 바나, 인비스 또는 비스콘을 사용해 시공을 마무리합니다.



(좌) 바나, (우) 비스콘

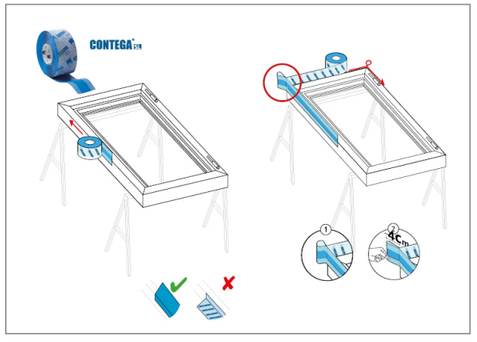
04-2. 미장 마감

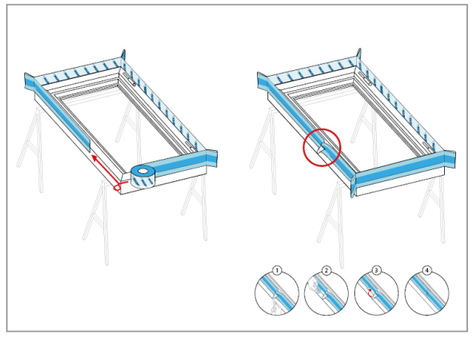
※기밀 테이프 위에 미장이 되는 경우에는 접착제가 콘크리트 골조에 붙는 테이프 면적의 최소 75%이상이 되어야 합니다. (조적조나 콘크리트 시공에 해당되며 경량 철골 및 목조처럼 미장이 없는 경우에는 해당되지 않습니다.)

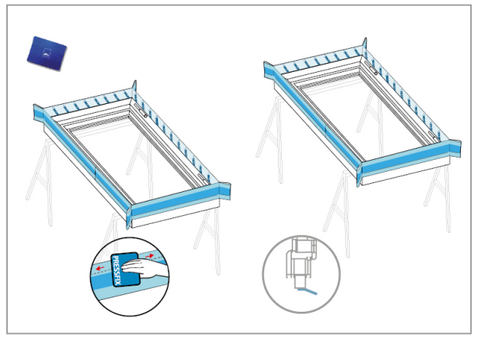


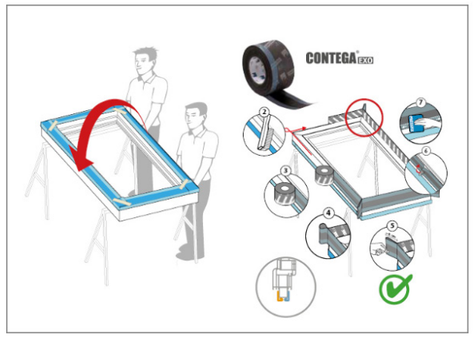


창호 기밀테이프 부착방법

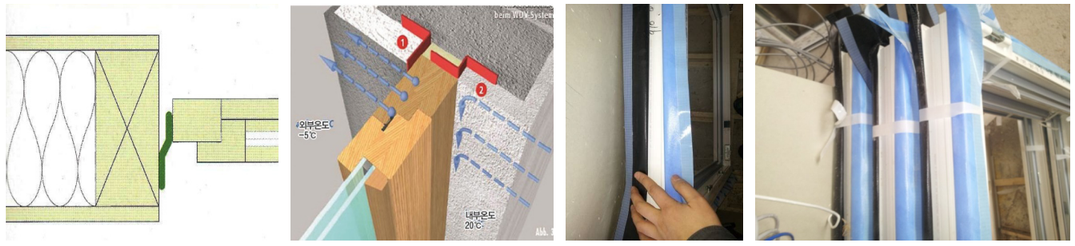






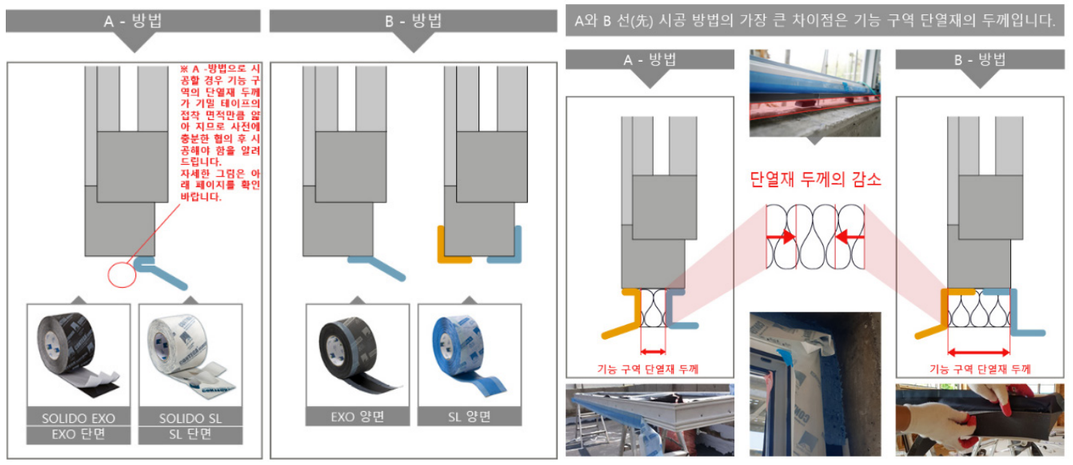


창호 기밀테이프 시공 순서

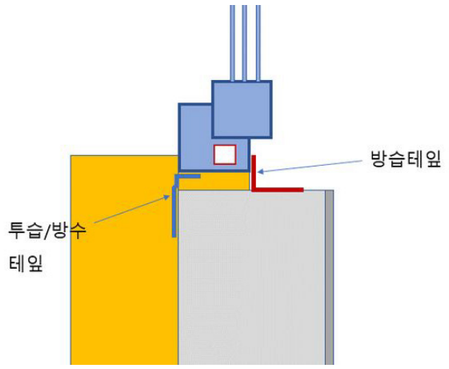


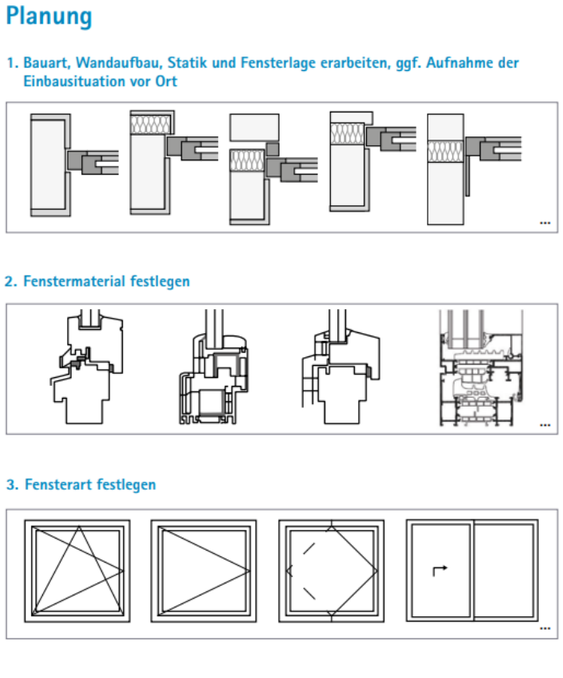


창호 기밀테이프 시 주의 사항

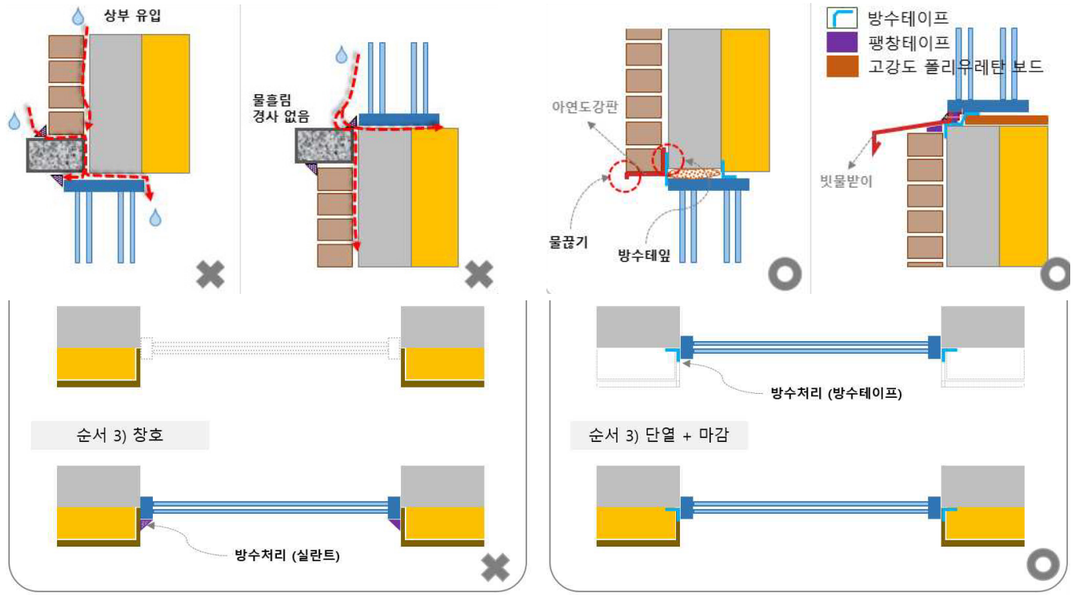


창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법



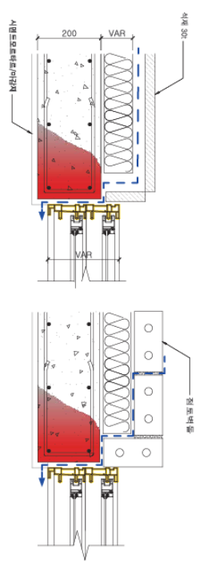


창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법 - 내단열 시공 시



창호 종류 및 위치에 따라 다른 시공 방법 - 외단열 시공 시

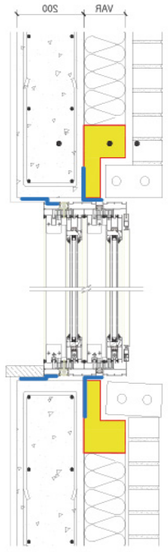
열교가 있는 사례







열교가 없는 사례





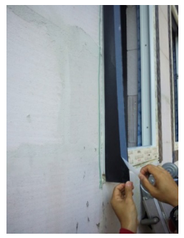


창호 기밀테이프 시공 사례 및 주의 사항

2.1
단열재에 단열재충진



2.2
테이프 접착면의 한 면을 제거 후 프레임에 부착함



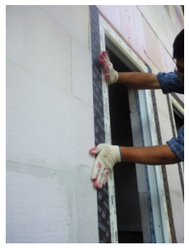


2.3
테이프가 붙을 콘크리트 면에 접착제를 바름





2.4
다른 한쪽의 테이프 접착면을 제거 후 눌러서 접착함
순서는 가능한 아래면 〈 옆면 〈 윗면 순으로 시공





2.5
테이프가 겹쳐진 끝부분에는 접착제 및 기밀테이프로 마감함















1.1
창호 시공이 완료 되었는지 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



















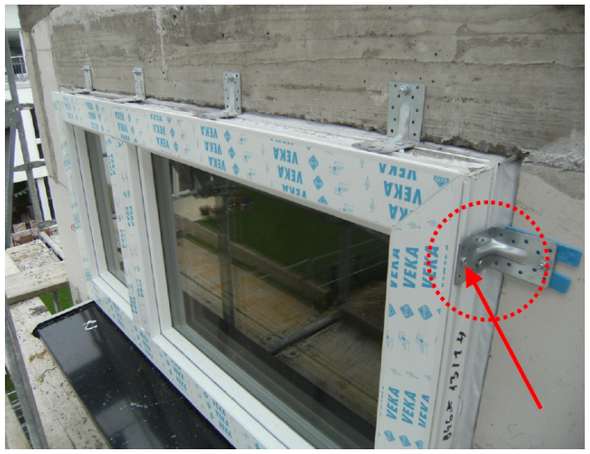








- 외단열일 경우의 창호 브라켓 철물 기밀시공
- 단점: 창호 프레임 굴곡 면과 브라켓이 만나는 부위에 기밀테이프 시공이 어려움




내단열 일 경우

단점: 창호 브라켓의 모든 부위를 창호기밀테이프로 하기엔 손이 많이 감



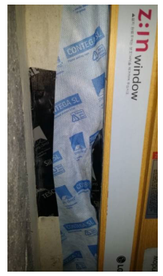



- 창호 브라켓 철물 기밀시공 해결방법

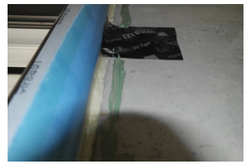
  신축성이 있는 콘크리트 전용 부틸테이프로 해결가능

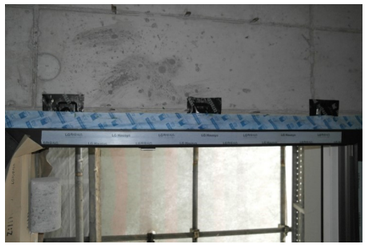
















하지만 역시 손이 많이감

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 약 40%이상
자재비용 절감 및 시공비 절감











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











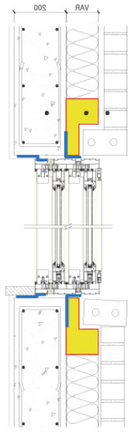




















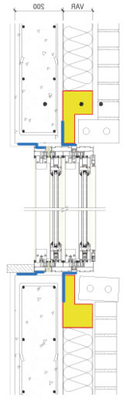
















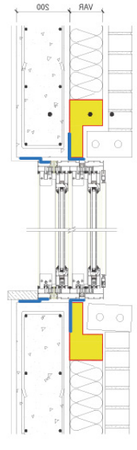




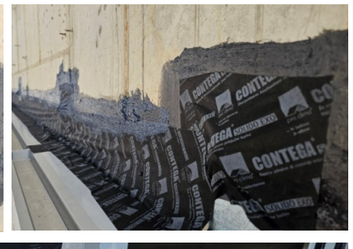














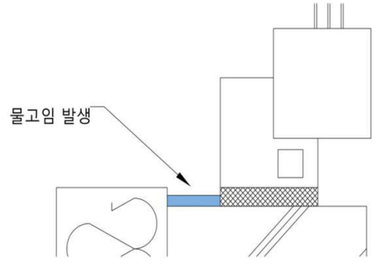


일체타설 또는 외단열 미장마감 시 주의사항



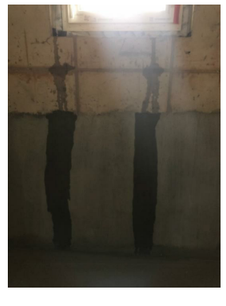


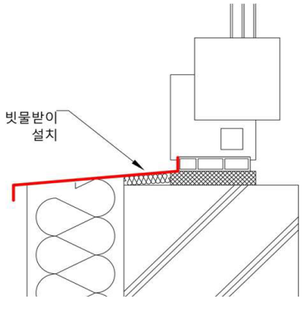












창호 기밀테이프 시공 사례 및 주의 사항













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






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





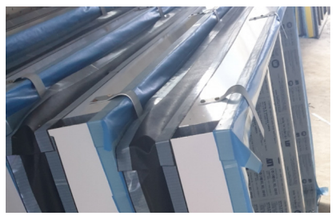



- 주의사항: 콘크리트에 접착 시 전용접착제 대신 프라이머 또는 테이프의 접착력으로만 부착할 경우 시간이 지나면 창호기밀테이프는 골조에서 떨어짐




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







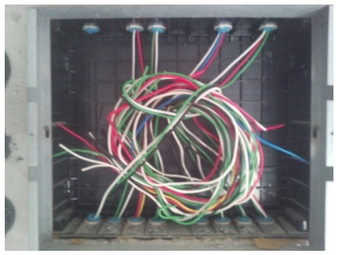
콘센트 기밀자재 시공 사례 및 주의 사항





콘센트 기밀캡
STOPPA의 특징

1. 취약했던 콘센트CD관 및 분전반의 기밀층을 유지한다.
2. 습기의 차단으로 결로나 곰팡이를 방지할 수 있다.
3. 기밀성 유지로 인해 에너지 효율 성능이 향상된다.



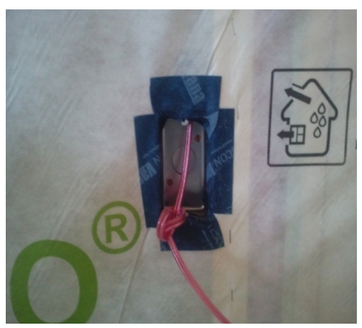
















배관 및 전기배선 기밀자재 시공 사례



ROFLEX
배관 기밀자재

배관용 기밀자재 **Roflex**는 **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.





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



Roflex 테두리 부분에 VANA테이프를 사용하여
접착해줍니다.



외부도 같은 방법으로 시공해줍니다.



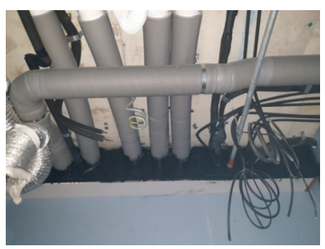
Roflex20 제품은 Kaflex mono와 같이
자착테이프로 이루어져 있습니다.
※ Kaflex mono와 동일한 방법으로 시공하면 됩니다.

- 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

2025

건축물에너지평가사 실무교육

● 공통훈련과정



Building Energy Assessment Professionals
Business Education

Part.C

BEMS 운영

C.1 BEMS 시스템 및 기능 이해

1. BEMS 개요
2. BEMS 요구사항 및 기능 정의

C.2 베이스라인 기반 운영성과관리 [운영데이터 활용]

1. 에너지 베이스라인 개요와 과정
2. 에너지 베이스라인 설정 방법
3. 에너지 베이스라인 활용 운영성과관리

C.3 BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영

1. BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영 개요
2. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – EHP
3. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – 기타 EHP 연계 설비
4. 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 – BAS 연계 운영

C.1 BEMS 시스템 및 기능 이해

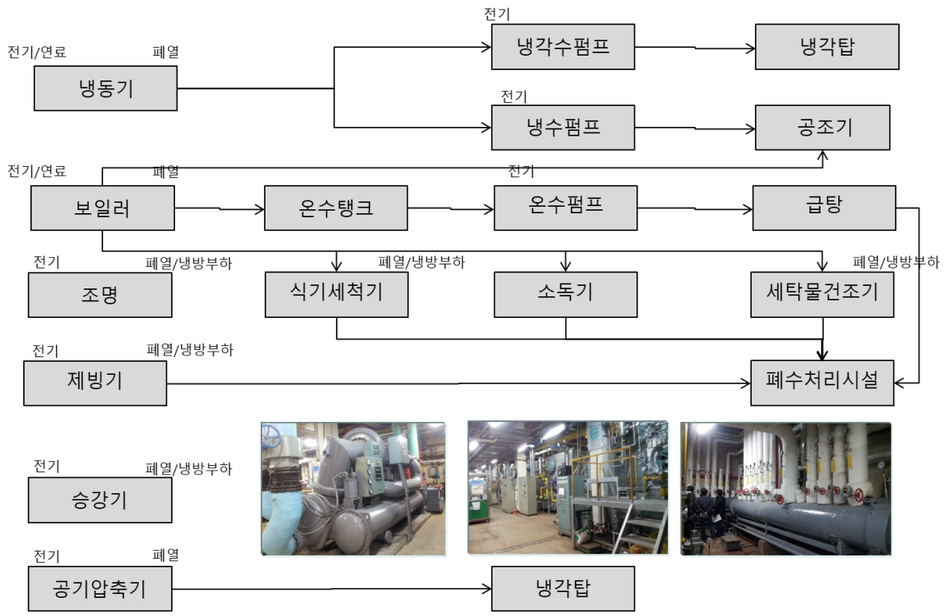
교육 목표

BEMS 시스템 및 기능 이해

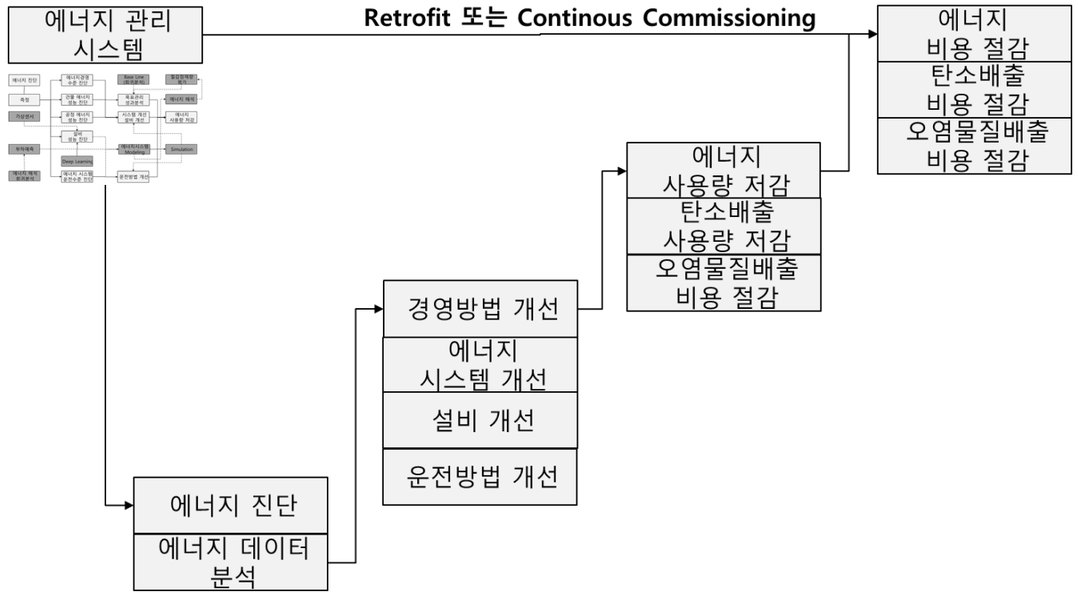
* BEMS 시스템 구성 이해
* BEMS의 에너지 절감 메커니즘 이해
* BEMS의 요구사항 이해
* BEMS의 기능 이해

1 BEMS 개요

건물에너지 시스템



BEMS 구축 목적

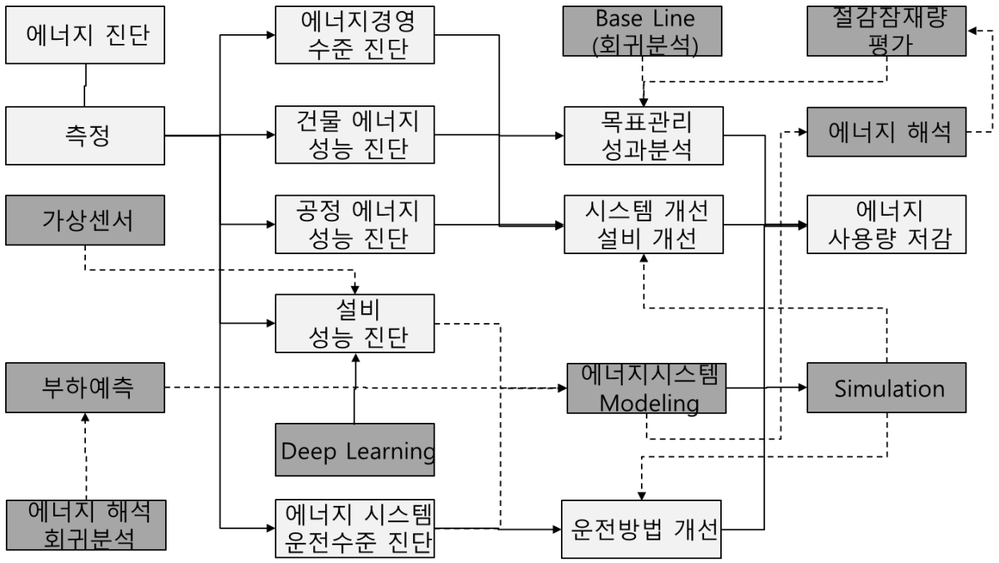


출처: 한국전자통신연구원(2021), 스마트 팩토리 : 미래 제조 혁신

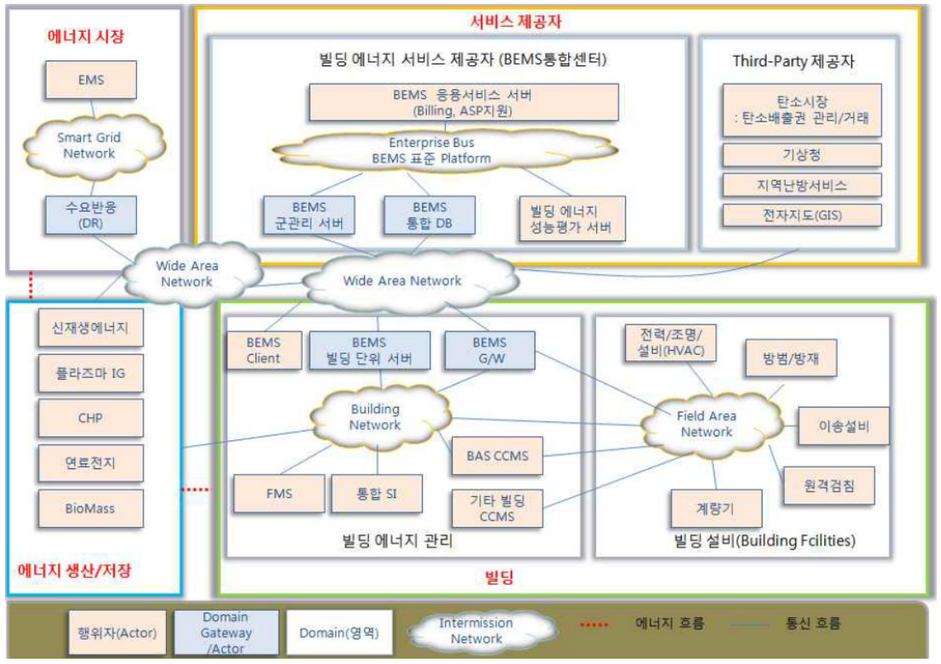
에너지 절감에 대한 관점의 전환

단위 설비 관리 -냉동기 보일더 공조기 펌프 등 단위설비 중심 관리	Big Data M/L	**에너지 시스템 관리** 시스템의 에너지 성능개선 시스템에 의한 최적운전
사용량 모니터링 -에너지 사용량 모니터링 -에너지원별 지역별 계통별 설비별		**에너지 공학의 활용** 공정 분석 손실 계측
설비상태 모니터링 -비업무 시간 소등 -비업무시간 설비가동 중단		**Data Science 활용** 에너지 공학 + Big Data/ML 통한 모델링 운전방법 개선
단위 설비 관리 -고장 설비 교체 -저효율 설비 교체(ROI 5년 미만)		**설비 운전 관리** 시스템의 에너지 성능개선 시스템에 의한 최적운전

BEMS의 에너지 절감 메커니즘



BEMS 아키텍처

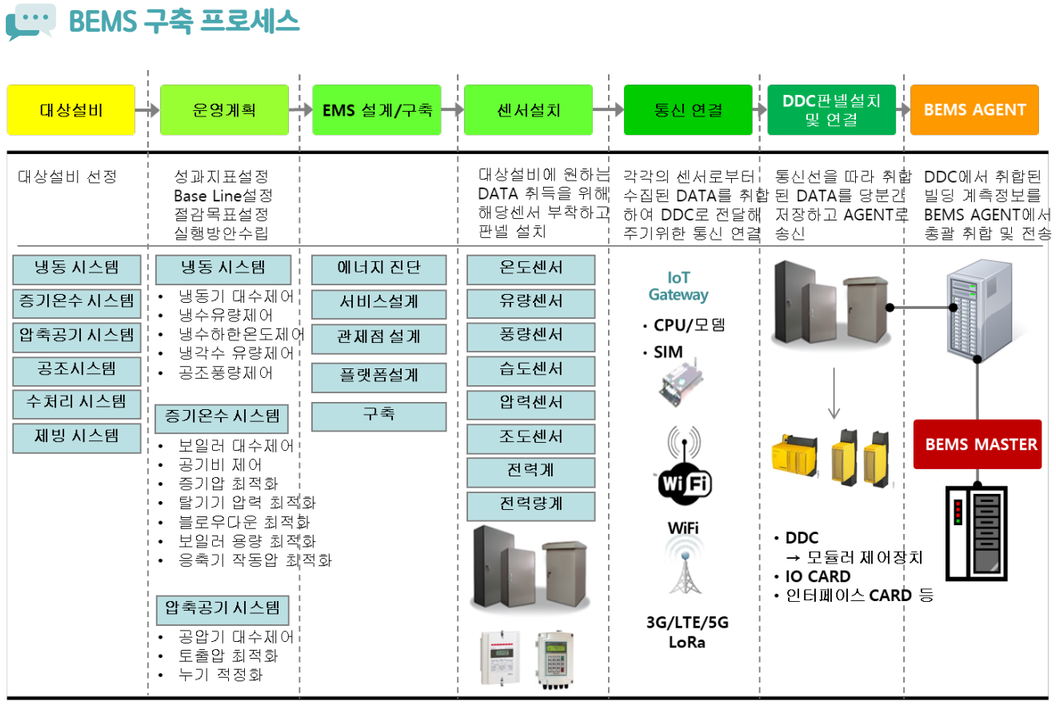


출처: BEMS 표준 KSF1800-1, BEMS상호운용성 표준 추진체계

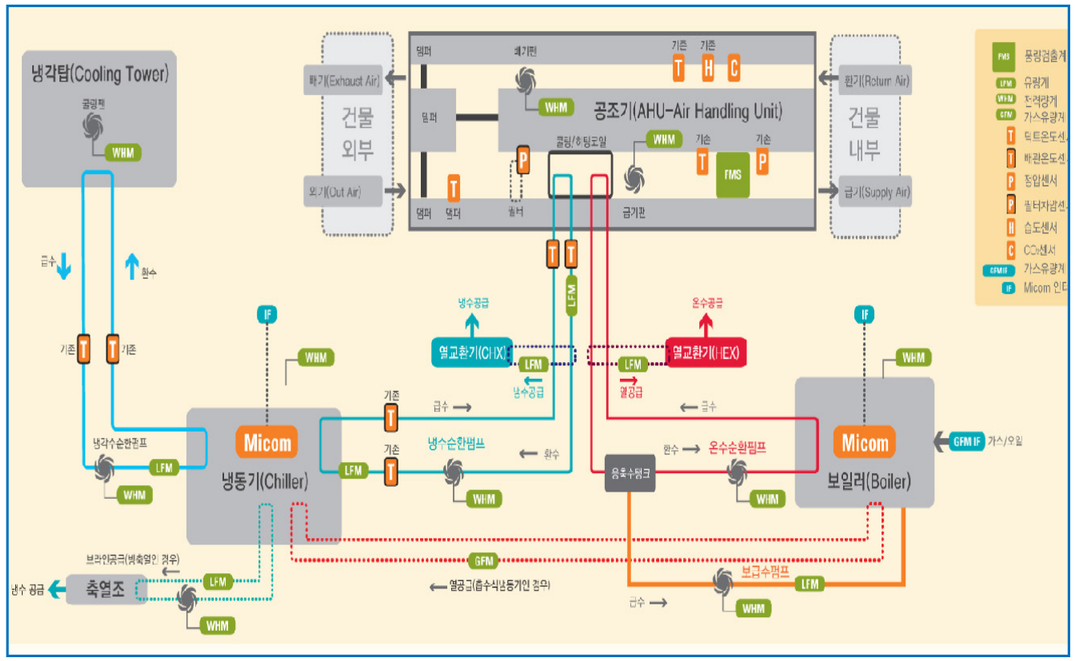
BEMS의 인접개념

[xEMS]	[특성]	[IoT 활용방안]
CEMS (Smart Energy City)	-도시단위 에너지 관리 . 도시에너지 믹스 최적화 . 가상발전소 운영 . 에너지 공유/거래	- 도시 에너지 수요 예측과 최적 에너지 믹스 도출 - 신재생에너지 공급량 예측 - 급전, 급기, 급수 시스템 최적화 운전점 도출
AEMS	- 지역단위 에너지 관리 . 건물간 에너지 거래	- 건물 에너지 수요예측과 최적 에너지 믹스 도출 - 에너지 거래
BEMS	- 건물단위 에너지 관리 . 에너지 시스템 개선 / 설비 교체 . 냉난방 조명 설비 운전 최적화	- 건물 에너지 수요예측 - 냉난방 공조 조명 설비 운전 최적화 - 에너지 절감목표 및 성과 관리
SEMS	- Store 에너지 집합관리 . 에너지 시스템 개선 / 설비 교체 . 냉난방 조명 냉장 설비 운전 최적화	- Store에너지 수요 예측 - 냉난방 공조 조명 설비 운전 최적화 - 에너지 절감목표 및 성과 관리
FEMS	- 공장단위 에너지 관리 . 에너지 시스템 개선 / 설비 교체 . 보일러 냉동기 등 설비 운전 최적화 . 공정 설비 운전 최적화	- 공장 에너지 수요예측 - 냉난방 공조 조명 설비 운전 최적화 - 에너지 절감목표 및 성과 관리 - DR참여
HEMS	- 가구단위 에너지 관리 .	- 가정 에너지 수요 예측 - 에너지 절감목표 및 성과 관리 - 국민참여 DR

BEMS 구축 프로세스



BEMS 관제정



참고 서적 및 사이트

1. 한국그린비즈니스협회, 중소기업 에너지경영 가이드라인

2 BEMS 요구사항 및 기능 정의

BEMS 관련법/ 규정

에너지관리시스템 |설치확인업무 운영규정

제 정 2014.12.31
전문개정 2016.11.11. (2차)
개 정 2019.2.20 (3차)

제1장 총 칙

제1조(목적) 이 규정은 한국에너지공단(이하 "공단"이라 한다)이 에너지관리시스템의 설치확인업무 등을 효과적으로 수행하기 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 규정은 에너지관리시스템 설치확인업무에 적용하며 관련 법령 또는 다른 규정에 특별히 정한 경우를 제외하고는 이 규정에 따른다.

제3조(준용표준) 에너지관리시스템 중 건물에너지관리시스템 설치확인업무를 수행함에 있어 관련 법령 외에 KS F 1800-1:2014(건물에너지관리시스템 제1부 : 기능과 데이터 처리 절차)를 준용한다.

- 건물에너지관리시스템 설치확인 점수 기준 및 등급

점수 기준	등급	비 고
90점 이상	1	최적화 등 최고 수준의 EMS 기능을 구현하고 체계적으로 운영·관리하고 있음
70점 이상 90점 미만	2	EMS를 통해 에너지 사용 수준 및 현황을 정확히 파악하고 에너지효율화에 활용함
60점 이상 70점미만	3	EMS의 기능을 모두 갖추고 지속적으로 운영·관리하고 있음
60점 미만	-	EMS가 설치된 것으로 인정하지 않음

건물에너지관리시스템 항목별 배점

항 목		배점	
		설치계획 검토 및 설치확인	유효기간 연장
1	데이터 수집 및 표시	10	5
2	정보감시	15	5
3	데이터 조회	5	5
4	에너지소비 현황 분석	15	5
5	설비의 성능 및 효율 분석	15	5
6	실내외 환경 정보 제공	10	5
7	에너지 소비량 예측	10	5
8	에너지 비용 조회 및 분석	10	5
9	제어시스템 연동	10	5
10	운영 목표 및 추진체계	-	10
11	운영조직	-	10
12	운영성과 평가 및 개선	-	15
13	계측기 관리	-	10
14	데이터 관리	-	10
15	(가점항목) 에너지절감 성과	-	5
계		100	105

항 목	1. 데이터 수집 및 표시			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	10	유효기간 연장	5
평가방법	건물 전체 에너지를 관리하고 표시하고 있는 수준을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	대상건물에서 생산저장사용하는 에너지를 에너지원별, 3개 이상의 용도별로 데이터 수집 및 표시		0.6
	②	구분 ①+에너지 생산. 저장. 사용량을 5개 이상의 용도 또는 수요처별로 구분하여 수집 및 표시		0.8
	③	구분 ①+에너지 생산. 저장. 사용량을 5개 이상의 용도 와 수요처별로 구분하여 수집 및 표시		1.0
산출 기준	기본	㉮ 데이터는 15분 단위 이하로 수집, 저장 및 표시가 가능하여야 한다. ㉯ 건물의 에너지 용도중 3종 이상 관리하여야 하며 냉방/난방/조명 용도 관리를 권장한다.		
	①	㉮ 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지를 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다. ㉯ 다만, 주요에너지용도에 사용하는 에너지원이 아니거나 예비용인 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 EMS에 표시하는 경우도 인정한다. ㉲ 에너지원별 주 공급관에 계측기를 설치할 수 없는 경우 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합으로 표시할 수 있다. ㉳ 에너지원별 표시와 3개 이상의 용도별 표시는 별도의 그래프나 수치로 표시하여야 한다.		

산출기준 (계속)	②	㉮ 용도 구분은 ①번 항목에서 적용한 3개의 용도를 포함하여 5개의 용도로 구분하여 수집 및 표시한다. ㉯ 신축 건물의 경우에는 에너지용도를 구분할 수 있도록 기계·전기설비 설계에 반영하여야 한다. ㉰ 전산기기, 의료기기 등 특수설비의 사용량이 많은 경우 관리가 필요한 기기를 선별적으로 계측하는 것을 권장한다.
	③	㉮ 수요처는 공간의 사용용도와 에너지관리의 측면을 고려하여 구분한다. ㉯ 여러 동의 건물이 있는 경우 동별 계측은 단계에 포함하지 않는다. ㉰ 수요처 용도 구분 시 에너지사용패턴이 다른 공간을 구분하여 소비 특성을 파악하고 에너지 낭비 요인 및 절감방안을 도출할 수 있도록 계획한다. ㉱ 신축 건물의 경우에는 수요처별 에너지용도를 구분할 수 있도록 기계·전기설비 설계에 반영하여야 한다.
확인 서류		에너지관리시스템 보고서, 전기설비 및 기계설비 설계도서, 장비일람표, 에너지요금 고지서, 계측시스템 설계도서, 소프트웨어 기능설명서 등

용도	계통 내 기기 (예)
냉방	냉동기, 히트펌프 실외기, 냉온수기, 냉각탑, 축열조 등
난방	보일러, 히트펌프 실외기, 냉온수기, 축열조 등
환기	히트펌프 실내기, 공조기, 전열교환기, 터미널유닛(팬코일 유닛 등) 등
급탕	급탕보일러, 전기 온수기, 저탕조 등
수송(운송)	엘리베이터, 에스컬레이터, 입체주차장 등
조명	등기구 등
전열	사무기기, 가전기기 등
보조장치(기타)	급배수 펌프, 자동문 등

사용 용도 구분	비고
주차장, 로비, 엘리베이터 홀, 복도, 화장실 등	공용
(업무) 사무, 회의, 전산 등 (숙박) 객실, 연회, 식음료, 세탁 등 (대학) 강의, 연구, 실험, 사무, 식당 등 (의료) 입원, 진료, 수술, 응급, 장례 등 (판매) 식품, 의류, 잡화, 전자, 사무 등	전용

항 목	2. 정보감시				
배점	설치계획 검토 및 설치확인	15	유효기간 연장	5	
평가방법	건물 전체 에너지를 관리하고 표시하고 있는 수준을 평가한다.				
평점	평점 = (배점) × (가중치)				
	구분	평가내용			가중치
	①	에너지관리에 영향을 미치는 요소 중 5종 이상 관제값에 대한 기준값 입력 및 가시화			0.6
	②	구분 ① + 즉시 조치가 필요한 3종 이상 관제값에 대하여 관리자에게 직접 경보 발령			0.8
	③	구분 ② + 에너지관리에 영향을 미치는 요소 중 3종 이상 경보에 대한 진단 및 조치방법 안내			1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 정보 감시 평가 대상 항목은 에너지 손실, 비용 상승, 쾌적성 저하, 설비 고장 등 건물의 에너지관리에 영향을 미치는 요소로 한정한다. * 예) 에너지원별 사용량 기준값, CO2 농도 상한치, 실내습도 쾌적범위(상한, 하한), 냉동기 COP 하한값, 냉온수 공급온도 범위(상한, 하한) 등			
	①	㉮ 5종 이상의 관제값에 대한 기준값을 입력하고 관제값과 기준값을 비교할 수 있도록 가시화하여야 한다. ㉯ 화면상 알람을 통해 관제값이 기준값을 벗어나는 것을 알려주는 경우에도 가시화한 것으로 본다. ㉰ 기준값 입력은 관리자가 쉽게 변경할 수 있도록 하여야 한다.			
	②	㉮ 즉시 조치가 필요한 3종 이상 관제값에 대하여 기준값을 벗어나는 경우 관리자에게 직접 경보를 발령하여야 한다. * 예) 직접경보 : 휴대전화 SMS, 개인 E-mail, 관리자용 모바일 앱 알람 등			
	③	㉮ 3종 이상의 관제값에서 발령된 경보에 대하여 진단 및 조치방법을 안내하여야 한다. ㉯ 기준값을 벗어난 원인을 파악하는 진단 프로세스를 갖추고 진단 결과에 따라 관련설비의 제어, 유지보수, 고장수리, 교체 등 안내할 수 있는 조치방법 리스트를 확보하여야 한다.			
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 계측시스템 설계도서, 소프트웨어 기능설명서 등				

항 목	3. 데이터 조회				
배점	설치계획 검토 및 설치확인	5	유효기간 연장	5	
평가방법	수집한 데이터를 건물 운영자가 조회할 수 있도록 하는 기능을 평가한다.				
평점	평점 = (배점) × (가중치)				
	구분	평가내용			가중치
	①	일간, 주간, 월간, 년간 등 정기 및 특정 기간을 설정하여 데이터를 조회			0.6
	②	구분 ① + 관리자가 조회 간격 및 기간을 선택하여 데이터를 조회			0.8
	③	구분 ② + 2종 이상 데이터의 상관성 조회			1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 조회한 데이터는 표 또는 그래프로 화면상에 가시화되어야 하며 텍스트 파일, 스프레드시트 등 관리자가 일반적으로 사용 가능한 형태의 파일로 다운로드 할 수 있어야 한다.			
	①	㉮ 데이터 조회 간격을 설정하여 시간, 일, 월, 년 등 고정된 기간 동안의 데이터를 조회할 수 있다.			
	②	㉮ 데이터 조회 간격(15분, 1시간, 일 등) 및 기간을 선택하여 조회할 수 있다.			
	③	㉮ 2종 이상 데이터를 사용자가 선택하고 표 또는 그래프로 상관성을 조회할 수 있어야 한다. * 예) 외기온도 대비 에너지사용량, 설비효율 대비 에너지사용량, 사용시간 대비 에너지사용량, 매출액 대비 에너지사용량 등 ㉯ 표에서는 상관성을 나타내는 지표를 확인할 수 있어야 하며 그래프는 상관성을 가시화할 수 있는 그래프가 있어야 한다. * 예) (x,y) 분산형 그래프 등			
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등				

항 목	4. 에너지소비 현황 분석				
배점	설치계획 검토 및 설치확인	15	유효기간 연장	5	
평가방법	해당 건물의 에너지소비 현황 및 수준을 파악하고 에너지소비 증감 요인을 분석하는 기능을 평가한다.				
평점	평점 = (배점) × (가중치)				
	구분	평가내용			가중치
	①	2종 이상의 에너지원단위에 대한 에너지소비 현황 및 증감 분석			0.6
	②	구분 ① + 타 건물 대비 또는 기준 대비 해당 건물의 에너지효율수준 비교 분석			0.8
	③	구분 ② + 3종 이상의 주요 에너지소비영향인자로 인한 에너지사용량 변화 비교 분석			1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 건물 특성에 따라 에너지소비에 영향을 미치는 인자들을 파악하고 소비현황 및 효율수준 분석에 적용하여야 한다.			
	①	㉮ 건물의 에너지원단위를 2종 이상 산출하여 관리하여야 한다. * 예) 단위면적당 에너지소비량, 1인당 에너지소비량, 단위 병상당 에너지소비량, (판매)단위 매출당 에너지소비량 ㉯ 에너지원단위는 증감량을 관리하여야 한다. * 예) 전년 대비 에너지원단위 증감, 전년 동월 대비 냉방에너지사용량 증감 등			
	②	㉮ 구분 ① 에너지소비현황 분석 결과를 바탕으로 타 건물 대비 또는 기준 대비 해당 건물의 에너지효율수준을 비교하여야 한다. * 예) 신축 당시 에너지효율등급 기준과 비교, 군관리 내 유사 건물 평균과 비교, 정부에서 공개하는 건축물 에너지소비 통계와 비교 등			
	③	㉮ 에너지소비에 영향을 미치는 주요인자의 변화와 에너지사용량(에너지원단위)의 변화를 비교 분석할 수 있어야 한다. * 예) 임대율, 인원증감, 외기, 냉난방도일, 운영시간 등에 따른 분석			
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등				

항 목	5. 설비의 성능 및 효율 분석			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	15	유효기간 연장	5
평가방법	에너지가 투입되는 설비의 성능 및 효율을 분석하고 에너지효율화 방안을 도출하는 기능을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	냉/난방, 급탕 용도에 대한 1차측 열원설비의 시스템별 성능/효율분석 및 기기별 가동현황 표시		0.6
	②	구분 ① + 냉/난방, 급탕 용도에 대한 1차측 열원설비의 기기별 성능 및 효율분석		0.8
	③	구분 ② + 성능 및 효율분석 대상 시스템 및 기기의 이상 징후 알림 및 효율화 방안 도출		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 열원설비의 성능 및 효율 분석은 필수항목이며 이외에 건물 특성에 따라 에너지 사용 비중이 높은 설비를 우선적으로 관리하도록 한다. ㉯ 시스템 성능 및 효율분석 표시 화면 내 시스템에 포함된 기기별 가동(on/off)현황을 표시하여야 한다. ㉰ 기축건물의 경우 중앙집중식 냉난방 및 급탕 설비와 분리되어 개별적으로 설치된 소규모 설비는 제외할 수 있다.		
	①	㉮ 설비기기 중 냉동기, 보일러, 히트펌프, 열교환기 등 건물의 냉방/난방/급탕을 위한 냉/온 열원을 생산하는 설비의 시스템별 성능 및 효율을 분석하는 기능이 있어야 한다. * 시스템 : EHP, GHP, 냉동기 등 동일한 설비의 군 ㉯ EHP, GHP는 실외기의 경우 효율(COP) 또는 연동된 실내기 가동 환경(가동시간, 설정온도, 풍량, 운전모드 등)에 따른 에너지사용량을 분석 할 경우 인정한다. ㉰ 지역난방 열원의 열교환기와 같은 1차 열교환기는 포함하여야 하며 건물 내 1차 열원설비에서 생산된 열의 2차 열교환기의 경우에는 제외할 수 있다.		
	②	㉮ 기기별 계측을 원칙으로 하되, 기기별 분석의 효과가 미비하다고 인정되는 경우 기기를 군으로 구분하여 분석 할 수 있다. * 구축비용, 에너지절감가능성, 설비의 에너지사용 비중 등을 종합적으로 검토하여 판단한다. ㉯ 군별 분석 시 가능한 동일한 용량 및 성능 또는 동일 수요처의 기기를 하나의 군으로 구분한다.		
	③	㉮ 설비의 성능 및 효율을 분석하는 설비에 대하여 이상 징후를 분석하고 유지보수 필요성을 사전에 관리자가 파악할 수 있도록 가시화하여야 한다. ㉯ 고장진단 및 성능 저하 원인을 파악하는 프로세스를 마련하고 각각의 원인에 대한 효율화 방안을 제시할 수 있어야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등			

항 목	6. 실내외 환경 정보 제공			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	10	유효기간 연장	5
평가방법	외기 조건 및 실내환경 정보를 제공하여 분석 및 제어에 활용함으로써 쾌적성을 유지하면서 에너지를 최소화하는 방안을 찾는 기능을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	온도, 습도 등 실내외 환경정보 제공 및 활용		0.6
	②	구분 ① + 실내 환경정보 추가 2종 이상 정보 제공 및 활용		0.8
	③	구분 ① + 실내 환경정보 추가 4종 이상 정보 제공 및 활용		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 실내외 환경정보를 계측 또는 연동 등의 방식으로 수집하여 EMS 내 분석 및 제어에 활용하여야 한다. ㉯ 실내정보는 수요처별로 구분하여 정보를 수집하며, 건물전체 실내 환경 분석이 가능하여야 한다.		
	①	㉮ 외기 및 실내의 온도와 습도 정보를 수집하여 분석 및 제어에 활용하여야 한다. * 예) 외기온도에 따른 에너지사용량 분석, 외기냉방 제어, 실내온도 제어, 실내습도 제어, 실내 쾌적도 분석 등		
	②	㉮ 온도와 습도 외에 실내 환경정보 중 2종 이상의 정보를 추가로 수집하여 분석 및 제어에 활용하여야 한다. * 예) 실내 환경정보 : 조도, CO2 농도, CO농도, 미세먼지 농도, 재실정보 등		
	③	㉮ 온도와 습도 외에 실내 환경정보 중 4종 이상의 정보를 추가로 수집하여 분석 및 제어에 활용하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등			

항 목	7. 에너지소비량 예측			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	10	유효기간 연장	5
평가방법	건물의 운영에 따른 에너지소비량을 예측하여 관리하는 기능을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	에너지사용량 목표치 설정 및 관리		0.6
	②	회귀분석, 기계학습 등을 활용한 일일 에너지소비량 예측 및 관리		0.8
	③	② + 시간별, 에너지원별 에너지소비량 예측 및 관리		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 구분 ②와 구분 ③ 기준으로 평가하는 경우에 설치계획 검토 시에는 기능 구현 여부로 평가하며 설치확인 시에는 예측과 실제를 비교할 수 있는 1개월 이상의 에너지사용량 자료를 제출하여야 한다.		
	①	㉮ 관리자가 과거 사용량과 절감 목표량 등을 참고하여 목표치를 설정하고 관리할 수 있는 기능이 있어야 한다.		
	②	㉮ 회귀분석, 기계학습 등으로 일일 단위의 에너지소비량을 예측하고 관리하여야 한다.		
	③	㉮ 회귀분석, 기계학습 등을 통해 시간별 에너지소비량을 에너지원별로 분류하여 예측하고 관리하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등			

항 목	8. 에너지 비용 조회 및 분석			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	10	유효기간 연장	5
평가방법	건물의 에너지 비용을 파악하고 비용 절감 방안을 도출하는 기능을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 조회		0.6
	②	설비 운전방식 및 요금제별 에너지비용 단순 비교		0.8
	③	에너지비용 최적화 방안 도출		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 에너지 요금제 변동에 따른 에너지원별 단가 정보를 관리자가 수정 또는 공급사에서 제공하는 정보를 연동하여 관리하여야 한다.		
	①	㉮ 에너지원별 요금제를 적용하여 사용량에 따른 비용을 산출하고 기간별로 조회할 수 있어야 한다.		
	②	㉮ 설비의 운전방식 및 요금제에 따른 에너지비용을 비교할 수 있어야 한다.		
	③	㉮ 다양한 상황을 비교분석하여 에너지비용을 최적화하는 방안을 도출하여야 한다. * 예) 다양한 열원설비가 있는 경우 열원설비 운전방법에 따른 비용최적화, 사용시간대에 따라 다른 요금이 적용되는 경우 운전시간대 최적화, 신재생에너지설비 및 에너지저장장치 등이 있는 경우 에너지 생산 및 저장 최적화 등		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등			

항 목	9. 제어시스템 연동			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	10	유효기간 연장	5
평가방법	EMS를 통한 제어 기능을 평가하는 항목으로 에너지효율적인 방향으로 설비를 제어하는 기능을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	단기(1년~2년) 운영목표 및 세부 추진계획 수립		0.6
	②	중장기(3년~5년) 운영목표 및 세부 추진계획 수립		0.8
	③	사업계획 및 업무계획에 EMS 운영목표 반영		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 운영목표와 추진계획은 건물의 문서화하여 관리하여야 한다.		
	①	㉮ 1~2년 간 EMS 운영 목표를 수립하고 세부 추진계획을 수립하여 문서화하여야 한다.		
	②	㉮ 3~5년 간 EMS 운영목표를 수립하고 세부 추진계획을 수립하여야 한다.		
	③	㉮ EMS 운영목표를 사업계획 및 업무계획에 공식적으로 반영하여 문서화하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, EMS 운영목표 및 세부 추진계획 문서, 사업계획서 및 업무계획 문서			

항 목	10. 운영목표 및 추진체계			
배점	설치계획 검토 및 설치확인		유효기간 연장	10
평가방법	EMS의 운영을 위한 목표 및 추진계획을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	주요에너지용도에 사용하는 설비 중 1종 이상 설비의 자동제어 연동		0.6
	②	구분 ① + 분석 결과를 반영한 설비 제어 방안 도출		0.8
	③	구분 ② + 분석 결과를 반영하여 설비를 자동으로 제어		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ EMS 내에서 자동제어시스템의 데이터를 확인할 수 있어야 한다. ㉯ EMS 내에 설비 제어화면을 포함하거나 또는 링크하여 사용할 수 있도록 하여야 한다.		
	①	㉮ 건물의 주요에너지용도 설비 중 1종 이상의 설비에 대한 자동제어가 가능하여야 한다.		
	②	㉮ 설비의 성능 및 효율, 실내 환경, 에너지 비용, 에너지사용량 예측 등 분석 결과를 반영한 설비 제어 방안을 도출할 수 있어야 한다.		
	③	㉮ 구분 ②의 분석결과를 반영한 설비 제어 방안을 자동으로 실행할 수 있는 제어기능을 갖는 경우 적합한 것으로 판단한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서 등			

항 목	11. 운영조직			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	-	유효기간 연장	10
평가방법	EMS 운영을 위한 조직의 구성과 전문성 확보 여부를 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	2인 이상 전담 운영팀 구성 또는 전문업체 위탁		0.6
	②	구분 ① + 운영팀에 대한 연간 4시간 이상 주기적인 전문교육 실시		0.8
	③	구분 ② + 전문자격을 보유한 전문인력 1인 이상 운영팀에 포함		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 인력채용 및 조직 구성도, 위탁 계약서 등 증빙 문서를 구비하여야 한다.		
	①	㉮ 해당 건물 EMS를 운영·관리하는 전담 팀을 2인 이상으로 구성하여 운영하여야 한다. ㉯ 전문업체에 위탁 관리하는 경우도 인정하며 위탁 관리의 경우 원격에서 관리할 수 있는 시스템이 구축되어야 한다.		
	②	㉮ EMS 운영팀에 대한 연간 4시간 이상 전문교육을 실시하여야 한다. ㉯ 전문교육은 '건물에너지관리' 관련 내용이어야 하며 외부 세미나 참석 및 전문가 초청 교육 등 외부 전문가에 의한 교육이어야 한다.		
	③	㉮ 운영팀에는 전문자격을 보유한 전문인력 1인 이상이 포함되어야 한다. ㉯ 관련 전문자격은 건축·기계·전기 관련 기술사, 건축물에너지평가사가 있다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 조직도, 위탁운영 계약서, 전문자격증 및 근무 증빙서류			

항 목	12. 운영성과 평가 및 개선			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	-	유효기간 연장	15
평가방법	BEMS 운영에 따른 성과 평가 및 개선 노력을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	연 1회 이상 주기적인 운영평가 수행		0.6
	②	구분 ① + BEMS를 활용한 에너지효율화 방안 도출		0.8
	③	구분 ② + 에너지효율화 방안 실행		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 모두 문서화하여 관리하는 경우에 인정한다.		
	①	㉮ 연 1회 이상 에너지절감 성과, 운영 개선 내용, 데이터 분석 결과 등 BEMS 운영 평가를 수행하여야 한다.		
	②	㉮ BEMS 분석을 통해 에너지효율화 방안을 도출하여 제안하여야 한다.		
	③	㉮ 구분 ②에서 제안한 에너지효율화 방안을 실행하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 운영성과 평가 문서, 에너지효율화 방안 제안서, 에너지효율화 방안 추진 문서			

항 목	13. 계측기 관리			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	-	유효기간 연장	10
평가방법	BEMS에 데이터를 제공하는 계측기의 관리 수준을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	모든 계측기의 장비이력 및 검교정 현황 파악		0.6
	②	구분 ① + 주요 계측기의 오차율 관리 및 보정		0.8
	③	구분 ① + 주요 계측기의 주기적인 검교정		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ BEMS에 데이터를 제공하는 계측기를 중요도에 따라 등급을 분류하고 주기적인 검교정이 필요한 계측기를 선별하여야 한다. ㉯ 중요도가 높고 주기적인 검교정이 필요한 계측기로 분류된 계측기에 대하여 구분②와 구분③의 평가를 수행한다.		
	①	㉮ 설치된 모든 계측기의 구입일, 스팩, 관리등급 등 장비이력에 대한 기록관리 및 검교정 주기 및 최신 검교정 일자 등 현황을 파악하여 관리하여야 한다. ㉯ 설비기기 내에 일체화되어 있는 계측기의 경우 설비기기의 이력으로 관리한다.		
	②	㉮ 검교정된 계측기와 비교하여 계측기의 오차율을 관리하고 계측데이터를 보정하여 활용하여야 한다.		
	③	㉮ 국제표준 및 국가표준에 소급 가능한 측정표준으로 교정, 검증하여 유지하거나 검교정된 계측기로 교체하여 사용하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서, 계측기 등급 분류 문서, 검교정 결과서 등			

항 목	14. 데이터 관리			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	-	유효기간 연장	10
평가방법	EMS 데이터의 관리 절차 및 데이터 관리 수준을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	데이터 관리 절차 수립 및 관리 대상목록 유지		0.6
	②	구분 ① + 데이터의 누락, 분실, 훼손에 대한 파악 및 원인 기록		0.8
	③	구분 ② + 데이터 손실에 대한 복원 또는 보완 절차 수행		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 최소 3년 이상 원시 데이터 및 가공데이터(복구 데이터)를 구분하여 보관하여야 한다. ㉯ 데이터 로깅 시 정상과 비정상을 판단할 수 있어야 한다..		
	①	㉮ 관리대상 및 종류, 검색, 보관 및 보호방법, 보존년한 등 데이터관리 처리절차를 문서화하고 관제점 일람표를 대상으로 수집/저장/백업 대상 목록을 작성하여 관리하여야 한다.		
	②	㉮ 데이터가 누락, 분실, 훼손된 경우 알람을 발생시키고 원인을 파악하여 기록하여야 한다.		
	③	㉮ 누락, 분실, 훼손된 데이터에 대한 복원 또는 보완 절차를 수행하여 이상데이터가 분석에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 소프트웨어 기능설명서, 데이터관리절차 문서 등			

항 목	(가점항목) 15. 에너지절감 성과			
배점	설치계획 검토 및 설치확인	-	유효기간 연장	5
평가방법	에너지사용량 또는 에너지비용 절감량을 평가한다.			
평점	평점 = (배점) × (가중치)			
	구분	평가내용		가중치
	①	에너지사용량 또는 에너지비용 절감 실적이 있는 경우		0.6
	②	에너지사용량 또는 에너지비용의 5%이상 절감		0.8
	③	에너지사용량 또는 에너지비용의 10%이상 절감		1.0
산출기준	기본 사항	㉮ 항목 1-①에서 표시하는 에너지원별 에너지사용량 또는 항목 8-①에서 조회할 수 있는 에너지비용에 대하여 평가한다. ㉯ 갱신심사 직전 년도 3개년의 에너지사용량 또는 에너지비용 절감률의 평균을 평가한다. ※ 절감률 = (전년도 에너지사용량 또는 비용 - 당해년도 에너지사용량 또는 비용)/전년도 에너지사용량 ㉰ 에너지사용량 또는 에너지비용 산출 시 기상변화를 고려하여 보정된 값으로 계산할 수 있다.		
	①	㉮ 직전 년도 3개년의 에너지사용량 또는 에너지비용 절감 실적이 있어야 한다.		
	②	㉮ 에너지사용량 또는 에너지비용 절감률의 직전 년도 3개년 평균이 5% 이상이어야 한다.		
	③	㉮ 에너지사용량 또는 에너지비용 절감률의 직전 년도 3개년 평균이 10% 이상이어야 한다.		
확인서류	에너지관리시스템 보고서, 에너지절감 성과 산출 보고서 등			

BEMS 요구사항

"BEMS 기능별 설계가이드 개발 및 우수사례 발굴"

BEMS(Building Energy Management System)

최종보고서

2016. 12. 11.

공동수급기관 1 (대표기관) 가천대학교 산학협력단

공동수급기관 2 (주)기성이앤씨

데이터 수집 및 표시	◆건물에서 생산, 저장, 사용 하는 에너지를 에너지원별로 데이터 수집 및 표시 한다. ◆건물 주요설비 계통 내 모든 기기별 , 에너지 생산, 저장, 사용량을 수집 및 표시 한다. ◆건물 공간별 에너지관리 용도와 위치를 구분하여 수요처별 에너지 용도별 2종 이상 사용량 수집 및 표시 한다

데이터 표시기능	◆모든 데이터 표시는 실시간으로 이루어져야 한다. ◆데이터 표시간격은 시간 단위 이하로 하여야 한다. ◆에너지 사용량 표시는 다음과 같다. ✓ 전기사용설비 ✓ 열사용 설비 ◆에너지원별 (전기/연료/열 등) 표시 기능은 다음과 같이 표시 한다. ✓ 에너지원별로 계측하고 화면상에 표시하여야 한다. ✓ 주요에너지용도에 사용하는 에너지원이 아니거나 예비용인 경우는 표시를 제외 할 수 있다. ✓ 신재생 에너지, 자가발전, 폐열에너지, 에너지저장장치 등 의 생산, 저장, 사용량은 별도 구분하여 계측하고 표시 하여야 한다. ✓ 계측기를 설치 할 수 없는 경우는 기기별로 공급하는 에너지원별 계측 데이터의 합의로 표시 할 수 있다. ✓ 설비 계통별 모든 기기별 에너지 생산, 저장, 사용량을 표시 하여야 한다. ✓ 공조 설비와 조명설비는 기기별 계측 하지 않고 존별로 계측 하여 표시 한다. ✓ 주요설비 계통 은 열원설비, 공조 설비, 급탕설비, 운송설비, 조명설비, 전열설비로 구분하여 표기하여야 한다. ✓ 에너지 수요처는 용도와 위치로 2 단계 이상 구분 표시 하여야 한다. ✓ 수요처 용도 구분할 시 에너지 사용 패턴이 다른 공간을 구분하여 소비특성을 파악 하고 에너지 ✓ 낭비요인 및 절감방안을 도출 할 수 있도록 표시 하여야 한다.

정보감시	◆관제 값 에서 수집되는 에너지 정보를 감시 하고 관리 하는 기능이 있어야 한다. ◆에너지관리에 영향을 미치는 요소들은 11종 이상 관제 값에 대한 기준 값 입력 및 가시화 기능이 있어야 한다. ◆정보 감시 평가 대상 항목은 에너지손실, 비용 상승, 쾌적성 저하, 설비고장 등 건물의 에너지관리에 영향을 미치는 요소로 한정 표시 한다. ◆모든 관제 값에 대한 기준 값을 입력하고 관제 값과 기준 값을 비교 할 수 있도록 가시화 기능이 있어야 한다. ◆기준 값 입력은 관리자가 쉽게 변경 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆기준 값 벗어나는 경우는 관리자에게 직접경보를 발령할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆3종 이상 관제 값에서 발생된 경보에 대하여 진단 및 조치 방법을 안내하는 기능이 있어야 한다. ◆기준 값을 벗어난 원인을 파악하는 진단 프로세스를 갖추어야 한다. ◆진단결과에 따라 관련설비의 제어, 유지보수, 고장수리, 교체 등 안내 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆에너지원별 에너지사용량의 기준 값 입력 기능이 있어야 한다. ◆에너지원별 에너지사용량의 기준 값 에 대한 경보 발령기능이 있어야 한다. ✓ 설비기기 관해 다음과 같이 정보감시를 한다. • 중앙감시반에서 발생한 경보의 시계열관리, 이력관리 • 중앙감시반에서 지정한 설비기기의 동작 이력 관리 • 중앙감시반에서 지정한 설비기기의 조작 이력관리 • 설비기기의 보수 스케줄 설정을 위한 정보제공기능 ◆각설비의 운전상황, 이상상황, 환경상황을 용이하게 파악 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆중앙감시반에서 감시하는 정보를 한정(설비감시방법선택)하는 기능이 있어야 한다. ◆운영자가 에너지 소비에 관한 기준 값 과 실제 운영결과를 비교하여 기준 값 을 벗어나는 경우 이를 운영자에게 알려주는 기능이 있어야 한다.

데이터 조회	◆수집한 데이터를 건물 운영자가 조회를 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆일간, 주간, 월간, 년간 등 기간을 고정으로 데이터 조회 기능이 있어야 한다 ◆2종 이상 데이터의 상관성 조회 기능이 있어야 한다. ◆건물관리자가 데이터 조회간격 및 기간선택 하여 데이터 조회기능이 있어야 한다. ◆운영자가 데이터 조회 간격을 설정하여 시간, 일, 월, 년 등 고정된 기간 동안의 데이터를 조회 할수 있는 기능이 있어야 한다. ◆관리자가 데이터 조회간격 (15분,1시간, 일 등) 및 기간을 선택 조회 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆조회 데이터는 표 또는 그래프로 화면상에 가시화 되어야 하며, 텍스트 파일, 스프레드시트, 등 일반적으로 사용가능한 파일형태로 다운로드 기능 이 있어야 한다. ◆2종 이상 데이터를 사용자가 선택하고 표 또는 그래프로 상관성을 조회 기능이 있어야 한다. ◆데이터 조회 표에서 상관성을 나타내고 , 그 상관성을 가시화할 수 있는 그래프가 있어야 한다.

에너지 소비 현황분석	◆건물특성에 따라 에너지소비에 영향을 미치는 인자들을 파악하고 소비현황 및 효율수준 분석에 제공 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆에너지 종별 과 에너지용도에 대한 에너지소비 현황 및 증감분석 기능이 있어야 한다. ✓ 건물의 에너지원단위를 2종 이상 산출 관리할 수 있는 기능이 있어야 한다 ✓ 건물의 에너지용도 (냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기)별 관리기능이 있어야 한다. ✓ 에너지원단위 및 용도별 에너지사용량은 증감량 관리 기능이 있어야 한다. ◆ 에너지 효율수준 비교 기능이 있어야 한다. ◆에너지소비현황 분석 기능과 타 건물 또는 기준 대비 해당 건물의 에너지 효율 수준 비교기능이 있어야 한다. ◆에너지소비현황 분석결과의 원인을 파악 하기위해 3종 이상 요인분석 기능이 있어야 한다. ◆건물 에너지 분석 기능이 있어야 한다. ✓ 공조부문은 공조기 운전모드, 온도설정, 실내온습도, CO2 농도, 외부 온습도, 전력, 가스 소비량을 측정 한다. ✓ 조명부문은 재실정보, 전력량, 조명 ON/OFF 운전시간을 측정 한다. ✓ 콘센트 부문은 재실정보, 전력량을 측정 한다. ◆매일 건물전체 또는 에너지 사용처별 에너지원별 총 소비량/ 최소량/ 최대 소비량을 선택한 기간별로 구분한 그래프로 표시하는 기능이 있어야 한다. ◆에너지원별 소비량 ✓ 에너지원별 (열원, 전력, 가스, 수도 등) 기간별 , 장소별 그래프로 표시하는 기능이 있어야 한다. ✓ 에너지원별 소비량을 선택한 시간간격 및 시간 범위별로 그래프 와 데이터 표시 한다. ✓ 에너지 수요처별 소비량 분석 한다.

설비 성능 및 효율 분석	◆열원설비 기기별 성능 및 효율 분석 기능이 있어야 한다. ✓ 냉동기, 보알러, 히트펌프, 열교환기 등 건물의 냉방/난방/급탕/을 위한 냉/온 열원을 생산 하는 ✓ 설비의 단위 기기별 성능 및 효율을 분석하는 기능이 있어야 한다. ✓ 실내기와실외기를 분리 할 수 있는 경우는 실외기만 분석 가능한 기능이 있어야 한다. ✓ 지역난방 열원의 열교환기의 성능을 분석하는 기능이 있어야 한다. ◆열원설비의 이상 징후 분석 및 점검 기능이 있어야 한다. ◆열원설비의 효율화 방안도출 기능이 있어야 한다. ◆설비의 성능 및 효율을 분석 하는 기능 중 성능 및 효율 저하 원인을 파악할 수 있는프로세스 기능 있고 효율화 방안을 제시할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆흡수식 ✓ 냉온수기 부분부하율 및 COP 분석을 하여야 한다. ✓ 흡수식 냉온수기의 장비 성능과 관련 데이타를 비교분석 하여 흡수식냉온수기의 성능 파악 기능 ✓ 이 있어야 한다. ✓ 흡수식냉온수기 자체에서 제공 하는 데이터를 통해 기기 내부 상태와 자체성능 분석 기능이 있어야 한다. ◆ 터보냉동기 ◆터보냉동기의 시간대별 부분부하율과 COP그래프와 테이블로 표시 하고, 별도그래프에서 COP 추세선을 확인하여 기기동작의 경향성을 분석하는 기능이 있어야 한다. ◆냉각탑 효율분석은 냉각탑의계통과 관련된 데이터들의 상관관계를 분석 한다. ◆공조기는 공기반송능력 분석 및 CO2 농도제어를 통해 실내 공기질을 관리 할 수 있는기능이 있어야 한다.

실내환경 정보제공 및 활용	◆실내외 환경정보를 계측 또는 연동 등의 방식으로 수집 하여 분석 및 제어에 활용 하는 기능이 있어야 한다. ◆외기 및 실내의 온도와 습도 정보를 수집 하여 분석 및 제어에 활용기능이 있어야 한다. ◆온도와 습도 외 에 실내 환경 정보 수집 및 분석과 제어 하는 기능이 있어야 한다. ◆실내 환경 정보 (온도, 습도, 정보) 감시기능이 있어야 한다.

에너지소비량 예측	◆목표치 설정 및 관리기능이 있어야 한다. ◆단순 회귀 식을 활용한 예측 및 관리 기능이 있어야 한다. ◆고도화된 방법을 활용한 예측 및 관리 기능이 있어야 한다. ◆동적에너지 해석을 활용한 예측 및 관리 기능이 있어야 한다.

에너지 비용 분석	◆에너지원별 단가 정보를 에너지관리자가 수정 또는 에너지공급사에서 제공하는 정보를연동 할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆에너지원별 사용량에 따른 에너지비용 산출 및 조회 기능이 있어야 한다. ◆설비 운전 방식 및 요금제별 에너지비용 단순비교 기능이 있어야 한다. ◆에너지비용 비용을 상황별 비교분석하여 최적화 방안을 도출할 수 있는 기능이 있어야 한다. ✓ 에너지 비용 체계 선택 기능 ✓ 에너지 비용단가 수정 기능 ✓ 기간별 에너지 비용 조회 ✓ 에너지원별 비용 비교분석 ✓ 예상 에너지 비용조회

제어시스템 연동	◆EMS내에서 자동제어시스템의 데이터를 확인하는 기능이 있어야 한다. ◆EMS 내에서 설비 제어화면을 포함 하거나 또는 링크하여 사용할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆건물의 주요 에너지용도 설비에 대해 자동제어 연동 기능이 있어야 한다. ◆설비의 성능 및 효율, 실내 환경, 에너지 비용, 에너지사용량 예측 등 분석 결과를 반영한 설비제어방안을 도출할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆설비의 성능 및 효율, 실내 환경, 에너지 비용, 에너지사용량 예측 등 분석 결과를 반영한 설비제어방안을 자동으로 제어 할 수 있는 기능이 있어야 한다.

갱신심사의 중요 기능	◆운영목표 및 추진체계 ✓ 운영목표와 추진계획을 문서화 할 수 있게 관리기능이 있어야 한다. ✓ 단기(1년~2년) 운영목표 및 세부추진을 수립 할 수 있는 문서화 기능이 있어야 한다. ✓ 중장기(3년 ~5년) 운영목표 및 세부추진을 수립 할 수 있는 문서화 기능이 있어야 한다. ✓ 사업계획 및 업무계획에 EMS 운영 목표을 반영할 수 있는 기능이 있어야 한다. ◆운영조직 ✓ 인력채용 및 조직 구성도, 위탁계약서 등 관리 기능이 있어야 한다. ✓ 2명이상 전담 운영팀 구성 또는 전문 업체 위탁 할 수 있다. ✓ 전문 업체에 위탁 관리 시는 원격에서 관리할 수 있는 EMS 시스템을 구축되어 있어야 한다. ✓ 운영팀에 대한 전문교육을 연간 4시간 이상 실시하여야 한다. ✓ 운영팀에는 전문자격을 보유한 전문 인력 1인 이상이 포함되도록 한다. ✓ 전문 인력 관련 자격은 건축물에너지평가사, 건축·기계·전기 관련기술사가 있다. ◆운영성과 평가 개선 ✓ 문서화하여 관리 한다. ✓ 연 1회 이상 주기적인 운영 평가를 한다. ✓ EMS를 활용한 에너지효율화 방안 도출한다. ✓ 도출된 에너지효율화 방안을 실행 한다.

갱신심사의 중요 기능	◆계측기 관리 ✓ EMS에 데이터를 제공하는 계측기를 중요도에 따라 등급을 분류하고 , 주기적으로 검교정이 필요한 계측기를 선별 한다. ✓ 모든 계측기의 장비이력 및 검 교정 현황을 파악하여야 한다. ✓ 중요도가 높고 주기적인 검교정이 필요한 계측기로 분류된 계측기는 오차율관리 및 보정을 주기 ✓ 적으로 한다. ✓ 주요 계측기의 주기적 검 교정을 국가표준으로 하여 사용 한다. ◆데이터 관리 ✓ 최소 3년간 원시 데이터 및 가공데이터를 (복구데이터)를 구분하여 보관 한다. ✓ 데이터 로깅 시 정상과 비정상을 판단할 수 있어야 한다. ✓ 데이터 관리 절차수립 및 관리대상 목록 유지 한다. ✓ 데이터 누락, 손실, 분실, 훼손에 대한 파악 원인을 기록 한다. ✓ 데이터 송실에 대한 복원 또는 복원 절차 수행 하여 이상 데이터가 분석에 영향을 미치지 않도록하여야 한다. ◆에너지절감 성과 ✓ 에너지원별 에너지사용량 또는 에너지비용에 대해 평가 한다. ✓ 갱신심사 직전 년도 3개년의 에너지사용량 또는 에너지비용 절감률의 평균을 평가 한다. ✓ 절감률 = "(전년도 에너지사용량 또는 비용 – 당해연도 에너지사용량 또는 비용)/ 전년도 에너지 ✓ 사용량" 으로 산출 한다. ✓ 에너지사용량 또는 에너지 비용 산출시 기상변화를 고려하여 보정된 값으로 계산 한다.EMS내에서 자동제어시스템의 데이터를 확인하는 기능이 있어야 한다.

갱신심사의 중요 기능	◆EMS 내에서 설비 제어화면을 포함 하거나 또는 링크하여 사용할 수 있는 기능이 있어야 한다. ✓ 건물의 주요 에너지용도 설비에 대해 자동제어 연동 기능이 있어야 한다. ✓ 설비의 성능 및 효율, 실내 환경, 에너지 비용, 에너지사용량 예측 등 분석 결과를 반영한 설비제어방안을 도출할 수 있는 기능이 있어야 한다. ✓ 설비의 성능 및 효율, 실내 환경, 에너지 비용, 에너지사용량 예측 등 분석 결과를 반영한 설비제어방안을 자동으로 제어 할 수 있는 기능이 있어야 한다.

U I 표준화	◆그래픽 사용자 인터페이스를 표준화하여 제공 한다. ✓ 배치 : 고정 창/팝업 창을 사용자 편의성 관점에서 구성하되, User Interface의 편의성 측면에서 참조하고자 하는 모든 창은 팝업 창으로 열고 사용자가 선택하여 닫을 수 있도록 설계 한다. ✓ 색깔 : 밝은 톤은 사용자의 혼란과 피로도를 가중시키므로 기능적인 부분을 부각하고 사용자 피로도를 최소화 하는 색상으로 구성 한다. ✓ Icon : 어떤 기능을 하느냐, 어떤 목적으로 쓰이느냐에 따른 직관적인 느낌의 아이콘 사용 한다. ✓ Button : 화려하지 않고, 사용자에게 직관적이고, 친화적인 느낌의 버튼 사용 한다. ✓ 인터페이스 : 특정 연계 제품에 종속되지 않은 플랫폼 독립적인 인터페이스 환경 지원한다.
EMS데이터 및 UI 연계	◆실시간 DB(데이터 베이스) 연계 및 UI(사용자 인터페이스) 연계를 위한 EMS 역할 정의 한다. ◆실시간 연계를 위한 네트워크 구성에 따른 연동 프로토콜, 기술을 제시 한다.
BAS 및 시 스 템 에 어 콘 설비 등 상호운영성	◆EMS 시스템과 타 시스템과 연동할수 있도록 통신토폴로지는 버스형태 및 이더넷으로 한다 ◆통신 표준 프로토콜은 TCP/IP, BACnet, Modbus TCP으로 한다 ◆기축건물에 EMS 적용시는 BAS (빌딩자동제어시스템)에서 상호 연동할수 있도록 DB를 오픈 한다

DB 모델링 표준규격 준수	◆EMS KS "데이터베이스 관리체계"규격을 준수 한다.(관제점 및 Naming 규칙 준수)
DB 통합규격 준수	◆EMS 연동 데이터에 대한 통합 방안으로 구성 한다.(DB 구축.실시간 변동 DB로 구분 구축) ◆EMS DB는 수집영역, 통합영역, 통계/분석 영역으로 구분 관리 한다.

신뢰성, 안정성, 호환성 및 연계성	◆납품, 설치하는 각 소프트웨어부문, 구축부문은 EMS 목적 수행에 지장이 없도록 품질의 신뢰성, 제품의 안정성 및 기존 정보시스템과 완벽한 호환성 및 연계성을 가져야 한다.
기능구현의 정확성	◆시스템은 제시한 요구사항을 모두 제공하여야 하며,초기 협의한 요구 사항에서 변경관리 절차를 통해 승인 획득한 요구사항이 최종 Baseline로 한다. ◆제시한 요구사항이 제공되는지 여부는 각 기능 요구항의 검증(테스트) 활동을 통해 예상된 결과가 도출된 경우에 요구사항을 제공한 것으로 평가 한다.
시스템 장애복구	◆장애관리를 위한 관리절차를 수립하고, 장애 발생 시 시스템에 기록되고 담당자가 인지하여 즉각적으로 해결하고 중단 없이 수행할 수 있도록 하여야 한다

Level - 1	Level -2	Level -3	Level -4
통합 NOC	로그인	로그인	로그인
		보안	보안
	DashBoard	전체현황요약	에너지 모니터링 및 분석 전체현황
			위치정보 표시
			에너지등급 표시
			알람상태 표시
			업무정보 표시
	빌딩 에너지모니터링	에너지 모니터링	총 에너지 사용량 모니터링
			용도별 모니터링
			층별/zone별 모니터링
			계통별 모니터링
			신재생 에너지 모니터링
			전력품질 모니터링
		설비 모니터링	실시간 설비계측정보 모니터링
		제어 모니터링	자동제어 상태정보 모니터링
		실내환경 모니터링	실내 온도 감시
			실내 습도 감시
			실내 CO2 감시
			쾌적성 평가
	빌딩 에너지분석	에너지 분석	통계분석
			비교분석
			경향분석(Trend)
		설비성능 분석	실시간 설비성능 분석
			기간별 설비성능 분석
			경향분석

Level - 1	Level -2	Level -3	Level -4
통합 NOC	제어기능	자동제어_ACS	자동제어 수행
			자동제어 이력관리
		스케줄제어_SCS	스케줄 생성
			스케줄 제어이력관리
		DR제어_DRCS	DR 제어생성
			DR 제어이력관리
		지능제어_ICS	지능 제어생성
			지능 제어이력관리
		최적제어	최적 제어생성
			최적 제어이력관리
		알람	알람 등급 및 기준값 설정
			알람 이력관리
			알람 방법
	Report	Monthly Report	에너지사용량 Report
			설비성능분석 Report
		Quarterly Report	패턴분석 Report
	설비관리	빌딩정보	빌딩정보 조회
			설비정보 조회
			작업관리정보 조회
			도면정보 조회
	시스템관리	사용자관리	사용자등록
			사용권한 등록
		고객관리	기본정보관리
			서비스 상품관리
		기준정보관리	설비코드관리
			에너지코드관리
			성능분석코드관리
		언어설정	
		Agent관리	Agent 등록
			Data 처리현황
	시뮬레이터	템플릿 제시	

참고 서적 및 사이트

1. 에너지관리시스템 설치확인업무 운영규정
2. 가천대학교 산학협력단, BEMS 기능별 설계 가이드 개발 및 우수사례 발굴

C.2 베이스라인 기반 운영성과관리 [운영데이터 활용]

교육 목표

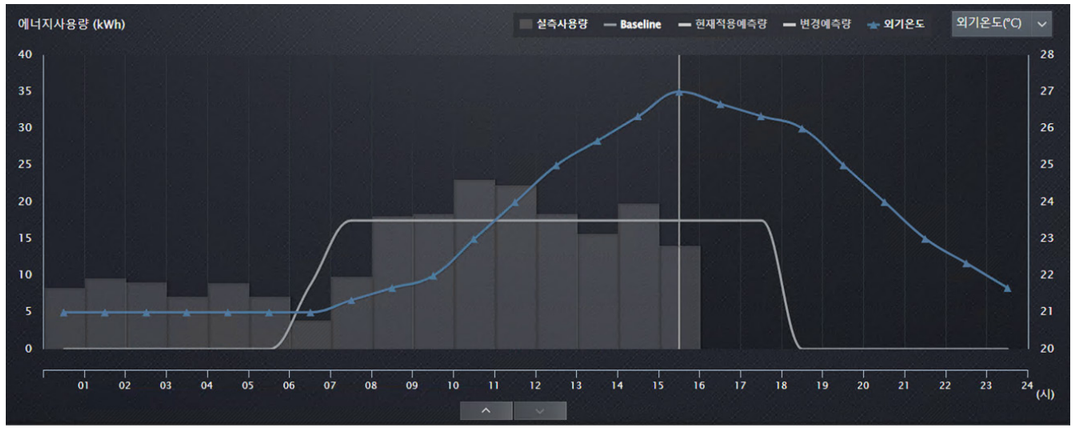
베이스라인 기반 운영성과관리 [운영데이터 활용]

* 에너지 베이스라인에 대한 개요 이해
* 에너지 베이스라인 작성 과정 이해
* 에너지 베이스라인을 설정하기 위해 필요한 데이터 수집 방법과 주요 요소를 이해
* 수집한 데이터를 분석하여 에너지 베이스라인을 설정하는 방법을 이해
* 에너지 베이스라인을 설정하기 위한 모델링 기법과 절차를 이해
* 에너지 절감 목표 선정 과정과 단계 별 내용 이해
* 에너지 베이스라인 작성 과정과 단계 별 내용 이해
* 개선방안 접근법에 대한 이해

1 에너지 베이스라인 개요와 과정

베이스라인 개요

- 에너지 베이스라인은 건물, 계통, 설비에서 정해진 기간 동안의 에너지 사용 패턴과 소비량을 나타내는 기준이며, 과거의 데이터를 기반으로 하여 에너지 소비의 트렌드를 파악하고, 에너지 절감 목표를 설정하거나 성과를 측정하는데 중요한 기준임.



출처: LG BECON energy Baseline

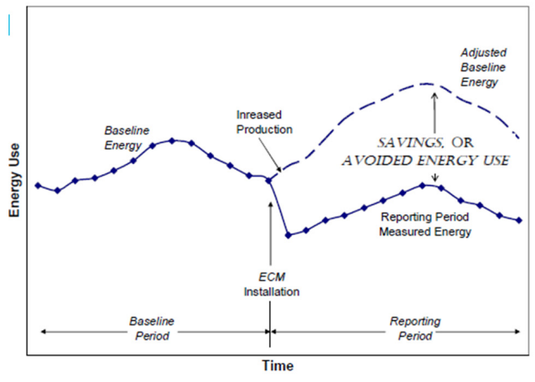
- Baseline을 통한 목표관리 목적
  - Baseline은 에너지 절감 활동에 의한 절감효과를 합리적으로 판단을 위한 기준으로 사용
  - 에너지 사용량 목표 관리를 위한, 사용량 예측 시뮬레이션으로 사용
- Baseline 설정 방안 (KS F 1800-2, 데이터관리 및 에너지절감량 산출)
  - 기축 건물의 베이스라인 선정 및 건물에너지절감량 산정을 위해 회귀분석 모델을 적용
  - 에너지절감량 산출방법 :
    측정 데이터 기반의 에너지베이스라인 모델 사용 시, 경계 및 기간 설정하며 에너지 원별로 수립한다
  - 정규화된 에너지베이스라인 모델 :
    아래 식과 같은 에너지 소비량을 관련 함수로 표현한 에너지 베이스 라인 모델 적용

$$E = f(x_1, x_2, x_3, \ldots\ldots, x_n), \quad \text{E : 에너지소비량, x : 관련변수, f() : 관련변수의 함수}$$

$$E = E_{bo} + b_1 x_1 + \ldots\ldots + b_n x_n + \varepsilon ,$$

E_{bo}: 관련변수와 연관이 없는 에너지소비량 또는 기저 에너지 소비량, b_i : 관련변수와 에너지소비량의 관계를 설명하는 계수, ε : 잔차

  - 이상데이터의 처리 : 판별하여 모델 수립 전에 처리하고 그 결과를 문서화 한다.
  - 에너지베이스라인 모델의 유의성 :
    공학적인 이론과 일치하여야 하며 통계적 방법으로 정규화된 데이터베이스라인 모델의 유의성 확보
    ※ 통계적 유의성 판단방법 결정계수(R^2), F-test, p-value, VIF를 사용하고 문서화



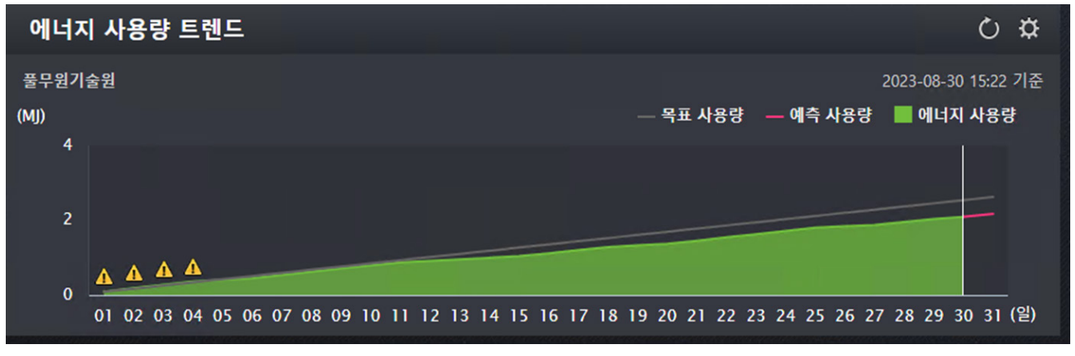
출처 : IPMVP Baseline

- 목표의 설정과 추적
- 에너지 운영 효율 판별
- 성과평가 및 보고
- 에너지전략 수립

- 에너지 베이스라인은 현재의 에너지 사용 현황을 파악하는 기준점을 제공.
- 이를 통해 비효율적인 에너지 사용 영역을 식별하고, 에너지 절약 조치의 효과를 측정할 수 있음.
- 명확한 목표 설정과 지속적인 에너지 관리 전략을 수립하는 데 근거로 사용됨.

베이스라인 활용

- 1. 목표의 설정과 추적



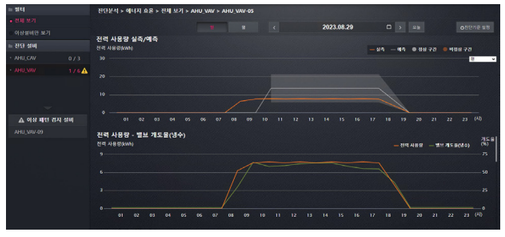
출처 : LG BECON energy

- 에너지 베이스라인은 건물의 에너지 절감 목표를 설정하는 데 도움을 제공 함.
- 과거의 에너지 사용 패턴을 분석하여 평균적인 에너지 사용량을 파악하고, 이를 기준으로 목표를 설정할 수 있음
- 에너지 베이스라인을 기준으로 실제 에너지 사용량을 추적하여 목표 달성 정도를 평가할 수 있음.

- 2 .에너지 운영 효율 판별



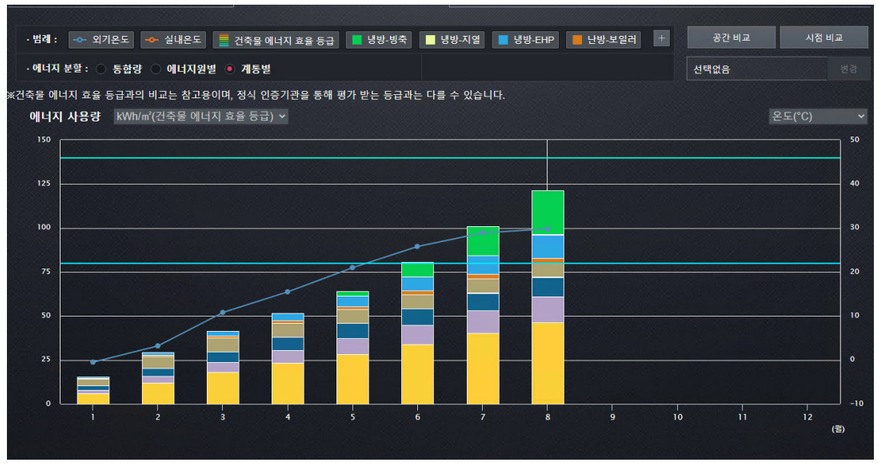
LG BECON energy 효율 분석



LG BECON energy 에너지 사용량 분석

- 에너지 베이스라인을 기반으로 한 에너지 사용 모니터링과 분석을 통해 비효율적인 운영 상태를 식별할 수 있음.
- 실제 에너지 사용량이 에너지 베이스라인보다 높은 경우, 비효율적인 에너지 사용을 의미할 수 있음.
- 이를 파악하여 개선 방안을 도출하고, 효율적인 운영을 통해 에너지 절감을 이룰 수 있음.

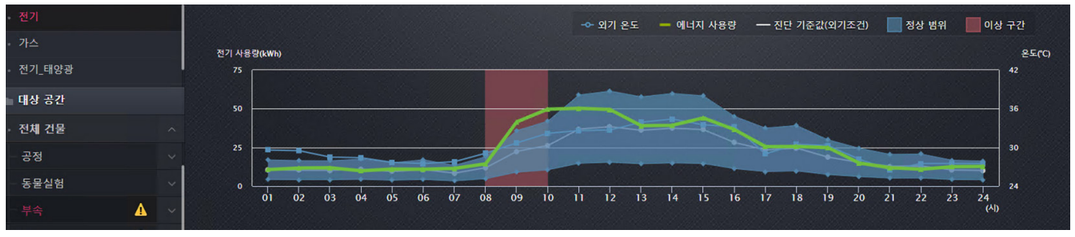
3. 성과평가 및 보고



LG BECON energy 성과 평가

- 에너지 베이스라인은 에너지 관리의 성과를 평가하고 보고하는 데 사용 됨.
- 실제 에너지 사용량과 에너지 베이스라인을 비교하여 에너지 절감의 효과를 확인하고, 이를 보고서나 대시보드 등을 통해 관리자나 이해관계자들에게 전달할 수 있음.
- 성과평가와 보고를 통해 에너지 관리의 투명성을 확보하고, 지속적인 개선을 위한 방향을 제시할 수 있음.

4. 에너지전략 수립

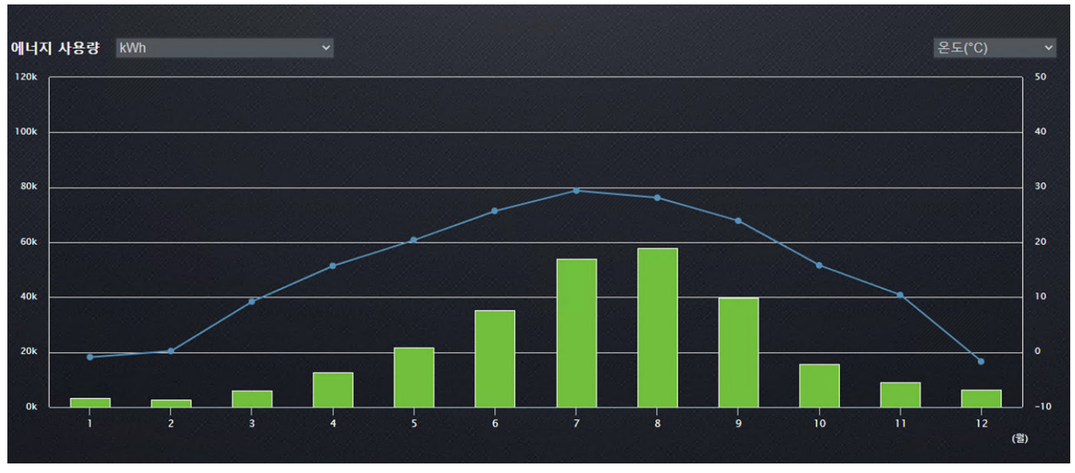


LG BECON energy 에너지 사용량 진단

- 에너지 베이스라인은 건물의 에너지 관리 전략 수립에 중요한 역할을 수행 할 수 있음.
- 과거의 에너지 사용 패턴을 분석하고, 에너지 절감의 잠재력이 큰 영역을 파악하여 개선 방안을 도출할 수 있음.
- 에너지 사용 진단을 통해 효율적인 에너지 관리 전략을 수립하고, 비용 절감과 환경 영향 감소를 동시에 이룰 수 있음

베이스라인 작성 과정

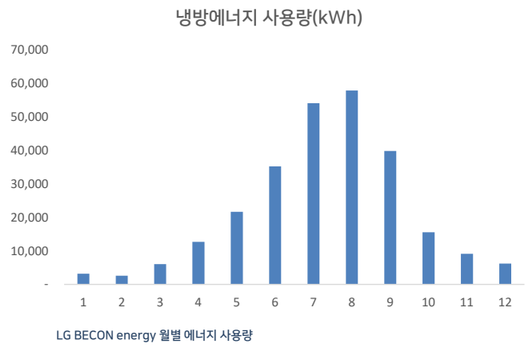
1. 데이터 수집



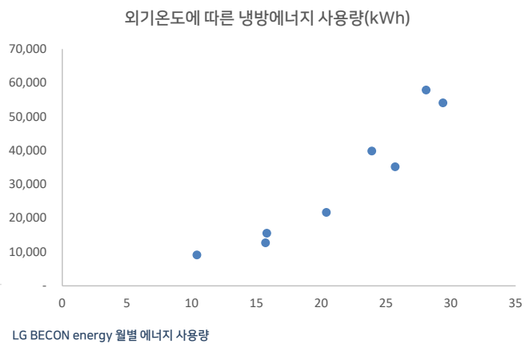
LG BECON energy 월별 에너지 사용량

- 건물의 과거 에너지 사용 데이터를 수집 함.
- 전기, 가스, 물 등의 에너지 사용량을 포함하며, 가능한 한 상세한 데이터를 수집하여 시간대별, 부문별, 장소 별 등의 패턴을 파악 함.

2. 데이터 분석



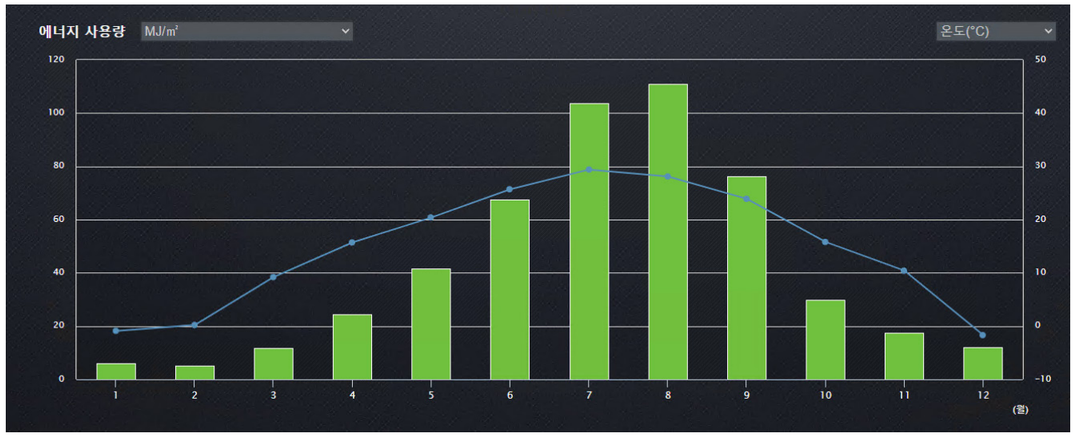
LG BECON energy 월별 에너지 사용량



LG BECON energy 월별 에너지 사용량

- 수집한 데이터를 정제하고 분석하여 에너지 사용 패턴을 파악 함.
- 평균적인 에너지 사용량을 계산하고, 계절, 운영 시간, 생산량 등과 같은 외부 요인을 고려할 수 있음.
- 통계적 분석 기법을 활용하여 데이터의 변동성과 추세를 분석 함.

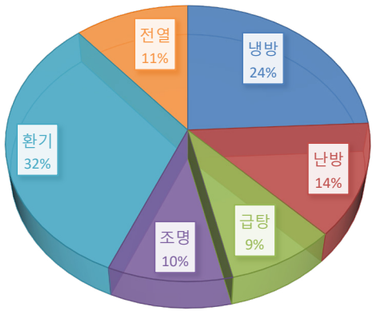
3. 벤치마킹



LG BECON energy 단위면적당 에너지사용량

- 건물의 에너지 사용량을 비교하여 벤치마킹을 수행 함.
- 비슷한 산업이나 유사한 건물과의 지표 비교를 통해 성능을 평가하고, 벤치마킹 데이터를 활용하여 에너지 베이스라인을 설정할 수 있으며, 비교 대상의 우수한 성과를 참고하여 목표를 설정하는데 활용 할 수 있음.

4. 외부기준비교



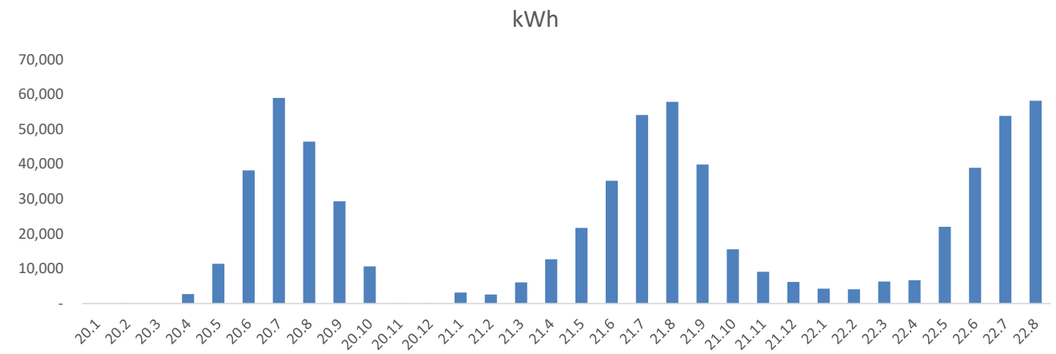
BECON energy 용도별 에너지 사용량 비율 Excel 보고서

구 분	공공	백화점	병원	상용	호텔	학교	기타	합계
제한 대상건물	10,000 (2,000 toe이상 69개)	175	71	112	53	75	43	
에너지소비량 (천toe)	4,185	324	224	243	196	236	144	5,553
냉난방에너지 소비율	56%	46%	54%	47%	50%	57%	48%	

일반 용도별 건물에서의 냉방에너지 사용량

- 에너지 베이스라인 설정 시, 관련 산업의 규정, 정부의 에너지 절감 목표, 지속 가능한 개발에 관련된 외부 기준을 고려할 수 있으며, 이러한 기준을 기반으로 에너지 베이스라인을 설정하고, 목표 달성을 추적할 수 있음.

5. 지속적인 모니터링 및 개선



BECON energy 연간 냉방계통 에너지 사용량

- 에너지 베이스라인은 정확성과 유효성을 유지하기 위해 지속적으로 모니터링 되어야 함.
- 실제 에너지 사용량과 비교하여 성과를 평가하고, 필요한 경우 개선 방안을 도출하여 에너지 효율성을 개선할 수 있음.

6. 관리와 업데이트

구분		변수	단위	최솟값	최댓값	평균	표준편차
종속변수		단위면적당 냉방에너지 소비량	Kwh/㎡	.001	21.384	2.352	2.270
독립변수	건물 물리적 특성	구조	-	.000	1.000	.821	.384
		건축면적	Ln(㎡)	1.099	13.200	5.305	.846
		연면적	Ln(㎡)	2.552	14.674	6.822	1.110
		노후도	년	.000	102.000	23.488	12.335
		평균층수	층	1.000	49.000	4.402	2.567
	주변환경 특성	주거지역	-	.000	1.000	.831	.375
		고도	m	5.000	235.000	25.628	14.015
		수계까지 거리	m	.000	1,847	.548	.354
		공원까지 거리	m	.000	.893	.151	.122
		수계율	%	.000	61.381	.163	1.707
		공원율	%	.000	100.000	1.428	5.645
		도로율	%	.000	85.154	28.348	10.190
	통제변수	대기온도	℃	25.211	27.030	26.610	.285
		공시지가	백만원/㎡	.024	80.700	5.379	4.214

참조 : 건물용도별 냉방에너지 소비량 차이에 관한 연구

- 에너지 베이스라인을 관리하고 업데이트하기 위해서는 정기적인 데이터 수집과 분석이 필요 함.
- 건물의 에너지 사용 데이터를 수집하고 정제하여 에너지 사용 패턴을 파악 함.
- 위의 과정을 통해 평균적인 에너지 사용량을 계산하고, 외부 요인을 고려하여 베이스라인의 재설정이 필요 함

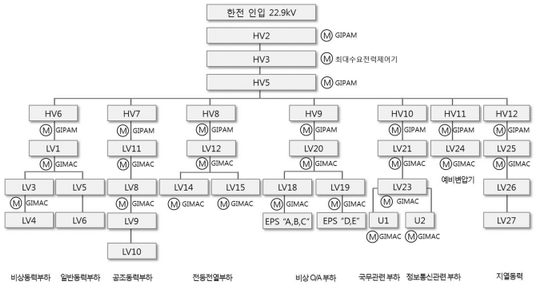
참고 서적 및 사이트

1. https://www.lge.co.kr/kr/business/product/cooling/

2 에너지 베이스라인 설정 방법

데이터 수집

- 1. 에너지 사용 데이터 수집



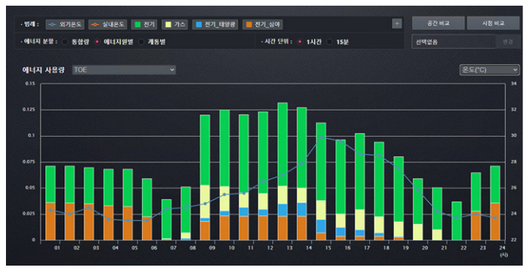
LG BECON energy 계통 부하 설계



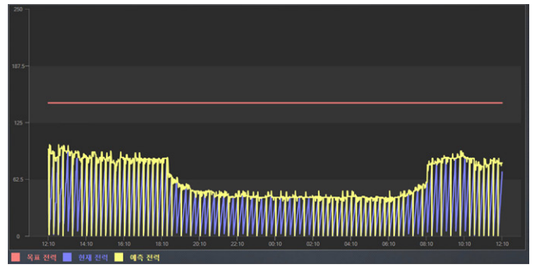
LG BECON energy 부하관리

- 에너지 사용량을 모니터링하기 위해 전체 시설이나 특정 부분의 에너지 소비를 측정하는 에너지 미터를 사용 함
- 이를 통해 일일, 주간, 월간의 에너지 사용량을 추적하고 비교할 수 있음

- 2. 시간대 데이터 수집



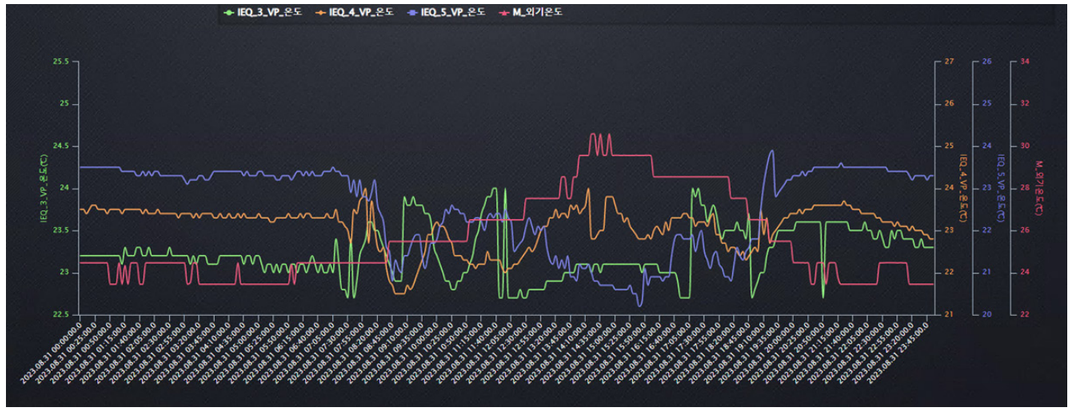
LG BECON energy 시간대 별 계통에너지 사용량



LG BECON energy 수요잔력관리

- 에너지 사용량을 기간 별로 분석하기 위해 누적사용 데이터를 수집하며, 피크 시간대와 비피크 시간대의 에너지 사용 패턴을 파악하여 효율적인 에너지 관리 전략을 수립 할 수 있음

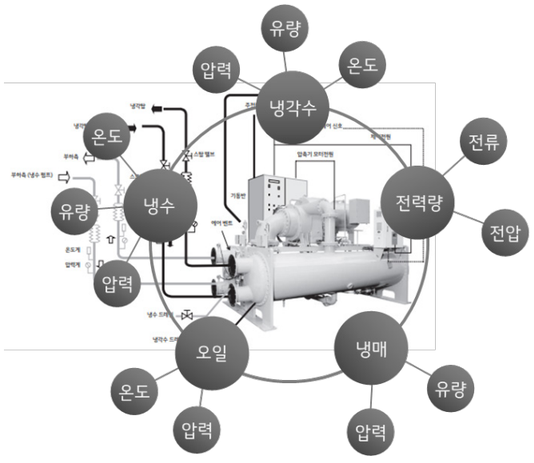
3. 온도 및 습도, 기타 센서 데이터 수집



LG BECON energy Trend Chart

- 온도 및 습도는 냉방 및 난방 시스템의 효율성에 영향을 미치는 중요한 요소로 온도 및 습도 센서를 사용하여 각 구역의 온도와 습도를 모니터링하고 데이터를 수집
- 온습도 및 기타 환경데이터 값에 따른 에너지 소비 패턴을 이해하고 최적 운전조건을 설정

4. 시스템(설비) 데이터 수집





LG BECON energy Trend Chart

- 설비의 성능을 평가하기 위해 시스템(설비)의 데이터를 수집하여, 설비의 효율성을 평가하고 문제를 식별하여 개선할 수 있는 기회를 제공 함.

데이터 분석

1. 통계적 분석



LG BECON energy Power usage chart

전력사용량 kWh		OAT (외기온도)		OAH (외기습도)	
평균	325.9	평균	25.6	평균	74.1
표준 오차	21.2	표준 오차	0.41	표준 오차	1.9
중앙값	310.6	중앙값	24.6	중앙값	78.9
최빈값	320	최빈값	24	최빈값	83.1
표준 편차	103.8	표준 편차	2.05	표준 편차	9.6
분산	10788.8	분산	4.21	분산	92.6
첨도	-0.84346	첨도	-0.62	첨도	-0.82
왜도	0.107	왜도	0.82	왜도	-0.81
범위	342.62	범위	6.4	범위	27.7
최소값	161	최소값	23.5	최소값	56.2
최대값	503.62	최대값	29.9	최대값	83.9
합	7823.99	합	615.1	합	1780.7
관측수	24	관측수	24	관측수	24

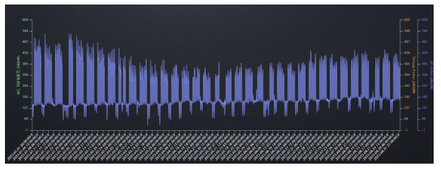
전력사용량 통계 분석

시간	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
에너지 사용량 (kWh)	311	310	304	298	298	259	171	201	391	446	466	471	504	495	414	366	364	345	289	191	176	161	283	311
외기온도(°C)	24.3	24	24.5	23.6	23.5	23.5	24.4	24.5	24.8	25.5	25.6	26.5	27	27.9	29.9	29.6	28.6	28.5	27.5	25.8	24.2	23.7	24	23.7
실내온도(°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
외기습도(%)	83.1	83.3	82.7	83.9	83.1	83.4	82	81.4	79.3	75.7	73.6	70.1	66.1	62.1	56.3	56.2	58.8	59	67.5	75.6	79.4	80.2	78.7	79.2

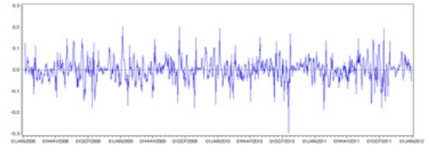
LG BECON energy Power usage data table

- 수집한 데이터를 기술 통계량(평균, 표준편차, 최소값, 최대값 등)으로 요약하여 데이터의 분포와 특성을 파악.
- 에너지 사용량의 일반적인 패턴과 변동성을 이해할 수 있음.

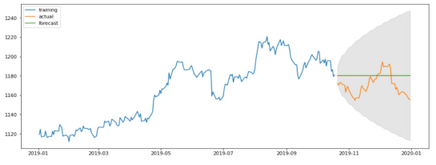
2. 시계열 분석



LG BECON energy Power usage Trend chart



로그변환 및 차등

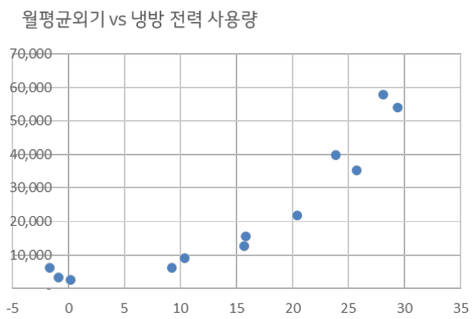


최적 ARIMA(1,0,2)

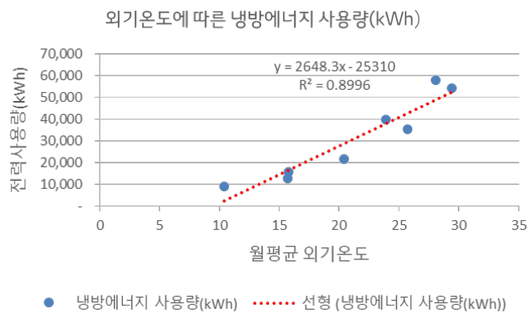
- 시간의 순서대로 나열된 데이터 포인트를 분석하는 방법.
- 데이터의 시간에 따른 변화를 이해하고, 과거 패턴을 통한 미래 값 또는 트렌드 예측.

- 전력 사용량의 시계열분석 예
  - 일별 패턴: 아침, 낮, 저녁, 심야에 따른 전력 사용량 변화
  - 계절별 패턴:
    여름: 에어컨 사용 증가로 인한 전력 소비 증가.
    겨울: 난방 사용 증가로 인한 전력 소비 증가.

3. 회귀 분석



LG BECON energy Excel Report



회귀통계 분석

- 다양한 변수 간의 관계를 분석하여 에너지 사용량에 영향을 미치는 주요 요인을 식별 함.
- 온도, 습도, 시간대 등과 에너지 사용량 간의 관계를 분석하여 온도와 습도의 변화에 따른 에너지 소비량을 예측 할 수 있음.

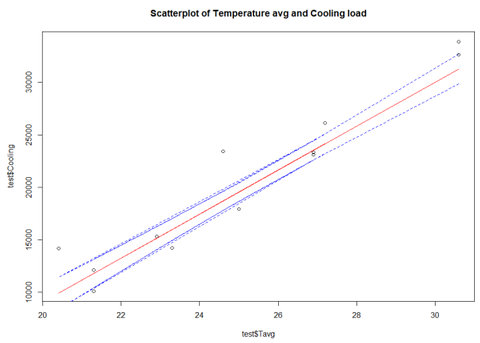
4. 예측모델 구축

$$Load_{cooling}[MJ] = 2092 \times Temp_{avg} - 32781$$

- **일평균 외기온도에 따른 냉방에너지 사용량 예측**

Temp avg	Solar factor	Cooling Load (MJ)
Min. :18.90	Min. : 22.0	Min. : 7199
1st Qu.:22.30	1st Qu.:132.8	1st Qu.:14486
Median :26.55	Median :197.0	Median :22904
Mean :25.66	Mean :181.9	Mean :21216
3rd Qu.:28.52	3rd Qu.:233.2	3rd Qu.:27793
Max. :31.60	Max. :307.0	Max. :33860

데이터 기술통계

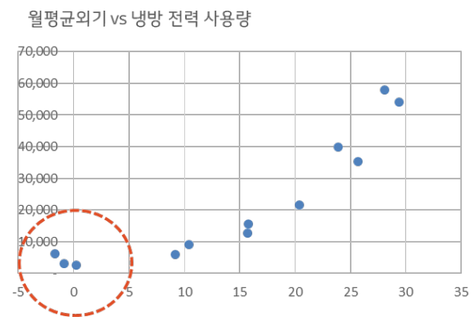


일 평균 외기온도에 따른 전력사용량 선형회귀 차트

- 회귀 분석 등의 분석 기법을 사용하여 기준선을 예측하는 모델을 구축하며, 향후 에너지 사용량을 예측하고 비교

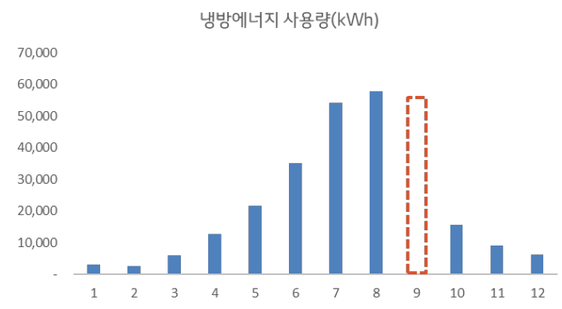
데이터 분석 (전처리)

1. 데이터 정체



LG BECON energy Excel Report

이상치
예기치 않은 값이나 패턴을 가진 이상한 데이터 포인트

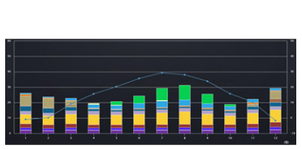


LG BECON energy Excel Report

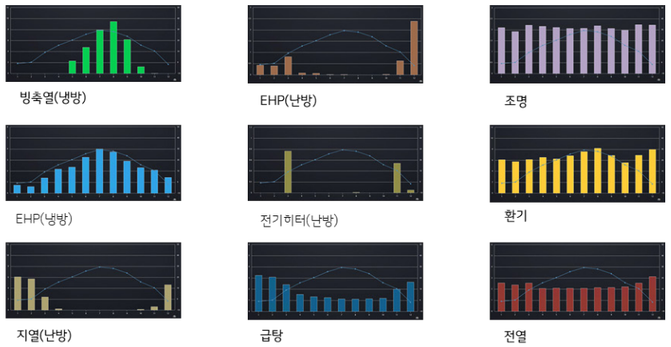
결측치
데이터가 누락되어 있는 상태

- 수집한 데이터에서 이상치나 결측치를 처리(제거/대체/변환/분리)하고, 데이터의 일관성과 정확성을 확보

2. 기준 기간 선택



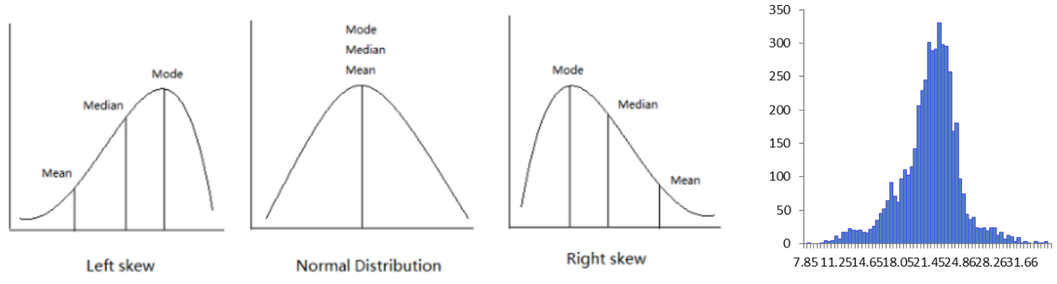
계절 특성 분석



LG BECON energy Excel Report

- 기준선(베이스라인)을 설정할 기간 선택
- 분석의 목적과 내용에 따라 데이터를 수집, 검토, 비교하는 특정 기간을 선택
- 기준기간은 분석의 정확성과 신뢰성에 영향을 미침

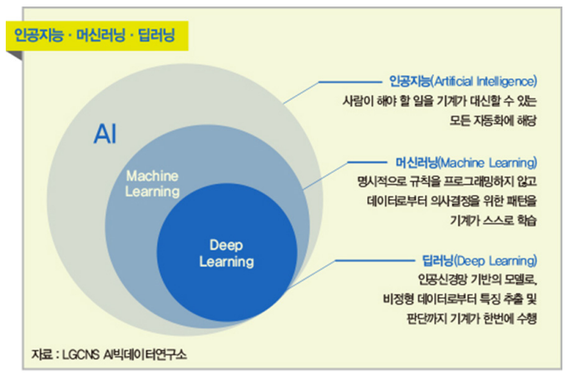
- 3. 기준선 계산



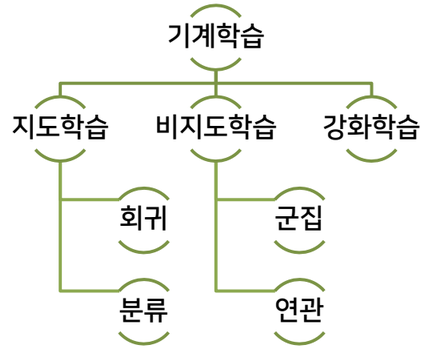
출처: https://medium.com Example of central tendency values in graph

- 선택한 기간 동안의 데이터를 분석하여 평균값, 중앙값, 분위수 등을 계산하여 기준선을 설정 함.
- 해당 기간 동안의 일반적인 에너지 사용량에 대한 정보를 얻을 수 있음.
- 평균값: 선택한 기간 동안의 에너지 사용량의 평균값
- 중앙값: 선택한 기간 동안의 에너지 사용량을 크기순으로 정렬한 후, 가운데 위치한 값
- 분위수: 선택한 기간 동안의 에너지 사용량을 크기순으로 정렬한 후, 일정한 간격으로 데이터 분할한 값

모델링 기법

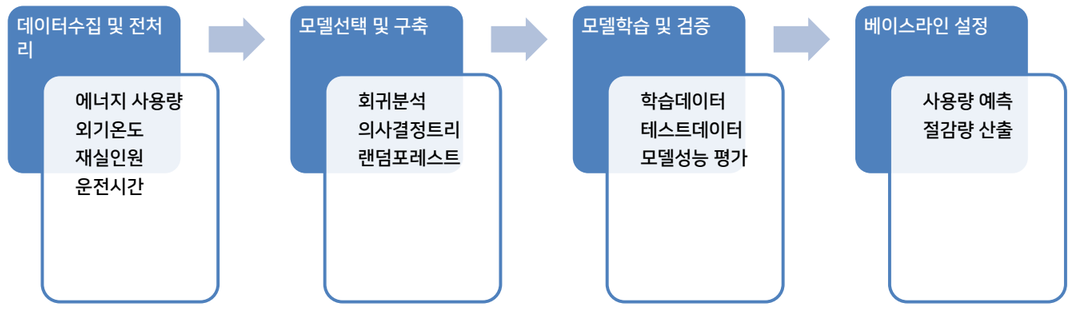


LG CNS AI빅데이터 연구소



머신러닝 기술분류

- 에너지 베이스라인을 설정하기 위해 모델링으로 기계 학습, 인공 신경망, 시뮬레이션 등의 기법을 활용하여 에너지 사용 패턴을 모델링하고, 기준선을 설정 함.



베이스라인 모델링

- 데이터 수집: 필요한 데이터를 모으는 단계로 여러 소스에서 원시 데이터 수집
- 전처리: 수집한 데이터를 분석 가능한 형태로 만드는 과정
- 모델 선택: 유형(회귀, 분류, 군집 등)과 알고리즘을 선택
- 모델 구축: 선택한 알고리즘을 바탕으로 모델의 구조를 설계
- 모델 학습: 전처리 된 데이터를 사용하여 모델을 학습
- 검증: 학습된 모델의 성능을 평가 (테스트 데이터셋을 사용하여 모델의 예측 능력을 검증)
- 베이스라인: 베이스라인을 통해 사용량 예측 및 절감량 산출

에너지 베이스라인의 유지 및 업데이트



- 주기적으로 에너지 사용 데이터를 수집하고 분석
- 설비 변경, 개보수, 운영 변경 등의 변화가 발생할 때마다 베이스라인 업데이트
- 업데이트 시점과 방법을 명확히 정의하고 유지 관리 계획을 수립

참고 서적 및 사이트

1. https://www.lge.co.kr/kr/business/product/cooling/

3 에너지 베이스라인 활용 운영성과관리

에너지절감 목표 설정

에너지절감 목표설정 (Plan)

목표수립

계획수립

달성전략

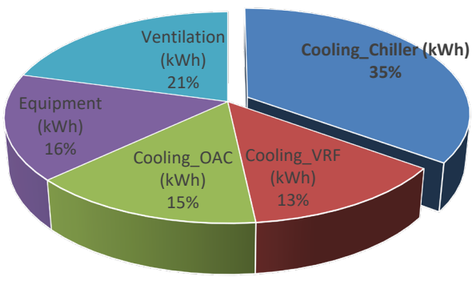
베이스라인(Do- Check)

- **데이터수집**
  - 에너지 베이스라인을 측정하기 위해서는 정확하고 충분한 데이터를 수집
  - 스마트 미터, 센서, 빌딩 자동화 시스템 등을 활용하여 에너지 사용량 데이터를 수집
- **데이터 정제/분석**
  - 데이터 수집 주기와 방법을 결정하고, 데이터의 일관성과 정확성을 확인
  - 데이터의 누락, 오류, 이상치 등을 식별하고 처리
  - 데이터 유효성 검사, 오류 보정, 이상치 제거
- **베이스라인 설정**
  - 평균, 분산, 표준편차 등의 통계량을 계산
  - 시계열 분석, 회귀 분석 등의 통계적 기법을 활용하여 데이터의 패턴과 추세를 분석
- **베이스라인 조정***
  - 에너지 사용량의 변동성과 예측 가능성을 평가
- **성과평가**
  - 유사한 건물이나 부문의 에너지 사용량과 비교하여 벤치마킹
  - 이전 기간과의 비교를 통해 성과를 평가

개선방안도출(Action)

1. 목표 수립

에너지 절감 대상 검토



LG BECON energy 계통 부하 Excel 보고서

[계통 별 전력 사용 비율]

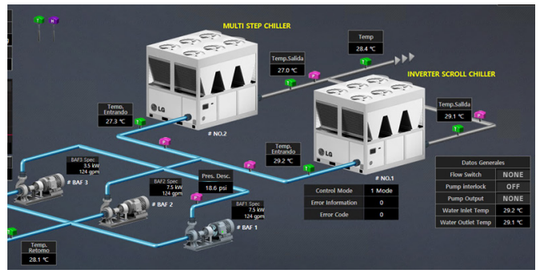


LG BECON energy 계통 부하 데이터

[건물에너지관리시스템 계통 별 에너지 사용량]

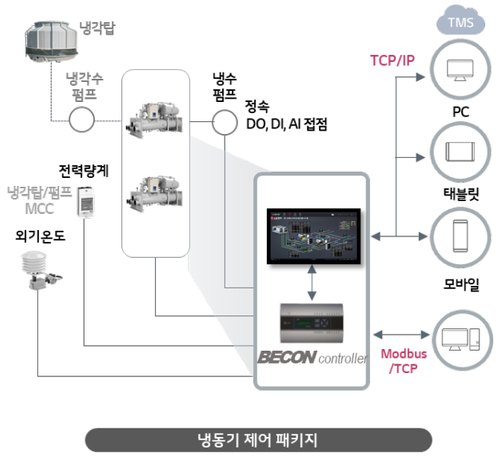
2. 계획수립

에너지 절감조치 (ECM : energy conservation measure)



LG BECON manager 냉동기 제어 시스템

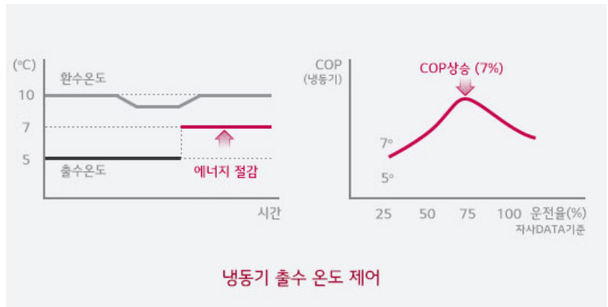
- 출수온도제어
- 냉동기 대수(용량)제어
- 펌프 용량제어



냉동기 제어 패키지

3. 달성전략

에너지 절감조치 (ECM : energy conservation measure)



냉동기 출수 온도 제어



- 직접 디지털 제어기(DDC) 에서 제공하는 에너지절감조치(ECM: energy conservation measure) 기능 적용.
- 출수온도제어 : COP상승 7% 적용을 통한 에너지 절감 항목을 적용

베이스라인 작성

1. 데이터 수집

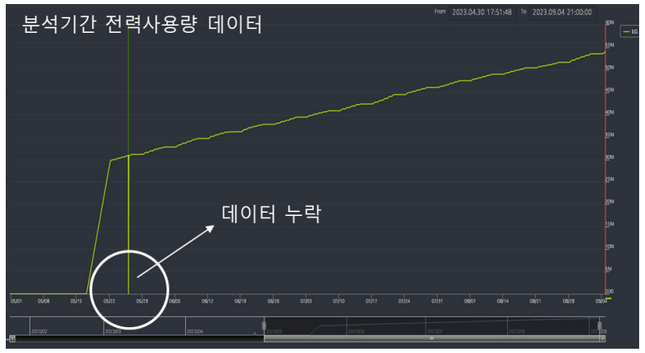
항목	변수	데이터수집방식	수집주기
에너지 사용량	냉동기 전력사용량	에너지 미터	시간 평균
외기환경	외기 엔탈피	설비 센서	시간 평균
실내환경	실내 온습도	환기온습도 센서	시간 평균
실내 부하 조건	실내 냉방부하	설비 센서	시간 평균
운전시간	평일 근무시간	BMS 데이터	시간 평균

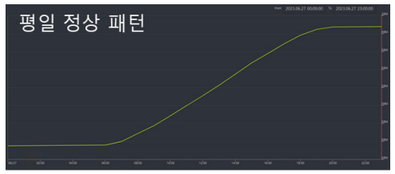
- 에너지 베이스라인을 측정하기 위해서는 정확하고 충분한 데이터를 수집
- 스마트 미터, 센서, 빌딩 자동화 시스템 등을 활용하여 에너지 사용량 데이터를 수집
- 데이터 수집 주기와 방법을 결정하고, 데이터의 일관성과 정확성을 확인

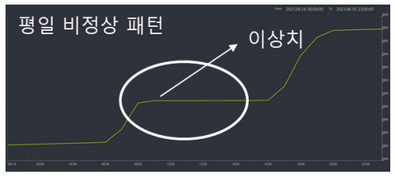
월	일	운전상태	소비전력량	외기온도	외기엔탈피	외기습도	냉방부하	제어모드
9	1	norm	344.7	32.5	37.7	69.7	2.8	-
8	31	norm	315.6	31.5	36.5	70.9	2.6	-
8	30	norm	363.6	33.8	39.4	67.5	3.0	-
8	29	norm	389.0	33.1	38.6	68.7	3.1	-
8	28	norm	473.3	32.4	37.5	69.5	3.8	-
8	25	norm	315.5	32.2	37.4	70.2	2.5	-
8	24	norm	233.5	30.8	36.4	74.6	2.2	-
8	23	norm	189.7	29.1	34.8	79.4	1.7	-
8	22	norm	185.6	27.1	33.3	86.4	1.9	-

- 건물에너지관리시스템의 환경정보, 설비운전 정보 수집
- 건물자동제어시스템, 공조 설비 시스템, 냉동기 설비 시스템 정보 수집

2. 데이터 정제 및 분석

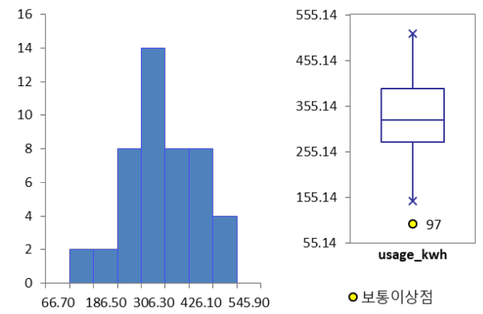






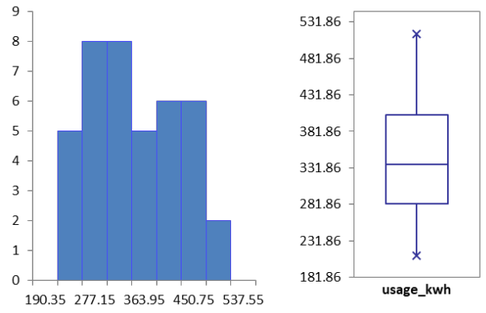
LG BECON 이력 데이터

- 데이터의 누락, 오류, 이상치 등의 식별 및 처리
- 데이터 유효성 검사, 오류 보정, 이상치 제거



[이상치 제거 전]

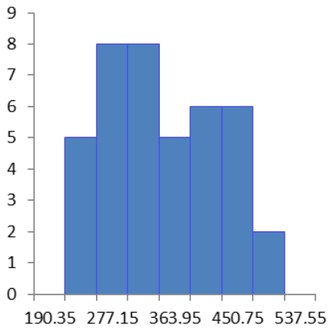
평균	330.9
중앙값	325.3
합계	15224.1
개수	46
표준편차	89.2
평균의 표준오차	13.1

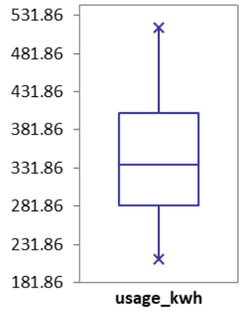


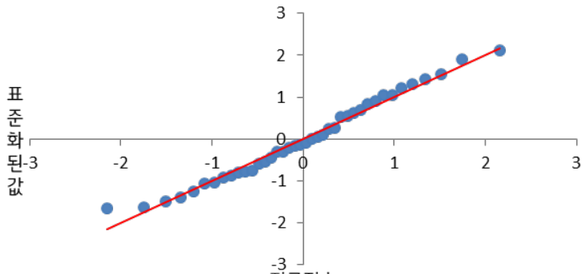
[이상치 제거 후]

평균	345.7
중앙값	336.1
합계	13828.6
개수	40
표준편차	80.4
평균의 표준오차	12.7

3. 베이스라인 선정

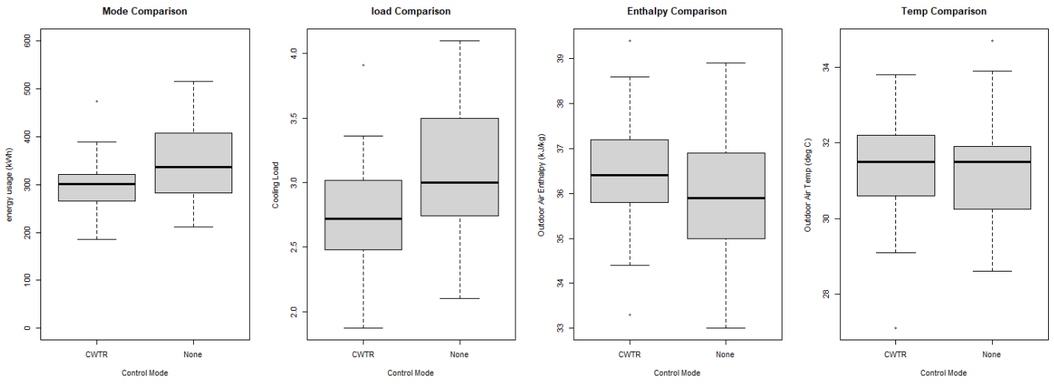




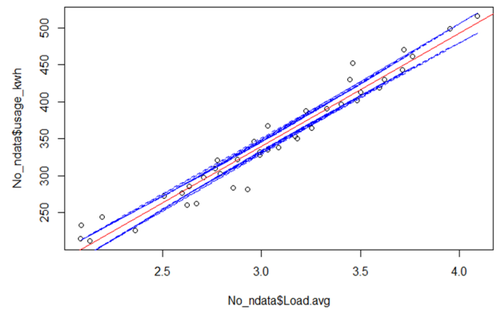


- 통계적 분석
  - 평균, 분산, 표준편차 등의 통계량을 계산
  - 시계열 분석, 회귀 분석 등의 통계적 기법을 활용하여 데이터의 패턴과 추세를 분석
  - 에너지 사용량의 변동성과 예측 가능성을 평가

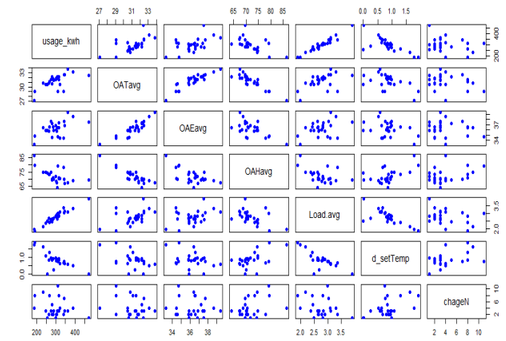
평균	345.7
중앙값	336.1
합계	13828.6
개수	40
표준편차	80.4
평균의 표준오차	12.7



- ECM 적용/미적용 기간 동안 요소 별 차이 여부를 이표본 t검정으로 유의수준 5%에서 가설검증
- 전력소비량 (p-value 〈 2.2e-16) : 냉수 출수온도제어 기간 동안 에너지 사용량이 적음
- 냉방부하량 (p-value = 0.01089) : 냉수출수온도제어 기간 동안 냉방 부하량이 적음
- 외기엔탈피 및 온도 차이 (p-value = 0.31, p-value = 0.8386) : 두 테스트 기간 사이에 엔탈피 및 온도차이는 없음



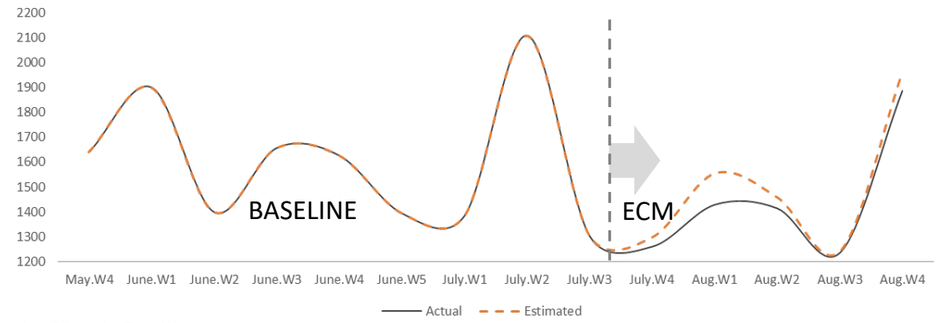
선형회귀모델 신뢰성 R2=0.94



변수 간 상관성을 통한 주요인자 탐색

- 시계열 분석, 회귀 분석 등의 통계적 기법을 활용하여 데이터의 패턴과 추세를 분석

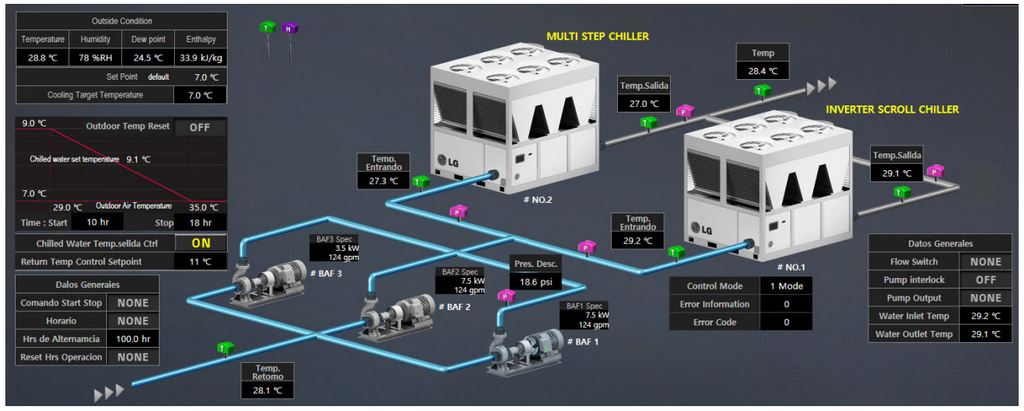
4. 성과평가



에너지절감조치에 따른 성과분석

	Control Logic : none								Control Logic : Chilled Water Temperature Reset						
Period	May.W4	June.W1	June.W2	June.W3	June.W4	June.W5	July.W1	July.W2	July.W3	July.W4	Aug.W1	Aug.W2	Aug.W3	Aug.W4	Total(kWh)
Actual	1,641	1,900	1,399	1,657	1,626	1,394	1,384	2,109	1,303	1,260	1,429	1,414	1,235	1,886	8,528
Estimated									1,303	1,298	1,555	1,458	1,241	1,965	8,779
Saving(kWh)										-37	-126	-44	-6	-79	**-252**
Saving(%)										-3%	-8%	-3%	0%	-4%	**-3%**

개선방안 도출



LG BECON manager operation client

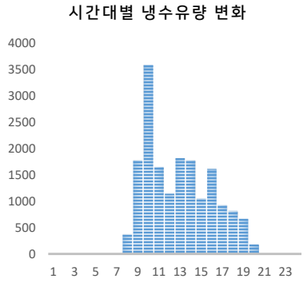
- ECM 자동제어 운전 개선 방안

  출수온도 제어 범위 조정을 통해 에너지 절감목표를 5%로 증대

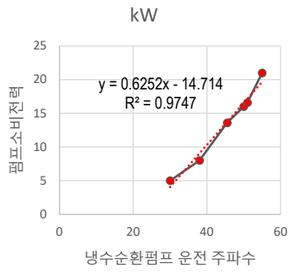
  - ECM 운전 분석 : 7 ℃ ~ 9 ℃ (제어 온도차 : 0 ℃ ~ 2 ℃)
  - ECM 운전 범위 확대 : 7 ℃ ~ 10 ℃ (제어 온도차 : 0 ℃ ~ 3℃)

베이스라인 활용 사례

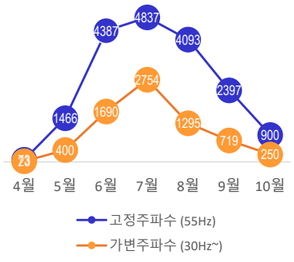
- 운전데이터 확보



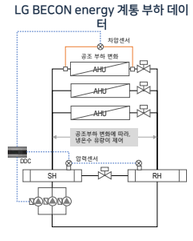
- 분석 및 베이스라인 선정



- 절감성과 분석



LG BECON energy 계통 부하 데이터



ECM #1 : 가변속 제어기를 통한 냉수순환 펌프 전력 절감

참고 서적 및 사이트

1. https://www.lge.co.kr/kr/business/product/cooling/

C.3 BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영

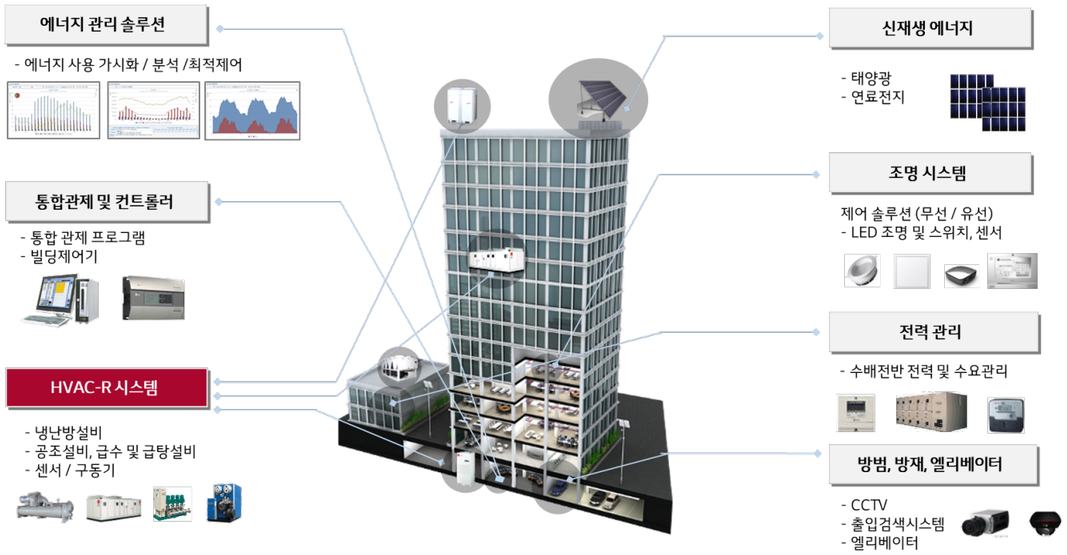
교육 목표

BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영

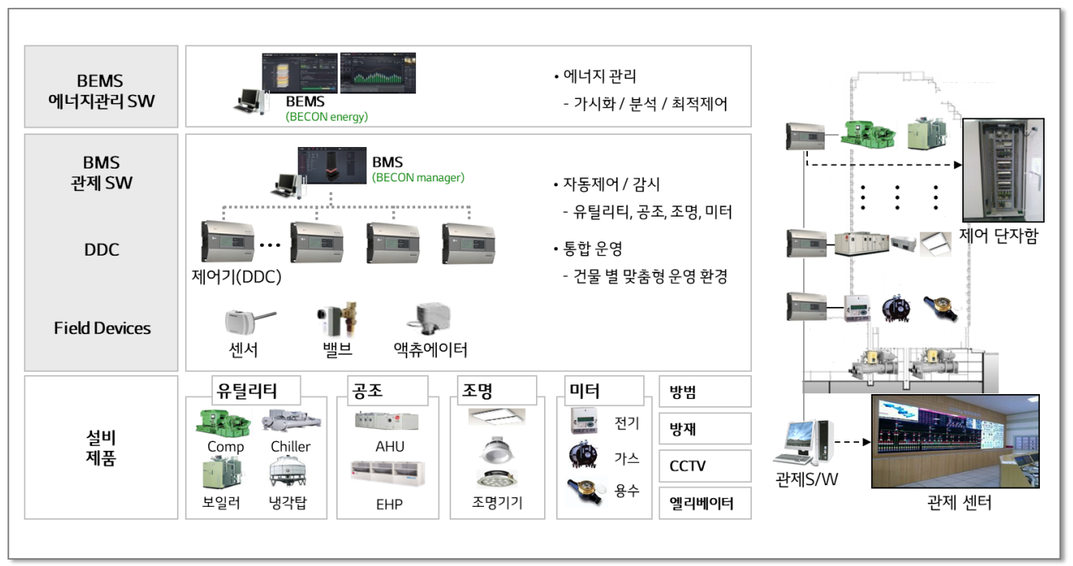
* BAS와 EHP 시스템의 기능을 이해
* EHP 시스템의 기능과 운영 비용 절감 방안을 이해
* 기타 EHP 시스템의 기능과 비용 절감 방안을 이해
* 시스템보일러 및 지열히트펌프의 기능 및 비용 절감 방안을 이해
* BAS와 인터페이스 방안과 통합시스템 구성안을 이해

1 BAS 연계 EHP 활용 BEMS 운영 개요

빌딩 통합운영 시스템



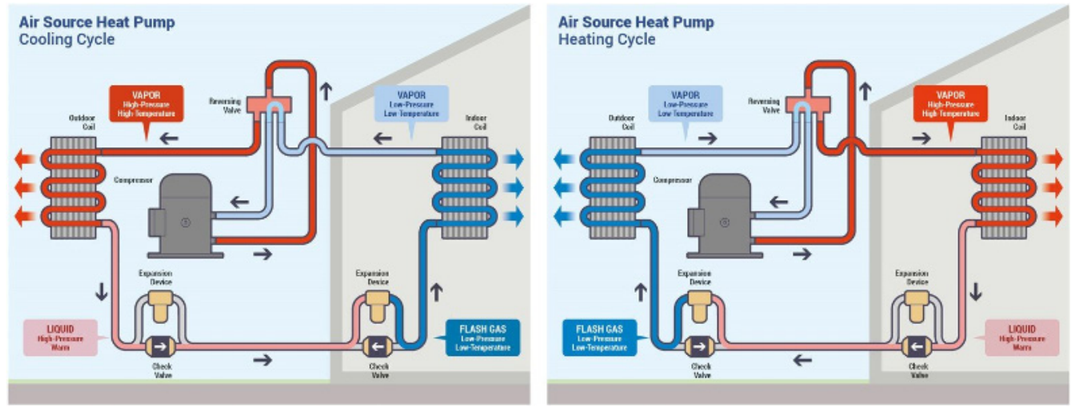
BAS (건물자동제어시스템)



LG BECON 건물자동제어시스템

- 건물 자동제어 시스템을 통해 건물의 설비를 최적으로 운영 / 관리하고 극대화된 에너지 효율을 제공

EHP (멀티히트펌프시스템)



https://hvacrschool.com/understand-heat-pumps/

- 히트펌프는 난방, 냉방, 그리고 온수 공급을 위한 다목적 솔루션으로, 높은 에너지 효율과 다양한 기능을 제공





- 냉난방 동시형 멀티히트펌프를 통한 공간별 냉난방 서비스 향상



https://hvacnycpro.com/

BEMS 통합운영시스템

현황판



건물 전체의 여러 가지 에너지 사용 현황을 한 눈에 표시

에너지 스캔



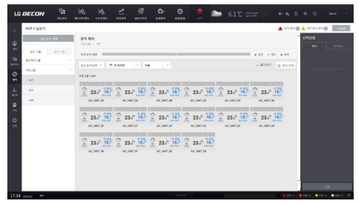
에너지원 및 계통, 공간 별로 에너지 사용 현황을 조회

목표 관리



에너지 사용 목표 설정 (건물 별, 에너지원 별), 목표량 초과 알림, 잔여 사용량 등 관리

시스템에어컨 제어 연동



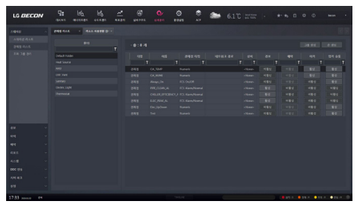
냉난방 시스템 에어컨 제어기 연동

설비 구조도



시스템에어컨 외 설비 자동제어 감시 및 제어

상세 관리



관제점, 스테이션, 리소스 사용현황 등 주요 시스템 내역 관리

2 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 - EHP

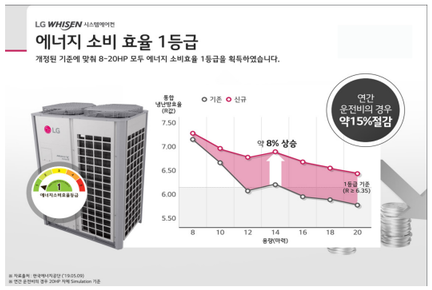
EHP (멀티히트펌프) 시스템

- BEMS의 PDCA 절차에 따른 EHP 에너지 절감 전략

에너지절감 목표설정 (Plan)	베이스라인(Do)	성과평가 (Check)	개선방안도출(Action)
목표수립	데이터수집	IPMVP Option A static Option B static baseline Option C Static model Option D dynamic model	ECM 조정
계획수립	데이터 정제/분석		
달성전략	베이스라인 설정		
	베이스라인 조정*		

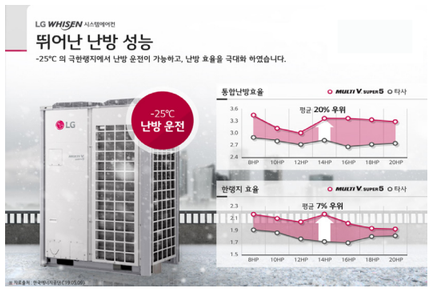
EHP 시스템 실외기

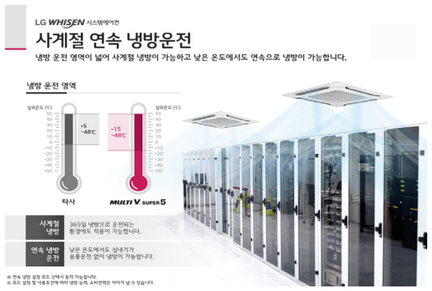
시스템 효율





냉난방성능





EHP 시스템 실외기– 설비유지관리







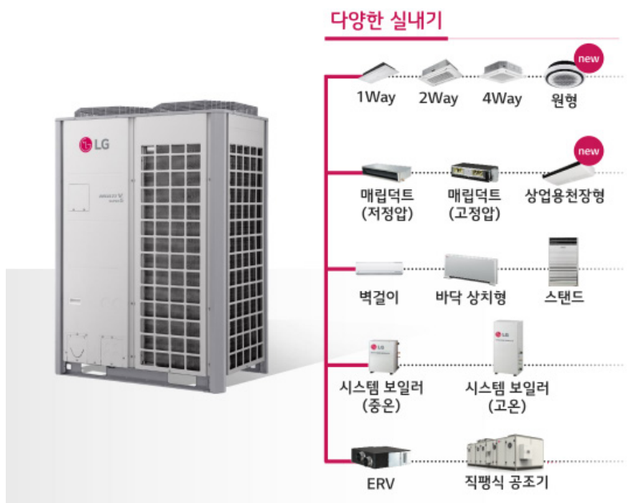




EHP 시스템 실내기

다양한 실내기

다양한 실내기가 연결되어 설치 환경에 맞는 설계가 가능합니다.



원형 라인업

kW
7.2
8.3
11.0
14.5



상업용 천장형 라인업

kW
7.2
14.5



EHP 시스템 실내기 주요 센서

미세먼지센서 / 바닥온도센서 / 인체감지센서 / 온습도센서



EHP 시스템 실내기 주요 기능– 에너지절감 및 쾌적한 실내환경

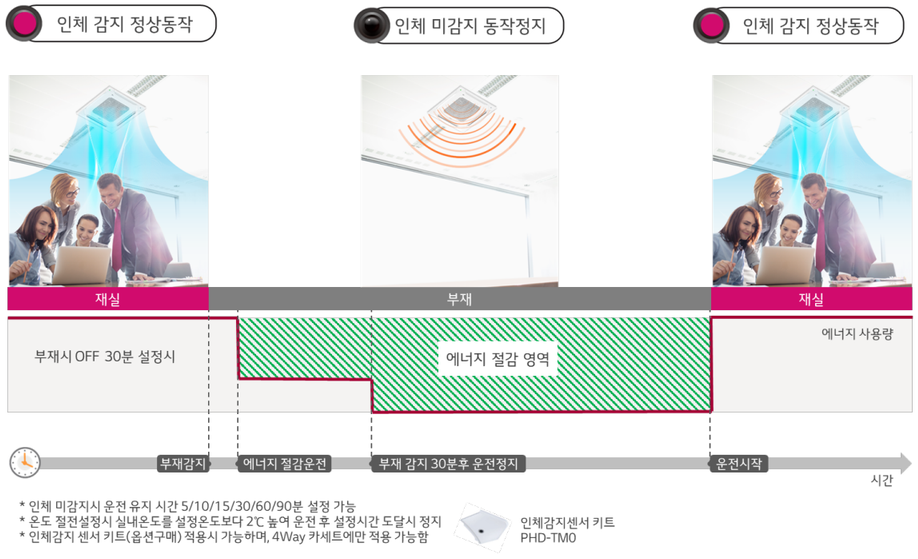


인체감지를 통해, 공실 실내기 운전 및 정지로 에너지 절감 (~ 54% 절감)

인체감지 ON/OFF 학습 운전

똑똑한 인공지능

부재 감지시 설정시간까지 에너지 절감운전 후 운전 정지하여 에너지 사용량 절감



* 인체 미감지시 운전 유지 시간 5/10/15/30/60/90분 설정 가능
* 온도 절전설정시 실내온도를 설정온도보다 2℃ 높여 운전 후 설정시간 도달시 정지
* 인체감지 센서 키트(옵션구매) 적용시 가능하며, 4Way 카세트에만 적용 가능함

인체감지센서 키트
PHD-TM0

EHP 시스템 실내기 에너지절감 기능









참고 서적 및 사이트

1. https://kr.lgeaircon.com/ebook/2023_LG_CAC

3 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 - 기타 EHP 연계 설비

GHP (가스엔진 히트펌프) 시스템

EHP/GHP 차이점

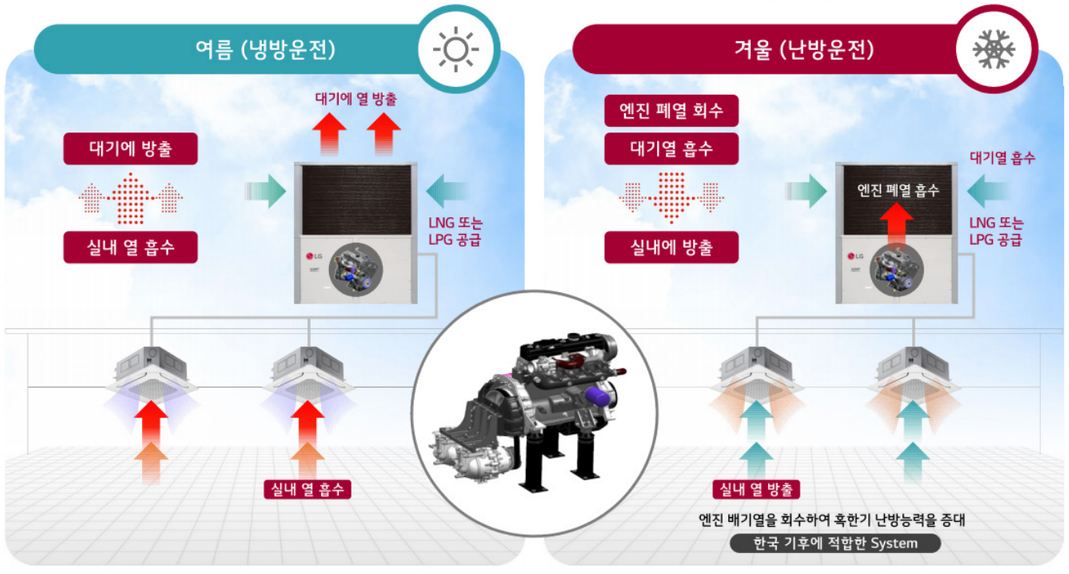
GHP는 냉난방 운전 원리가 EHP와 동일하나, 압축기 구동원이 전기 모터가 아닌 가스 엔진인 가스 냉난방 시스템 에어컨입니다.

구 분		EHP	GHP
시스템 구성	배관방식	냉매배관	냉매배관, 가스배관
	장비 외형도	 전기공급	 Gas 공급 (LNG, LPG)
구동 방식	구동방식	압축기	엔진(현대 자동차) + 압축기
	구동에너지	전기	도시가스 (LNG, LPG)
	용량 제어방식	인버터 컴프레서 (Motor Hz 제어)	엔진 RPM제어

※ EHP(Electric Heat Pump), GHP (Gas engine driven Heat Pump)

GHP 시스템 개요

GHP는 가스 엔진을 이용하여 다양한 실내기(천정형 카세트, 직팽식 공조기, 시스템 보일러)들과 연결되고, 냉난방 또는 냉/온수를 공급할 수 있는 고효율 냉난방 제품입니다. → 냉난방의 운전 원리는 EHP와 동일하며 압축기 구동을 전기 모터 대신 가스 엔진을 이용함.



다양한 실내기

GHP SUPER III PLUS 는 다양한 실내기가 연결되어 설치 환경에 맞는 설계가 가능합니다.



01 천장형 실내기

천장형 카세트 1Way / 천장형 카세트 2Way / 천장형 카세트 4Way / 천장형 카세트 원형 / 상업용 천장형 / 천정매립 덕트형

02 상치형 실내기

바닥 상치형 / 상업용 스탠드

03 시스템 보일러

중온용 (냉수, 온수)

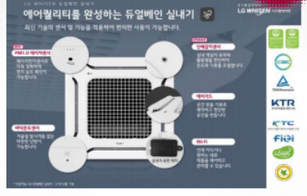
04 공기조화기

직팽식

※ GHP-시스템보일러 연동 시 GHP SUPER III 28, 30 32HP 제품에 연결 가능합니다.

GHP 실내기

MULTI V 와 동일 실내기를 사용하여 광범위한 라인업을 구축하고 다양한 환경에 설치가 가능합니다.



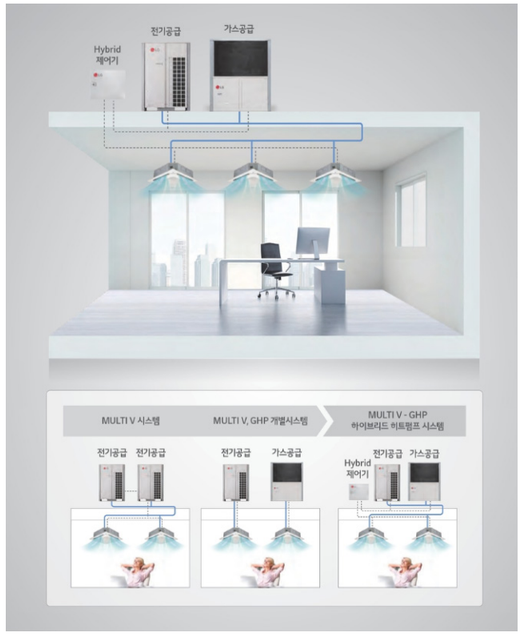
- 에어가드 실내기
- 새로운 디자인
- Full 3D Fan
- 고효율 열교환기
- 바닥온도센서
- 인체감지 + 인체감지 절전운전
- Wi-Fi

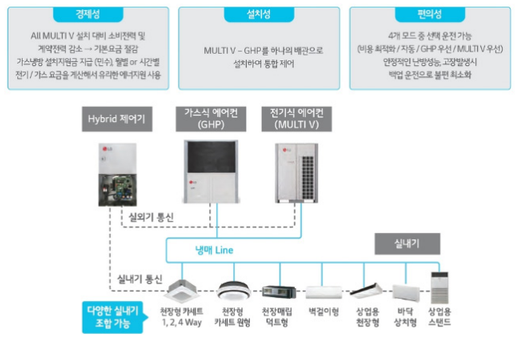


- 파워 바람
- 와이드 케어 냉난방
- 공간맞춤 바람
  ① 자동 맞춤 바람
  ② 숲속 바람
  ③ 집중력 강화 바람
  ④ 고 천장 바람



- 5단계 청정 위생관리
- CAC인증 공기청정 및 공간제균
- 항균 단열재, 항균 드레인
- UVnano
- 자동건조
- 공기청정 승강그릴





하이브리드 히트펌프 시스템 구성

LG는 천장형 카세트 뿐만 아니라 매립덕트형, 상업용 천장형, 바닥상치형, 상업용스탠드와 연결되어 고객환경에 맞는 Total 공조 설계가 가능합니다.

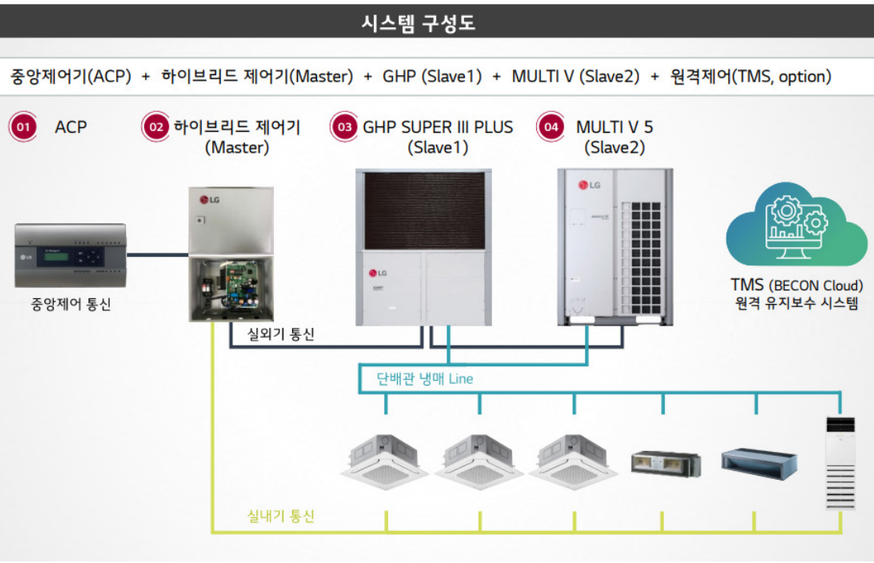


하이브리드 히트펌프 시스템

전기식 MULTI V 와 가스식 GHP 실외기를 단배관으로 설치하고, 하이브리드 제어기를 통해 현장별 운전패턴 or 실시간 요금 or 고객 선호도에 따라 운전하는 시스템입니다.

시스템 구성도

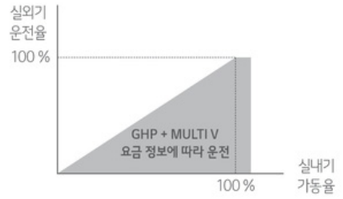
중앙제어기(ACP) + 하이브리드 제어기(Master) + GHP (Slave1) + MULTI V (Slave2) + 원격제어(TMS, option)



운전시 저렴한 에너지요금 자동선택 운전

❶ ACP와 연계된 시간별 가스 / 전기 요금에 따른 운전

비용 최적화 모드



계절별 에너지요금 특성반영 운전

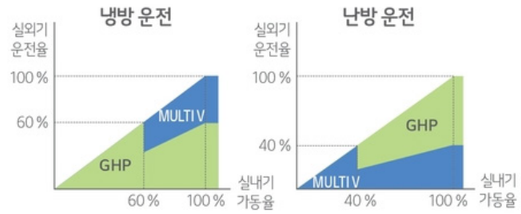
❶ 여름철 냉방 운전시, GHP로 우선 기동하여 운영비용 절감

❷ 겨울철 난방 운전시, MULTI V로 우선 기동하여 운영비용 절감

※ 저부하 (40 %이하) 에서는 냉 / 난방 상관없이 MULTI V 먼저 기동 → 저부하 GHP 대비 MULTI V 효율↑

자동모드

실내기 부하 조건에 따라 운전

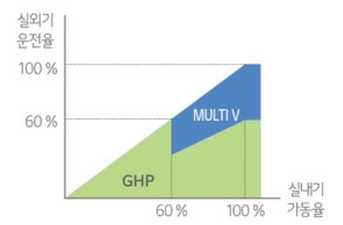


가스열원 우선 적용으로 전력피크 제어

❶ 전력피크 감소를 통한 전기 기본요금 절감

❷ GHP 무제상 운전으로 겨울철 안정적인 난방운전

GHP 우선모드

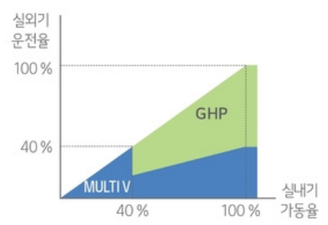


MULTI V의 우수한 부분부하 운전

❶ 실내기의 가동율이 적고 저부하 운전 특성 현장에 유리

❷ GHP의 유지관리 포인트를 최소화

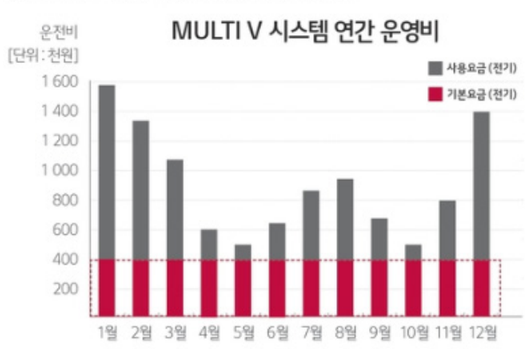
MULTI V 우선모드

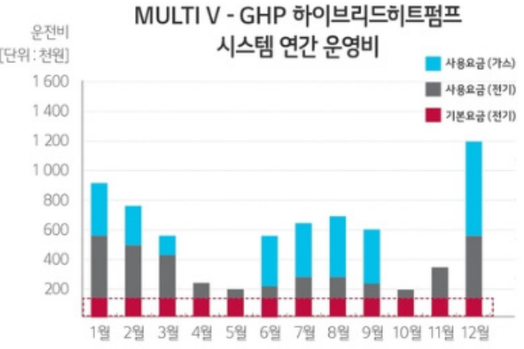


계약 전력감소 및 전기 기본 요금 절감 따른 운영비 절감

전기를 사용하는 냉 / 난방기는 간절기 (4 / 5 / 10 / 11월)에도 연간 운영비의 17 %를 차지하는 전기 기본 요금을 지불하나 MULTI V - GHP 하이브리드 히트펌프는 전기 사용량을 All MULTI V 대비 최적화하여 불필요한 운영비를 최소화합니다.

※ 냉 / 난방 52 HP, 냉난방 (사무실, Cogen) 부하 기준
※ 전기요금 : 일반용 (을) _ 고압 A _ 선택 I (2021년 01월 기준), 도시가스요금 : 서울, 냉난방용 (2022년 05월 기준)
※ 운전 비용은 부하 조건, 기후 및 환경에 따라 차이가 발생할 수 있습니다.





하이브리드 히트펌프 냉난방 운전비용 비교

MULTI V - GHP 하이브리드 히트펌프 시스템 적용 시

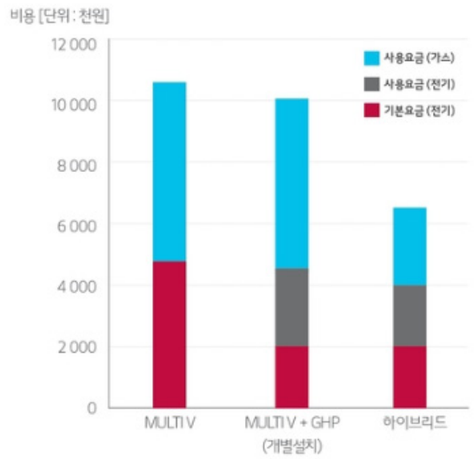
❶ MULTI V 단독 사용대비 수전 용량 42 % 절감
❷ MULTI V 단독 사용대비 전기기본요금 42 % 절감
❸ MULTI V 단독 사용대비 총 에너지비용 37 % 절감

- 부분부하 및 저부하 운전이 많은 경우, 전기기본요금이 전체 전기요금의 50 % 이상을 차지, 수전설치 공사 및 기본요금 감소
- 기본요금이 없고 사용한 만큼 지불하는 도시가스비용으로 대체

비용 [단위 : 원]

시스템구분		MULTI V	MULTI V + GHP	하이브리드
Total		10 808 440	10 135 310	6 853 200
연간 운전비용 비교		100 %	94 %	63 %
전기	기본요금	4 928 076	2 049 900	2 049 900
	사용요금	5 880 364	2 604 240	1 997 460
가스	사용요금	-	5 481 170	2 805 840

※ 냉/난방 52 HP (GHP 32 HP + MULTI V 20 HP), 냉난방 (사무실, cogen) 부하 기준
※ 전기요금 : 일반용 (을) _ 고압 A _ 선택 I (2021년 01월 기준), 도시가스요금 : 서울, 냉난방용 (2022년 05월 기준)
※ 운전 비용은 부하 조건, 기후 및 환경에 따라 차이가 발생할 수 있습니다.



피크제어

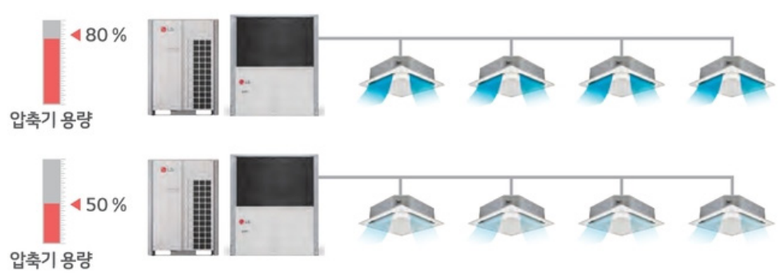
실내기 우선순위 제어

LG MULTI V - GHP 하이브리드 시스템은 실내기 우선순위를 선정하여 관리자가 설정한 목표 운전율에 따라 전력피크를 제어합니다.



실외기 용량제어

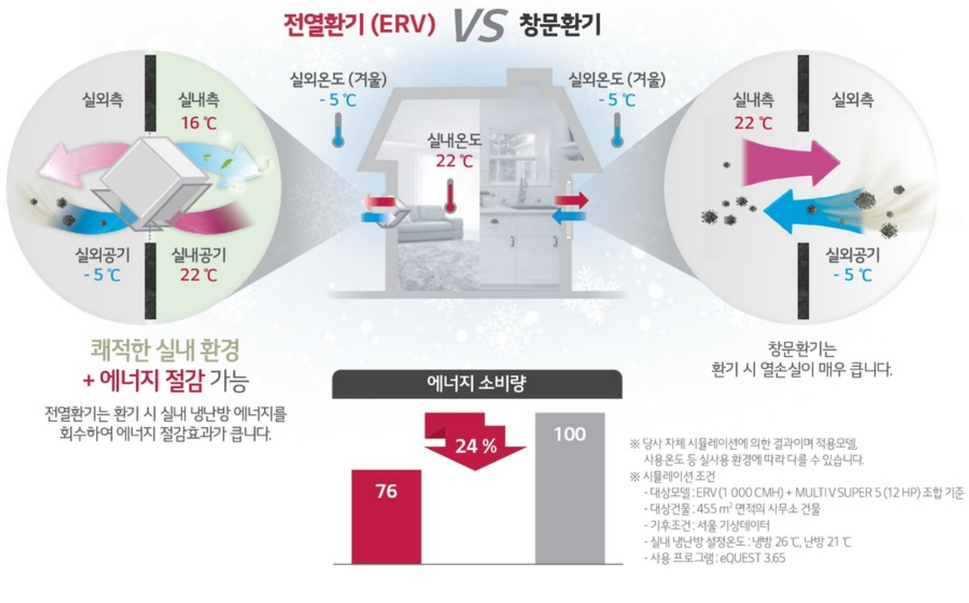
LG MULTI V - GHP 하이브리드 시스템은 중앙제어에 입력한 목표운전율에 맞춰 실외기의 압축기 용량 제어를 통해 전력피크를 제어합니다.



※ ACP 연동시 피크제어 기능이 가능합니다.

전열환기 시스템

ERV(Energy Recovery Ventilation)



※ 당사 자체 시뮬레이션에 의한 결과이며 적용모델, 사용온도 등 실사용 환경에 따라 다를 수 있습니다.
※ 시뮬레이션 조건
- 대상모델 : ERV (1 000 CMH) + MULTI V SUPER 5 (12 HP) 조합 기준
- 대상건물 : 455 m^2 면적의 사무소 건물
- 기후조건 : 서울 기상데이터
- 실내 냉난방 설정온도 : 냉방 26 ℃, 난방 21 ℃
- 사용 프로그램 : eQUEST 3.65

01 환기의 필요성

최근 실내 공기질에 대한 사회적 이슈로 환기설비 기준강화 및 의무대상이 확대되고 있습니다.
이제 환기는 선택이 아닌 **필수**입니다.

실내공기 오염물질 발생 증가 원인 및 인체에 미치는 영향



생활주변 위해 요소 증가

미세먼지, 신규 건축자재의 오염물 방출 증가

중국발 미세먼지, 가구 및 인테리어 자재



건축환경 변화

건축물의 기밀화로 밀폐건물증후군 발생 증가

실내 오염물질 농축화

학교 보건법

공기 질 등의 유지/관리기준

오염물질 항목	기준(이하)	적용시설	비고
미세먼지	35㎍/㎥	교사 및 급식시설	직경 2.5㎛ 이하 먼지
	75㎍/㎥	교사 및 급식시설	직경 10㎛ 이하 먼지
	150㎍/㎥	체육관 및 강당	직경 10㎛ 이하 먼지
이산화탄소	1,000ppm	교사 및 급식시설	해당 교사 및 급식시설이 기계환기장치를 이용하여 주된 환기를 하는 경우 1,500ppm이하

환기 조절 기준

환기·채광·조명·온/습도의 조절기준과
환기설비의 구조 및 설치기준 (제3조제1항제1호관련)

1. 환기
가. 환기의 조절기준
환기용 창 등을 수시로 개방하거나 기계식 환기설비를 수시로 가동하여 **1인당 환기량이 시간당 21.6세제곱미터 이상**이 되도록 할 것

※ 학교보건법 시행규칙 제3조
공기 질 등의 유지/관리기준 2018년 개정
환기 조절 기준 2005년 개정

02 헤파필터 (H13)

0.3 ㎛의 미세한 입자 오염물질 99.75%이상 제거하는 H13등급의 초미세먼지 헤파필터를 장착할 수 있어 미세먼지가 많은 날에도 안심하고 환기를 할 수 있습니다.

프리필터

- 바깥에서 들어오는 공기와 실내에서 나가는 공기의 큰 먼지를 걸러주어 전열교환기 효율을 오래도록 유지
- 전열 소자 외기측, 환기측 2개 기본 장착



고효율필터

- 0.3 ㎛의 미세한 입자 오염물질 99.75%이상 제거하는 **H13등급 헤파 필터 장착 가능 (옵션)**
- 0.5 ㎛의 미세한 입자 오염물질 99.1%이상 제거하는 **E11등급 에파 필터 기본 장착**
- 전열 소자 후단 1개 설치



헤파 필터 성적서 에파 필터성적서

EHP 연동 에너지절감 운전

다양한 에어컨 연동 에너지 절감 운전

실내, 실외 온도를 감지하여 계절에 따라 최적 운전모드로 전환하여 에너지 절감과 실내 공기 질을 관리합니다.

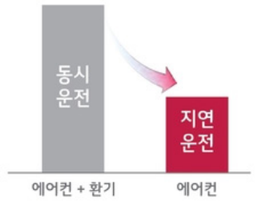
심야 외기 냉방 운전

심야 시간 시원한
실외 공기 공급으로
에어컨 사용 시간 절감



환기 지연 운전

귀가 후 에어컨 가동 시 환기
운전 자동 지연으로 빠르게
냉방



환기량 맞춤 운전

CO_2 농도에 맞춘
최적 운전으로
냉난방 에너지
손실 절감



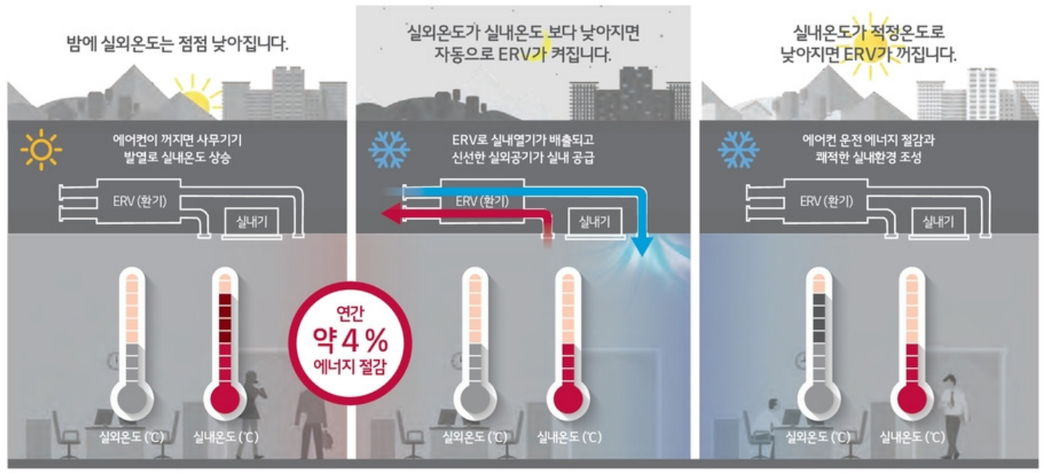
계절 맞춤 운전

실내, 실외 온도를 감지하여
계절에 따라 최적 운전모드로
자동 전환하여 에너지 절감



심야 외기냉방 운전

여름철 밤에 실내열기를 배출하고, 시원한 실외공기를 실내로 공급하여 에너지 절감이 가능합니다.



※ 상기 기능은 리모컨의 기능 설정 중 "심야 외기 냉방" 설정 시 구현되며 MULTI V 연동기능입니다.
※ 에너지 절감률은 사용 환경에 따라 자사 시뮬레이션 데이터와 차이가 있을 수 있습니다.

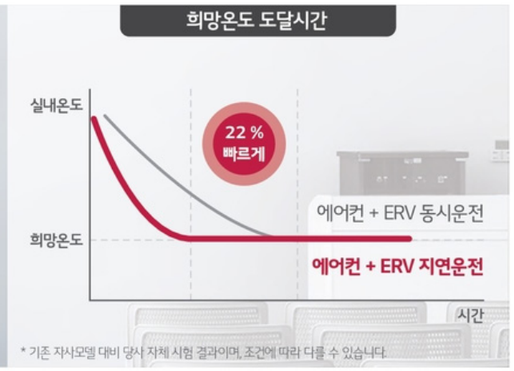
※ 에너지 절감 데이터는 다음 조건일 때의 수치임.
- 사무실 (455 ㎡) / 재실인원 : 30 명 / 지역 : 서울
- ERV (1 000 CMH) + MULTI V SUPER 5 (12 HP) 조합 기준
- 기타조건은 건축물 에너지 절약 설계 기준에 따름

ERV (환기) 지연 운전

에어컨과 ERV (환기)을 동시에 켰을 때, ERV (환기) 운전 시작을 늦추어 빠르게 희망온도에 도달합니다.



※ 자사 챔버에서 테스트한 결과를 바탕으로 고객 이해를 돕기 위해 제작된 이미지 입니다.



※ 본 기능은 리모컨의 기능 설정 중 "지연 운전" 설정 시 구현되며 MULTI V 연동 기능 입니다.

환기량 맞춤 운전

ERV (환기) 제품 내 부착된 CO_2센서 (옵션)가 실내 CO_2 농도를 감지합니다. 실내 CO_2 농도 변화에 따라 풍량을 스스로 조절하여 실내를 쾌적하게 유지합니다.



CO_2 농도 가시화

CO_2 센서가 실내 CO_2 농도를 감지하여 리모컨에 표시해 줍니다.

메인화면

CO_2 농도가 900 PPM 이상이면 CO_2 문구가 표시됩니다.



부가화면

CO_2 농도와 상태가 반복적으로 표시됩니다.



계절 맞춤 운전

실내, 실외 온도를 감지하여 계절에 따라 운전모드를 전환하여 에너지를 절감하면서 실내공기질을 관리합니다.



※ EPI 기계설비부문 추가배점 : 전체 외기도입 풍량 합의 60 % 이상 적용 시
※ 상기 기능은 리모컨의 "사계절 (자동)모드"로 구현됩니다.
※ 에너지 절감률은 사용 환경에 따라 자사 시뮬레이션 데이터와 차이가 있을 수 있습니다.

EHP 시스템보일러



※ '전기요금 누진제'가 적용되는 주택용 전력을 사용하는 현장에는 일체형 시스템보일러의 판매 및 설치를 하지 말아 주시기 바랍니다.
누진 전기요금 적용으로 인하여 발생되는 문제(전기요금 과다 발생, 이로인한 서비스 요청 등)에 대해서 당사에서 책임지지 않습니다.



- 배기가스 배출이 없어 별도의 배관 공사가 필요 없고 설치공간 / 공사비가 최소화

기존 시스템

기계실내 수배관 외 연도(연통)공사로 추가 공간이 필요



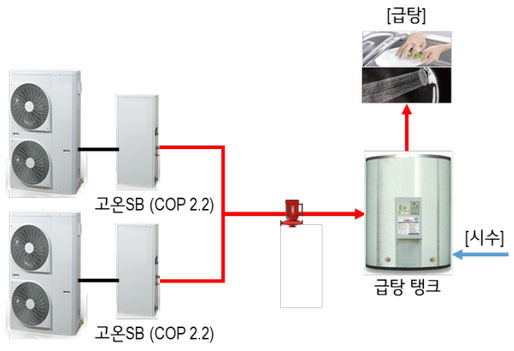
LG 시스템보일러

기계실내 연도(연통)공사가 필요 없어 설치공간이 최소화 됨

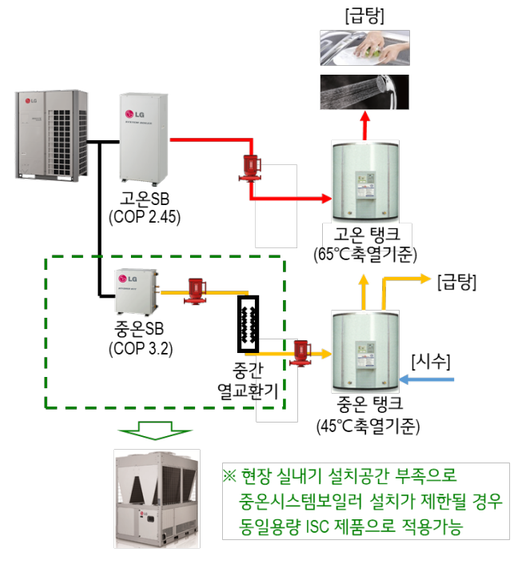


- 중온/고온 제품을 혼합설계하여 전체 시스템의 효율을 높이고 실내기의 수를 줄일 수 있는 솔루션.
- 저부하시에는 중온만 사용하여 보다 효율적이고 유동적인 시스템 구축 가능

기존시스템



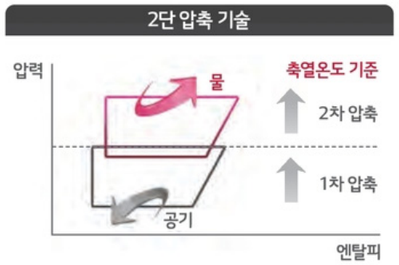
LG 시스템보일러[중온/고온혼합]



※ 현장 실내기 설치공간 부족으로
중온시스템보일러 설치가 제한될 경우
동일용량 ISC 제품으로 적용가능

- 2단 압축기술을 적용하여 최대 80℃ 출수가 가능함.





※ 80℃ 출수 및 2단 압축 기술은 MULTI V 시스템보일러 고온용에만 해당하는 내용입니다.

인버터 스크롤 칠러(지열 히트펌프)

- 지열을 이용하여 다양한 현장의 냉난방 및 냉온수를 공급하는 인버터스크롤 히트펌프



인버터 스크롤 칠러(공냉식)

- 인버터 압축기 구동방식을 적용하여 , 각종 현장의 냉난방 및 냉온수의 열원을 공급하는 시스템



시설원예 / 축산농가

농어업 에너지 효율화 사업에 따른 농가 고효율 냉난방이 필요한 시설원예 또는 축산농가





공정용 냉온수 공급

생산장비 및 촉매 냉각 또는 기계세척용 온수공급이 필요한 공장 및 산업시설



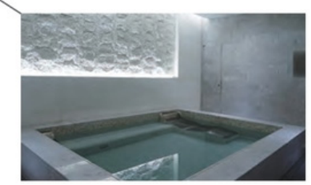
냉난방 공조현장

축열 의무화에 따른 수축열 현장 및 칠러시스템 운전비를 절감하고자 하는 건물



수영장

대용량 / 중온수를 요구하는 수영장 및 대형 리조트

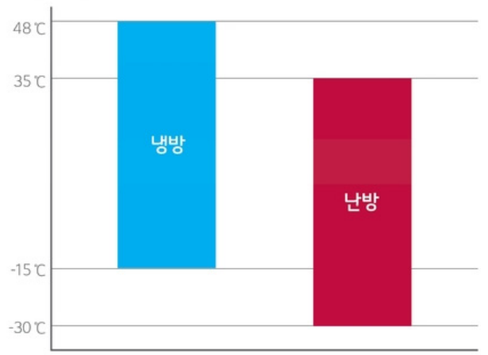


목욕시설

안정적인 온수제공이 필요한 목욕탕

- 냉수 출수범위는 4 ~ 20 ℃, 온수출수범위는 30 ~ 55 ℃ 이며, 표준 입출수 온도차는 5℃ / 7℃ / 10℃로 조정 가능

외기온도 운전범위



출수온도 운전범위



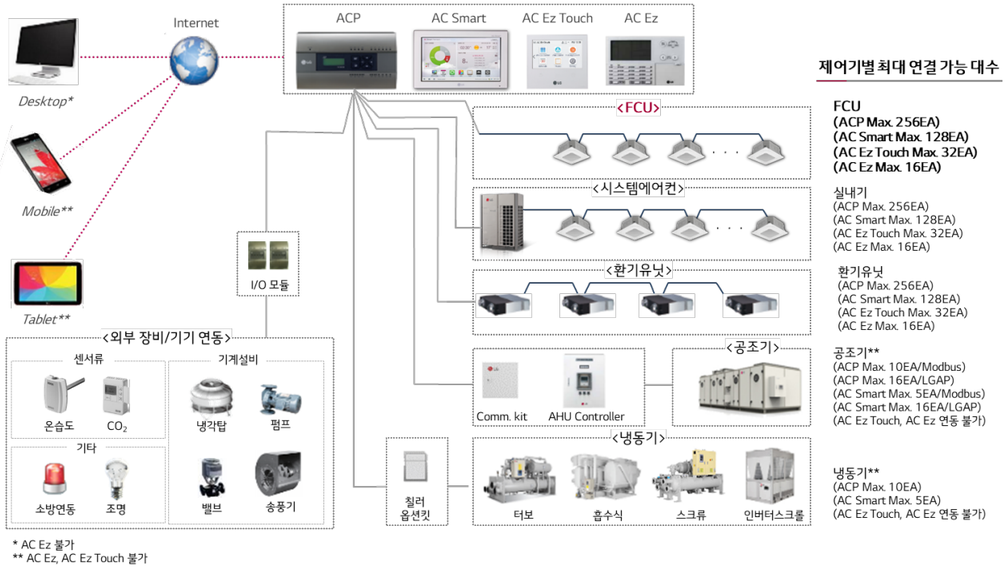
4 에너지 효율 증대 및 운영 비용 절감 방안 - BAS 연계

EHP 시스템 연동 (BECON HVAC)

BECON HVAC Solution (LG 시스템에어컨 중앙제어)

다양한 제어 구성

LG의 시스템에어컨 중앙제어기를 통해 LG공급 장비(냉동기, EHP, GHP 등) 외에도 다양한 외부 장비/기기 제어 가능

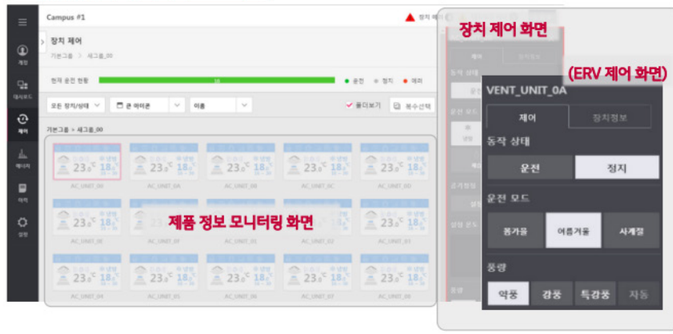


* AC Ez 불가
** AC Ez, AC Ez Touch 불가

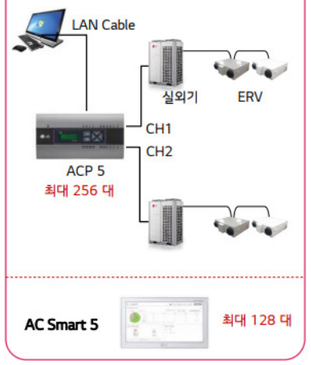
03 중앙제어 관리

관리자의 효율적인 제어를 위해 통합 관리 솔루션을 지원할 수 있습니다.

제어화면 구성 예시 (ACP 5)



시스템 개요



다양한 제어 디바이스

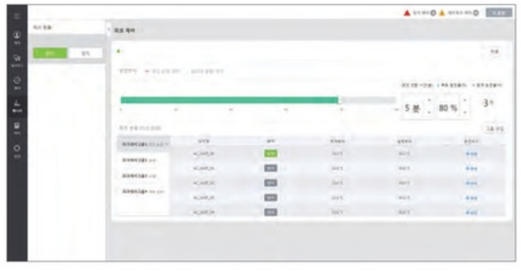


PC 태블릿 스마트폰

- 에너지절감
  - 피크 제어 에어컨 최대 운전율 관리를 재현하기 위해 목표 운전율을 설정하여 에너지를 절감

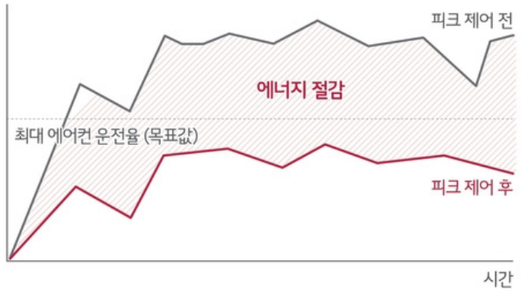
피크 제어 방식 선정 및 현황 모니터링

제어 방식을 선정할 수 있습니다. (실내기 우선 순위 또는 실외기 용량 제어 중 선택)
제어 방식에 따라 희망 운전율, 현재 운전율 등 피크 제어 현황을 볼 수 있습니다.



피크 제어 적용 전 후 전력 사용량 예시

최대 에어컨 운전율 이하로 관리되어 에너지를 절감할 수 있습니다.



에너지 관리

스케줄 기능

시스템에어컨의 동작을 미리 지정하여 특정 시간에 예약된 동작을 수행하도록 하는 기능입니다. 불필요한 동작을 방지하고 필요할 때만 자동으로 동작되도록 중앙 관리가 가능합니다.



공기청정기 연동

시스템에어컨의 공기청정 키트 및 상업용 공기청정기와 연동하여 공기질 상태를 쉽게 확인 할 수 있습니다.



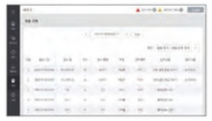
에너지 통계 기능

사용현황 (운전시간 / 전력, 가스소비량)에 대한 통계 수치를 확인함으로써 사용자의 인식을 개선할 수 있는 데이터를 제공합니다.



운전 보고서 기능

제어 및 에러 현황을 보고서로 조회함으로써 운전 이력에 대한 정보를 즉시 확인할 수 있고 E-mail 및 USB 저장장치를 이용하여 데이터 수집이 가능합니다.



칠러 연동제어

칠러 연동을 통한 직관적인 제어가 가능합니다.
(LG 스크롤, 스크류, 터보, 흡수식 칠러)



긴급상황 패턴표시 기능

긴급상황이 발생하면 화면 전체에 적색 경고 표시가 작동되고 다른 제어 신호가 차단되므로 이를 통해 발생 가능한 사고를 예방할 수 있습니다.



전력 / 가스 분배표시기

전력 / 가스 분배표시기는 최대 128 대 (GHP 64 대)의 실내기 전력 및 가스 사용값을 분배하여 표시해주는 장치입니다.

프리미엄

PNU-D1S40 (8 PORT)

스탠다드

PPWRDB000 (2 PORT)



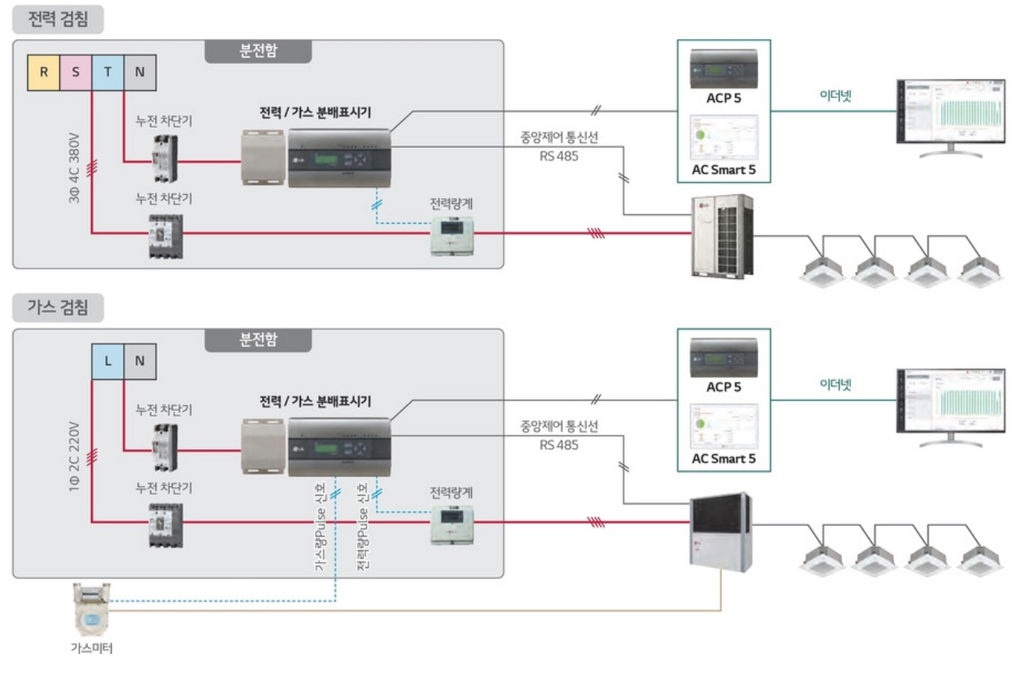
제품특장점

- 정전 시에도 데이터 백업을 통해서 전력 및 가스 사용량을 정확히 관리
- 별도 분리 가능한 커넥터를 적용하여 설치 편리성 강화
- RS-485* 통신타입, 펄스타입 전력량계 연동 가능
- 최대 연결가능 대수

모델명	PNU-D1S40	PPWRDB000
실외기	8 대 (GHP 4 대)	2 대 (GHP 1 대)
실내기	128 대 (GHP 64 대)	128 대 (GHP 64 대)

* RS485 통신타입 전력량계 연동은 프리미엄에서 지원 가능

시스템 구성도



EHP 시스템 연동 (BMS)

타사 BMS (Building Management System)와 연동하여 실내기, ERV, 시스템보일러, AHU 등을 제어하는 외부연동 장치입니다.

ACP 5



PACP5A000

AC Smart 5



PACS5A000

BTL 인증

ACP LonWorks



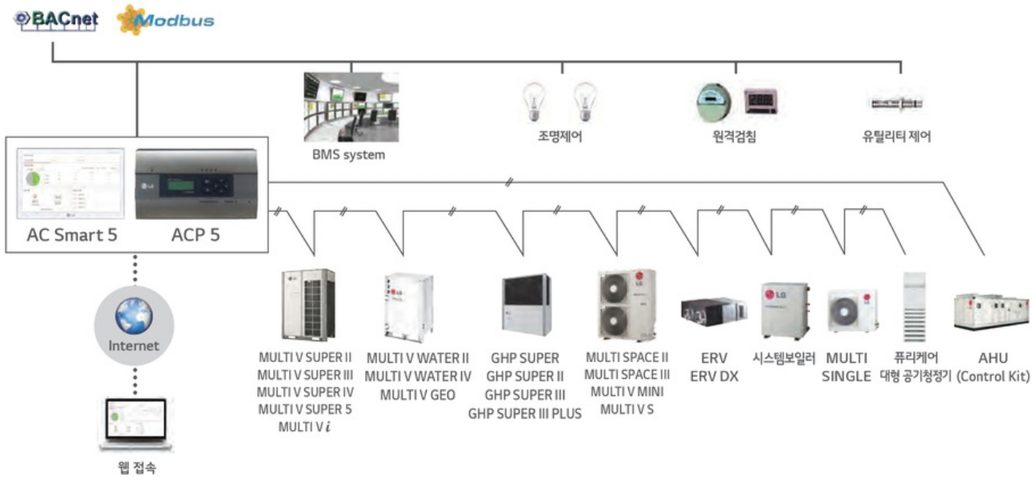
PLNWKB000

제품특장점

모델명	프로토콜	연동제품	
		실내기, 시스템보일러, ERV	AHU
ACP 5 (PACP5A000)	BACnet IP / Modbus TCP	256 대 (AHU 최대 16 대 포함)	
AC Smart 5 (PACS5A000)	BACnet IP / Modbus TCP	128 대 (AHU 최대 16 대 포함)	
ACP LonWorks (PLNWKB000)	LonWorks	64 대	16 대

※ LonWorks의 경우 실내기, 시스템 보일러, ERV와 AHU 동시사용 제한됩니다.

시스템 구성도



Modbus Gateway

실외기에 연결하는 제품으로 외부업체와 연동을 위한 표준 프로토콜 Modbus를 제공합니다.



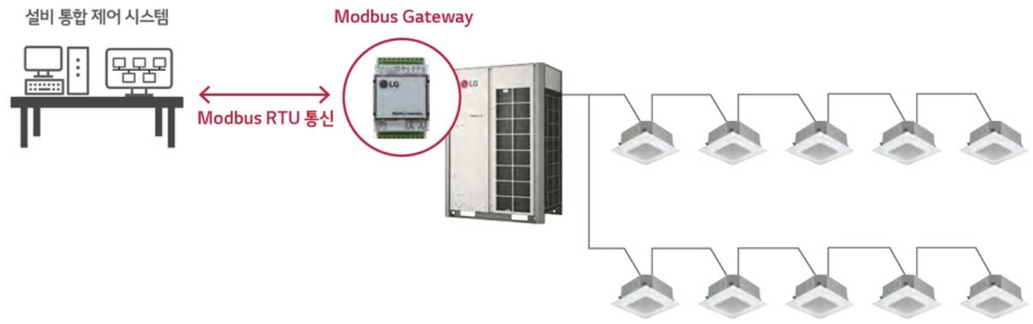
PMBUSB00A

제품특장점

모델명	PMBUSB00A
실내기 연결 대수	16
적용 제품	MULTI V series / ERV
제공 프로토콜	Modbus RTU

* 한 대당 16 대까지 실내기를 연동하며 Modbus Gateway의 Master – Slave 구성은 4 대로 64 대 실내기까지 연동 가능합니다.

시스템 구성도

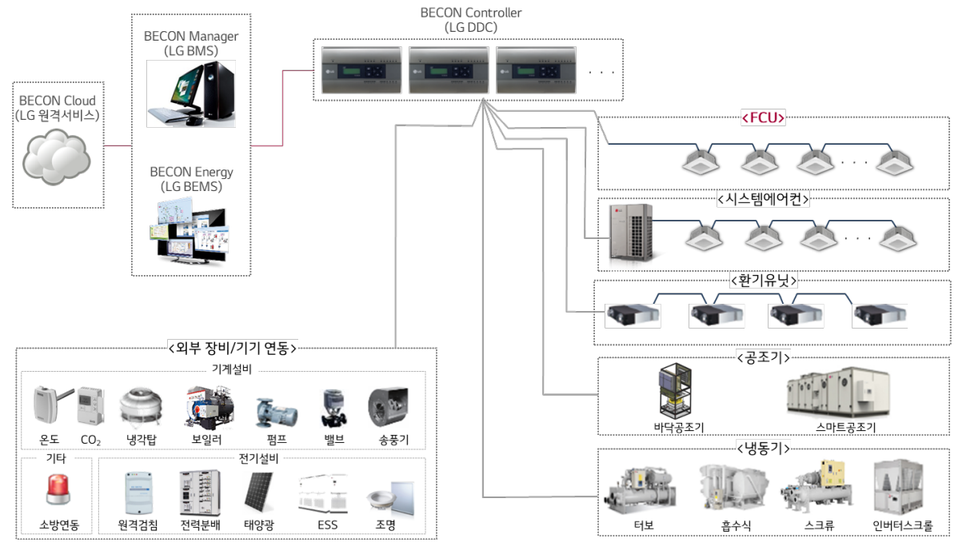


EHP 시스템 연동 (BECON)

BECON Building Solution (LG 빌딩관리 시스템)

다양한 제어 구성

LG 자동제어(BECON)를 통해 기존 자사 장비외에 기계설비 및 전기설비 등 건물 전체의 설비제어 및 에너지관리가 가능하고 Cloud 기반의 원격 서비스 가능



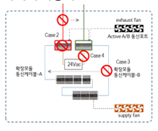
LG DDC를 통한 EHP 중앙제어기 연동

(1) Touch Screen



- 10.1" 1024 x 600 TFT LCD,
- 공조기 그래픽 작화기능
- CCMS와 연계 또는 단독사용가능

(2) 제어기 이중화

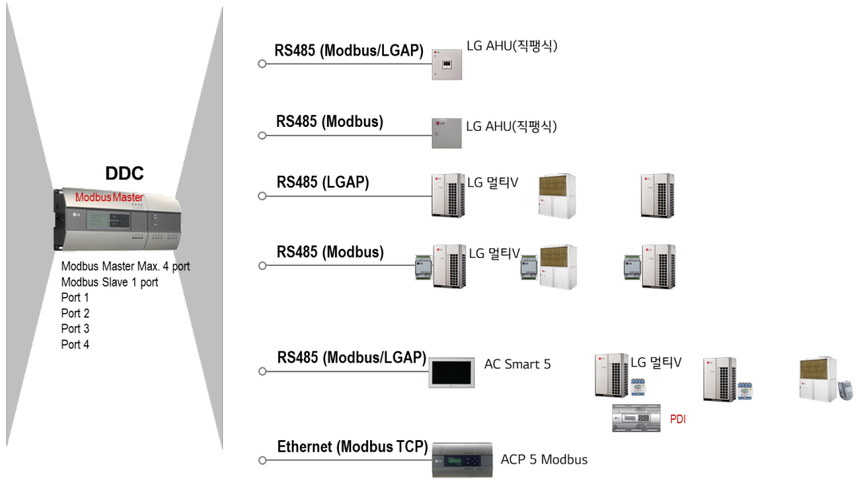


- CPU 이중화
- Network 이중화
- Power 이중화

(3) IoT 센서 연결

LG BECON 건물자동제어시스템

다양한 실내환경데이터 연계 제어
온도, 습도, PM2.5, PM10, tVOCs, CO2, (옵션: 방사능, 조도, 소음)

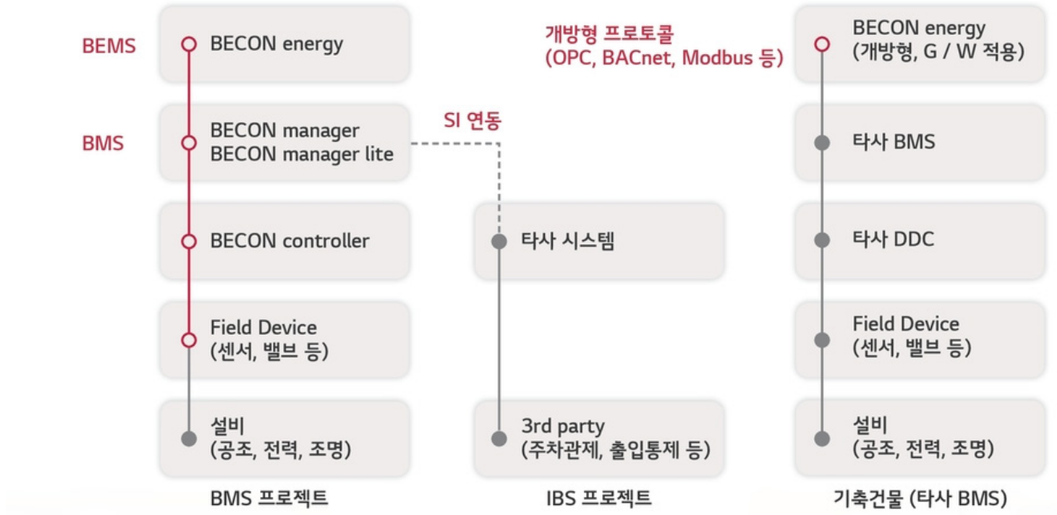


LG BMS, EHP 중앙제어기 연계 관리화면



EHP 연동 - BEMS 통합운영 시스템

BECON Building Solution 구성



현황판



건물 전체의 여러 가지 에너지 사용 현황을 한 눈에 표시

에너지 스캔



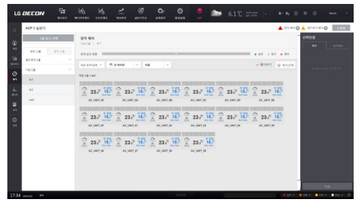
에너지원 및 계통, 공간 별로 에너지 사용 현황을 조회

목표 관리



에너지 사용 목표 설정 (건물 별, 에너지원 별), 목표량 초과 알림, 잔여 사용량 등 관리

시스템에어컨 제어 연동



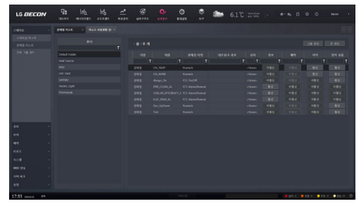
냉난방 시스템 에어컨 제어기 연동

설비 구조도



시스템에어컨 외 설비 자동제어 감시 및 제어

상세 관리



관제점, 스테이션, 리소스 사용현황 등 주요 시스템 내역 관리

[EHP 계통도]



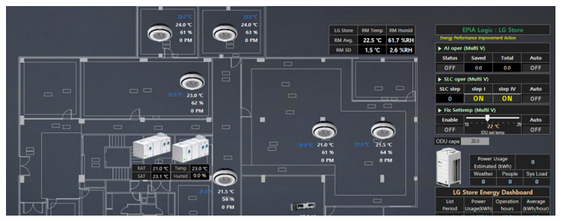
실외기 운전정보 관리

- 고압/저압
- 외기온도

실내기 운전정보 관리

- 실내 온습도 모니터링
- 설정온도 제어

[EHP 평면도]



중앙공조시스템 연동 운전 인공지능 에너지절감 제어모드

참고 서적 및 사이트

1. https://kr.lgeaircon.com/ebook/2023_LG_CAC

2025

건축물에너지평가사 실무교육

● 공통훈련과정



Building Energy Assessment Professionals
Business Education

Part.D

ECO2 평가

D.1 ECO2 개요 (패시브,존)

1. 일반사항
2. 건물개요
3. 입력존(프로필)
4. 열관류율
5. 입력면

D.2 ECO2 개요 (액티브)

1. 공조처리
2-1. 난방기기
2-2. 급탕기기
3. 난방공급시스템
4. 난방분배시스템
5. 냉방기기
6. 냉방분배시스템

D.3 ECO2 개요 (신재생)

1. ECO2 개요_ 신재생
2. ECO2 개요_ 에너지자립률

D.4 평가 사례 기반 ECO2 개요

1. 난방기기
2. 냉방기기
3. 공조기기

D.1 건축물에너지평가프로그램 ECO2 개요(패시브,존)

교육 목표

ECO2 개요(패시브,존)

* ECO2의 패시브와 입력존 평가방법에 대한 이해
* ECO2 실습을 통한 실무능력 확보
* 인증기관 실무자와 동일한 평가과정을 통해 오차 최소화

1 일반사항

일반사항

프로그램 개발 배경 및 목적

- 국제 기후변화협약이 발효됨에 따라 선진국에서는 체계적인 건물에너지 절약 정책 및 제도들이 수립되어 시행되고 있음
- 선진국들과 마찬가지로 우리나라도 건물부문에 있어서 에너지 수요를 효율적으로 평가하고 관리할 수 있는 제도가 필요했음
- 2013년 5월 국토교통부와 산업통상자원부 공동으로 '건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙' 이 제정되어 현재 신축/기존 건축물을 대상으로 시행되고 있음

프로그램 개발 방법

- ISO 52016 등 국제규격에 따라 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등에 대해 종합적으로 평가함
- 건물에너지 평가 프로그램은 월별 평균 기상데이터를 바탕으로 건물의 에너지 요구량 및 소요량을 산출하는 방법을 적용
- ECO2는 monthly method를 평가 로직으로 적용하고 초기에 엑셀에 VBA 프로그래밍을 하여 초기에는 엑셀 기반의 프로그램으로 개발되었으나 이후 사용자 이용 편의를 위해 윈도우 기반으로 구 현하고 계속 개발중임
- 기존 건축물에너지효율등급에서는 공동주택과 업무용이 각각 다른 평가 프로그램을 사용하였으나, 2013년 9월 1일부터는 주거/주거외 건물은 ECO2를 기반으로 동일한 프로그램으로 평가함.

기초 바닥 하부 EPS 단열재 설치 (사례)

- 법률 녹색건축물 조성 지원법
  - 시행령 녹색건축물 조성 지원법 시행령
    - 시행규칙 녹색건축물 조성 지원법 시행규칙
      - 행정규칙
        - 고시 2015년 공공건축물 그린리모델링 시범사업 대상 지정
        - 고시 건축물 에너지온실가스 정보체계 운영규정
        - 고시 건축물의 에너지절약 설계기준
        - 고시 기존 건축물의 에너지성능 개선기준
    - 시행규칙 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증에 관한 규칙
      - 행정규칙
        - 고시 (국토교통부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
        - 고시 (산업통상자원부) 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준

소비자 측면

- 건물의 에너지효율에 대한 등급을 부여함으로써 사용자가 건축물의 에너지성능이나 주거 환경의 질 같은 객관적인 정보를 제공 받을 수 있음
- 건물에 소요되는 에너지비용에 대한 정보를 사전에 제공받을 수 있으며, 에너지절약에 대한 의지를 고취 가능
- 건물의 관리에 요구되는 에너지비용을 절감할 수 있음

국가적 측면

- 에너지부문의 23%를 차지하고 있는 건축물분야에 대한 에너지절감을 통해 에너지 및 외화를 절약 가능
- "기후변화방지에 관한 정부간 협의" 이해당사자로서 국제사회에 이산화탄소방출량 감축을 위한 정책수립자료로 활용
- 친환경건축물 인증제도와 관련하여 에너지부분의 기반을 정비 할 수 있음
- 경제사회의 변화, 기술개발의 진전에 대응한 건축물의 에너지절약 정책 수립에 활용



건축물 에너지효율등급 인증

- 예비인증 : 설계도서를 통하여 평가된 결과를 토대로 에너지 효율등급을 인증하는 것
- 본 인증 : 본 인증이란 예비인증 결과를 토대로 현장실사를 거쳐 에너지효율등급을 인증하는 것

등급	연간 단위면적당 1차 에너지 소요량 (kWh/㎡yr)	
	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
1+++	60미만	80미만
1++	60이상 90미만	80이상 140미만
1+	90이상 120미만	1400상 200미만
1등급	1200상 150미만	2000상 260미만
2등급	1500상 190미만	2600상 320미만
3등급	1900상 230미만	3200상 380미만
4등급	2300상 270미만	3800상 450미만
5등급	2700상 320미만	4500상 520미만
6등급	3200상 370미만	5200상 610미만
7등급	3700상 420 미만	6100상 700미만

제로에너지건축물 인증

- 건축물에너지효율등급 1++ 이상
- 에너지자립률(%) = 1차 에너지 생산량(kWh/㎡yr) / 1차 에너지소비량(kWh/㎡yr)X 100(%)

ZEB 등급	에너지 자립률
1등급	에너지 자립률 100% 이상
2등급	에너지 자립률 80 이상 ~ 100% 미만
3등급	에너지 자립률 60 이상 ~ 80% 미만
4등급	에너지 자립률 40 이상 ~ 60% 미만
5등급	에너지 자립률 20 이상 ~ 40% 미만

현 공공건축물 에너지성능 수준

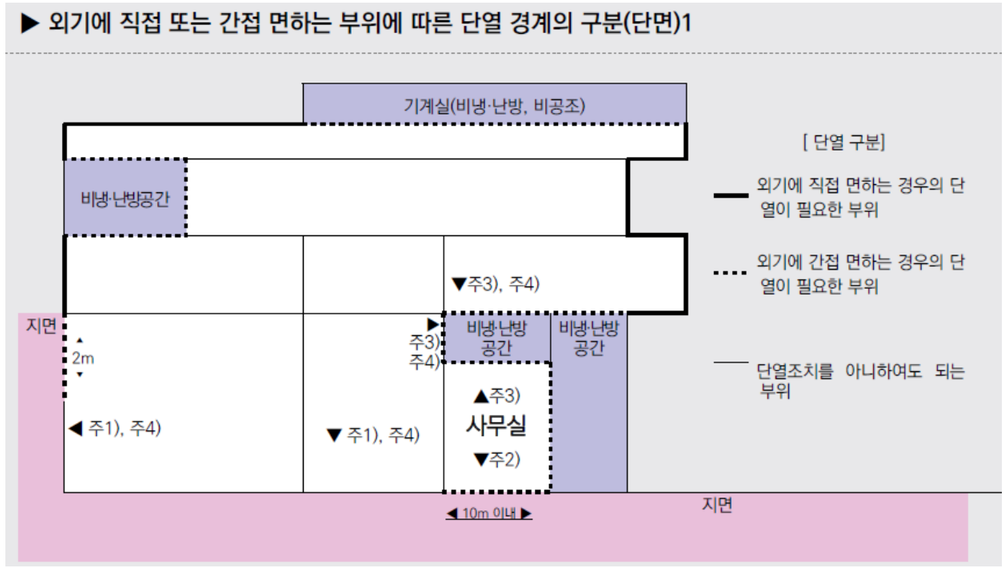
● 외기에 직접 면하는 부위

바깥쪽이 외기이거나 외기가 직접 통하는 공간에 면한 부위를 말함

● 외기에 간접 면하는 부위

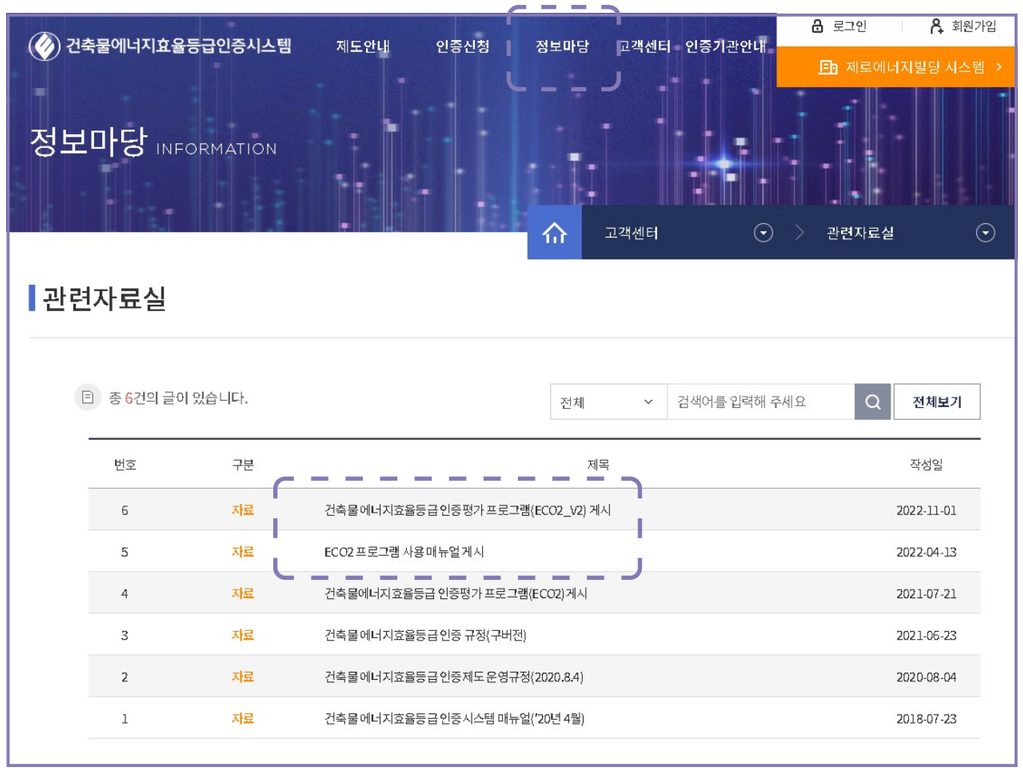
외기가 직접 통하지 아니하고 비난방 공간에 접한 부위, 외기가 직접 통하는 구조이나 실내 공기의 배기를 목적으로 설치하는 샤프트 등에 면한 부위, 지면 또는 토양에 면한 부위

▶ 외기에 직접 또는 간접 면하는 부위에 따른 단열 경계의 구분(단면)1



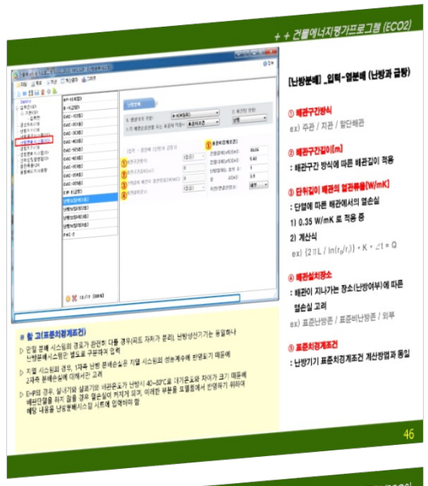
● 단열조치 예외 사항

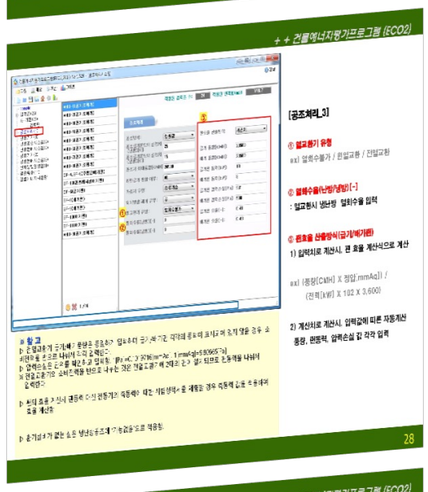
- 지표면 아래 2미터를 초과하여 위치한 지하 부위(공동주택의 거실 부위는 제외)로서 이중벽의 설치 등 하계 표면결로 방지 조치를 한 경우
- 지면 및 토양에 접한 바닥 부위로서 난방공간의 외벽 내표면까지의 모든 수평거리가 10미터를 초과하는 바닥부위

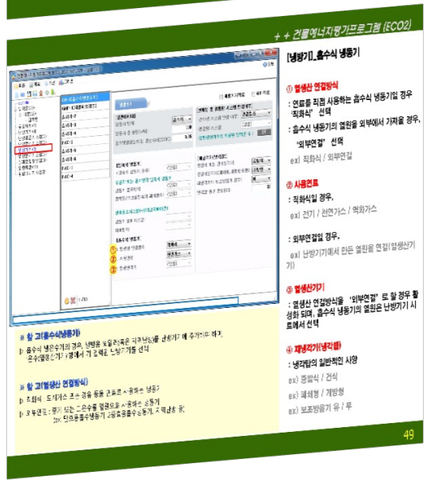


- 프로그램 설치
  - ① 건축물에너지효율등급인증시스템 https://beec.energy.or.kr
  - ② 정보마당 〉 관련자료실
  - ③ 프로그램(ECO2_V2), 사용매뉴얼

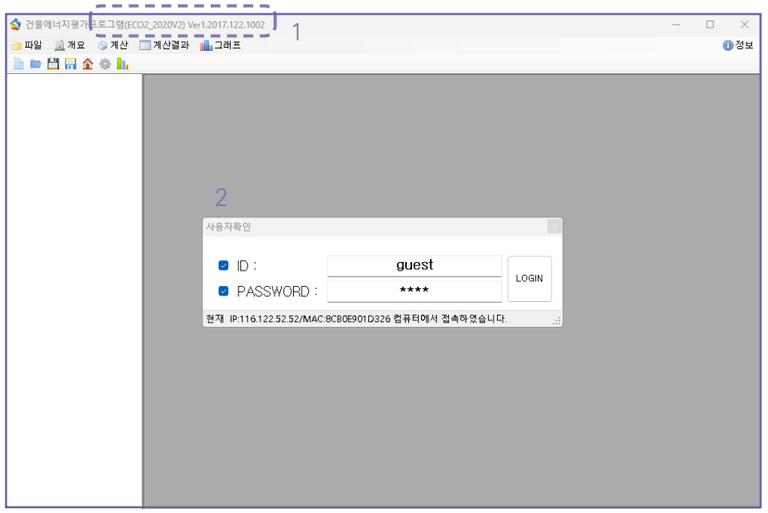
ECO2 프로그램 사용 매뉴얼





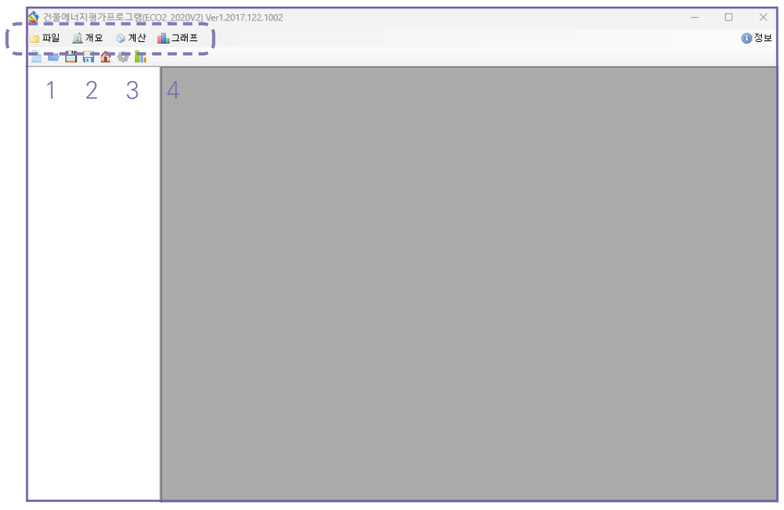


일반사항, 메뉴



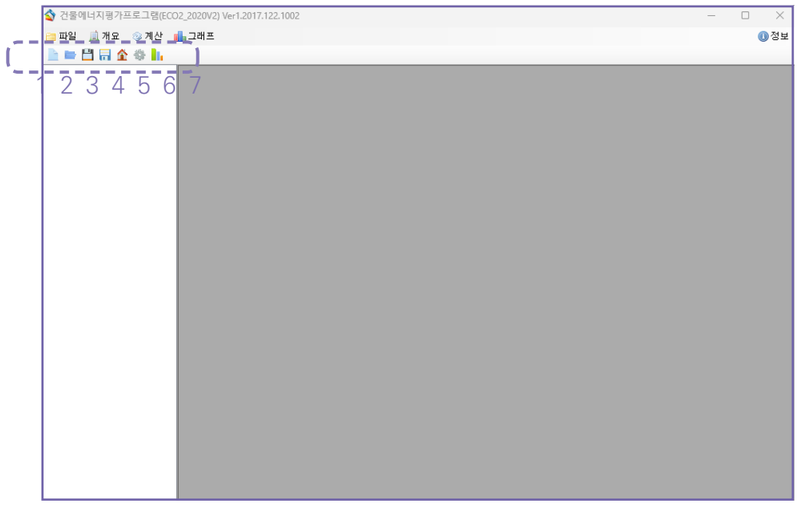
ECO2 로그인

① ECO2 프로그램 평가버전 확인
② 로그인 – ID : guest
– PASSWORD : 1234



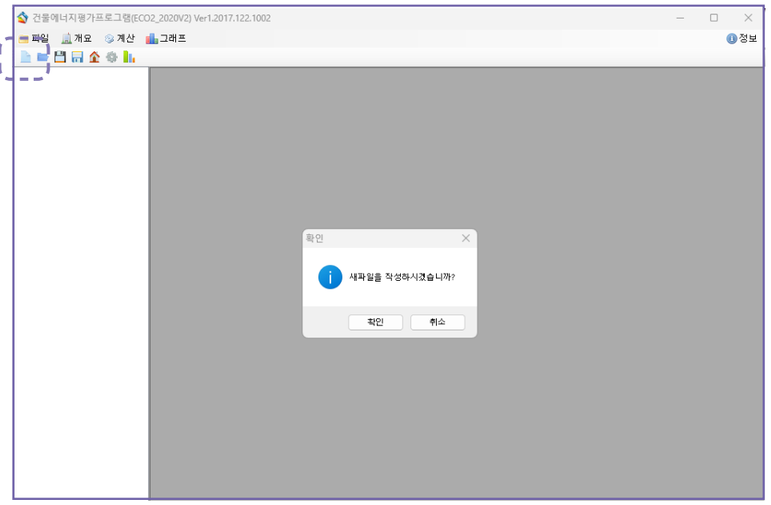
프로그램 메인 탭

① 파일 : 신규, 열기, 다른이름으로저장
② 개요 : 화면보기
③ 계산 : 실행
④ 그래프 : 계산결과그래프



프로그램 서브 탭

① 파일생성 ② 파일열기 ③ 파일저장 ④ 다른이름으로 저장 ⑤ 건물개요 ⑥ 계산
⑦ 계산결과그래프보기



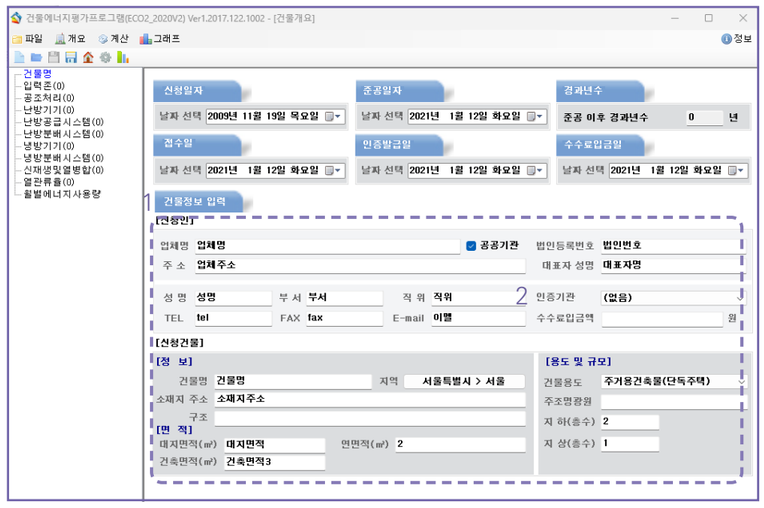
신규 파일생성

2 건물개요

건물개요

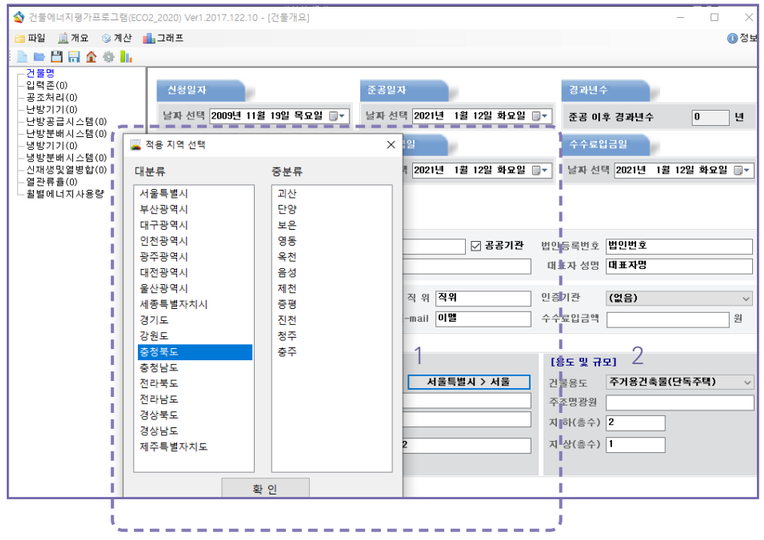


① 신청일자 ② 준공일자 ③ 경과년수 : 자동 계산 ④ 접수일 ⑤ 인증발급일 ⑥ 수수료 입금일



● 건물정보 입력

① 신청인 정보 : 업체명, 주소, 법인번호 등
② 인증기관 및 수수료



● 건물정보 입력

① 신청건물 정보
- 건물명, 주소, 구조, 면적
- 지역(기상데이터)

② 용도 및 규모
- 건물용도
- 주조명광원, 층수

건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

〔별표 6〕 기상데이터 〈신설 2020.8.4.〉

1) 강릉

월	월별평균 외기온도 〔℃〕	수평면/수직면 월평균 전일사량 〔W/㎡〕								
		수평면	남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	1.5	97.5	161.2	133.0	113.9	70.4	55.4	29.0	27.0	26.2
2월	2.5	139.7	179.6	149.3	141.0	92.6	85.5	44.4	42.7	35.9
3월	6.5	168.2	147.6	135.7	127.3	102.8	95.1	61.9	59.4	47.4
4월	14.0	198.6	120.9	129.8	119.3	116.5	106.7	80.6	77.2	56.4
5월	16.8	199.7	90.8	101.7	108.3	101.4	110.5	80.7	87.0	60.9
6월	22.1	160.8	69.8	83.2	76.9	87.5	78.8	75.0	69.0	58.4
7월	26.5	176.0	76.5	88.3	90.5	91.6	95.2	78.0	80.8	62.4
8월	24.6	174.2	95.3	106.2	93.0	100.7	84.9	77.3	68.2	57.3
9월	19.9	140.8	101.4	98.1	96.1	82.5	79.4	57.4	54.9	43.4
10월	15.6	126.5	134.4	116.2	109.3	80.1	74.9	44.2	43.8	37.1
11월	9.0	107.7	159.3	135.4	112.7	76.2	57.8	34.3	31.0	30.1
12월	3.7	96.1	174.6	134.3	130.8	65.7	63.1	27.4	27.3	25.8

2) 강화

월	월별평균 외기온도 〔℃〕	수평면/수직면 월평균 전일사량 〔W/㎡〕								
		수평면	남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-3.5	95.8	142.6	111.9	111.0	61.5	60.9	31.6	31.6	29.7
2월	0.7	125.3	151.3	113.3	134.0	71.1	88.5	40.8	44.8	37.0
3월	4.3	166.7	142.6	119.0	118.9	80.2	80.0	49.2	49.0	43.8
4월	11.7	196.0	118.8	117.6	124.8	105.3	111.4	77.3	78.7	57.7
5월	15.6	213.7	95.5	107.8	114.9	108.3	117.0	87.0	92.3	64.8
6월	19.6	210.6	84.5	105.7	102.0	115.3	109.3	97.4	92.7	72.0
7월	23.1	161.0	71.7	76.3	87.7	76.9	92.6	66.7	77.5	57.7
8월	24.6	165.2	89.7	89.0	100.6	82.5	96.3	65.4	73.4	53.7
9월	19.5	160.3	117.4	104.9	117.4	85.9	98.7	60.7	66.4	50.1
10월	13.6	136.0	143.2	118.5	122.9	79.9	84.0	47.0	48.3	40.0
11월	7.7	112.9	164.2	127.7	129.4	71.0	72.5	34.9	35.5	32.2
12월	-0.3	90.4	151.4	113.1	119.3	56.3	61.1	27.9	28.5	26.9

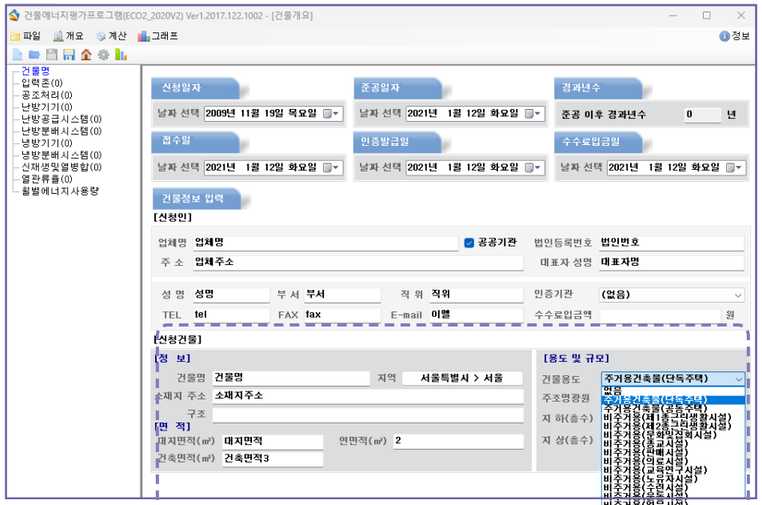
건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

65) 해남

월	월별평균 외기온도 〔℃〕	수평면/수직면 월평균 전일사량 〔W/㎡〕								
		수평면	남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	1.1	96.4	130.2	106.2	100.2	62.8	58.5	32.8	32.7	30.6
2월	2.2	130.6	145.1	118.9	122.4	79.7	82.5	44.4	44.8	37.5
3월	7.0	190.8	153.8	143.5	137.2	113.3	105.7	68.9	64.4	49.6
4월	12.3	216.5	122.8	130.9	128.7	118.9	117.9	84.0	84.7	58.5
5월	16.1	207.1	86.8	105.8	103.3	110.8	106.6	89.0	85.7	62.5
6월	21.6	212.0	78.9	97.1	100.0	104.3	109.4	88.3	92.6	67.4
7월	23.4	150.4	64.7	73.1	79.1	75.3	85.5	65.2	73.5	55.2
8월	25.2	189.0	92.4	103.9	107.3	104.5	106.6	83.0	82.6	60.2
9월	21.6	191.9	134.9	131.5	125.6	108.3	103.3	70.6	69.4	52.2
10월	16.2	150.9	154.4	136.1	130.2	98.3	90.4	55.8	50.5	41.3
11월	9.5	106.4	136.9	109.9	110.2	66.9	67.7	35.8	36.7	32.5
12월	4.1	87.3	123.9	95.6	98.0	52.1	53.9	29.0	29.0	28.0

66) 홍천

월	월별평균 외기온도 〔℃〕	수평면/수직면 월평균 전일사량 〔W/㎡〕								
		수평면	남	남동	남서	동	서	북동	북서	북
1월	-3.3	100.8	156.2	115.6	125.5	58.6	66.3	30.7	31.6	29.7
2월	-1.6	119.6	147.7	113.4	129.3	69.7	83.6	39.6	43.4	34.8
3월	4.0	152.2	126.2	109.1	114.8	82.4	87.9	54.6	56.7	46.6
4월	10.4	200.5	122.4	119.2	122.6	100.8	106.5	71.1	75.9	55.4
5월	17.4	226.2	100.6	115.7	122.8	115.3	126.9	89.2	98.5	64.7
6월	21.2	222.0	87.6	102.1	115.3	107.1	127.3	89.6	104.9	71.5
7월	24.1	156.3	67.8	69.4	85.0	68.0	89.4	58.5	73.2	51.7
8월	24.2	202.7	106.7	115.0	120.3	107.7	116.8	80.6	88.1	59.5
9월	18.5	139.4	106.0	90.0	102.3	69.2	81.9	48.3	54.0	42.4
10월	11.4	145.4	153.3	124.1	139.9	85.5	96.5	52.9	52.6	41.2
11월	5.1	85.4	118.9	85.3	108.7	50.6	70.8	30.4	35.5	28.2
12월	-2.1	84.6	133.8	96.9	109.3	47.4	56.5	27.2	27.7	26.8



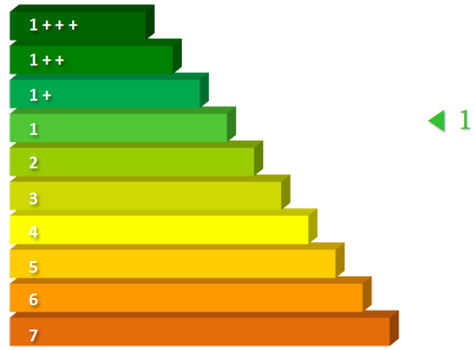
건물정보 입력

① 신청건물 정보
- 건물명, 주소, 구조, 면적
- 지역(기상데이터)

② 용도 및 규모
- 건물용도
- 주조명광원, 층수

건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지 소요량 (kWh/㎡·년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/㎡·년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만



건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

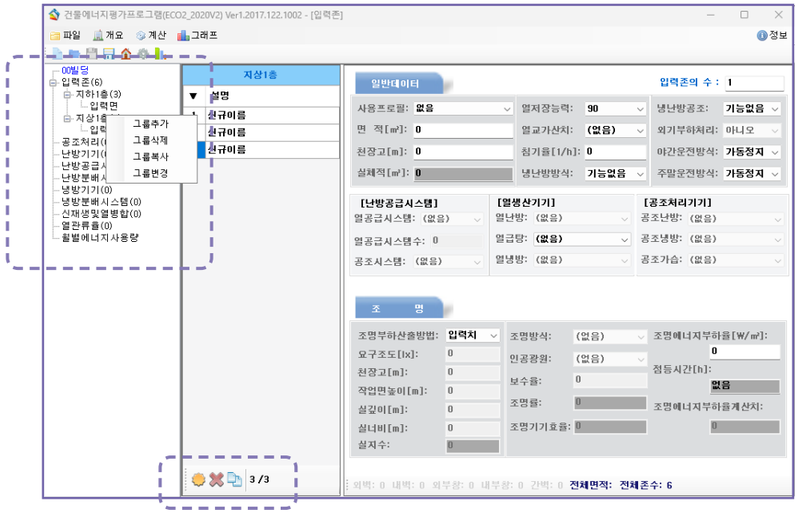
※ 주거용 건축물 : 단독주택 및 공동주택(기숙사 제외)
※ 비주거용 건축물 : 주거용 건축물을 제외한 건축물
※ 등외 등급을 받은 건축물의 인증은 등외로 표기한다.
※ 등급산정의 기준이 되는 1차에너지소요량은 용도 등에 따른 보정계수를 반영한 결과이다.

참고 서적 및 사이트

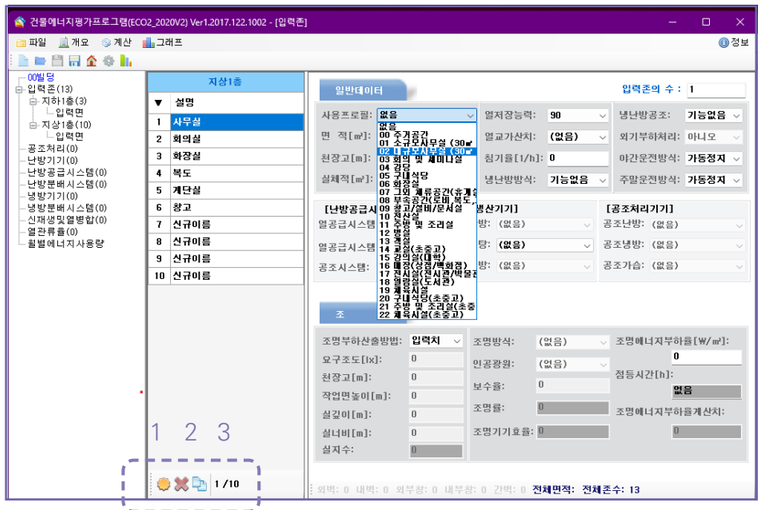
1. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. 에너지효율등급 인증 시스템 게시판
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
(https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

3 입력존(프로필)

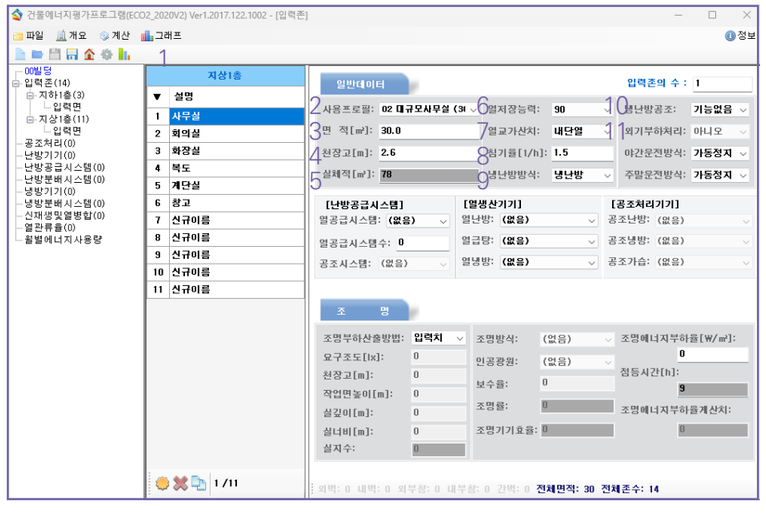
입력존



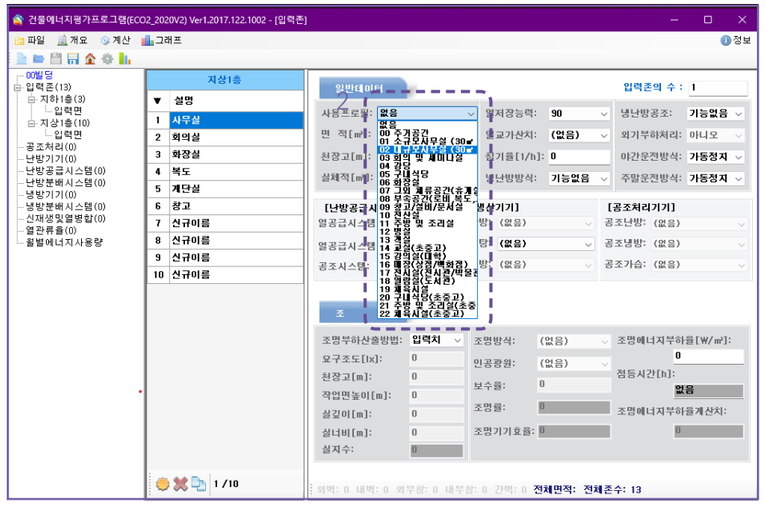
① 그룹추가 : 1층, 2층, 3층, 4층,….
② 그룹삭제 : 선택 그룹 삭제
③ 그룹복사 : 선택 그룹 복사(기준층 복사)
④ 그룹변경 : 그룹명 변경



① 존 추가 : 사무실, 회의실, 화장실,….
② 존 삭제 : 선택 존 삭제
③ 존 복사 : 선택 존 복사



① 입력존 생성, 존 명칭 기재
② 사용프로필 선택
③ 면적 입력
④ 천장고 입력
⑤ 실체적 : 자동계산
⑥ 열저장능력 선택
⑦ 열교가산치 선택
⑧ 침기율 입력
⑨ 냉난방방식
⑩ 냉난방공조 선택
⑪ 외기부하,야간 ·주말운전



-주거공간
-소규모사무실
-대규모사무실
-회의실 및 세미나실
-강당
-구내식당
-화장실
-그 외 체류공간
-부속공간
-창고/설비/문서실
-전산실
-주방 및 조리실
-병실
-객실
-교실(초중고)
-강의실(대학)
-매장(상점/백화점)
-전시실(전시관/박물관)
-열람실(도서관)
-체육시설
-구내식당(초중고)
-주방 및 조리실(초중고)
-체육시설(초중고)

입력존 (프로필)

	프로필명	적용예시
00	**주거공간**	단독주택, 공동주택의 각 단위세대
01	**소규모 사무실(30㎡이하)**	임원실, 상담실, 교무실, 영양사실, 교수연구실, 관리실, 경비실, 연구실, 공장(지식산업센터), 진료실
02	**대규모 사무실(30㎡초과)**	
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, 간이식당(부속주방 포함) - 주방이 없는 카페테리아, 매점은 '그 외 체류공간'
06	**화장실**	화장실, 장애인화장실, 샤워실, 세탁실 - 탕비실은 '그 외 체류공간', 청소도구실은 '창고/설비/문서실'
07	**그 외 체류공간**	휴게실, 탈의실, 부속실, 예비실, 다용도실, 탕비실, 대기실, 오피스텔
08	**부속공간**	로비, 홀, 복도, 계단실, 엘리베이터 전실, 현관
09	**창고/설비/문서실**	각종 창고, 서고, 문서보관실, 무대장치 설비실, 기록물 보관실 - 저온창고, 냉동창고 등은 평가에서 제외
10	**전산실**	전산실, 서버실 - 건물의 기계설비의 운영을 위한 공간(중앙감시실, 방재실, 통신실) 제외
11	**주방 및 조리실**	주방, 조리실, 세척실, 전처리실, 간이주방(유치원)
12	**병실**	응급실, 중환자실, 신생아실, 요양실, 입원실
13	**객실**	숙박시설(호텔, 콘도, 리조트)의 객실, 연수원, 기숙사의 기숙실
14	**교실(초중고)**	초, 중, 고등학교의 교실, 음악실, 미술실, 컴퓨터실, 과학실, 실습실
15	**강의실(대학)**	대학의 강의실, 실습실, 실험실, 연구실(대학), 분석실
16	**매장(상점/백화점)**	대형마트, 백화점 및 쇼핑센터의 매장, 소규모 슈퍼마켓 및 점포
17	**전시실(미술관/박물관)**	미술관, 갤러리, 박물관의 전시실, 컨벤션센터의 대규모 전시실
18	**열람실(도서관)**	도서관의 열람실
19	**체육시설**	강당, 다목적강당, 농구장, 배구장, 탁구장, 볼링장 실내골프연습장- 학교의 복합용도 공간은 코트O '체육시설' 코트X '강당'
20	구내식당(초중고)	초중고의 구내식당만 해당
21	주방 및 조리실(초중고)	초중고의 주방 및 조리실만 해당
22	체육시설(초중고)	초중고의 체육시설만 해당

건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정

〔별표 2〕 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필

- hh:mm : 시간
- m³/(m²h) : 단위시간(h)당, 단위면적(m²)당 외기도입풍량(m³)
- Wh/(m²d) : 일일(d) 단위면적(m²)당 발생열량(Wh)
- d/mth : 월간(mth) 일수(d)

1) 주거공간

구분	단위	값
사용시간과 운전시간		
사용시작시간	[hh:mm]	00:00
사용종료시간	[hh:mm]	24:00
운전시작시간	[hh:mm]	00:00
운전종료시간	[hh:mm]	24:00
설정 요구량		
최소도입외기량	[m³/(m²h)]	1.1
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	84
조명시간	[h]	5
열발열원		
사람	[Wh/(m²d)]	53
작업보조기기	[Wh/(m²d)]	52
실내공기온도		
난방설정온도	[℃]	20
냉방설정온도	[℃]	26
월간 사용일수		
1월 사용일수	[d/mth]	31
2월 사용일수	[d/mth]	28
3월 사용일수	[d/mth]	31
4월 사용일수	[d/mth]	30
5월 사용일수	[d/mth]	31
6월 사용일수	[d/mth]	30
7월 사용일수	[d/mth]	31
8월 사용일수	[d/mth]	31
9월 사용일수	[d/mth]	30
10월 사용일수	[d/mth]	31
11월 사용일수	[d/mth]	30
12월 사용일수	[d/mth]	31
용도별 보정계수		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	1
환기	-	1

3) 대규모사무실(30㎡ 초과)

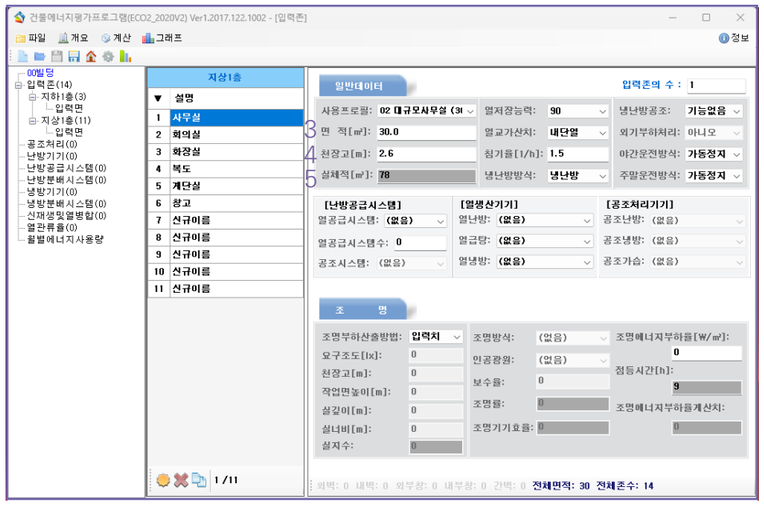
구분	단위	값
사용시간과 운전시간		
사용시작시간	[hh:mm]	09:00
사용종료시간	[hh:mm]	18:00
운전시작시간	[hh:mm]	07:00
운전종료시간	[hh:mm]	18:00
설정 요구량		
최소도입외기량	[m³/(m²h)]	6
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	30
조명시간	[h]	9
열발열원		
사람	[Wh/(m²d)]	55.8
작업보조기기	[Wh/(m²d)]	126
실내공기온도		
난방설정온도	[℃]	20
냉방설정온도	[℃]	26
월간 사용일수		
1월 사용일수	[d/mth]	22
2월 사용일수	[d/mth]	19
3월 사용일수	[d/mth]	21
4월 사용일수	[d/mth]	22
5월 사용일수	[d/mth]	22
6월 사용일수	[d/mth]	20
7월 사용일수	[d/mth]	22
8월 사용일수	[d/mth]	21
9월 사용일수	[d/mth]	18
10월 사용일수	[d/mth]	21
11월 사용일수	[d/mth]	21
12월 사용일수	[d/mth]	21
용도별 보정계수		
난방	-	1
냉방	-	1
급탕	-	1
조명	-	1
환기	-	1

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정 [별표2] 용도프로필

구분	단위	주거공간	소규모사무실	대규모사무실	회의실 및 세미나실	부속공간	전산실	주방 및 조리실	객실	교실
사용시간과 운전시간										
사용시작시간	[hh:mm]	00:00	09:00	09:00	07:00	07:00	00:00	08:00	21:00	08:00
사용종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	08:00	15:00
운전시작시간	[hh:mm]	00:00	07:00	07:00	07:00	07:00	00:00	08:00	21:00	08:00
운전종료시간	[hh:mm]	24:00	18:00	18:00	18:00	18:00	24:00	15:00	08:00	15:00
설정 요구량										
최소도입외기량	[m³/(m²h)]	1.1	4	6	15	0.15	1.3	90	3	10
급탕요구량	[Wh/(m²d)]	84	30	30	30	0	30	0	82	30
조명시간	[h]	5	6	9	11	11	12	7	4	6
열발열원										
사람	[Wh/(m²d)]	53	30	55.8	96	0	15	56	70	100
작업보조기기	[Wh/(m²d)]	52	42	126	8	0	1800	1800	44	20
실내공기온도										
난방설정온도	[℃]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
냉방설정온도	[℃]	26	26	26	26	26	26	26	26	26
월간 사용일수										
1월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	31	22	31	0
2월 사용일수	[d/mth]	28	19	19	19	19	28	19	28	14
3월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	31	21	31	23
4월 사용일수	[d/mth]	30	22	22	22	22	30	22	30	22
5월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	31	22	31	21
6월 사용일수	[d/mth]	30	20	20	20	20	30	20	30	22
7월 사용일수	[d/mth]	31	22	22	22	22	31	22	31	15
8월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	31	21	31	3
9월 사용일수	[d/mth]	30	18	18	18	18	30	18	30	22
10월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	31	21	31	21
11월 사용일수	[d/mth]	30	21	21	21	21	30	21	30	22
12월 사용일수	[d/mth]	31	21	21	21	21	31	21	31	15
용도별 보정계수										
난방	-	1	1	1	1	1	0.503	1.571	0.685	1.964
냉방	-	1	1	1	1	1	0.196	1.571	0.685	1.964
급탕	-	1	1	1	1	0	0.685	0	0.251	1.250
조명	-	1	1.500	1	0.818	0.818	0.514	1.286	1.541	1.875
환기	-	1	1	1	1	1	0.314	1.571	0.685	1.964

건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 제도 운영규정 [별표2] 용도프로필

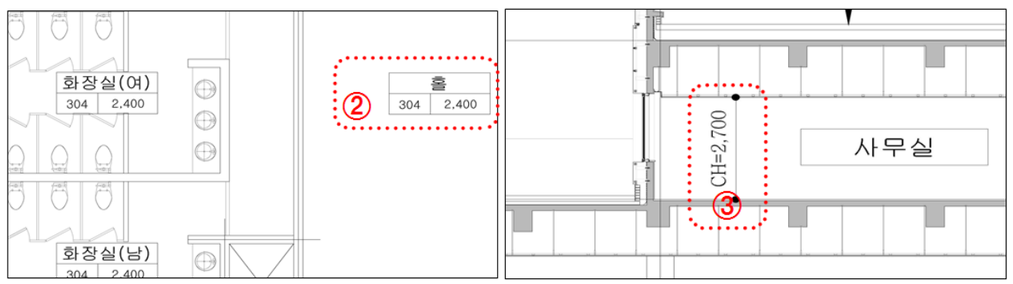
입력존



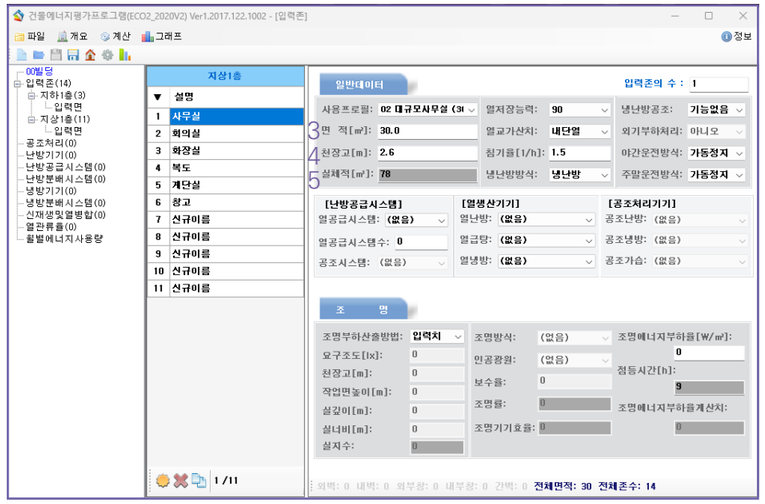
◉ 입력존_일반데이터

③ 면적 입력
④ 천장고 입력
⑤ 실체적 : 자동계산

층 별	실 명	바 닥				걸레받이				벽			천 정			
		바 탕	마 감	상세	두께	바 탕	마 감	상세	높이	바 탕	마 감	상세	바 탕	마 감	상세	천장고
지상 1층	휴게실	THK27 시멘트몰탈	THK3 비닐타일	F3	30	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	콘크리트 면처리	친환경 수성페인트	C3	2,400
	화장실	액체방수(시멘트몰탈(구배)	THK7 논슬립 자기질타일(200X200)	F4	60	-	-		-	액체방수(H=1.200)/시멘트몰탈	THK7 도기질타일(400X250)	W3	경량철골장틀(C12P-BAR)	THK12 알갱화성수지 친장재 (300X300)	C4	2,400
	복도 및 홀	THK30 시멘트몰탈	THK30 화강석 버너구이	F1	60	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	경량철골천장틀(M-BAR)	AL스팬드럴	C1	2,700
	카페	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK3 전도성타일	F6	370	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	경량철골천장틀(M-BAR)	THK6 루석면텍스	C5	2,700
	사무실1	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK10 플레싱타일	F7	300	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	콘크리트 면처리	친환경 수성페인트	C3	2,400
	사무실2	THK150 지정단열재+THK30 시멘트몰탈	THK10 플레싱타일	F7	300	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	콘크리트 면처리	친환경 수성페인트	C3	2,400
	창비실		THK3 전도성타일	F8	300	THK11 시멘트몰탈	세라믹 페인트	B1	100	THK11 시멘트몰탈	친환경 수성페인트	W1	경량철골천장틀(M-BAR)	THK12 졸음텍스(300X600)	C6	⑤



① or ② or ③ 전체실의 천장고 필요
※ 단면도는 일부실의 천장고만 반영되어 전체실의 천장고 확인이 어려움



◉ 입력존_일반데이터

③ 면적 입력
④ 천장고 입력
⑤ 실체적 : 자동계산



⑥ 열저장능력 선택
▷ 단위면적당 유효 열저장능력

- K ≤ 700 [kg/㎥] : 50 (경량, 조립식 건물)
- 700 〈 K ≤ 1200 [kg/㎥] : 90 (표준, RC조 건물)
- 1200 〈 K [kg/㎥] : 130 (중량, 석조건물)



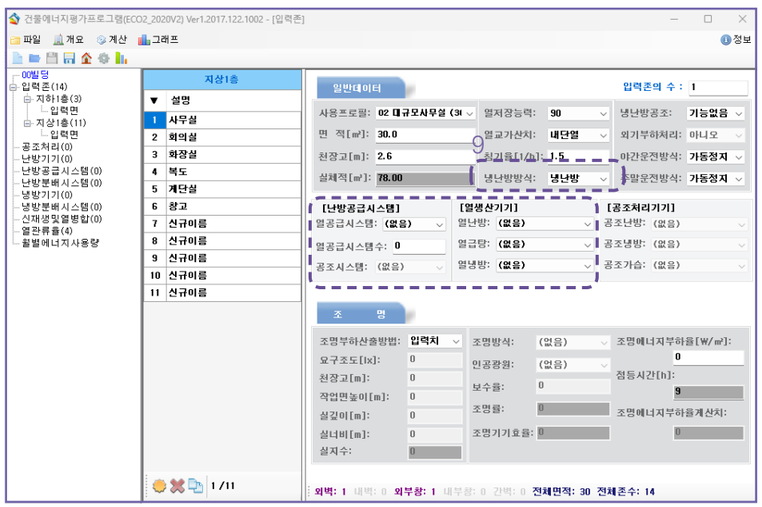
⑦ 열교가산치 선택 : 외단열/내단열

▷ 열교가산치(W/㎡K) : 골조에 대한 단열 부위에 따라 결정하며, 커튼월 구조의 경우 스팬드럴 등의 단열재 부착 위치가 골조의 외부인 경우 외단열로 설정

⑧ 침기율 입력

1) 비주거 부문
- 외기에 면하는 창호가 있는 경우 1.5
- 외기에 면하는 창호가 없는 경우 0

2) 주거 부문
- 예비인증시 6
- 본인증시 현장측정 결과치 적용

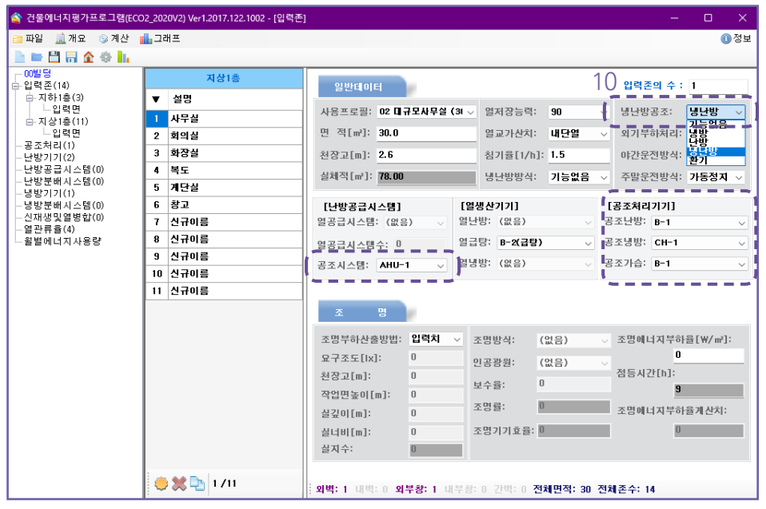


⑨ 냉난방방식 선택

: 공조설비를 사용하지 않고 열을 직접 공급하는 설비가 적용된 경우

: 난방공급시스템, 열생산기기 활성화 됨

ex) FCU, 컨벡터, 히트펌프



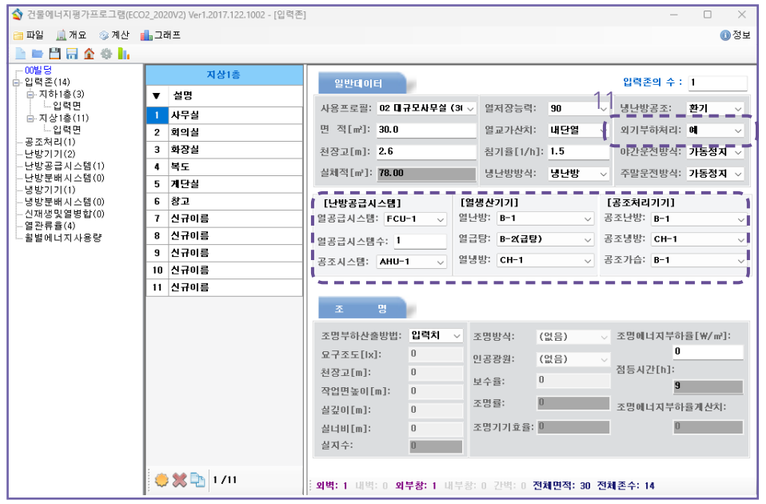
⑩ 냉난방공조 선택

: 공조기 또는 환기 장치를 통한 공조시스템이 적용된 경우

: 공조처리기기 활성화 됨

ex) 공조기(AHU)

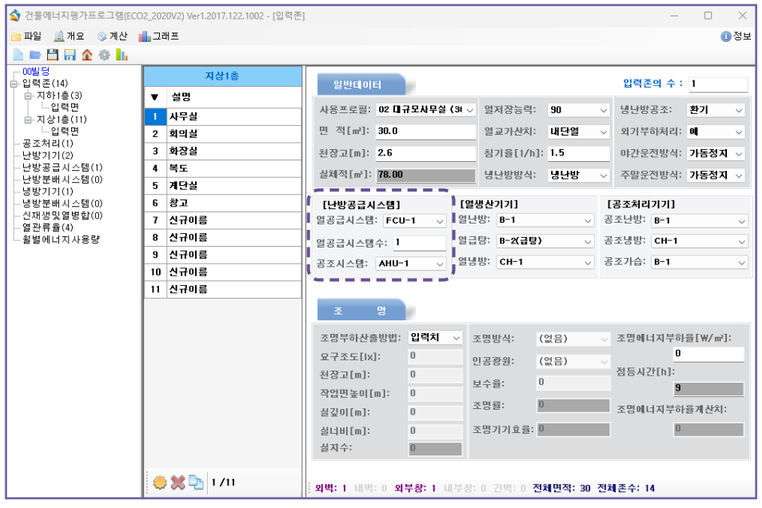
Tip) 전열교환기, 배기팬의 경우 '환기' 선택





- 야간/주말 운전방식 : 야간/ 주말의 운전조건을 설정

Tip) 24시간 사용되는 실
(전산실, 병실, 주거공간)은 '정상가동', 이외에 실은 '가동정지'



- 난방공급시스템

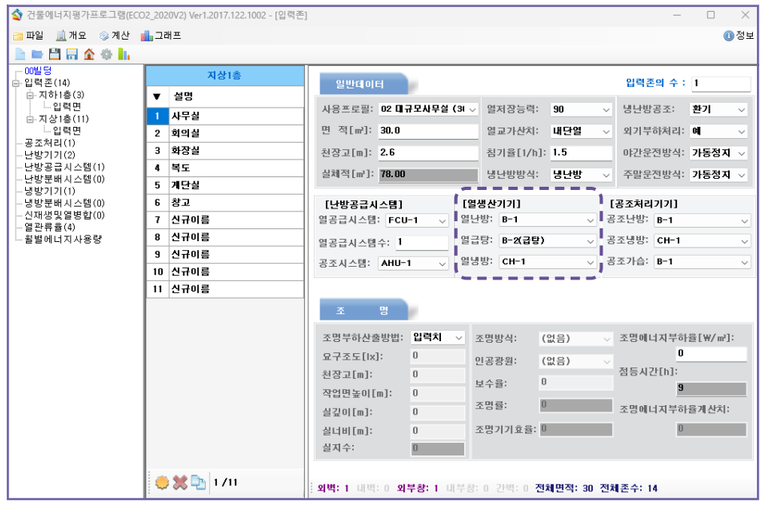
1) 열공급시스템

ex) 실내기(IAC,FCU), 바닥난방

2) 열공급시스템수 : 해당 실에 설치된 장비 개 수

3) 공조시스템

ex) 전열교환기 / AHU / EF



- 열생산기기

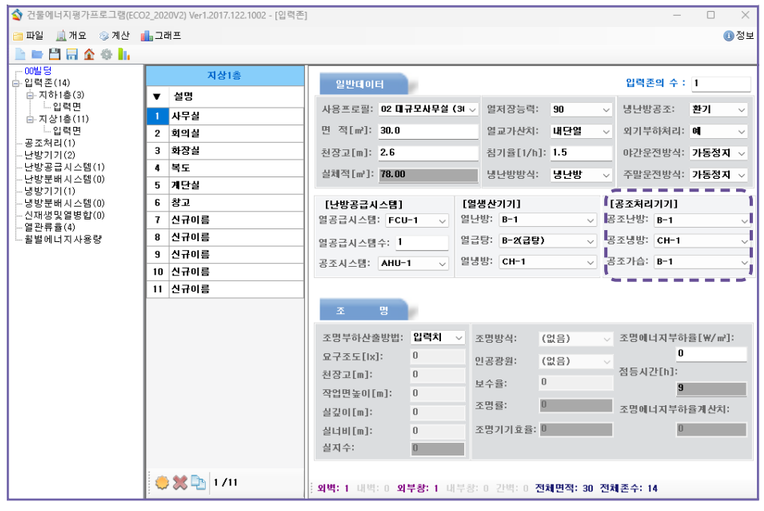
1) 열난방

ex) 실외기(OAC), 보일러

2) 열급탕 : 급탕요구량이 있는 실(사무실, 회의실 등)만 활성화

3) 열냉방

ex) 실외기(OAC), 냉동기



- 공조처리기기

1) 공조난방 : AHU 가열코일에 연결된 난방기기 선택

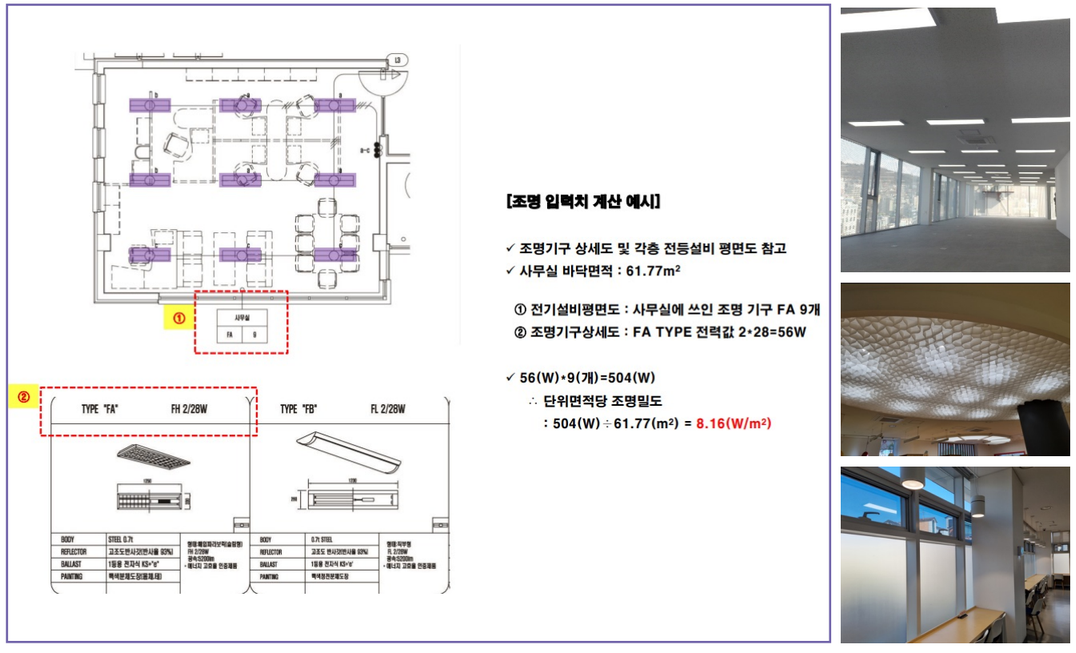
2) 공조냉방 : AHU 냉각코일에 연결된 냉방기기 선택

3) 공조가습 : AHU 가습기에 연결된 열원기기 선택(없는 경우 난방기기로 연결)



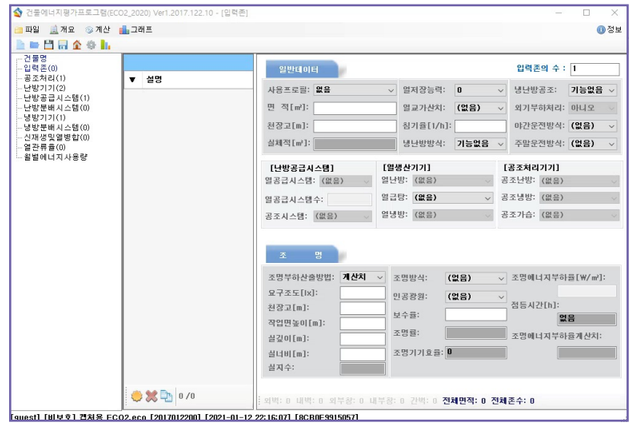
1) 계산치 : 각 실의 요구조도, 조명방식, 보수 율 등의 세부사항 입력

2) 입력치 : 각 실의 조명에너지부하율 값 직접 입력 (존의 조명소비전력[W] 합계 ÷ 존의 면적[㎡])



한국에너지공단 건물에너지평가프로그램(ECO2) 평가자매뉴얼

실습

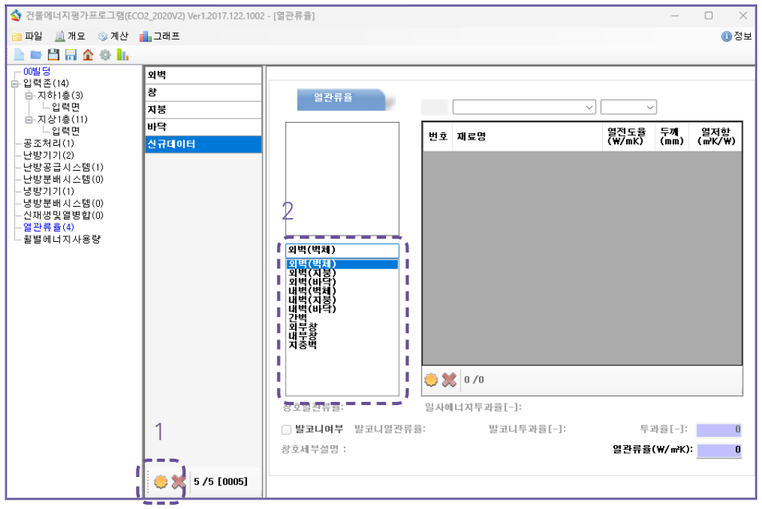


참고 서적 및 사이트

1. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. 에너지효율등급 인증 시스템 게시판
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
   (https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

4 열관류율

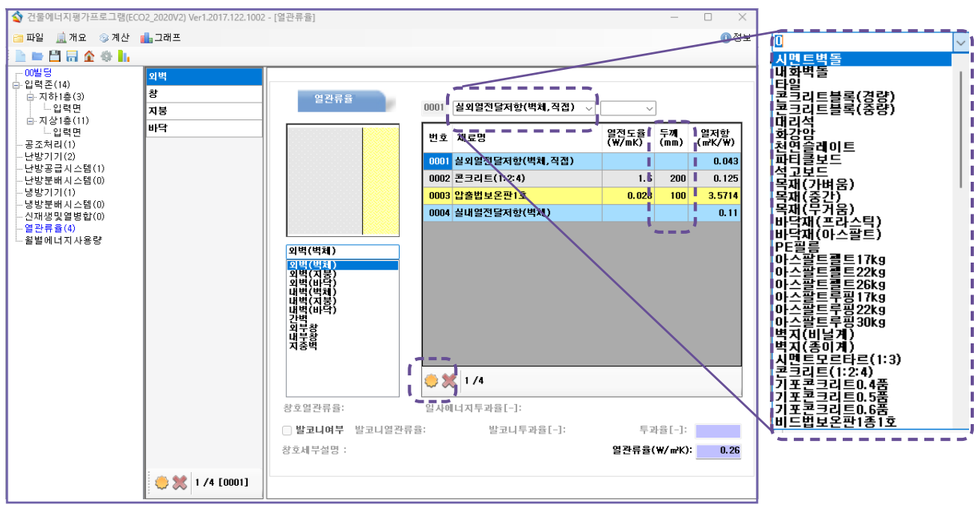
열관류율



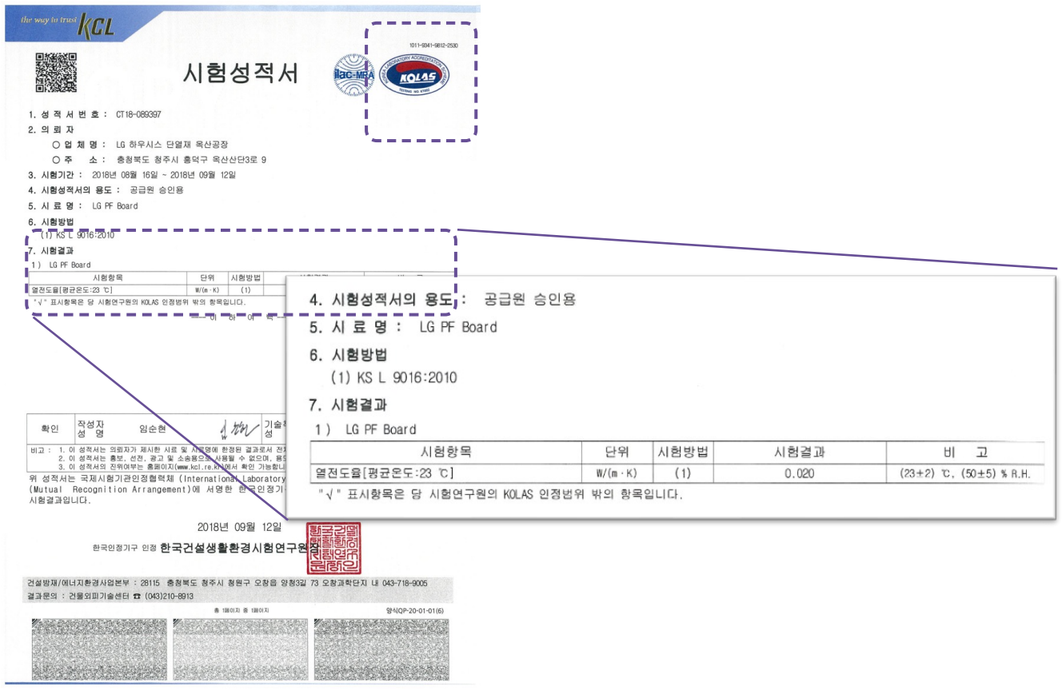
열관류율

① 신규 생성
ex) W1,W2,.. 외벽1, 외벽2,..

② 부위선정
1) 외벽 – 외기직접
2) 내벽 – 외기간접
3) 외부창 – 외기직접창
4) 내부창 – 외기간접창

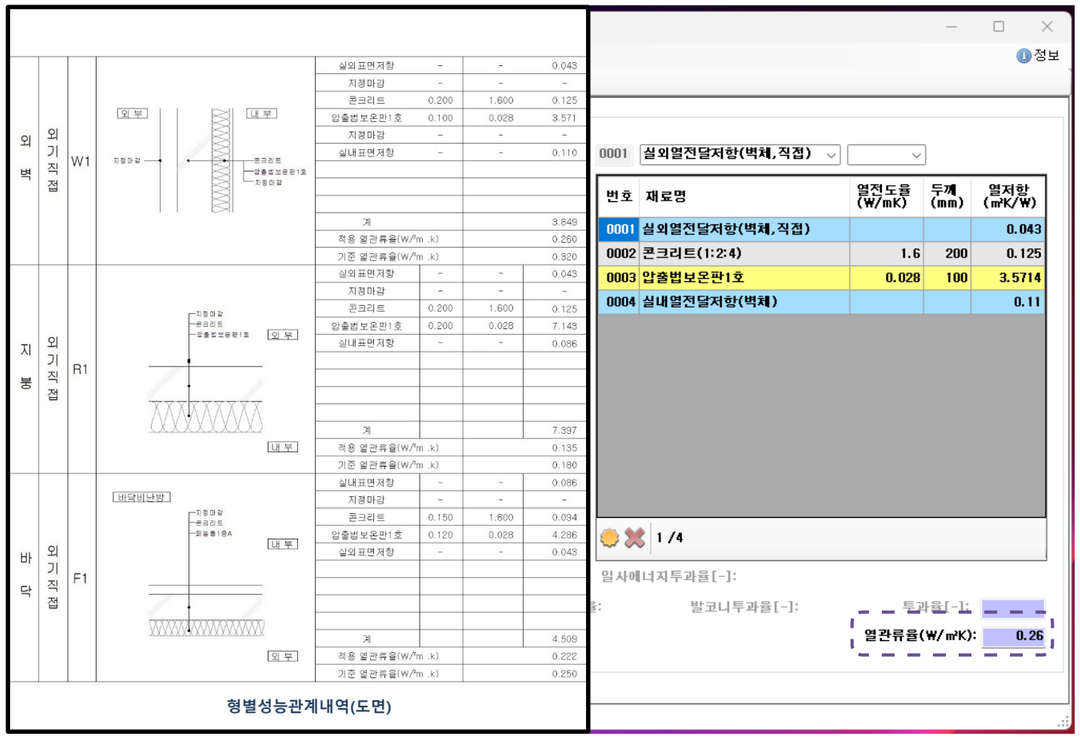


③ 레이어생성
④ 재료선택
ex) 콘크리트,단열재,마감재, 실내/실외열전달저항,…
Tip) 제공 외 재료 입력 시 KOLAS시험성적서의 열전도율 입력
⑤ 각 재료별 두께 입력



열관류율

- 국가공인시험기관의 KOLAS 인정 확인
- 열전도율(단열재 또는 재료) 시험방법 확인- KS L 9016, KS M 3808/3809, KS L 9102, KS M ISO 4898 등



형별성능관계내역(도면)

ECO2 프로그램

⑥ 열관류율값 확인
Tip) 각 부위별 성능은 건축물의 에너지절약설계 기준에 만족해야 함

(단위 : W/㎡・K)

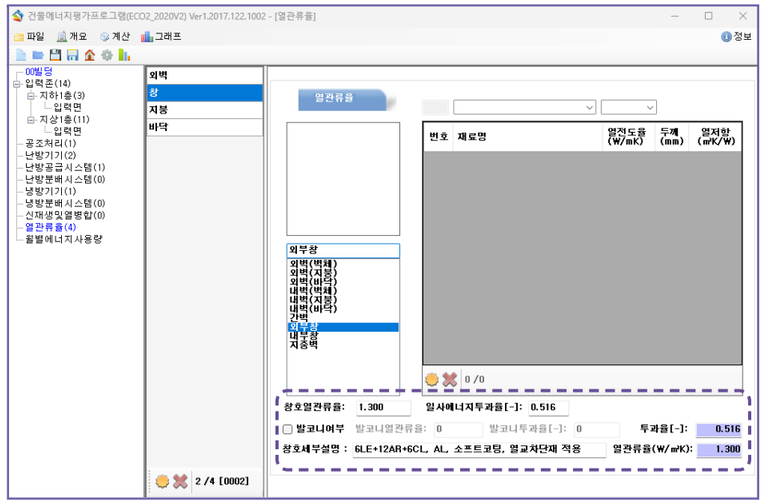
건축물의 부위		지역	중부1지역[1]	중부2지역[2]	남부지역[3]	제 주 도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최하층에 있는 거실의 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 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
		공동주택 외 문	1.500 이하			
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	1.300 이하	1.500 이하	1.700 이하	2.000 이하
		공동주택 외 창	1.600 이하	1.900 이하	2.200 이하	2.800 이하
		공동주택 외 문	1.900 이하			
공동주택 세대현관문 및 방화문	외기에 직접 면하는 경우 방화문		1.400 이하			
	외기에 간접 면하는 경우		1.800 이하			

건축물에너지절약설계기준 – [별표1] 지역별 건축물 부위의 열관류율표

1) 중부1지역 : 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척 제외), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)

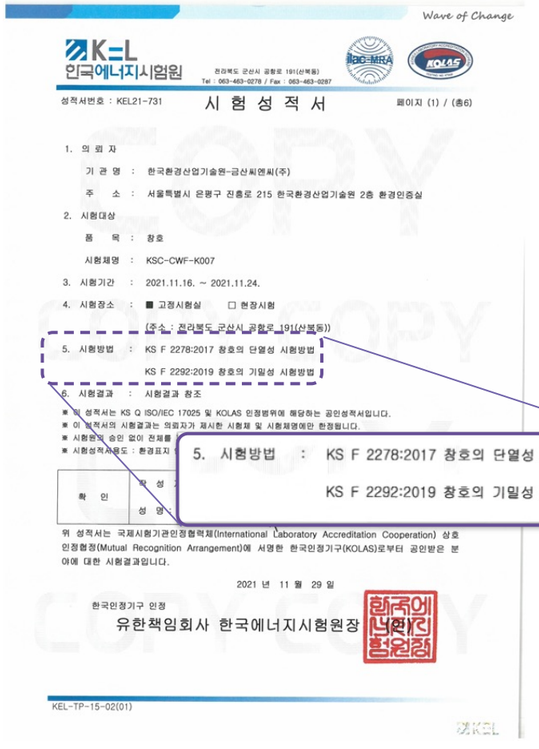
2) 중부2지역 : 서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주 제외), 충청북도(제천 제외), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)

3) 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산), 경상남도(거창, 함양 제외)



⑦ 창호성능 입력

1) 시험성적서(KOLAS) 또는 건축물의 에너지절약 설계기준 [별표4]


Wave of Change

KEL 한국에너지시험원

전라북도 군산시 공항로 191(산북동) Tel : 063-463-0278 / Fax : 063-463-0287

성적서번호 : KEL21-731

시 험 성 적 서

페이지 (1) / (총6)

1. 의 뢰 자
   - 기 관 명 : 한국환경산업기술원-금산씨엔씨(주)
   - 주 소 : 서울특별시 은평구 진흥로 215 한국환경산업기술원 2층 환경인증실
2. 시험대상
   - 품 목 : 창호
   - 시험체명 : KSC-CWF-K007
3. 시험기간 : 2021.11.16. ~ 2021.11.24.
4. 시험장소 : ■ 고정시험실 □ 현장시험
   (주소 : 전라북도 군산시 공항로 191(산북동))
5. 시험방법 : KS F 2278:2017 창호의 단열성 시험방법
   KS F 2292:2019 창호의 기밀성 시험방법
6. 시험결과 : 시험결과 참조

※ 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정범위에 해당하는 공인성적서입니다.
※ 이 성적서의 시험결과는 의뢰자가 제시한 시험체 및 시험체명에만 한정됩니다.
※ 시험원의 승인 없이 전체를
※ 시험성적서용도 : 환경표지

확 인 작 성 :
성 명 :

위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.

2021 년 11 월 29 일

한국인정기구 인정
유한책임회사 한국에너지시험원장 (직인)

KEL-TP-15-02(01)

5. 시험방법 : KS F 2278:2017 창호의 단열성 시험방법
KS F 2292:2019 창호의 기밀성 시험방법

창호의 KOLAS 시험성적서

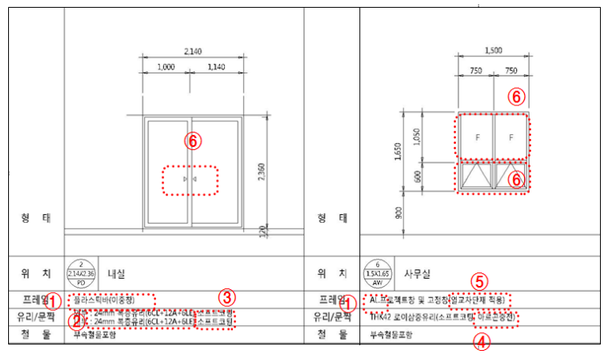
[별표4] 창 및 문의 단열성능

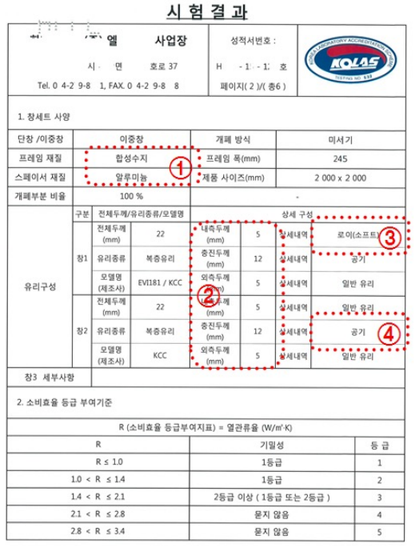
[단위 : W/㎡·K]

창 및 문의 종류			창틀 및 문틀의 종류별 열관류율								
			금속제						플라스틱 또는 복제		
			열교차단제[1]미적용			열교차단재 적용					
유리의 공기층 두께[mm]			6	12	16 이상	6	12	16 이상	6	12	16 이상
창	복층창	일반복층창[2]	4.0	3.7	3.6	3.7	3.4	3.3	3.1	2.8	2.7
		로이유리(하드코팅)	3.6	3.1	2.9	3.3	2.8	2.6	2.7	2.3	2.1
		로이유리(소프트코팅)	3.5	2.9	2.7	3.2	2.6	2.4	2.6	2.1	1.9
		아르곤 주입	3.8	3.6	3.5	3.5	3.3	3.2	2.9	2.7	2.6
		아르곤 주입+ 로이유리(하드코팅)	3.3	2.9	2.8	3.0	2.6	2.5	2.5	2.1	2.0
		아르곤 주입 + 로이유리(소프트코팅)	3.2	2.7	2.6	2.9	2.4	2.3	2.3	1.9	1.8
	삼중창	일반삼중창[2]	3.2	2.9	2.8	2.9	2.6	2.5	2.4	2.1	2.0
		로이유리(하드코팅)	2.9	2.4	2.3	2.6	2.1	2.0	2.1	1.7	1.6
		로이유리(소프트코팅)	2.8	2.3	2.2	2.5	2.0	1.9	2.0	1.6	1.5
		아르곤 주입	3.1	2.8	2.7	2.8	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9
		아르곤 주입+ 로이유리(하드코팅)	2.6	2.3	2.2	2.3	2.0	1.9	1.9	1.6	1.5
		아르곤 주입+ 로이유리(소프트코팅)	2.5	2.2	2.1	2.2	1.9	1.8	1.8	1.5	1.4
	사중창	일반사중창[2]	2.8	2.5	2.4	2.5	2.2	2.1	2.1	1.8	1.7
		로이유리(하드코팅)	2.5	2.1	2.0	2.2	1.8	1.7	1.8	1.5	1.4
		로이유리(소프트코팅)	2.4	2.0	1.9	2.1	1.7	1.6	1.7	1.4	1.3
		아르곤 주입	2.7	2.5	2.4	2.4	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6
		아르곤 주입+ 로이유리(하드코팅)	2.3	2.0	1.9	2.0	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3
		아르곤 주입+ 로이유리(소프트코팅)	2.2	1.9	1.8	1.9	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2
단창			6.6			6.10			5.30		
문	일반문	단열 두께 20㎜ 미만	2.70			2.60			2.40		
		단열 두께 20㎜ 이상	1.80			1.70			1.60		
	유리문	단창문 유리비율 50%미만[3]	4.20			4.00			3.70		
		단창문 유리비율 50%이상	5.50			5.20			4.70		
		복층창문 유리비율 50%미만	3.20	3.10	3.00	3.00	2.90	2.80	2.70	2.60	2.50
		복층창문 유리비율 50%이상	3.80	3.50	3.40	3.30	3.10	3.00	3.00	2.80	2.70
방풍구조문			2.1								

건축물의 에너지절약 설계기준 - [별표4] 창 및 문의 단열성능






시 험 결 과

엘 사업장
시 면 호로 37
Tel. 0 4-2 9-8 1, FAX. 0 4-2 9-8 8
성적서번호 : H - 1 - 1 호
페이지(2)/(총6)

1. 창세트 사양

단창 /이중창	이중창	개폐 방식	미서기
프레임 재질	합성수지 ①	프레임 폭(mm)	245
스페이서 재질	알루미늄	제품 사이즈(mm)	2 000 x 2 000
개폐부분 비율	100 %		-

유리구성	구분	전체두께/유리종류/모델명			상세 구성		
	창1	전체두께 (mm)	22	내측두께 (mm)	5	상세내역	로이(소프트) ③
		유리종류	복층유리	중간두께 (mm)	12	상세내역	공기
		모델명 (제조사)	EVI181 / KCC	외측두께 (mm)	5	상세내역	일반 유리
	창2	전체두께 (mm)	22	내측두께 (mm)	5	상세내역	일반 유리
		유리종류	복층유리	중간두께 (mm)	12	상세내역	공기 ④
		모델명 (제조사)	KCC	외측두께 (mm)	5	상세내역	일반 유리
창3 세부사항							

2. 소비효율 등급 부여기준

R (소비효율 등급부여지표) = 열관류율 (W/㎡·K)

R	기밀성	등 급
R ≤ 1.0	1등급	1
1.0 < R ≤ 1.4	1등급	2
1.4 < R ≤ 2.1	2등급 이상 (1등급 또는 2등급)	3
2.1 < R ≤ 2.8	문지 않음	4
2.8 < R ≤ 3.4	문지 않음	5

① : 창틀/문틀 재료 - 알루미늄, 스테인리스, 플라스틱(PVC, 합성수지)

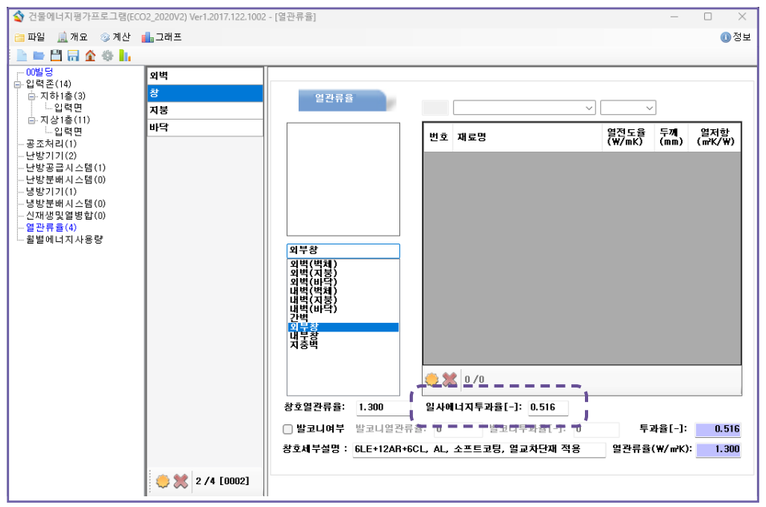
② : 유리두께, 공기층두께, 이중창 여부

③ : 로이코팅종류- 소프트코팅, 하드코팅

④ : 아르곤주입 여부(예제 도서 아르곤 없음)

⑤ : 금속재 창틀의 경우 열교차단재 적용 여부 표기

⑥ : 개폐방식 - 고정창, 미서기, 여닫이, Tilt&Turn,
접이문(창), 편개문, 양개문, 자동문 등



2) 일사에너지투과율 : 차폐계수(SC) 값 * 0.86
3)창호세부설명 : 유리/공기층 구성, 창틀종류, 코팅종류, 열교차단재 적용

창호의 KOLAS 시험성적서

유리 구성	차폐계수	일사에너지 투과율
단창유리	0.9	0.774
복층유리	0.8	0.688
Low-E복층유리	0.6	0.516
Low-E단창유리	0.67	0.576

- 일사에너지투과율은 창호의 차폐계수에 0.86을 곱하여 입력
- 삼중창, 사중창 등과 같이 유리 구성이 복합인 경우, 유리구성을 조합하여 합성 일사에너지 투과율 식으로 계산하여 평가

$$\text{합성 일사에너지투과율 } g = \frac{G1g2}{g1+g2-g1*g2}$$

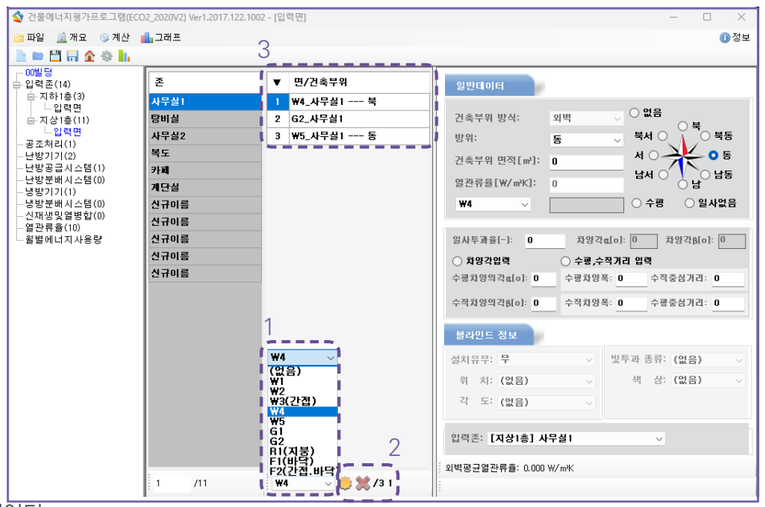
※ g1 : 유리1의 일사에너지투과율
※ g2 : 유리2의 일사에너지투과율

-ex) 삼중창 : 단창, 복층창의 합성
사중창 : 복층창, 복층창의 합성

-일사에너지투과율(SHGC)는 KS L 2514 또는 KS L 9107의 KOLAS 시험성적서를 제출하면 인정 가능

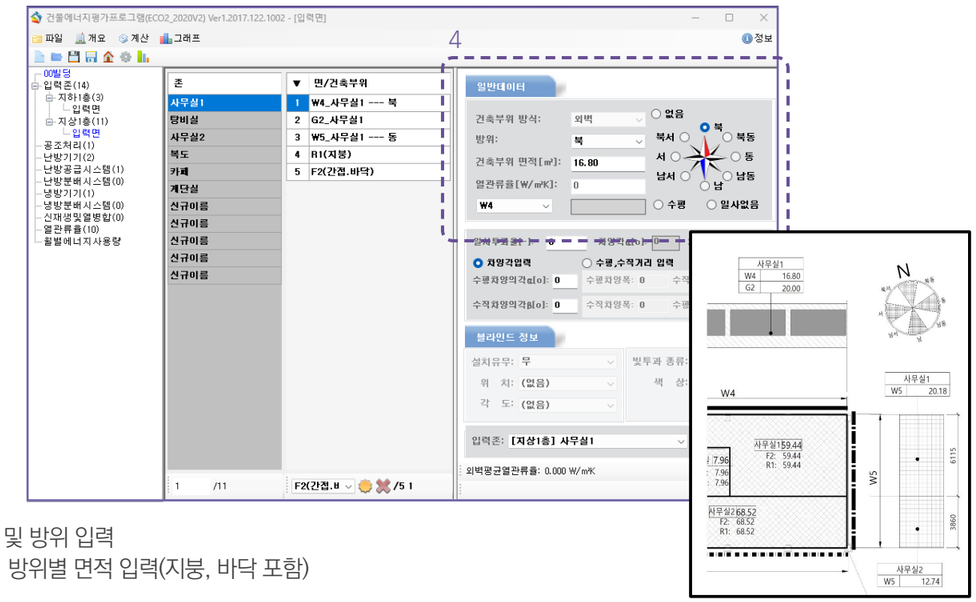
5 입력면

입력면

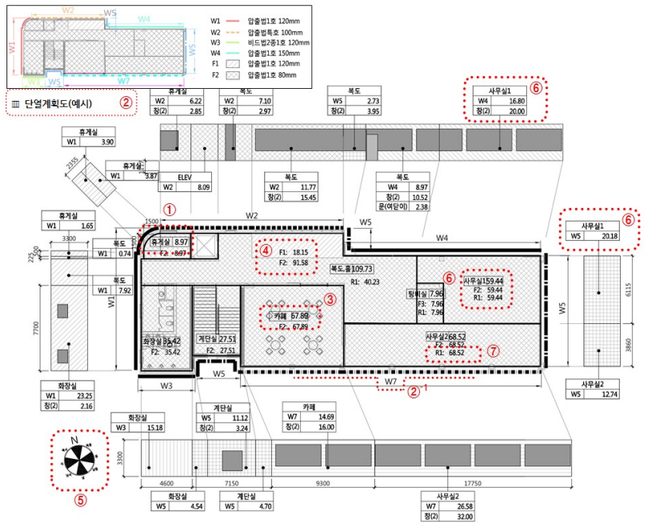


● 입력존_일반데이터

① 형별 선택 : 열관류율탭에서 작성된 형별
② 생성
③ 면/건축부위 생성



④ 면적 및 방위 입력
: 형별, 방위별 면적 입력(지붕, 바닥 포함)

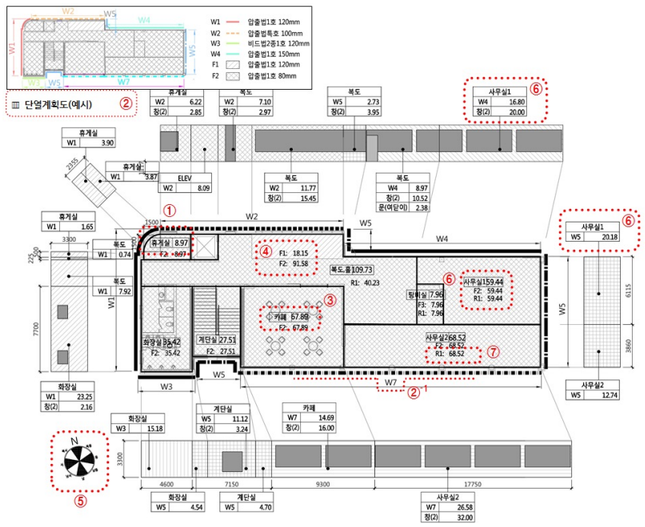


※ 중심선 기준으로 면적 산출

① 실 명칭 확인 :회의실, 사무실, 휴게실, 화장실, 홀 등 구체적인 사용 용도가 확인 가능한 명칭으로 작성

② 단열계획도 확인 : 단열계획도 상 단열선의 위치확인 (직접/간접, 단열누락 부위 확인)

②-1외벽라인 설정 : 단열계획도 반영하여 중심선으로 외벽라인 설정



③ 실별 바닥면적 산출 :단열선 내의 각 실(카페, 휴게, 계단 등)의 바닥면적 산출
- 실별 면적과 조명밀도 계산서의 면적 일치

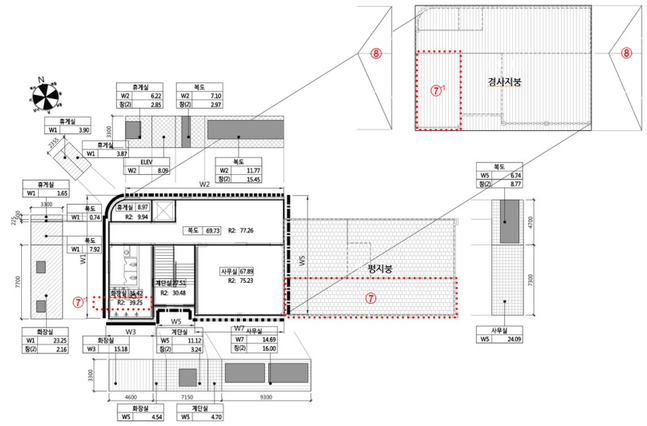
④ 바닥 형별 면적 산출 : 각 형별 (F1-외기직접, F2-외기 간접) 면적산출

⑤ 방위 확인 : 8방위 기준으로 벽체 나누어 작성

⑥ 외벽 각 실의 방위별/형별 면적 구분하여 산출 : 한 실의 외벽 중 방위나 타입(형별)이 달라지는 면적은 구분 하여 산출

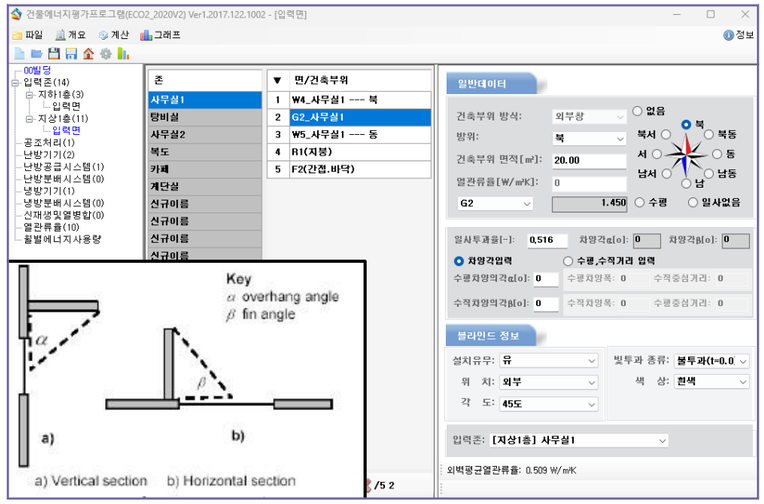
⑦ 지붕 면적 산출(평지붕) : 실의 일부에 지붕이 생길 경우 해당되는 부위의 면적 산출

⑦-1 지붕 면적 산출(경사지붕) : 경사부위 지붕 면적은 수평 투영 면적보다 큼(경사 고려 해서 면적 산출 필요)



⑧ 지붕의 옆 벽면은 2층의 각실별 벽체 면적에 산입

※ 단열조치 예외부위 (지표면 아래 2m초과, 지면접한부위 수평거리 10m초과, 방풍구조, 150㎡이하 개별점포 출입문)에 해당하는 면적도 산출하여야 함.



● 입력면_차양,블라인드

⑤ 수평/수직 차양 : 차양의 각(창의 중심으로부터 차양 끝점까지 이은 각) 입력

⑥ 블라인드 정보 : 설치 유/무
: 투과,위치,색상, 각도 선택

실습



참고 서적 및 사이트

1. 건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. 에너지효율등급 인증 시스템 게시판
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
(https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

D.2 건축물에너지평가프로그램 ECO2 개요(액티브 기술)

교육 목표

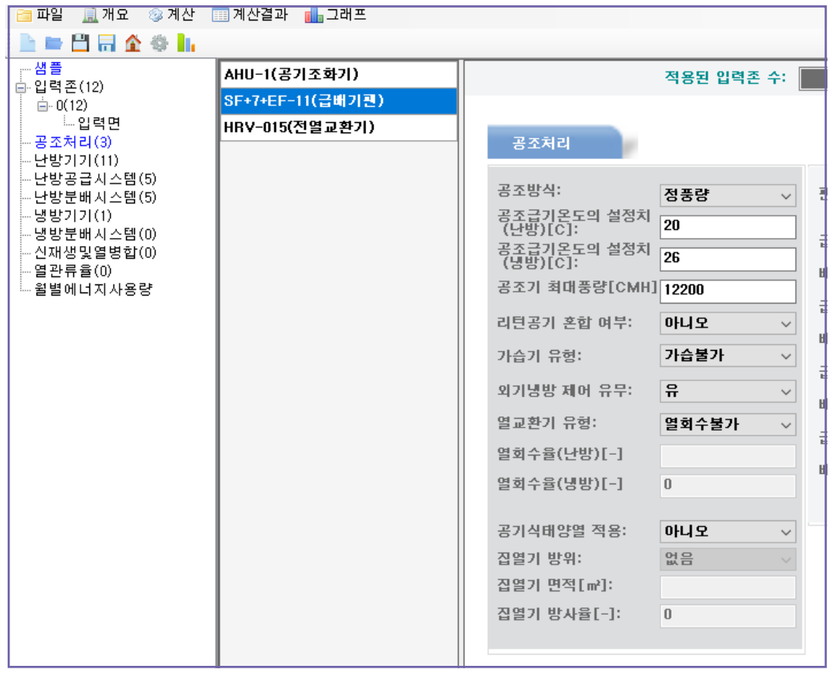
ECO2 개요 (액티브 기술)

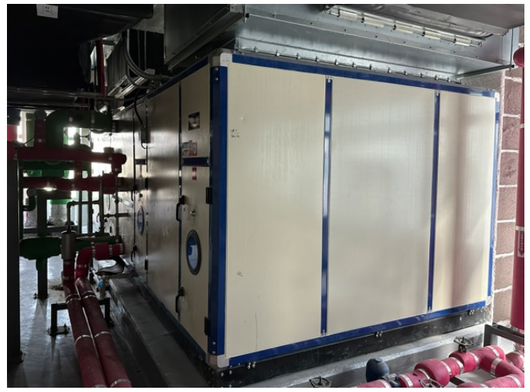
* ECO2 실습을 통한 실무능력 확보
* 인증기관 실무자와 동일한 평가과정을 통해 오차 최소화
* ECO2 액티브 기술 관련한 입력방법의 이해

1 공조처리

공조처리-1

- 공기가 열매를 실내에 공급하는 공조기기
- 입력 가능기기 : 공기조화기, 급/배기팬, 전열교환기



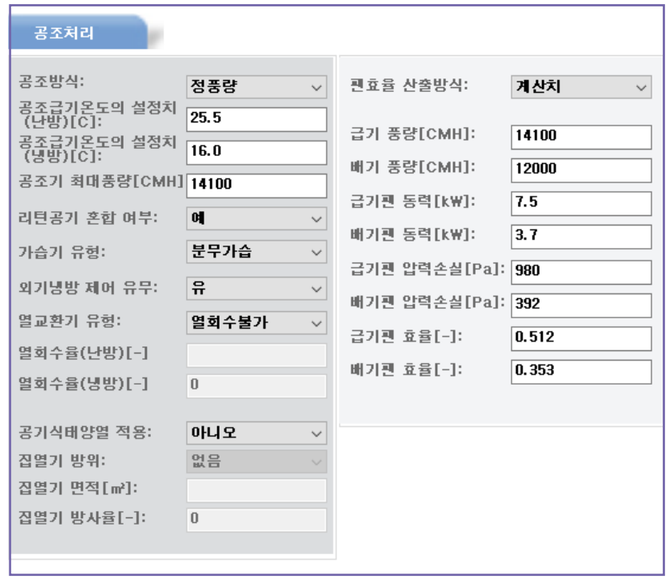


공기조화기

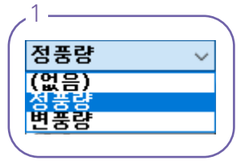


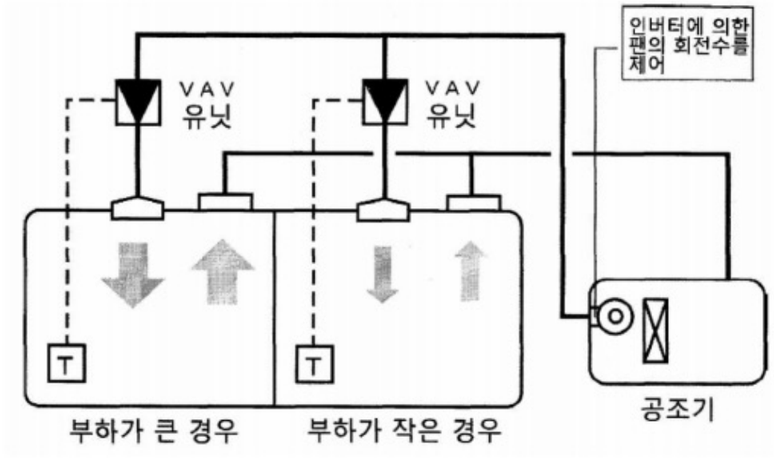
전열교환기

공조처리-2



① 공조방식
- 정풍량(CAV), 변풍량(VAV) 선택
- 정풍량 : 송풍량 일정, 부하변동에 따른 온도조절
- 변풍량 : 송풍온도 일정, 부하변동에 따른 풍량조절
  (변풍량 방식 선택 : 송풍기의 인버터제어 + 실내에 풍량조절 유닛 설치 확인)

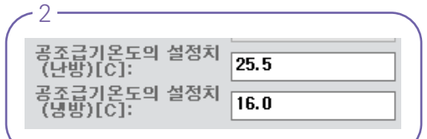




[출처] 사단법인 한국빌딩경영협회, 빌딩 에너지 운용관리 가이드라인. 2009

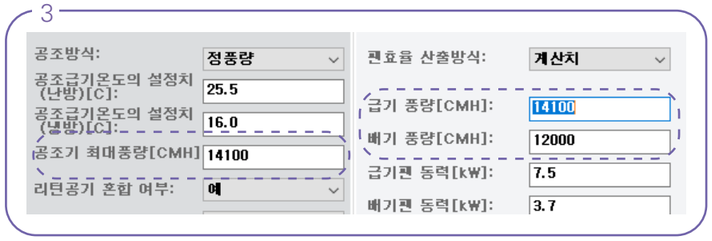
② 공조급기온도의 설정치 (난방/냉방)
- 냉온수코일의 출구공기(건구온도, DB) 입력
- 열원기기가 연결되지 않은 일반 급배기팬, 전열교환기의 경우 난방 20℃, 냉방26℃ 으로 기재

2

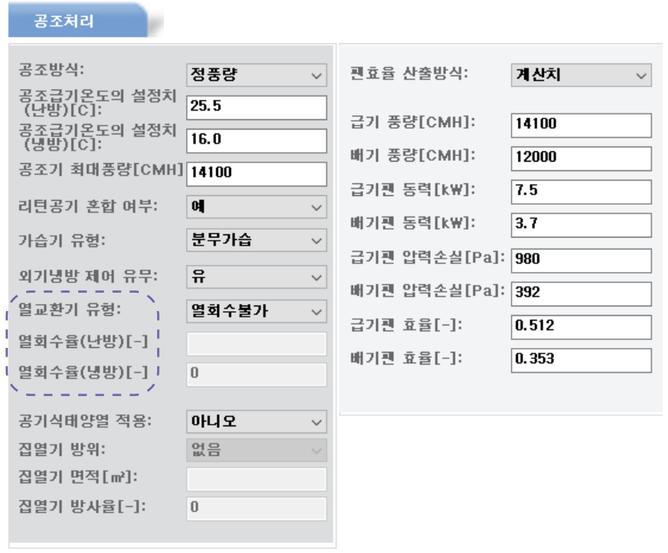


③ 공조기 최대 풍량[CMH]
- 단위 확신
- 급/배기 팬 중 최대 풍량 기재

3

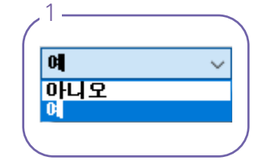


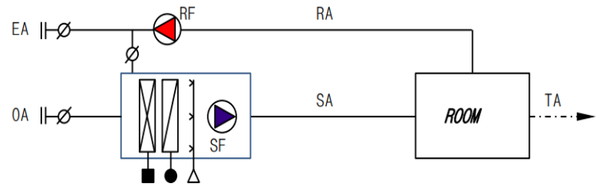
공조처리-3



① 리턴공기(RA)혼합 여부
- 배기시 실내공기의 순환(외기와의 혼합) 유무 설정
- AHU계통도 + 기계계산서 등을 참고하여 판단
- 리턴공기 혼합기기(공기조화기), 비혼합기기(외기조화기, 급배기팬, 전열교환기)

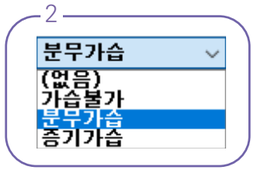
1





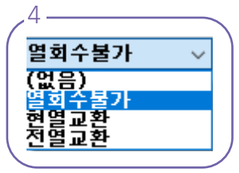
② 가습기 유형
- 공조기의 가습 유형 선택
- 분무가습 : 물을 안개상태로 분무하여 취출, 공기중에 기화시키는 방식 (EX.원심식, 초음파식, 2유체스프레이식, 스프레이 노즐식)
- 증기가습 : 증기를 취출, 공기에 흡수시키는 방식 (EX. 전열식, 전극식, 적외선식, 과열증기식, 증기 스프레이노즐식)

2



③ 외기냉방 제어 유무
- 냉방시 외기온도가 실내설정온도 보다 낮을 경우 외기도입을 통해 냉동기 가동률을 줄이는 제어방식 적용유무
- 공조처리기기의 유형과 관계없이 "유"로 평가

④ 열교환기 유형, 열회수율
-열교환효율(유효전열교환효율) 기재 시 계수(Factor) 입력



공조처리-4 (공기조화기)

3 2 5 4 1

장비번호	급기송풍기							냉수코일(냉온수 겸용)							가습기		비고
	형식	규격	대수	풍량	정압	전동기	효율	인버터	냉수온도(℃)		냉각용량	유량	입구공기온도		출구공기온도		형식	유량	1.리턴공기 혼합
				CMH	mmAq	kw	%		입구	출구	kcal/hr	Lpm	℃ DB	℃ WB	℃ DB	℃ WB		kg/hr	2.정풍량(CAV)
AHU - 1	AIR FOIL	DS #5.00	1	14,100	100	7.5	69.11	-	7	12	86,000	287	27.7	21.5	16.0	15.5	기화식	35	
	환기송풍기								온수코일(냉온수 겸용)								전열교환기		
	형식	규격	대수	풍량	정압	전동기	효율	인버터	온수온도(℃)		가열용량	유량		공기온도(℃DB)					
				CMH	mmAq	kw	%		입구	출구	kcal/hr	Lpm		입구	출구				
	SIROCCO	DS #4.50	1	14,100	40	3.7	54.95	-	50	45	76,000	250		9.4	25.5				



① 공조방식 선택 : 정풍량(CAV)
② 공조급기온도의 설정치 (냉/난방) : 냉각/가열코일의 출구 공기 온도
③ 풍량/정압/동력
- 급배기팬 중 최대풍량 기재
- 정압값(Pa) 단위 확인 (1mmAq=9.8Pa)
- 급배기팬 효율 자동 계산

④ 리턴(return)공기 혼합 여부 : '예'
⑤ 가습기 유형 : '분무가습' 선택
⑥ 외기냉방 제어 유무 : '유'
⑦ 열교환기 유형 : 열회수불가

공조처리-5 (급배기팬)

3

송풍기										
장비번호	수량	용도	형식	설치위치	규격	풍량	정압	전동기		효율
								동력	전원	
						CMH	mmAq	kw	PH/V/Hz	(%)
SF - 7	1	3층 주방 급기	덕트 인라인	해당실	560S	10,400	25	2.2	380 - 3 - 60	46.56
EF - 11	1	3층 주방 배기	AIR FOIL	지붕층 옥외	SS #4.25	12,200	65	5.5	380 - 3 - 60	70.12

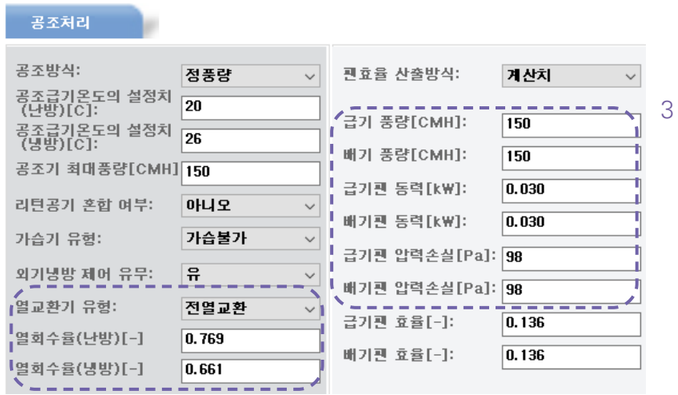
① 공조방식 선택 : 정풍량(CAV)
② 공조급기온도의 설정치 (냉/난방) : 일반 급배기팬의 경우 난방 20℃, 냉방26℃
③ 풍량/정압/동력
- 급배기팬 중 최대풍량 기재
- 정압값(Pa) 단위 확인 (1mmAq=9.8Pa)

④ 리턴(return)공기 혼합 여부 : '아니오'
⑤ 가습기 유형 : '가습불가' 선택
⑥ 외기냉방 제어 유무 : '유'
⑦ 열교환기 유형 : 열회수불가

공조처리-6 (전열교환기

전열교환환기장치								
장비번호	수량	풍량	소비전력	접속구경	기외정압	열교환기		유효전열교환효율(%)	
		(CMH)	(W)	(Ø)	(mmAq)	형식	재질	냉방	난방
HRV-015	2	150	60	125	10	판형	특수가공지	66.1	76.9

3 7



① 공조방식 선택 : 정풍량(CAV)
② 공조급기온도의 설정치 (냉/난방) : 전열교환기의 경우 난방 20℃, 냉방26℃
③ 풍량/정압/동력
  - 급배기 풍량 동일하게 입력
  - 동력 : 소비전력값 x 0.5로 입력
  - 정압값(Pa) 단위 확인(1mmAq=9.8Pa)
④ 리턴(return)공기 혼합 여부 : '아니오'
⑤ 가습기 유형 : '가습불가' 선택
⑥ 외기냉방 제어 유무 : '유'
⑦ 열교환기 유형
  - '전열교환' 선택
  - 열회수율 계수(Factor)로 입력

2-1 난방기기

난방기기-1

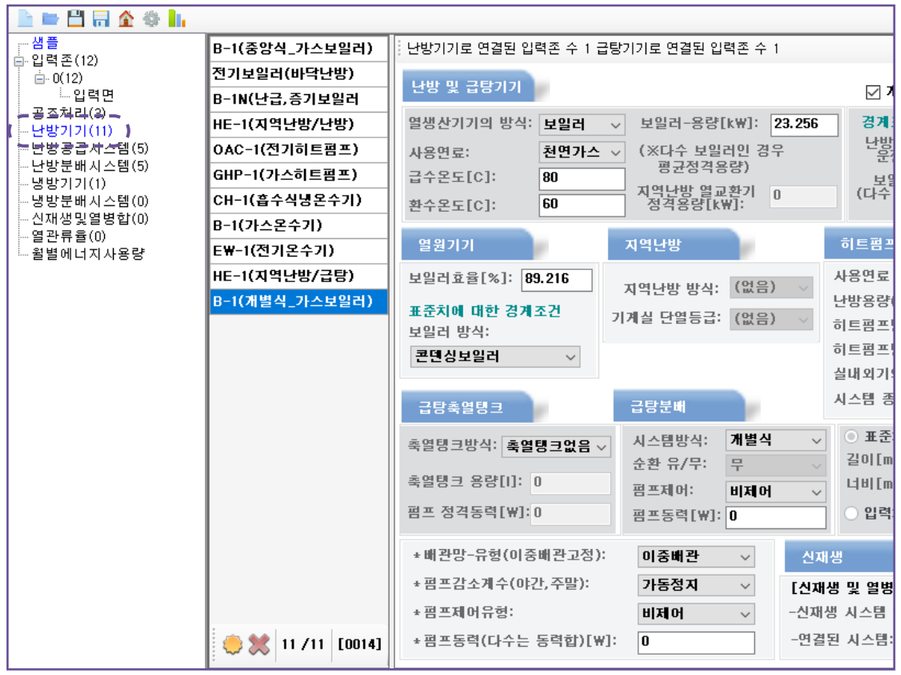
-난방 및 급탕 열원을 생산하는 기기
-입력 가능기기 : (가스/전기/증기)보일러, 열교환기(지역난방), (전기/가스)히트펌프, 흡수식냉온수기 등



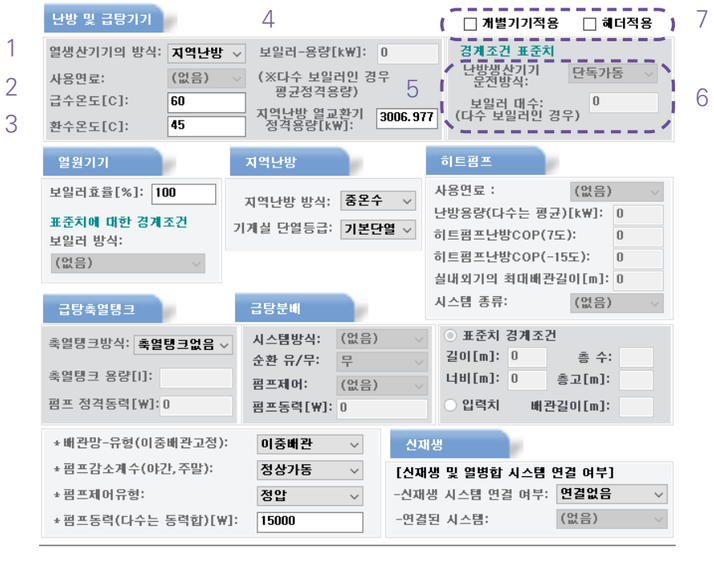
지역난방 시스템



가스히트펌프 실외기



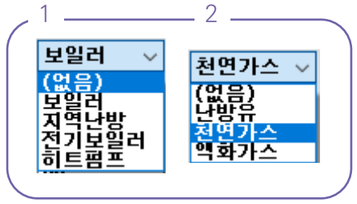
난방기기-2



난방 및 급탕기기

① 열생산기기 : 온열원을 생산하는 기기의 방식을 선택

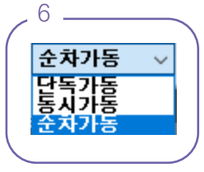
② 사용연료 : 열생산기기 방식을 보일러로 선택할 경우 보일러가 사용하는 연료 선택



③ 급환수온도: - 보일러에서 공조기, 말단 유닛(FPU, FCU, 방열기 등)에 공급, 환수되는 온도 입력
- EHP는 80℃-40℃ // 보일러는 80℃-60℃ 적용 (단, 장비일람표에 기재시 해당 값 입력)

④ 보일러용량 : 열생산기기의 정격용량 (1[kW] = 860 [kcal/h])

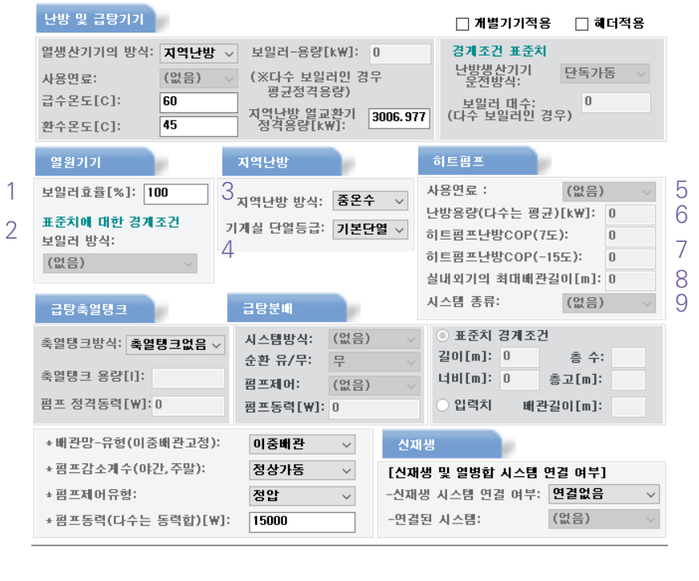
⑤ 지역난방 열교환기 정격용량[kW] : 지역난방 열원 사용 시, 열교환기 용량 입력



⑥ 경계조건 표준치: - 운전방식 선택, 보일러 대수 기재
- 보일러 대수가 1대일 경우 단독가동, 2대 이상인 경우 가동방식과 대수 입력

⑦ 개별기기적용/헤더적용 : -다수의 열생산기기가 다수의 공간에 1:1로 열원을 공급할 경우 개별기기 적용을 선택
- 다수의 열생산기기가 헤더를 통하여 중앙열원을 공급할 경우 헤더 적용을 선택

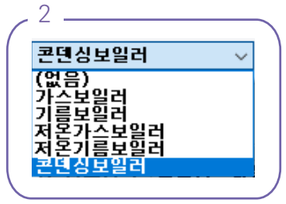
난방기기-3



열원기기

① 보일러 효율[%] - 열원기기의 효율
- 효율(%) = 보일러용량 ÷ 연료소비량(고위발열량기준)x100
- 지역난방, 전기보일러인 경우 100[%] 적용

② 보일러 방식 선택 콘덴싱보일러 또는 계산값이 효율 87%이상 경우 '콘덴싱보일러' 선택

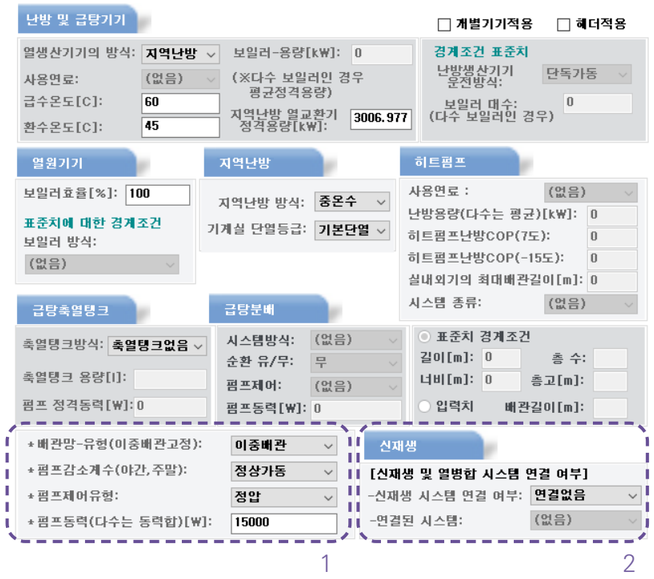


지역난방

③ 지역난방인 경우, 지역난방 열원선택
- 1차측 공급온도에 따라 선택 (중온수 : 80~120℃ // 고온수 : 121~180℃)

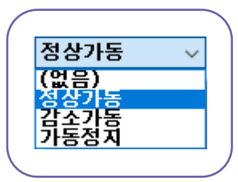
④ 기계실 단열등급 - 기본단열 고정

난방기기-5



● 펌프관련 정보

① 난방순환펌프 등 관련 정보 기재
-배관망 유형 : '이중배관'고정
- 펌프감소계수 : '가동정지' (비주거), '정상가동'(주거) 선택
- 펌프제어유형 : 비제어/정압/변압 중 선택
- 펌프동력 :난방 분배에 사용되는 펌프동력 적용
(다수는 동력합계 적용,예비대수 제외)
- 별도의 펌프가 없는 경우(기본값) : 이중배관/가동정지/비제어/0



*참고(펌프제어방식)
-변압제어 : 펌프 측 압력조건이 변압인 경우로, 인버터 사용하여 부하대응 운전
-정압제어 : 펌프 측 압력조건이 정압인 경우로, 펌프는 일정 가동율로 운전되나 3방 밸브 제어를 통한 바이패스 운전으로 유량을 조절

● 신재생

② 난방생산기기와 신재생 및 열병합 시스템의 연결여부 적용
: 신재생 및 열병합 시트에서 생성한 시스템과 연결 가능(ex. 지열히트펌프, 연료전지 등)

난방기기-6 (가스보일러)



중앙식 진공온수보일러+난방순환펌프



개별식 보일러



중앙식 진공온수보일러+난방순환펌프

난방기기-7(가스보일러_캐스케이드)

◪ 보 일 러

장비번호	수 량	용 도	용 량 (kcal/hr)	효 율 (%)	가스소비량(LNG) (N㎥/h)	소비전력 (W)	비 고
1 B	9	난방용	20,000	92.25	2.2	380	고효율인증제품, 순차 및 교번제어, 대수제어 가능, 역류방지댐퍼 내방형, 1차측 순환펌프 포함, 기타 표준 부속품 일체구비

◪ 펌 프 5 4

장비번호	수 량	용 도	형 식	유 량 (LPM)	양 정 (mAq)	동 력 (KW/HP)	설치장소	비 고
1 P	2	난방순환펌프	라인형	340	10	2.2 / 3.0	기계실	인버터제어 ,1대 예비

난방 및 급탕기기 4 ☐ 계별기기적용 ☐ 헤더적용

1 열생산기기의 방식: 보일러 — 보일러-용량[kW]: 23.256
2 사용연료: 천연가스 — (※다수 보일러인 경우 평균정격용량)
3 급수온도[C]: 80 — 환수온도[C]: 60 — 지역난방 열교환기 정격용량[kW]: 0

경계조건 표준치
난방생산기기 운전방식: 순차가동
보일러 대수: (다수 보일러인 경우) 9

5

① 열생산기기 : '보일러' 선택
② 사용연료 : '천연가스' 선택
③ 급환수온도 : 급수 80℃, 환수60℃ 기재
④ 보일러용량
- 1[kW] = 860 [kcal/h]
- 20,000 ÷ 860=23.256 [kW]

⑤ 운전방식 선택, 보일러 대수 기재

난방기기-8(가스보일러_캐스케이드)

◪ 보 일 러 7 6

장비번호	수 량	용 도	용 량 (kcal/hr)	효 율 (%)	가스소비량(LNG) (N㎥/h)	소비전력 (W)	비 고
1 B	9	난방용	20,000	92.25	2.2	380	고효율인증제품, 순차 및 교번제어, 대수제어 가능, 역류방지댐퍼 내방형, 1차측 순환펌프 포함, 기타 표준 부속품 일체구비

◪ 펌 프

장비번호	수 량	용 도	형 식	유 량 (LPM)	양 정 (mAq)	동 력 (KW/HP)	설치장소	비 고
1 P	2	난방순환펌프	라인형	340	10	2.2 / 3.0	기계실	인버터제어 ,1대 예비

6

열원기기 | 지역난방

보일러효율[%]: 89.216
지역난방 방식: (없음)
표준치에 대한 경계조건
기계실 단열등급: (없음)
보일러 방식:
콘덴싱보일러

7

* 배관망-유형(이중배관고정): 이중배관
* 펌프감소계수(야간,주말): 가동정지
* 펌프제어유형: 변압
* 펌프동력(다수는 동력합)[W]: 2200

⑥ 보일러 효율
- 효율(%) = 보일러용량 ÷ 연료소비량(고위발열량기준)x100
- LNG 총발열량 10,190 [kcal/N㎥] 적용
- 연료소비량 : (2.2 x 10,190) ÷ 860= 26.067 [kW]
- 효율 : (23.256 ÷ 26.067) x 100 = 89.216 [%]
- 효율 87% 이상일 경우 '콘덴싱보일러' 선택

⑦ 중앙식 보일러의 경우 펌프 정보 기재
- '이중배관' 선택
- '가동정지' (비주거), '정상가동'(주거) 선택
- 펌프제어 유형 : '비제어', '정압'(대수제어), '변압'(인버터제어) 선택
- 펌프동력 : 단위(W) 확인, 예비대수 동력 제외

난방기기-9(가스보일러_개별식)

◪ 보 일 러 (BOILER) 6

기 호	형 식	수 량 (EA)	용 도	난방전부하능력 (kW)	난방가스소비량 (kW)	사용연료	설치위치	
B - 1	콘덴싱 가스온수보일러 (덱걸이형)	144	A, B TYPE 난방 및 급탕용	19.4	21.0	LNG	보일러실	에너지 소비 효율 1등급 제품, 저녹스 보일러(환경표지인증제품), 기타 부속품 일체 구비

6

난방기기로 연결된 입력존 수 144 급탕기기로 연결된 입력존 수 144

6 ☑ 계별기기적용 ☐ 헤더적용

난방 및 급탕기기 4

1 열생산기기의 방식: 보일러 — 보일러-용량[kW]: 19.40
2 사용연료: 천연가스 — (※다수 보일러인 경우 평균정격용량)
3 급수온도[C]: 80 — 환수온도[C]: 60 — 지역난방 열교환기 정격용량[kW]: 0

경계조건 표준치
난방생산기기 운전방식: 단독가동
보일러 대수: (다수 보일러인 경우) 0

열원기기

5 보일러효율[%]: 92.381
표준치에 대한 경계조건
보일러 방식: 콘덴싱보일러

7

* 배관망-유형(이중배관고정): 이중배관
* 펌프감소계수(야간,주말): 정상가동
* 펌프제어유형: 비제어
* 펌프동력(다수는 동력합)[W]: 0

정상가동 / (없음) / 정상가동 / 감소가동 / 가동정지

① 열생산기기 : '보일러' 선택
② 사용연료 : '천연가스' 선택
③ 급환수온도 : '급수 80℃, 환수60℃' 기재
④ 보일러용량 기재
⑤ 보일러 효율 – (19.4 ÷ 21.0) x 100 = 92.381 [%]
– 보일러방식 : 콘덴싱보일러 선택
⑥ 공동주택 개별식 보일러
–'개별기기적용'체크
– 입력존수=수량 확인
⑤ 운전방식 선택, 보일러 대수 기재
⑦ 공동주택 개별식 보일러의 경우 펌프 정보 기재
– 펌프 정보 없음
– 배관망 유형 : '이중배관'
– 펌프감소계수 : '정상가동'(주거)
– 펌프제어유형 : '비제어

난방기기-10 (전기보일러)

고전도용전기온돌 바닥난방 면적 및 소비전력

실 명	난방면적 (㎡)	고전도용 전기온돌 (D8) 사양							소비전력 (kw)	온도조절기		
		1.0M	1.5M	2.0M	2.5M	2.7M	3.0M	3.5M		개별형	통신형	128회로
휴게실	10.72			11		5			1.63	1		
급식관리실	11.16			4	12				1.74	1		
계	21.88			15	12	5			3.37	2		

3

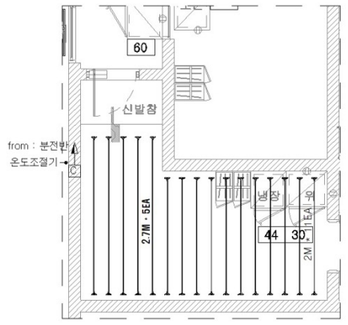
난방 및 급탕기기

1 열생산기기의 방식: 전기보일 ▼ 3 보일러-용량[kW]: 1.63
2 사용연료: (없음) (※다수 보일러인 경우 평균정격용량)
급수온도[C]: 80
환수온도[C]: 60 지역난방 열교환기 정격용량[kW]: 0
5
* 배관망-유형(이중배관고정): 이중배관
* 펌프감소계수(야간, 주말): 가동정지
* 펌프제어유형: 비제어
* 펌프동력(다수는 동력합)[W]:

열원기기

보일러효율[%]: 100.00 4
표준치에 대한 경계조건
보일러 방식:
(없음)

① 열생산기기 : '전기보일러' 선택
② 급환수온도 : '급수 80℃, 환수60℃' 기재
③ 보일러 용량 : 소비전력값[kW] 기재
④ 보일러효율 : 100 % 기재
⑤ 펌프정보
– 펌프 정보 없음.
– 기본값 : '이중배관' , '가동정지', '비제어' 선택



난방기기-11(지역난방)

▣ 열교환기 3 5 2

장비 번호	수량	용도	열량	1차측 온도		2차측 온도	
				입구온도	출구온도	입구온도	출구온도
			kcal/h	℃	℃	℃	℃
HE 1	1	난방용	2,586,000	115	50	45	60
		급탕 예열용	440,000	55	35	15	35
		급탕 재열용	440,000	75	55	35	55

6

순환 펌프									비고
장비 번호	수량	유량	양정	전원	동력	형식	효율(%)		
	EA	LPM	M	Ph/V/Hz	kW		A	B	
CP-1	2	1,470	20	3 / 380 / 60	7.5	LINE - PUMP	78.8	78.7	기타 표준부속품 일체 포함, 에너지절약적제어방식(대수제어) 채택 고효율 에너지기자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품
CP-2	2	160	10	3 / 380 / 60	1.5	LINE - PUMP	77.6	72.1	교번운전, 1대 예비, 기타 표준 부속품 일체 구비, 고효율 에너지기자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품

난방 및 급탕기기

1 열생산기기의 방식: 지역난방 ▼ 보일러-용량[kW]: 0
사용연료: (없음) (※다수 보일러인 경우 평균정격용량)
2 급수온도[C]: 60 3
환수온도[C]: 45 지역난방 열교환기 정격용량[kW]: 3006.977

열원기기

4 보일러효율[%]: 100
표준치에 대한 경계조건
보일러 방식:
(없음)

지역난방

5 지역난방 방식: 중온수
기계실 단열등급: 기본단열

① 열생산기기 : '지역난방' 선택
② 급환수온도 : 장비일람표 '2차측 온도' 기재
③ 열교환기 용량
– 1[kW] = 860 [kcal/h]
– 2,586,000 ÷ 860=3,006.977 [kW]
④ 보일러효율 : 100 % 기재



6

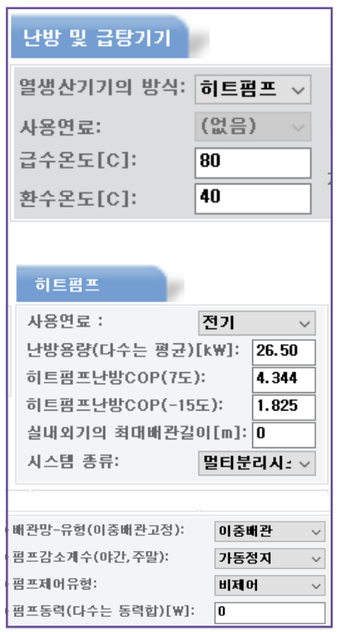
⑤ 지역난방 방식, 기계실 단열등급
- '중온수', '기본단열' 선택
- 중온수 : 80~120℃ // 고온수 : 121~180℃
- 1차측 공급온도에 따라 선택

⑥ 펌프 정보 선택
- '이중배관', '정상가동'(주거), 정압(대수제어), 동력값(W) 기재

난방기기-12(전기히트펌프

▣ 냉,난방 실외기 (EHP) 4

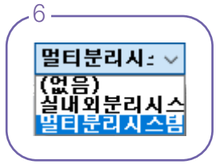
장비번호	수량	용도	설치위치	냉방용량		난방용량		소비전력			차단기	송풍기		냉매
								냉방	난방	조건				
				kW	kcal/h	kW	kcal/h	kW	kW	kW	A	형식	풍량(CMM)	
OAC 1	1	냉,난방용	입주민회의실,용역원휴게실	23.30	20,030	26.50	22,790	5.6	6.1	11.0	30.0	Propeller	157	R410A

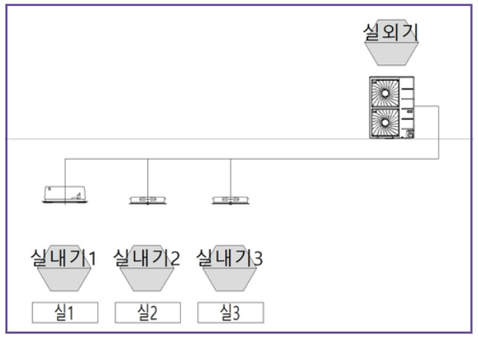


① 열생산기기 : '히트펌프' 선택
② 급환수온도 : 80 ℃ -40 ℃ 기재
③ 사용연료 선택 - 전기 / 천연가스(LNG) / 액화가스(LPG)
④ 용량(KW), 효율(COP) 계산
- 효율(COP) : '정격'용량 [kW] ÷ '정격'소비전력 [kW]
- '통합'소비전력으로 평가 불가능
- (-15도) 효율(COP) = (7도) COP x 0.42
- (-15도) 난방용량 및 소비전력 별도 표기시 반영가능

⑤ 실내외기의 최대배관길이[M] 산정
⑥ 시스템종류 설정
- 1:1 실외기와 1:n 멀티형에 따른 성능 구분

⑦ 펌프정보 입력 - 펌프정보 없음(기본값 입력)



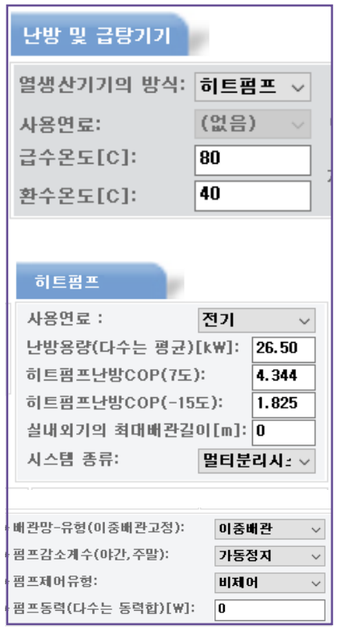


〈멀티분리시스템〉

난방기기-13(가스히트펌프

GHP 실 외 기 4 3

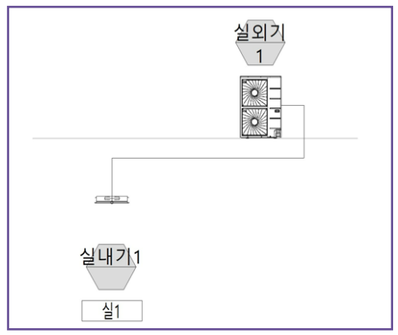
장비번호	수량	형식	냉방 능력 (W)	난방 능력 (W)	소비전력(kW) 냉방	소비전력(kW) 난방	연료소비량(kW) 냉방	연료소비량(kW) 난방	사용연료	송풍기 형식	송풍기 풍량(CMM)	송풍기 출력(W)	압축기	냉각수펌프 정격출력	냉매 봉입량	접속 구경 (mm) 액관	접속 구경 (mm) 가스관	접속 구경 (mm) 연료가스배관	접속 구경 (mm) 배기드레인배관
GHP	1	가스히트펌프	56,000	63,000	1.71	1.2	33.6	34.9	LNG	프로펠러식	380	0.9x2	R410A/FVC68D	40x2	0.165	14	15.88	28.58	RS/4(수나사)	ø31.2(Hose)



①,② -전기히트펌프와 동일
③ 사용연료 선택 - 전기 / 천연가스(LNG) / 액화가스(LPG)
④ 용량(KW), 효율(COP) 계산
- 효율(COP) : '정격'용량 [kW] ÷ '정격'소비전력 [kW]
- '통합'소비전력으로 평가 불가능
- (-15도) 효율(COP) = (7도) COP x 0.42
- (-15도) 난방용량 및 소비전력 별도 표기시 반영가능
- 가스히트펌프 소비전력
  : 소비전력(1.2) + 연료소비량(34.9) = 36.1 [kW]

⑤ 실내외기의 최대배관길이[M] 산정
⑥ 시스템종류 설정
- 1:1 실외기와 1:n 멀티형에 따른 성능 구분

⑦ 펌프정보 입력 - 펌프정보 없음(기본값 입력)



〈실내외분리시스템〉

⑤ 보일러효율
- 효율(%) = 보일러용량 ÷ 연료소비량(고위발열량기준)x100
- 연료소비량 : (1,089.9x1,000) ÷ 860= 1,267.326 [kW]
- 효율 : (1,114.00 ÷ 1,267.326) x 100 = 87.902 [%]
- 효율 87% 이상일 경우 '콘덴싱보일러' 선택

⑥ 펌프 정보 선택
- '이중배관', '가동정지 ' , '변압'(대수제어), 동력값(W) 기재

난방기기-14(흡수식냉온수기

4

1. 냉온수기

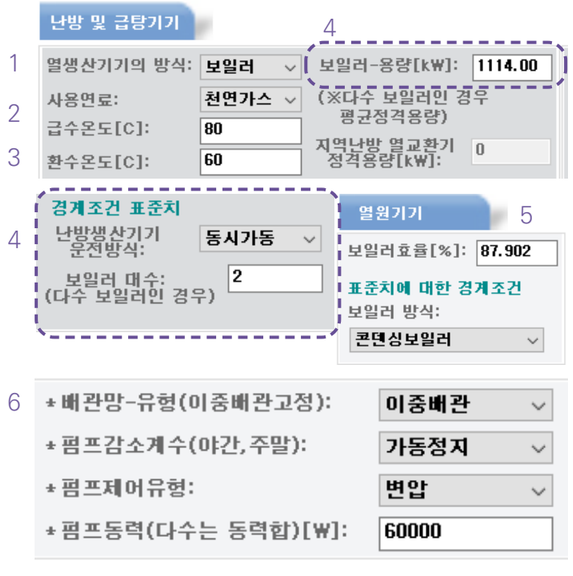
기호	형식	용도	용량 냉방능력(USRT)	용량 난방능력(kW)	수량 (대)	냉수 유량(LPM)	냉수 입구(℃)	냉수 출구(℃)	냉수 손실수두(KPa)	온수 유량(LPM)	온수 입구(℃)	온수 출구(℃)	온수 손실수두(KPa)	냉각수 유량(LPM)	냉각수 입구(℃)	냉각수 출구(℃)	냉각수 손실수두(KPa)	연료소비량 발열량(Kcal/Nm³)	연료소비량 가스공급압력(mmAq)	연료소비량 가스(Nm³/h) 냉방	연료소비량 가스(Nm³/h) 난방	비고
1 CH	흡수식	냉,난방용	360	1,114	2	3,628	12	7	56	3,628	55.6	60	56	6,000	32	37	74	10,400	4000	800.1	1,089.9	고효율 인증제품. 사용연료 : 도시가스 출력펌프 비상발전기 연결. 최고 사용압력 25[kg/cm²]이하

5

7. 펌 프

기호	용 도	설치위치	수량 (Set)	유량 (LPM)	양정 (m)	모터 (kW)	효율 A조달	효율 B조달	비상전원	비 고
2 P	냉, 온 수 순 환	지하3층 기계실	3	3,628	25	30	83.0	82.4	-	1대 예비, 표준 부속품 일체 구비, 인버터 제어, 대수제어, KS 규격이 있는 펌프는 KS규격에서 정하전 효율이상의 제품.

6



① 열생산기기 : '보일러' 선택
② 사용연료 : '천연가스' 기재
③ 급환수온도 : '급수 80 ℃, 환수 60 ℃' 기재
④ 보일러용량, 운전방식, 대수 입력

참고 서적 및 사이트

1.건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. [출처] 사단법인 한국빌딩경영협회, 빌딩 에너지 운용관리 가이드라인. 2009
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
(https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

2-2 급탕기기

급탕기기-1

- 급탕기기
  - 난방 및 급탕 열원을 생산하는 기기
  - 입력 가능기기 : (가스/전기)온수기, 열교환기(지역난방)

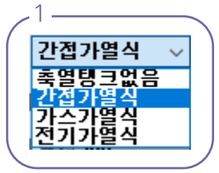


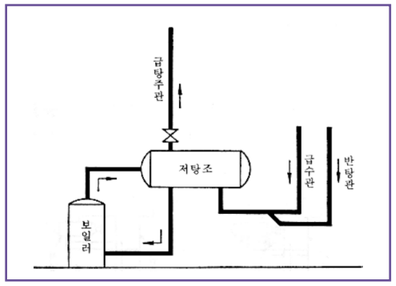
- 급탕축열탱크

① 축열탱크방식 – 급탕용 축열탱크가 있는 경우
참고) 축열탱크 방식
1) 직접가열식 : 온수보일러로 가열한 온수를 온수탱크에 저장하여 온수탱크 에서 공급
2) 간접가열식 : 축열탱크 안에 가열코일을 설치하고 증기 또는 열탕을 통해서 축열탱크 안의 물을 간접적으로 가열
3) 전기가열식 : 전기온수기 등

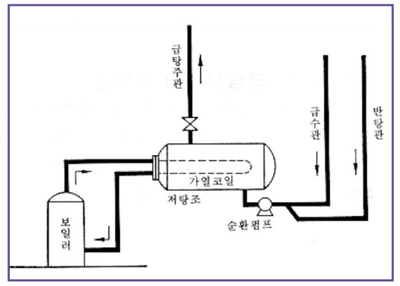
② 축열탱크의 용량[ℓ]
– 급탕용 축열탱크의 용량

③ 펌프 정격동력[W]
– 급탕용 축열탱크 펌프(급탕대류:보일러와 축열탱크 사이) 동력 적용 (예비 제외)



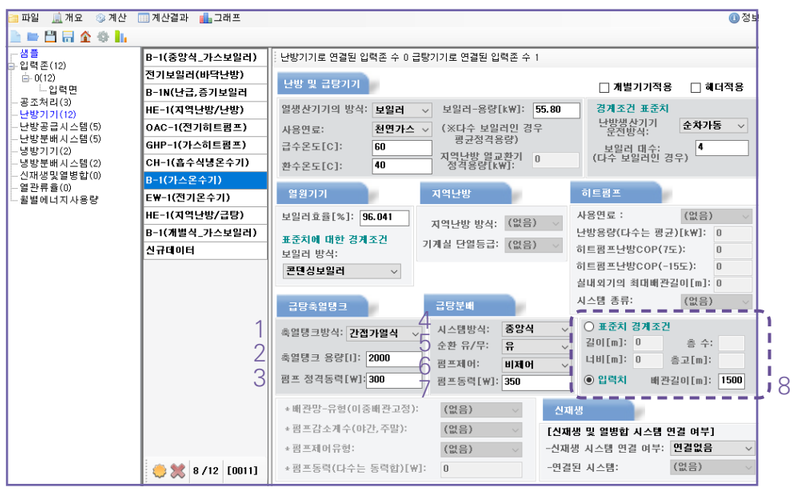


〈직접가열식〉

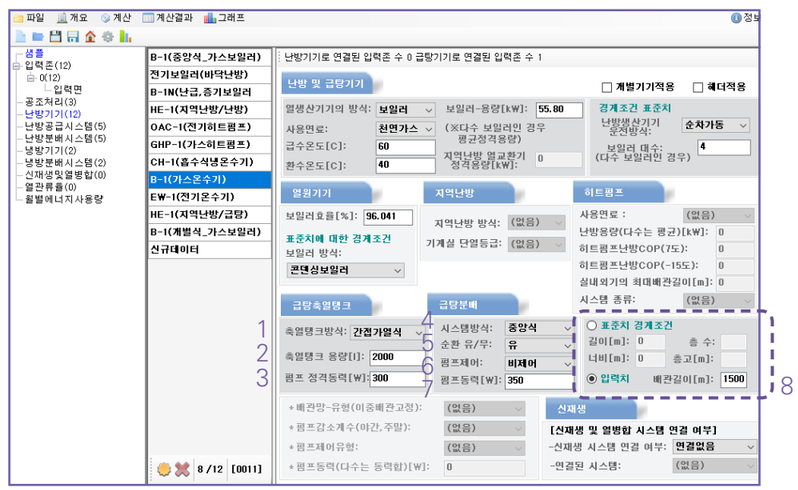


〈간접가열식〉

급탕기기-2

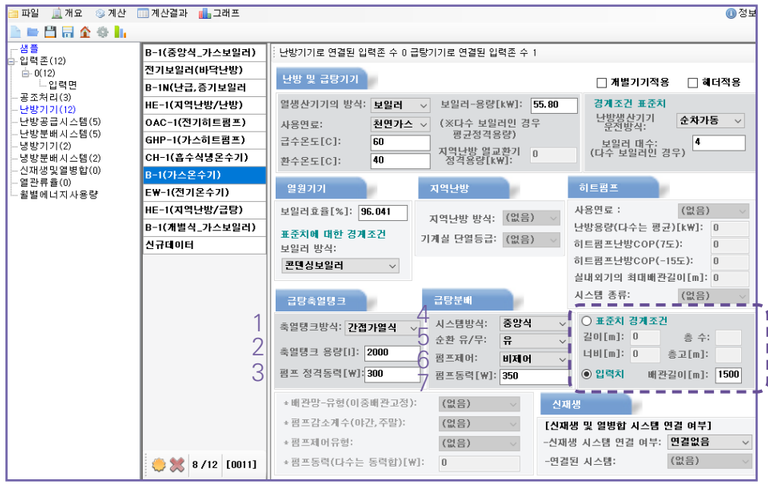


급탕기기-3

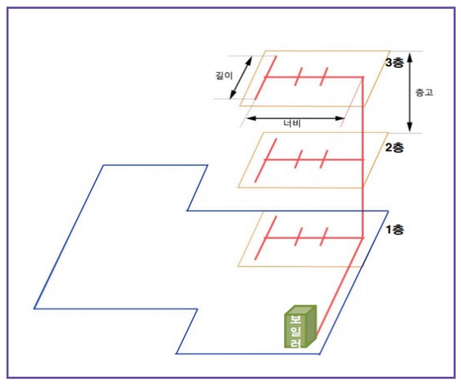


④ 시스템방식 – 급탕시스템 방식 ex) 중앙식 / 개별식
⑤ 순환 유/무 – 급탕/환탕관의 유무에 따른 순환여부 선택 ex) 유 / 무
⑥ 펌프제어 – 급탕분배에 사용하는 펌프 제어 유무
– 인버터제어 외 모두 비제어
⑦ 펌프 동력[W]
– 급탕분배에 사용하는 순환펌프 동력
(급탕순환:축열탱크에서 각 실로 연결, 예비대수 제외)

급탕기기-4

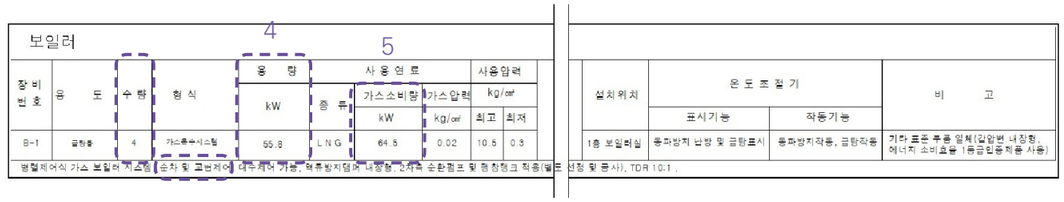


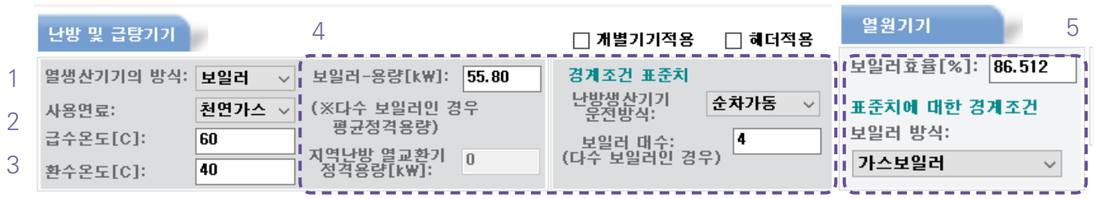
⑧ 급탕분배길이
– 표준치 경계조건(우측 그림 참고)
: 배관이 뻗어나가는 공간을 볼륨으로 인식하여 가로(길이), 세로(너비), 높이(층고 및 층수)의 길이 적용
– 입력치 : 배관길이 산출서 작성하여 급탕배관 총 길이 적용



〈표준치 경계조건의 산정방법〉

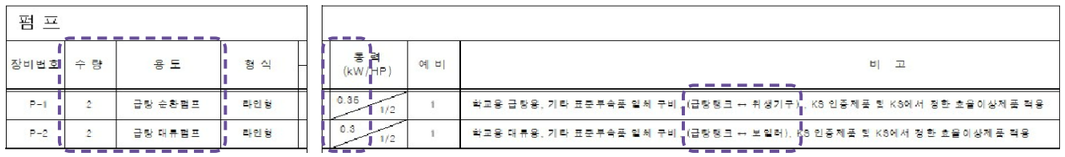
급탕기기-5 (가스온수기)

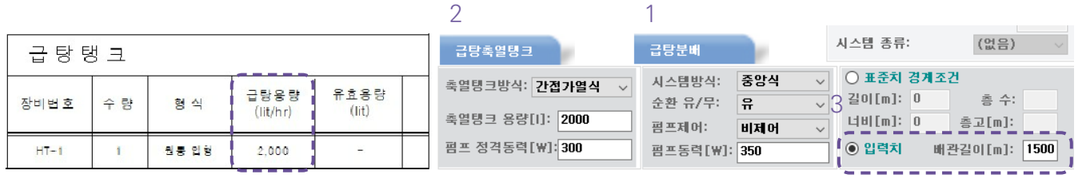


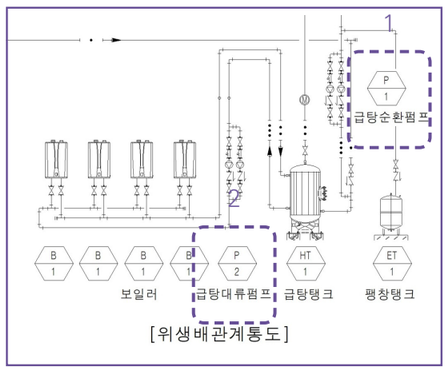


① 열생산기기 : '보일러' 선택
② 사용연료 : '천연가스' 선택
③ 급환수온도 : '급수 60 ℃, 환수 40 ℃' 기재
④ 보일러용량[kW], 대수 기재, 운전방식 선택
⑤ 보일러효율
– 효율(%) = 보일러용량 ÷ 연료소비량(고위발열량기준)x100
– 효율 : (55.80 ÷ 64.50) x100 = 86.512 [%]
– 효율 87% 이상일 경우 '콘덴싱보일러' 선택

급탕기기-6 (가스온수기)







[위생배관계통도]

① 급탕분배
- 시스템방식 선택(중앙식/개별식)
- 순환펌프 유/무 선택(급탕,환탕관에 따른 순환여부 선택)
- 펌프제어(제어/비제어) : 인버터제어 외 모두 '비제어'
- 펌프동력[W] : 순환펌프 동력 기재, '예비대수' 제외

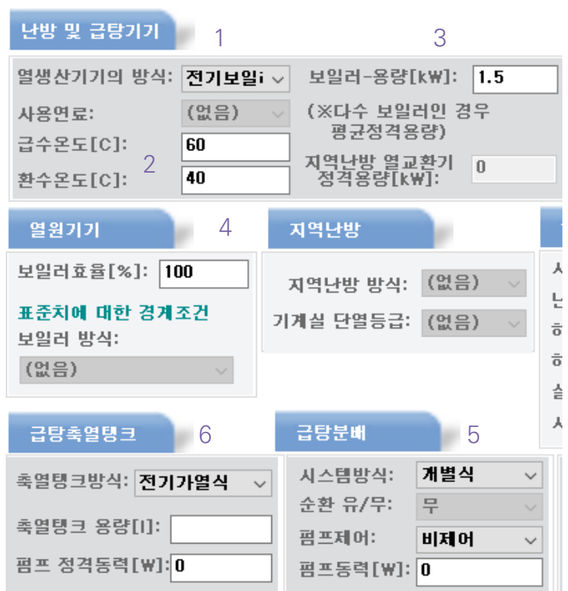
② 급탕축열탱크
- 축열탱크방식(간접/가스/전기가열식) 선택 및 용량[L] 기재
- 펌프동력[W] : 대류펌프 동력 기재, '예비대수' 제외

③ 입력치
: 급탕, 환탕 배관길이 입력("위생배관평면도"등 확인)

급탕기기-7 (가스온수기)

전 기 온 수 기 (3)

장비 번호	수량	형 식	용 도	설치위치	용량 (LIT)	소비전력 (KW)	전 원 (ØxVxHz)	외 형 치 수 (LxWxH)	
EW-1	18	저 장 식	[illegible]	각실 정크대 하부	15	1.5	1 x 220 x 60	395 x 405 x 415	수압 8bar 이상일경우 감압밸브 설치 , 과승방지장치 내장, 기타표준 부속품 일체 구비



① 열생산기기 : '전기보일러' 선택
② 급환수온도 : '급수 60 ℃, 환수 40 ℃' 기재
③ 보일러용량[kW] 기재
④ 보일러효율 : 100 % 기재
⑤ 급탕분배 : 개별식/비제어 선택
⑥ 급탕축열탱크 :전기가열식 선택



〈전기온수기〉

급탕기기-8 (지역난방)

열교환기

장비 번호	수량	용도	열량	1차측 온도		2차측 온도		순환 펌프								비고
				입구온도	출구온도	입구온도	출구온도	장비 번호	수량	용량	양정	전원	동력	형식	효율(%)	
			kcal/h	℃	℃	℃	℃		EA	LPM	M	Ph/V/Hz	kW		A	B
HE-1	1	난방용	2,586,000	115	50	45	60	CP-1	2	1,470	20	3 / 380 / 60	7.5	LINE - PUMP	78.8	78.7
		급탕 예열용	440,000	55	35	15	35									기타 표준부속품 일체 포함, 에너지절약적제어방식(대수제어) 채택 고효율 에너지기자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품
		급탕 재열용	440,000	75	55	35	55	CP-2	2	160	10	3 / 380 / 60	1.5	LINE - PUMP	77.6	72.1
																고효율 에너지기자재 인증제품 이거나 KS규격에서 정해진 기준 효율 이상제품

3 2 6



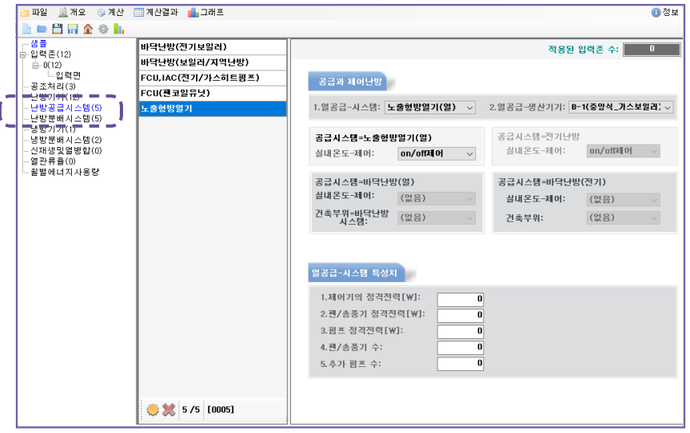
① 열생산기기 : '지역난방' 선택
② 급환수온도
: 장비일람표 재열용 '2차측 온도' 기재
③ 열교환기 용량 (예열+재열 합계용량)
- 1[kW] = 860 [kcal/h]
- (440,000+440,000) ÷ 860=1,023.256 [kW]
④ 보일러효율 : 100 % 기재
⑤ 지역난방 방식, 기계실 단열등급
: 난방과 동일하게 적용
⑥ 펌프 정보 선택
- '중앙식', '유', 비제어, 동력값(W) 기재
- '인버터제어'일 경우에만 '제어'방식 선택
⑦ 배관길이 산출 및 입력

3 난방공급시스템

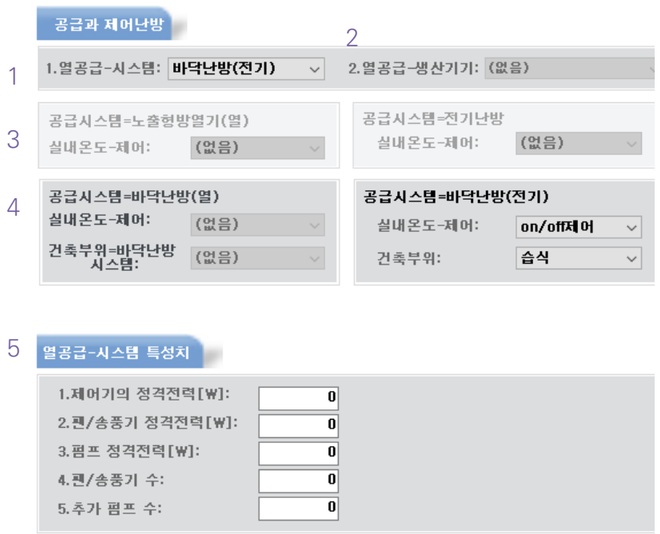
난방공급시스템-1

- 난방공급시스템

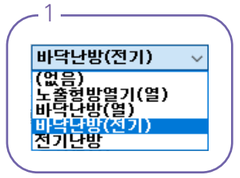
-난방열원을 실내에 공급하는 말단(최종)기기
-입력 가능기기 : 전기/가스히트펌프 실내기, FCU, (전기/가스)보일러 등



난방공급시스템-2



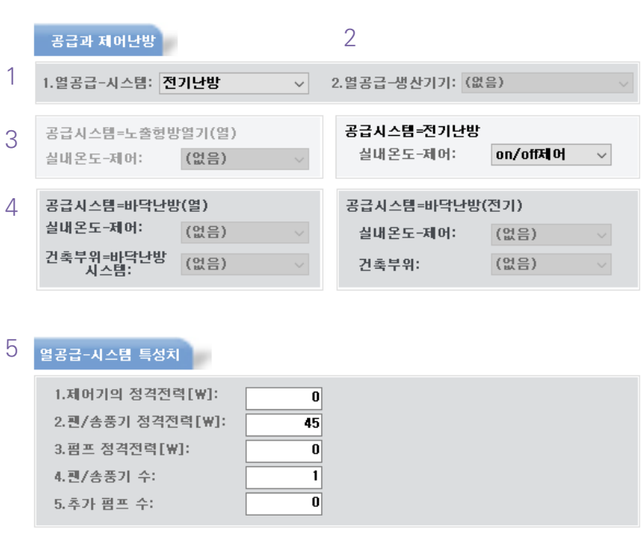
① 열공급 – 시스템 : 온열원을 공급하는 기기의 방식 선택
– 노출형방열기(열) : 바닥상치형 실내기
– 바닥난방(열) : 온수배관 이용한 바닥난방 등
– 바닥난방(전기) : 전기바닥패널 등
– 전기난방 : 천장매립형 실내기(FCU, IAC) 등
② 열공급–생산기기 : 난방열원을 공급하는 기기 선택
③ 노출형방열기(열)/전기난방 : 실내온도 제어 방식 선택
④ 바닥난방(열) / 바닥난방(전기)
: 실내온도 제어/건축부위 방식 선택



※ 참 고(실내온도제어)
▷ On/off제어 : 제어조작량이 0%와 100%를 왕래하는 방식
▷ PI제어(Proportional Integral,비례적분제어)
: 비례방식(조작량을 목표값과 현재 위치와의 차가 비례한 크기가 되도록 조절하는 방식)에 적분동작을 추가한 제어방식

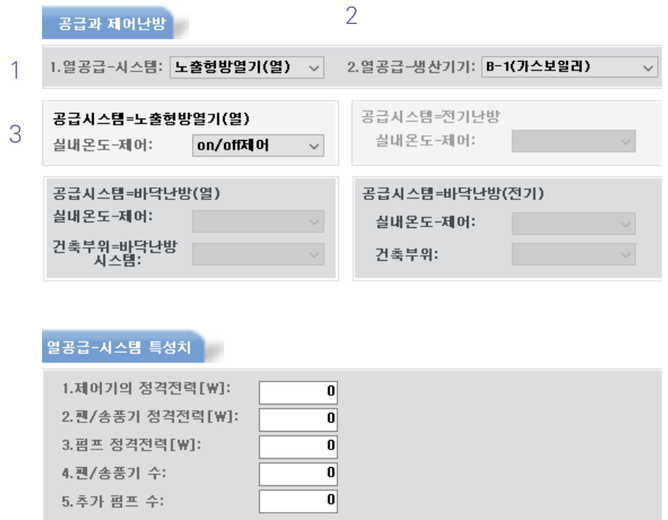
※ 참 고(건축부위)
▷ 습식 : 물을 사용하는 재료(습식재료)에 의해 만드는 방식
▷ 건식 :미리 성형한 건조부재를 조립하여 만드는 방식
▷ 반건식: 건식과 습식을 혼합하는 방식

난방공급시스템-3



⑤ 열공급 – 시스템 특성치(*전기난방 선택시 입력)
- 제어기의 정격전력[W]
  : Controller의 전력 소비량으로, 데이터가 없으면 '0'으로 입력
- 팬/송풍기 정격전력[W]
  : 열공급시스템이 팬/송풍기를 포함할 경우 적용
- 펌프 정격전력[W] : 열공급시스템이 펌프를 포함할 경우 적용
- 팬/송풍기 수 : 팬/송풍기의 개수 적용
- 추가 펌프 수 : 펌프의 개수 적용

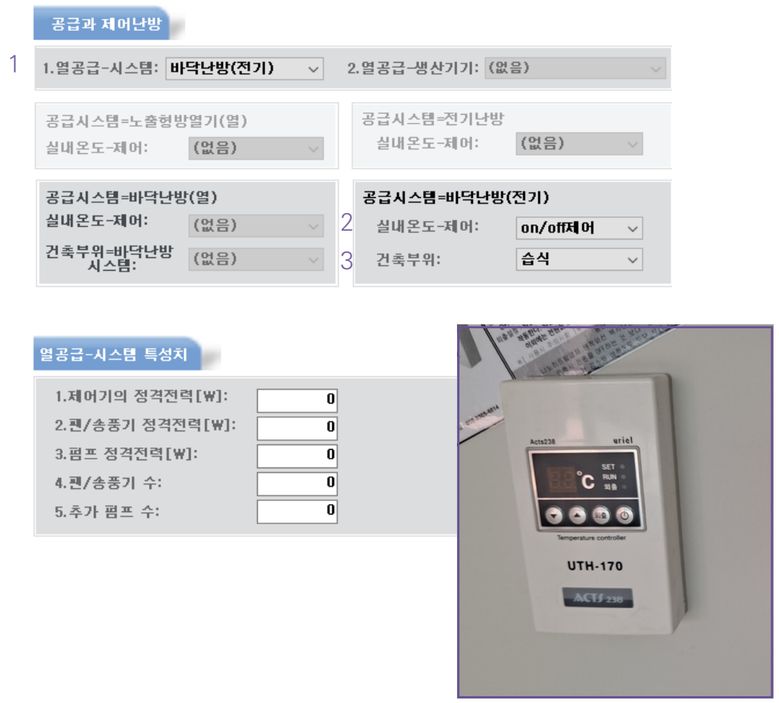
난방공급시스템-4



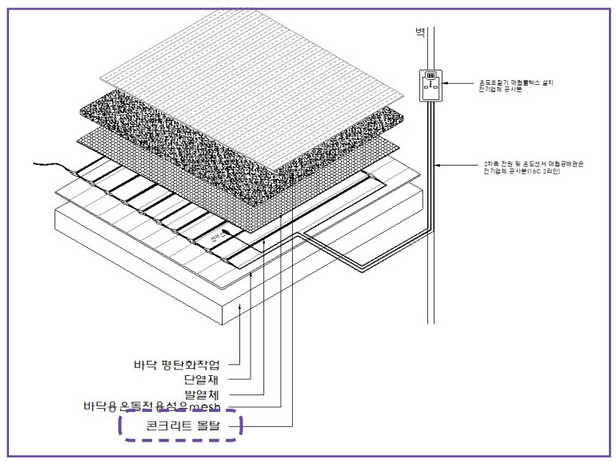
① 열공급시스템 : '노출형방열기(열)' 선택
② 열공급-생산기기 : 'B-1(가스보일러)'선택
③ 공급시스템 : 'on/off제어' 선택



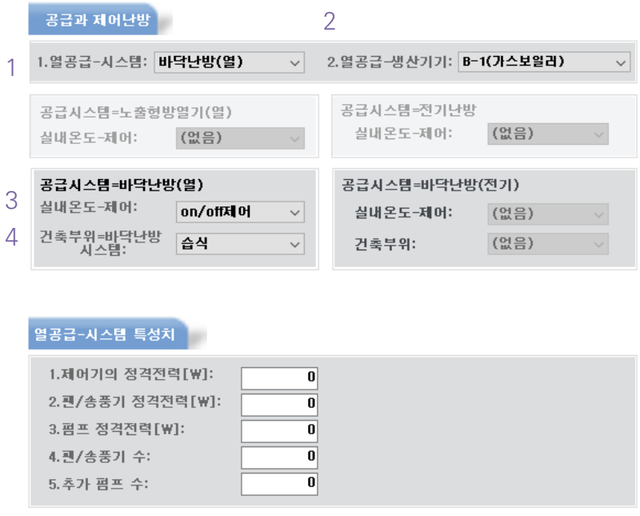
난방공급시스템-5(전기보일러)

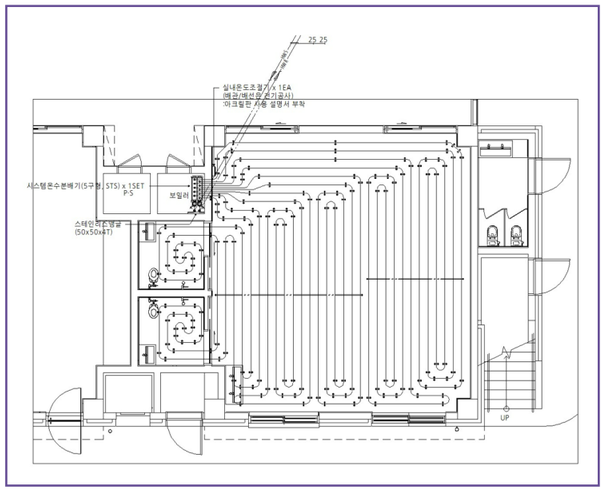


① 열공급시스템 : '바닥난방(전기)' 선택
② 실내온도-제어 : 'on/off제어'선택
③ 건축부위 : '습식'선택



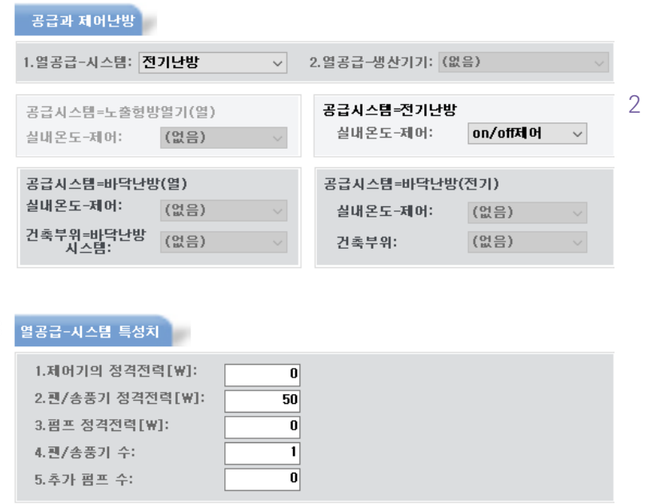
난방공급시스템-6(가스보일러,지역난방)





① 열공급시스템 : '바닥난방(열)' 선택
② 열공급-생산기기
: 'B-1(가스보일러)' 또는 ' HE-1(지역난방/난방)'선택
③ 실내온도-제어 : 'on/off제어'선택
④ 건축부위 : '습식'선택

난방공급시스템-7(FCU, IAC)



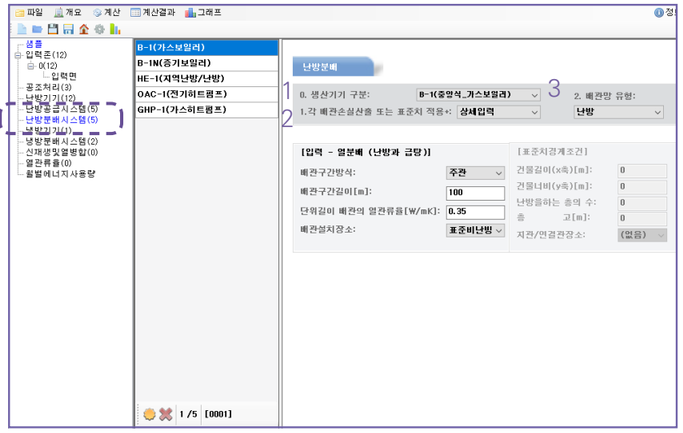


① 열공급시스템 : ' 전기난방' 선택
② 공급시스템 : 'on/off제어'선택
③ 열공급-시스템 특성치
- 팬/송풍기 정격전력[W]
: 열공급시스템이 팬/송풍기를 포함할 경우 적용
- 팬/송풍기 수 : 팬/송풍기의 개수 적용

4 난방분배시스템

난방분배시스템-1

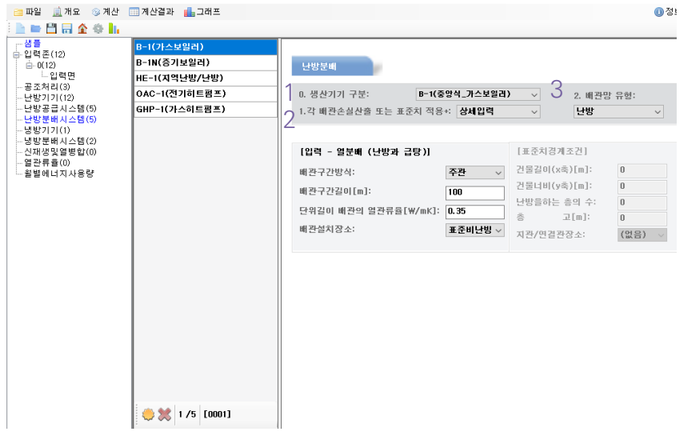
- 난방분배시스템
  - 난방열원기기(실외기)에서 난방공급시스템 말단기기(실내기)까지의 배관손실 산출
  - 난방기기 → 난방공급 열원기기까지의 길이(M) 계산



① 생산기기 구분
: 난방기기에서 생성한 열원기기 중 열원 분배를 필요로 하는 난방기기 선택

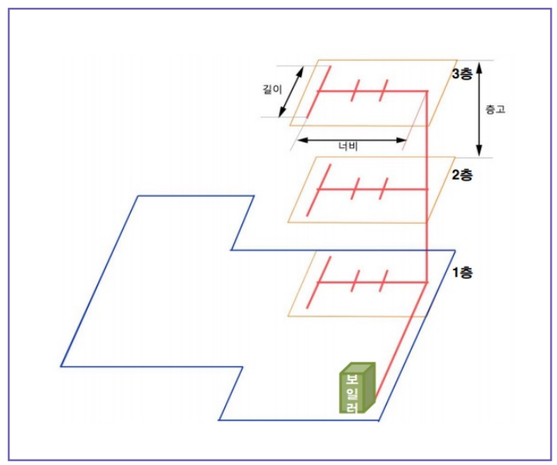
난방분배시스템-2

- 난방열원기기(실외기)에서 난방공급시스템 말단기기(실내기)까지의 배관손실 계산
- 난방기기 → 난방공급 열원기기까지의 길이(M) 계산



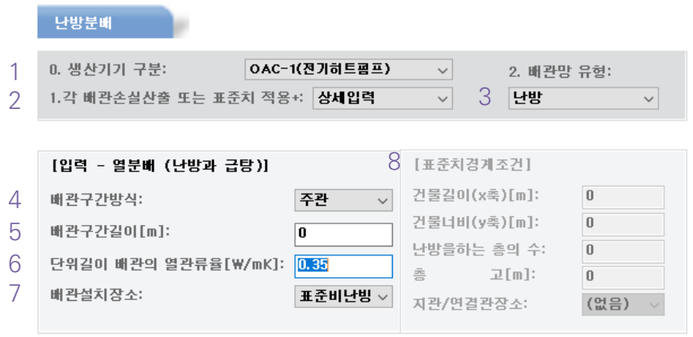
② 각 배관손실산출 또는 표준치 적용
1) 상세입력
난방 : 배관구간방식/길이/배관손실/배관설치장소
급탕 : 배관구간길이/배관손실
2) 표준치 조건(난방/급탕)
건물길이 및 너비 / 층고 및 층수 / 연결관 장소

③ 배관망 유형
: 열원 생산기기의 배관망 유형 선택 ex) 난방 / 급탕



〈표준치 경계조건의 산정방법〉

난방분배시스템-3



④ 배관구간방식 : 주관/지관/말단배관 선택

⑤ 배관구간길이[M] 입력
- 배관구간 방식에 따른 배관길이 적용
- 왼쪽 산정방법 참고

(난방분배 최대길이는 난방기기탭에서 입력)

⑥ 단위길이 배관의 열관류율[W/mK]
- 단열에 따른 배관에서의 열손실(0.35 W/mK 로 적용 중)

⑦ 배관설치장소
- 배관이 지나가는 장소(난방여부)에 따른 열손실 고려
- 표준난방존 / 표준비난방존 / 외부

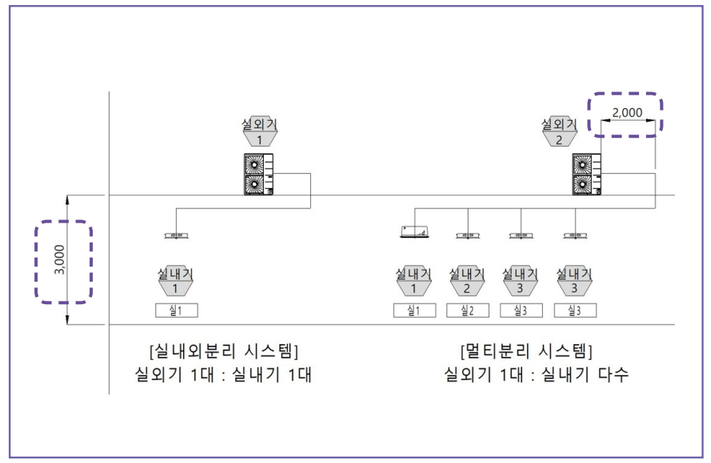
⑧ 표준치경계조건
- 난방기기 표준치경계조건 계산방법과 동일

EHP 난방분배

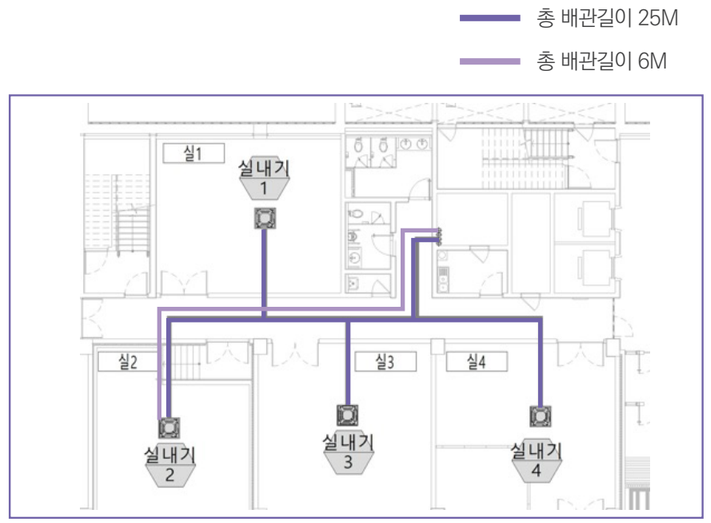
EHP 난방분배길이 산정방법(=배관구간길이)
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 산정

EHP 난방분배 최대길이 산정방법(=실내외기의 최대배관길이)
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 중 가장 긴 길이 적용

난방분배시스템-4(시스템 종류 및 배관길이 산출 예시)



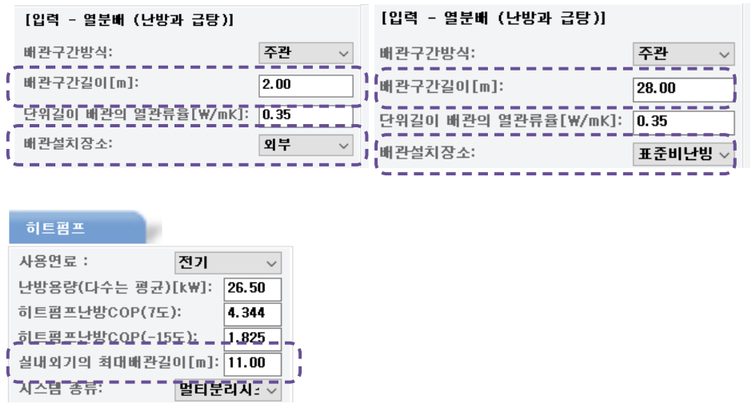
〈냉난방배관계통도〉



〈냉난방배관평면도〉

1.난방기기 탭 : [실내외기의 최대배관길이]
- 실외기 2번~실내기 2번 까지의 길이 산정
- 옥상 수평 배관 2[M] + 수직 배관 3[M] + 내부 수평 배관 6[M] = 11 [M]

2.난방분배시스템 탭 : [배관구간길이]
- 실외기 2번~실내기 1/2/3/4번 까지의 길이 산정
- 배관설치장소(외부) : 옥상 수평 배관 2[M]
- 배관설치장소(내부_표준비난방) : 수직 배관 3[M] + 내부 수평 배관 25[M] = 28 [M]



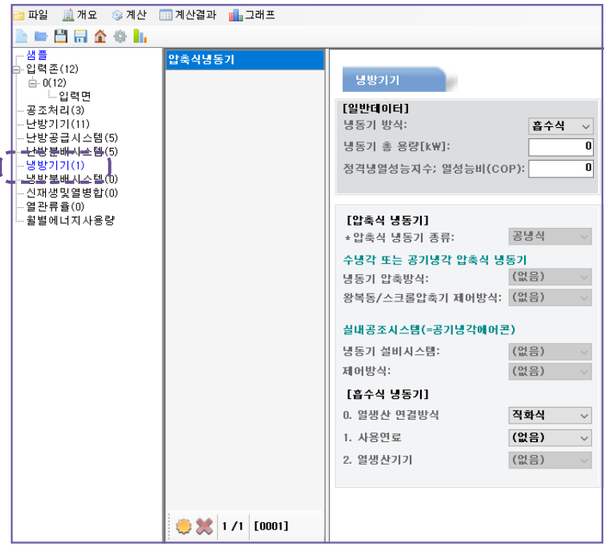
참고 서적 및 사이트

1.건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. [출처] 사단법인 한국빌딩경영협회, 빌딩 에너지 운용관리 가이드라인. 2009
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
(https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

5 냉방기기

냉방기기-1

- 냉방기기
  - 냉방열원을 생산하는 기기
  - 입력 가능기기 : 압축식 냉동기 (EHP, GHP, 터보냉동기 등), 흡수식 냉동기(냉온수기), 지역냉방



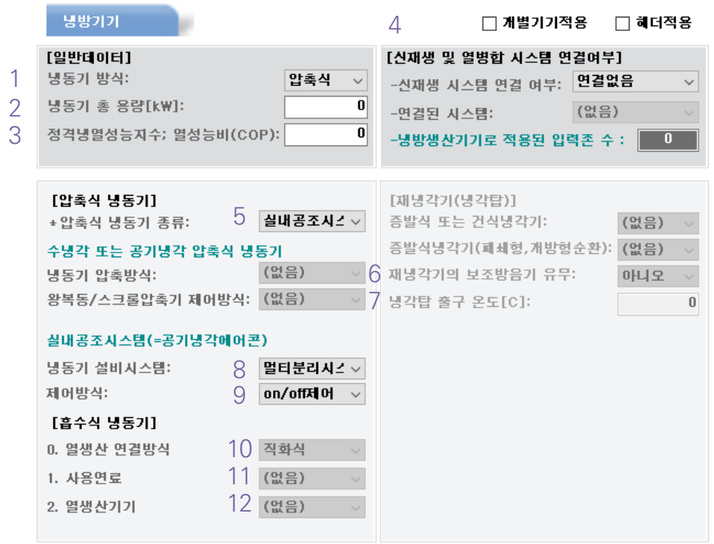


〈흡수식 냉온수기〉



〈흡수식 냉동기〉

냉방기기-2



① 냉동기방식 : 냉열원을 생산하는 냉동기의 방식 선택
- 압축식 : EHP, GHP, 터보냉동기 등
- 흡수식 : 흡수식냉동기(직화식, 지역난방식)

② 냉동기 용량 [kW]
- 냉동기 대수 반영하여 총 용량으로 입력
- 1 [USRT] = 3,024[kcal/h], 1[RT] = 3,320[kcal/h]

③ 정격냉열성능지수; 열성능비[COP]
- EHP 등 : 정격능력(kW) ÷ 정격소비전력(kW)
- GHP 등 : 정격능력(kW) ÷ [연료소비량(kW)+소비전력(kW)]

④ 신재생 연결여부
- 냉방생산기기와 신재생 및 열병합 시스템의 연결여부 적용
- 신재생 및 열병합 탭의 입력시스템과 연결가능

1



냉방기기-3



압축식 냉동기

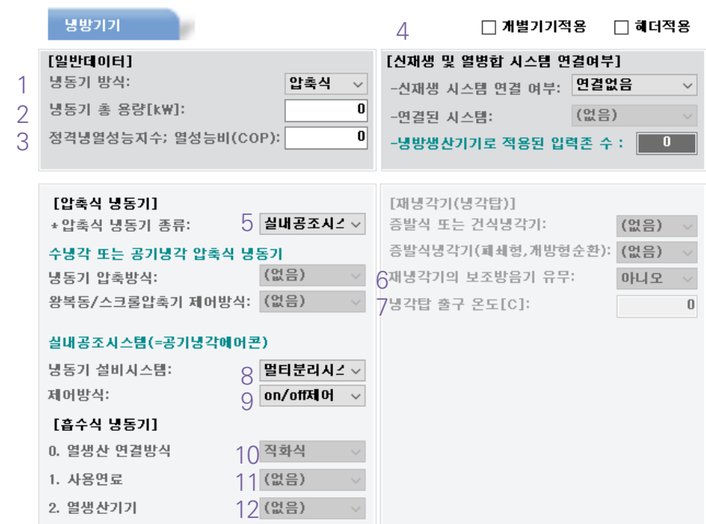
⑤ 압축식 냉동기 종류 : 냉각탑에서 열을 제거하는 방식에 따른 분류
- 수냉식, 공냉식 : 터보 냉동기, 스크류 냉동기 등 설정
- 실내공조시스템 : EHP, GHP 등 히트펌프류 설정

⑥ 냉동기 압축방식
- 왕복동/스크롤, 스크류, 터보압축기 중 선택

⑦왕복동/스크롤압축기 제어방식
- on/off제어 : 그 외 방식
- 다단제어 : 피스톤으로 다단 압축제어
- 실린더off : 실린더수제어
- 바이패스제어 : 유량제어



냉방기기-4



압축식 냉동기

⑤ 압축식 냉동기 종류 : 냉각탑에서 열을 제거하는 방식에 따른 분류
- 수냉식, 공냉식 : 터보 냉동기, 스크류 냉동기 등 설정
- 실내공조시스템 : EHP, GHP 등 히트펌프류 설정

⑧ 냉동기 설비시스템
- 콤팩트형 : 실내외기 일체화 방식 (창문형 에어컨 등)
- 실내외분리시스템 : 실내외기 1:1 연결 방식 (PAC 에어컨 등)
- 멀티분리시스템 : 실내외기 1:다수 연결 방식 (멀티 에어컨 등)

⑨ 제어방식
- on/off제어 : 그 외 방식
- 회전수제어 : 인버터 적용시



냉방기기-5



흡수식 냉동기

⑩ 열생산 연결방식
- 직화식 : 연료를 직접 사용하는 방식
- 외부연결 : 지역난방이용, 증기보일러 등 외부 열원이용 방식

⑪ 사용연료
- 직화식 선택시 사용 연료 선택 (전기, LNG, LPG)

⑫열생산기기
- 외부연결 선택시 연결 열원 선택(지역난방, 증기보일러 등)
- 난방기기 시트에서 입력한 열원 선택



냉방기기-6



재냉각기(냉각탑)

① 냉각기 방식 – 증발식 : 냉각수 증발 잠열을 이용한 기계통풍식 등
– 건식 : 공기 열 교환 방식

② 증발식 냉각기 – 폐쇄형 : 밀폐식 등
– 개방형 : 대기식, 자연통풍식, 기계통풍식
(직교류형, 역류형, 평행류형)

③ 재냉각기의 보조방음기 유무 적용

④ 냉각탑 출구 온도 : 장비일람표상 출구 온도 입력

냉방기기-7 (압축식냉동기)

GHP 실외기 (GHP)

장비번호	분 류	모델명	수 량 (대)	정격냉방능력 (W)	정격냉방능력 (kcal/h)	정격난방능력 (W)	정격난방능력 (kcal/h)	전 원 (상,선식, V, Hz)	소비전력 (kW) 냉 방	소비전력 (kW) 난 방	정격운전전류 (A) 냉 방	정격운전전류 (A) 난 방	시동전류 (A)	연료 소비량 (kW) 냉 방	연료 소비량 (kW) 난 방	가스종류	영 소
													–			–	–
201C2S	GHP Super III	GPUW201C2S	1	56,000	48,151	63,000	54,170	1,2,220,60	1.7	1.19	8.4	5.9	40	32.8	33.0	LNG	프로펠
320C2S	GHP Super III	GPUW320C2S	2	90,000	77,400	100,000	86,000	1,2,220,60	2.1	1.2	12.0	6.6	40	60.0	61.0	LNG	프로펠
합 계			3														

* 수량을 제외한 소비전력등의 제품사양은 한대기준임.



① 냉동기 방식
- 압축식(LNG) 선택 : 사용연료가 가스(LNG, LPG)인 경우 설정

② 용량 및 COP 산정
- 정격냉방용량 설정 : 56.00(kW)
- COP : 56.00 (kW) ÷ [1.7(kW) + 32.8(kW)] = 1.623

③ 압축식 냉동기 종류 : '실내공조시스템' 선택

④ 냉동기 설비시스템 및 제어방식
: '멀티분리시스템' 및 'on/off제어' 선택

냉방기기-8 (흡수식냉동기)

냉 온 수 기

장비번호	수량 (대)	형 식	용 도	설치 위치	냉방능력 (USRT)	난방능력 (kcal/h)	냉 온 수 유 량 (m³/h)	냉 온 수 손실수두 (mAq)	냉 온 수 접속구경 (mm)	냉 각 수 입/출구 수온(℃)	냉 각 수 유 량 (m³/h)	냉 각 수 손실수두 (mAq)	냉 각 수 접속구경 (mm)	가스소비량 냉방/난방 (Nm³/h)	가스 압력 (mmAq)	전원 용량 (kVA)	용량 펌프 (kW)	추기 펌프 (kW)	냉매 펌프 (kW)	버너 송풍기 (kW)	전 원 (Ø,V/Hz)	연 도 (mm)	비 고
CH - 01	2	흡수식	판매 및 업무시설 냉,난방용	지하6층 기계실	320	851,600	193.5	4.6	150	32/37	320	7.3	200	68.4/93.1	4,000	9.4	5.4	0.4	0.4	3.0	3/380/60	380x430	기타 표준 부속품 일체

※ NOTE : 저NOX버너, 폭발방지 기자재 인증제품, 방진장치포함, 기타 표준 부속품 일체구비, LNG, 냉수 입/출구 수온 : 7/12℃, 온수 입/출구 수온 : 60/55.6℃

냉 각 탑

장비번호	수량 (대)	형 식	용 도	설치 위치	냉방능력 (RT)	송풍기 용 량 (CMM)	송풍기 모 터 (KW)	송풍기 전 원 (Ø,V/Hz)	냉각수 유 량 (LPM)	냉각수 온도(℃) 입구	냉각수 온도(℃) 출구	압력손실 (mAq)	접속배관구경(A) 냉각수	접속배관구경(A) 보급수	접속배관구경(A) OVER FLOW	접속배관구경(A) 드레인	제품중량 (KG)	운전중량 (KG)	비 고
CT - 01	2	압입송풍형	판매 및 업무시설 냉방용	지상8층	450	1,222x2	18.5x2 5.5x2	3/380/60	5,334	37	32	6.2	200x2/200x2	50 x 2	80x2	50x2	5,474	8,678	기타 표준 부속품 일체구비.

※ NOTE : CTI / KAMET 인증품, AMCA인증 FAN, 소음기(흡입/토출), 일체식무빌브형 벽연감소코일 및 내부연결배관 적용, 부식방지시스템,냉동기 운전비절감 제어 시스템 적용(MCC, VVVF, 2차 전기공사, 자동제어공사, 공인기관검증).



① 냉동기 방식 : '흡수식' 선택

② 용량 및 COP 산정
- 1 [USRT] = 3,024[kcal/h], 1[kW] = 860 [kcal/h]
- 용량 : (320x2대x3,024) ÷ 860 = 2,250.419 [kW]
- 가스소비량 : (68.4x10,190) ÷ 860 = 810.460
- COP : 1,125.209 ÷ 810.460 = 1.388 (*1대 값 용량으로 산정)

③ 열생산 연결방식(직화식) 및 사용연료 선택

④ 재냉각기(냉각탑) 정보 선택 및 입력 – 증발식 / 개방형 / 방음기 유무 / 냉각탑 출구 온도

냉방기기-9 (흡수식냉동기)

2. 저온수 2단 흡수식 냉동기

기 호	수 량	용 도	설치위치	형 식	용량 냉방능력 (USRT)	냉 수 유 량 (LPM)	냉 수 입출구 온도 (℃)	냉 수 압력손실 (mAq)	냉 수 관 경 (Φ)	냉 각 수 유 량 (LPM)	냉 각 수 입출구 온도 (℃)	냉 각 수 압력손실 (mAq)	냉 각 수 관 경 (Φ)	온 수 유 량 (LPM)	온 수 입출구 온도 (℃)	온 수 압력손실 (mAq)	관
01 CH	4	냉방용	지식산업센터 B2F 기계실	저온수 2단 흡수식 냉동기	580	5,850	12/7	7.7	200	13,860	32/37	11.7	250	1,002	95/55	4.8	1



① 냉동기 방식 : '흡수식' 선택

② 용량 및 COP 산정

- 1 [USRT] = 3,024[kcal/h], 1[kW] = 860 [kcal/h]
- 용량 : (580x4대x3,024) ÷ 860 = 8,157.767 [kW]
- COP : [냉수 유량(L/min) x 냉수 입출구 온도차(℃)] ÷ [중온수 유량(L/min) x 중온수 입출구 온도차(℃)]
  = [5,850x(12-7)] / [1,002x(95-55)] = 0.730

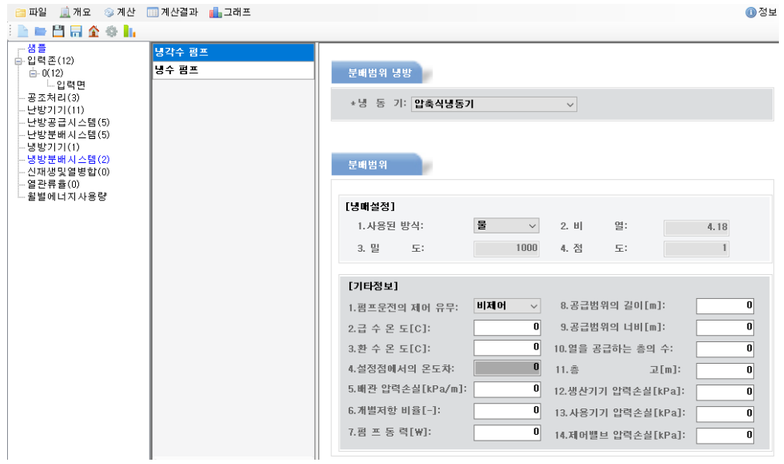
③ 열생산 연결방식(외부연결) 및 외부열원 열생산기기 선택

④ 재냉각기(냉각탑) 정보 선택 및 입력 - 증발식 / 개방형 / 방음기 유무 / 냉각탑 출구 온도

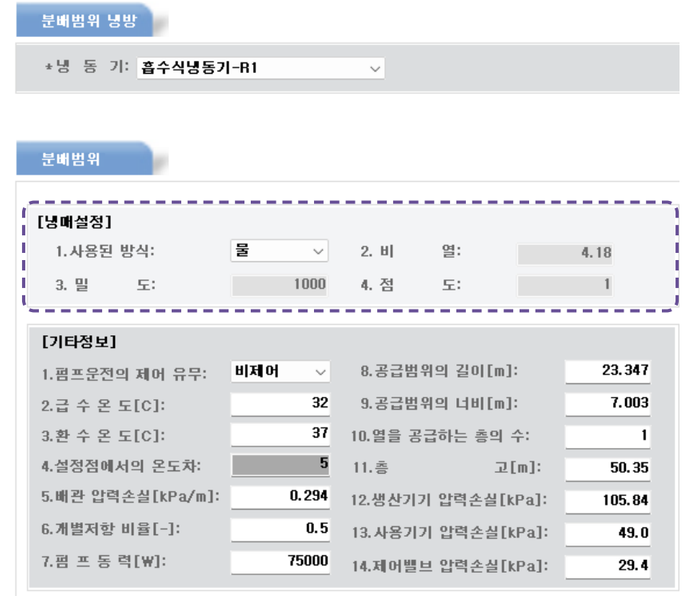
6 냉방분배시스템

냉방분배시스템-1

- 냉방분배시스템
  - 냉동기에 연결되는 냉수 및 냉각수 펌프 정보 및 열원 분배 범위(공간정보) 등을 입력



냉방분배시스템-2



① 냉동기 : 냉방기기에서 생성한 기기 중 냉방 열원 분배를 필요로 하는 냉방기기 선택

② 냉매설정

- 1. 사용된 방식 : 사용되는 냉매 종류 선택 (물 또는 40% 글리콜)
- 2~4. : 냉매 방식을 결정하면 비열/밀도/점도는 자동계산

냉방분배시스템-3

③ 펌프운전의 제어 유무
- 제어(인버터제어) / 대수제어 / 비제어

④ 급수/환수 온도 및 설정점의 온도차
- 냉각수, 냉수의 입출구 온도 입력
- 설정점의 온도차 : 자동계산

⑤ 배관 압력손실[kPa/m]
- 펌프계산서를 통해 압력손실 입력 (단위유의)

⑥ 개별저항 비율
- 배관 압력손실에 대한 배관부속(elbow등)의 비율
- 밸브, 곡관 등 부속저항 비율 입력
- 계수(Factor) 입력 할 것

⑦ 펌프 동력 [W]
- 다수의 경우 합산 적용 (예비대수 제외)

냉방분배시스템-4

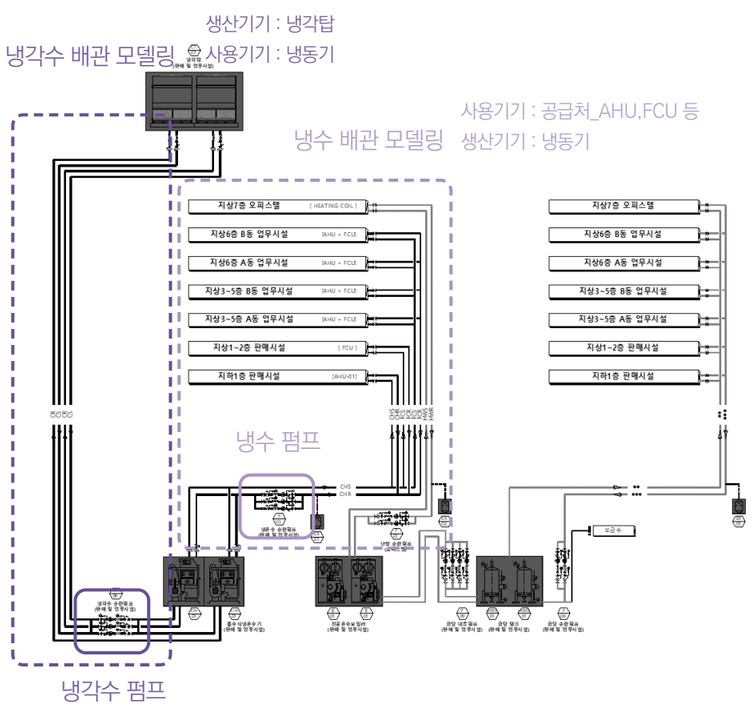
⑧ 공급범위 길이/너비/층수/층고
-난방분배 표준치경계조건 설정기준과 동일
-냉각수 펌프 : 냉각탑~냉동기 간 공간정보
-냉수 펌프 : 냉동기~실내기기 간 공간정보

⑨ 압력손실 [kPa]
1)생산기기 압력손실
- 냉각수 펌프 : 냉각탑, 산수압
- 냉수 펌프 : 냉동기

2) 사용기기 압력손실
- 냉각수 펌프 : 냉동기
- 냉수 펌프 : 공급처 (FCU, AHU 등)

3) 밸브 압력손실
- 2-way 밸브, 컨트롤 밸브 등의 압력손실 합계 입력

냉방분배시스템-5



-냉각수 펌프 : 냉각탑~냉동기 간 공간정보
-냉수 펌프 : 냉동기~실내기기 간 공간정보

냉방분배시스템-6(냉각수펌프)

[기타정보]

1	1.펌프운전의 제어 유무:	비제어	8.공급범위의 길이[m]:	20.89	5
	2.급 수 온 도[C]:	32	9.공급범위의 너비[m]:	6.5	
	3.환 수 온 도[C]:	37	10.열을 공급하는 층의 수:	73.70	
	4.설정점에서의 온도차:	5	11.층 고[m]:	1	
2	5.배관 압력손실[kPa/m]:	0.294	12.생산기기 압력손실[kPa]:	68.60	6
3	6.계별저항 비율[-]:	0.5	13.사용기기 압력손실[kPa]:	70.56	
4	7.펌 프 동 력[W]:	110000	14.제어밸브 압력손실[kPa]:	29.40	

장비번호	P - 1		
명 칭	냉각수 순환펌프		
용 도	냉각수 순환용		
유 량	5,284	ℓ/min	
설치위치	지하8층 기계실		
수 량	3 대 (예비 1 대)		4
양 정	33.0 mAq		
HEIGHT			
PIPE FRICTION LOSS			
2 0.03 mAq/m ×	3 280 m		8.4
FITTING & VALVE(50 % OF PIPE FRICTION LOSS)			4.2
냉동기			7.2
냉각탑			7.0
CONTROL VALVE			3.0
			6
SAFETY FACTOR(10%)			3.0
TOTAL			33.0
MOTOR POWER	효율 : 80%	안전율: 1.10	
P = 5284ℓ/min × 33 m ÷ (6120 × 0.8) × 1.1			
= 39.18	→	55.00 kW	
		4	

① 펌프 운전의 제어 유무/급,환수온도
: 해당 장비일람표 또는 기계계산서에서 확인

② 배관 압력손실 [kPa/m]
: 0.03 [mAq/m] x 9.8 [kPa/mAq] = 0.294 [kPa/m]

③ 개별저항비율 : 직관의 50% 산정 → (계수값) 0.5 입력

④ 펌프동력 : 110,000[W] (총 3대, 예비 1대)

⑤ 공급범위의 길이/너비/층수/층고
: 앞 페이지 모델링 방법 참고

⑥ 압력손실값
** 단위 유의 : 1 [mAq] x 9.8 [kPa/mAq] = 9.8 [kPa]

- 생산기기 압력손실(냉각탑+산수압)
  : 7.0 x 9.8 = 68.60 [kPa]
- 사용기기의 압력손실 (냉동기)
  : 7.2 x 9.8 = 70.56 [kPa]
- 밸브 압력손실 : 3.0 x 9.8 = 29.40 [kPa]

냉방분배시스템-7(냉수펌프)

[기타정보]

1	1.펌프운전의 제어 유무:	비제어	8.공급범위의 길이[m]:	43.50	5
	2.급 수 온 도[C]:	7	9.공급범위의 너비[m]:	22.20	
	3.환 수 온 도[C]:	12	0.열을 공급하는 층의 수:	7	
	4.설정점에서의 온도차:	5	11.층 고[m]:	4.57	
2	5.배관 압력손실[kPa/m]:	0.294	2.생산기기 압력손실[kPa]:	69.58	6
3	6.계별저항 비율[-]:	0.5	3.사용기기 압력손실[kPa]:	29.40	
4	7.펌 프 동 력[W]:	37000	4.제어밸브 압력손실[kPa]:	22.54	

장비번호	P - 2		
명 칭	냉수 순환펌프		
용 도	냉수 순환용		
유 량	2,117	ℓ/min	
설치위치	지하6층 기계실		
수 량	3 대 (예비 1 대)		4
양 정	29.0 mAq		
HEIGHT			
PIPE FRICTION LOSS			
2 0.03 mAq/m ×	3 300 m		9.0
FITTING & VALVE(50 % OF PIPE FRICTION LOSS			4.5
냉동기			7.1
공조기 코일			3.0
CONTROL VALVE			2.3
			6
SAFETY FACTOR(10%)			2.6
TOTAL			29.0
MOTOR POWER	효율 : 70%	안전율:	1.10
P = 2117 ℓ/min × 29 m ÷ (6120 × 0.7) × 1.1			
= 15.77	→	18.50 kW	
		4	

① 펌프 운전의 제어 유무/급,환수온도
: 해당 장비일람표 또는 기계계산서에서 확인

② 배관 압력손실
: 0.03 [mAq/m] x 9.8 [kPa/mAq] = 0.294 [kPa/m]

③ 개별저항비율 : 직관의 50% 산정 → (계수값) 0.5 입력

④ 펌프동력 : 37,000[W] (총 3대, 예비 1대)

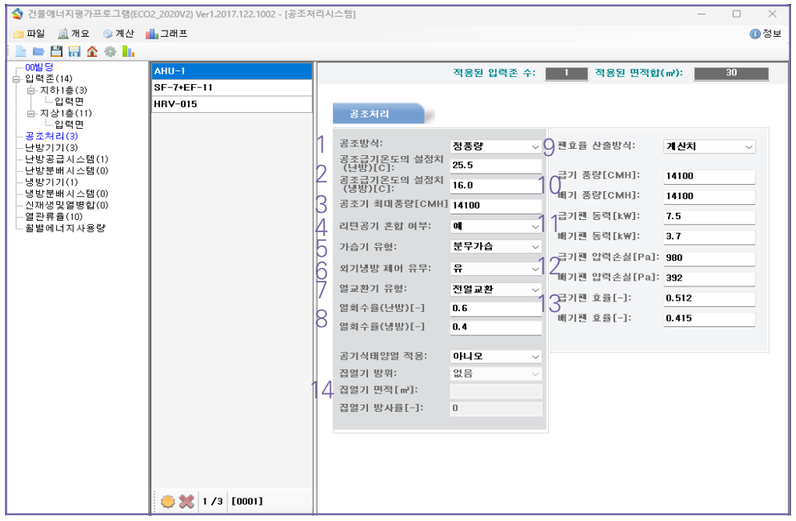
⑤ 공급범위의 길이/너비/층수/층고
: 앞 페이지 모델링 방법 참고

⑥ 압력손실값
** 단위 유의 : 1 [mAq] x 9.8 [kPa/mAq] = 9.8 [kPa]
- 생산기기 압력손실(냉동기)
: 7.1 x 9.8 = 69.58 [kPa]
- 사용기기의 압력손실 (공조기)
: 3.0 x 9.8 = 29.40 [kPa]
- 밸브 압력손실 : 2.3 x 9.8 = 22.54 [kPa]

7 정리 및 요약

정리 및 요약(공조처리)

공조처리



① 공조방식
1) 정풍량, 2) 변풍량

② 공조급기온도설정치
1) 난방, 2) 냉방

③ 공조기 최대풍량(CMH)

④ 리턴공기혼합여부
1) 아니오, 2) 예

⑤ 가습기 유형
1) 불가, 2) 분무, 3) 증기

⑥ 외기냉방 제어 유무
1) 무, 2) 유

⑦ 열교환기 유형
1) 불가, 2) 현열, 3) 전열

⑧ 열회수율
1) 난방, 2) 냉방

⑨ 팬효율 산출방식
1) 계산치, 2) 입력치

⑩ 급기, 배기 풍량

⑪ 급·배기팬 동력

⑫ 급·배기팬 압력손실

⑬ 급·배기팬 효율(자동)

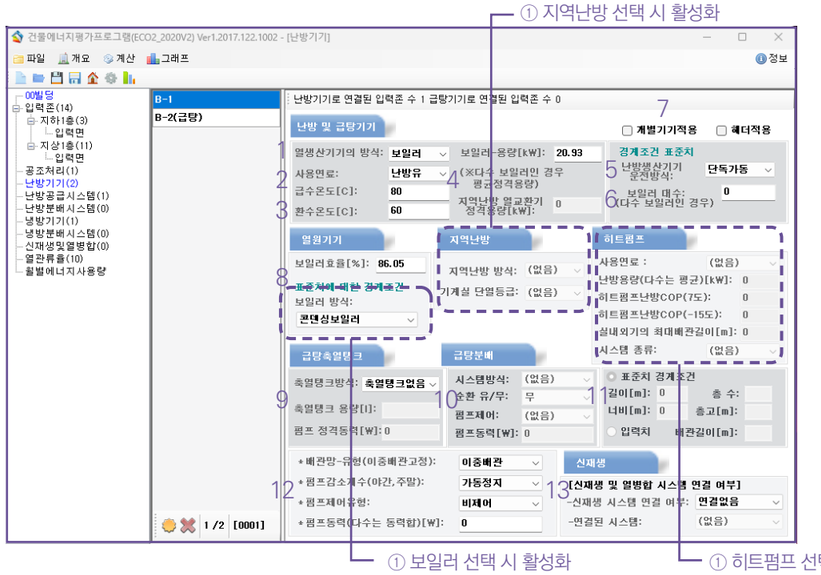
⑭ 공기식 태양열 정보

정리 및 요약(공조처리 입력예시)

● default

구분	VAV공조기-현열교환기	CAV외조기	전열교환기	배기팬
①공조방식	변풍량	정풍량	정풍량 ●	정풍량 ●
②공조급기온도설정(난방)	25.5	20.0	20 ●	20 ●
②공조급기온도설정(냉방)	16.0	20.0	26 ●	26 ●
③공조기 최대풍량	14100	12100	150	12200
④리턴공기혼합여부	예	아니오	아니오	아니오
⑤가습기유형	분무가습	가습불가	가습불가	가습불가
⑥외기냉방제어 유무	유 ●	유 ●	유 ●	유 ●
⑦열교환기 유형	현열교환	열회수불가	전열교환	열회수불가
⑧열회수율(계수값 입력)	0.6 / 0.4	-	0.70 / 0.45	-
⑨팬효율 산출방식	계산치	계산치	계산치	계산치
⑩급기풍량	14100	12100	150	-
⑩배기풍량	14100	-	150	12200
⑪급기팬 동력	7.5	11.0	0.03	-
⑪배기팬 동력	3.7	-	0.03	5.5
⑫급기팬 압력손실	980	1190	98	-
⑫배기팬 압력손실	392	-	98	637
⑬급기팬, 배기팬 효율	자동	자동	자동	자동
⑭공기식태영열	아니오	아니오	아니오	아니오

정리 및 요약(난방 및 급탕기기)



난방 및 급탕기기

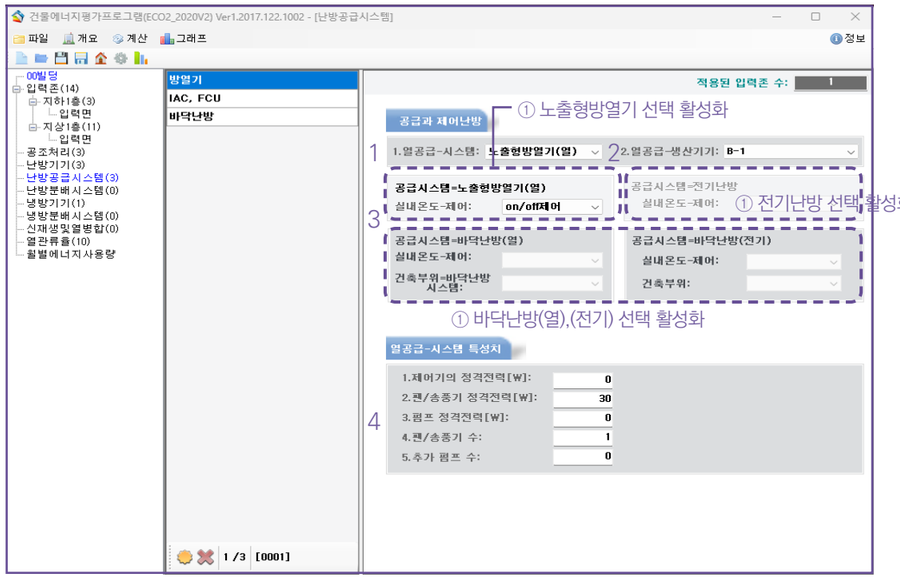
① 열생산기기 방식
1) 보일러, 2)지역난방, 3)전기보일러, 4)히트펌프
② 사용연료
1)난방유, 2)천연가스, 3)액화가스
③ 급·환수온도
④ 보일러용량
열교환기 정격용량
⑤ 운전방식
1)단독, 2)동시, 3)순차가동
⑥ 보일러 대수 기재
⑦ 개별식 보일러의 경우 '개별기기적용' 체크
⑧ 보일러효율
⑨ 급탕축열탱크
⑩ 급탕기기 연결 시 활성화
1)방식 : 중앙식/개별식
2)순환 : 유/무
3)펌프제어 : 제어/비제어
4)펌프동력
⑪ 배관길이
⑫ 배관망 유형~펌프
⑬ 신재생 시스템 연결

정리 및 요약(난방 및 급탕기기 입력예시)

● default

①구분		콘덴싱가스보일러(난&급)	전기온수기(급탕)	주거 지역난방	전기히트펌프
난방및급탕	②사용연료	천연가스	-	-	전기
	③급수온도	80	60	60	80
	③환수온도	60	40	45	40
	④보일러용량	정격용량	정격용량	-	-
	④열교환기용량	-	-	정격용량	-
	⑤운전방식	단독가동	-	-	-
	⑥보일러대수	수량	-	-	-
열원·지역·히트	⑧보일러효율	정격용량/정격소비량	100%	100% ●	-
	열원별 시스템 정보	보일러방식 / 콘덴싱..	-	지역난방방식 / 중온수	사용연료 / 전기
		-	-	기계실단열 / 기본단열	난방용량 / 정격용량
		-	-		COP / 정격(용량/전력)
		-	-	-	최대배관.. / 산출값
		-	-	-	시스템종류 / 멀티분리..
급탕	⑨급탕축열탱크	축열탱크없음	가스가열식	-	
	⑩급탕분배	개별식/무/비제어	개별식/무/비제어	-	
	⑪배관길이	없음(중앙식 입력)	없음(중앙식 입력)	-	
그외	⑫배관망-유형 등	이중배관/가동정지/비제어	-	이중배관/정상가동/변압/펌프동력	이중배관/가동정지/비제어
	⑬신재생 연결				

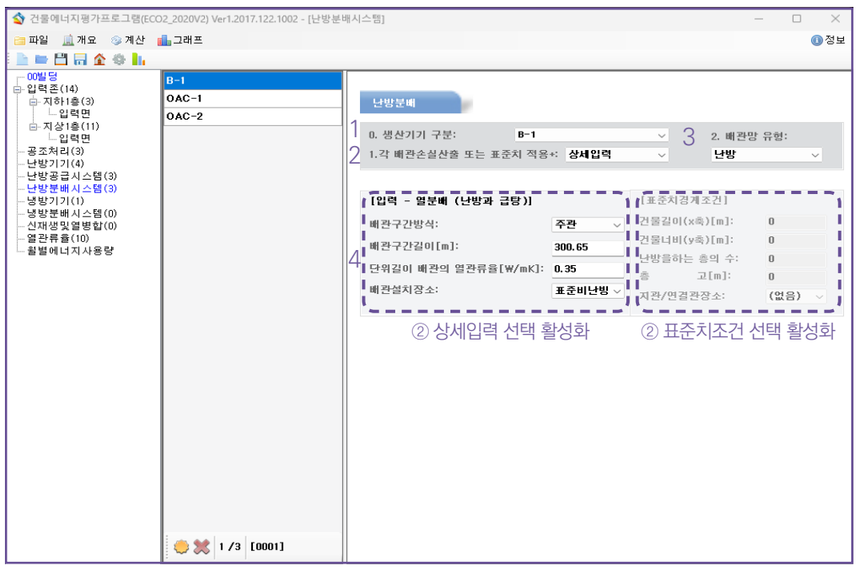
정리 및 요약(난방공급시스템)



난방공급시스템

① 열공급-시스템
 1) 노출형방열기(열)
 2) 바닥난방(열)
 3) 바닥난방(전기)
 4) 전기난방
② 열공급 생산기기
 : ①방열기(열),바닥난방(열)선택 시 연결된 열원 선택
③ 공급시스템별 제어
 1) 방열기 : 비제어,ON/OFF,PI제어
 2) 전기난방: 비제어,ON/OFF,PI제어
 3) 바닥난방(열)
  : 비제어,ON/OFF,PI제어
  : 습식,건식,반건식
 4) 바닥난방(전기)
  : 비제어,ON/OFF,PI제어
  : 습식,건식,반건식
④ 열공급 시스템 특성치
 1) 제어기 전력, 2) 팬 전력, 3) 펌프 전력, 4) 팬 수량, 5) 펌프 수량

정리 및 요약(난방분배시스템)



난방분배시스템

① 생산기기 구분
 난방기기탭에서 입력된 열생산기기 선택
② 배관손실 산출
 1) 상세입력
 2) 표준치조건
③ 배관망 유형
 1) 난방
 2) 급탕(입력X) 난방기기탭 급탕분배에 입력
④ 열분배(배관) 정보
 1) 배관구간방식: 주관, 지관, 말단배관
 2) 배관구간길이
 3) 배관 열관류율
 4) 배관설치장소: 난방, 비난방, 외부
 5) 표준치 경계조건: 길이, 너비, 층수, 층고

정리 및 요약(난방분배시스템 입력예시)

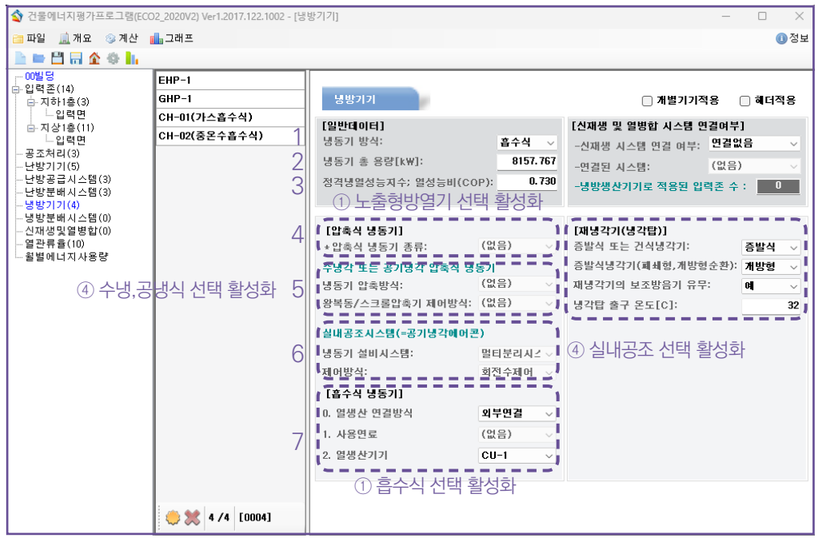
구분		보일러 방열기	보일러 바닥난방	전기 바닥난방(건식)	EHP,GHP
①열공급 시스템		노출형방열기(열)	바닥난방(열)	바닥난방(전기)	전기난방
②열공급 생산기기		B-1(난방기기탭 작성)	B-1(난방기기탭 작성)	-	-
③시스템 제어	온도 제어	on/off제어	on/off제어	on/off제어	on/off제어
	건축부위	-	습식	건식	-
④열공급 시스템 특성치	제어기 전력	-	-	-	-
	팬/송풍 전력	-	-	-	124
	펌프 전력	-	-	-	-
	팬/송풍 수	-	-	-	1
	펌프 수	-	-	-	-

정리 및 요약(난방분배시스템 입력예시)

● default

구분		보일러(건물내배관)	보일러(지하주차장배관)	EHP(건물내배관)	EHP(옥탑배관)
①생산기기 구분		B-1(난방기기탭 작성)	B-1(난방기기탭 작성)	OAC-1(난방기기탭 작성)	OAC-1(난방기기탭 작성)
②배관손실산출		상세입력	상세입력	상세입력	상세입력
③배관망 유형		난방	난방	난방	난방
④열분배 정보	배관구간방식	주관	주관	주관	주관
	배관길이	산출값 ●	산출값 ●	산출값 ●	산출값 ●
	배관열관류율	0.35	0.35	0.35	0.35
	배관설치장소	표준비난방존	외부	표준비난방존	외부

정리 및 요약(냉방기기)



냉방기기

① 냉동기 방식
  1) 압축식 2) 흡수식 3) 지역냉방 4) 압축식(LNG)
② 냉동기 총 용량
③ 정격냉열성능지수
④ 압축식 냉동기 종류
  1) 수냉식 2) 공냉식 3) 실내공조시스템
⑤ 수냉각 또는 공기냉각
  1) 방식 : 왕복동, 스크류, 터보
  2) 제어 : on/off,다단,실린더
⑥ 실내공조시스템
  1) 종류: 콤팩트, 실내외, 멀티
  2) 제어: : on/off, 회전수
⑦ 흡수식 냉동기
  1) 방식: 직화식, 외부연결
  2) 사용연료 : 전기, 액화, 천연
  3) 열생산기기 선택
⑧ 냉각탑
  1) 종류 : 증발식, 건식
  2) 개방유무 : 폐쇄형, 개방형
  3) 보조방음유무 : 아니오, 예
  4) 냉각탑 출구온도 : 입력
⑨ 신재생 시스템 연결

정리 및 요약(냉방기기 입력예시)

구분	EHP(인버터)	GHP	가스흡수식냉동기+지열	지역난방흡수식냉동기
①냉동기방식	압축식	압축식(LNG)	흡수식	흡수식
②냉동기 총 용량	32.40	56.00	2250.419	8157.767
③COP	3.414	1.623	1.388	0.730
④압축식 냉동기 종류	실내공조시스템	실내공조시스템	-	-
⑤수냉, 공냉 압축방식	-	-	-	-
⑤수냉,공냉 제어방식	-	-	-	-
⑥실내공조시스템 종류	멀티분리시스템	멀티분리시스템	-	-
⑥실내공조시스템 제어	회전수제어	on/off제어	-	-
⑦흡수식 열생산 연결방식	-	-	직화식	외부연결
⑦흡수식 사용연료	-	-	천연가스	-
⑦흡수식 열생산기기	-	-	-	난방기기탭 연결 장비 선택
⑧냉각탑 방식	-	-	증발식	증발식
⑧냉각탑 개방	-	-	개방형	개방형
⑧냉각탑 보조방음기	-	-	유	유
⑧냉각탑 출구 온도	-	-	32	32
⑨신재생시스템 연결 여부	연결없음	연결없음	시스템연결	연결없음
⑨신재생시스템 선택	-	-	지열히트펌프	-

참고 서적 및 사이트

1.건축물 에너지효율등급 세부평가지침
2. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
3. [출처] 사단법인 한국빌딩경영협회, 빌딩 에너지 운용관리 가이드라인. 2009
4. 한국에너지공단 ECO2 매뉴얼_ver17.pdf
(https://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/info/data/open/kem_view.asp?q=22116)

D.3 건축물에너지평가프로그램 ECO2 개요(신재생)

교육 목표

ECO2 개요 _신재생

* ECO2에서 신재생기기로 입력 가능한 에너지원 확인
* 태양열시스템 입력 항목에 대한 이해
* 태양광시스템 입력 항목에 대한 이해
* 풍력시스템 입력 항목에 대한 이해
* E연료전지시스템 입력 항목에 대한 이해
* 지열시스템 입력 항목에 대한 이해
* 수열시스템 입력 항목에 대한 이해
* 평가결과 확인 및 활용

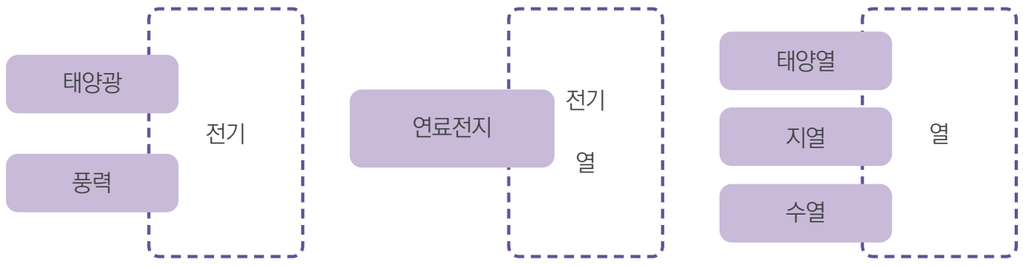
ECO2 개요 _에너지자립률

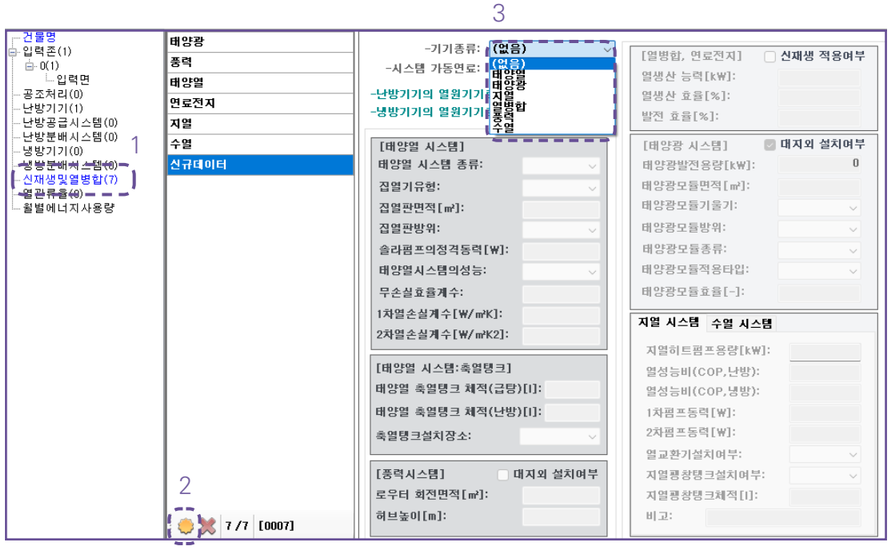
* 에너지자립률 개념 이해
* 에너지생산량 개념 이해
* 태양광시스템 대지 내/외 설치 비교
* 에너지자립률 계산방법 이해
* 자립률 참고자료 확인 방법

1 ECO2 개요 _ 신재생

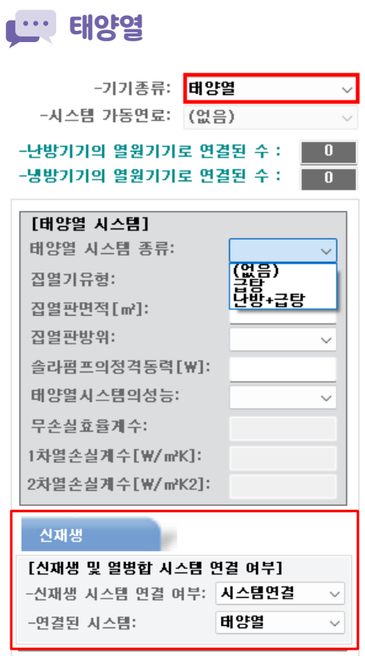
신 · 재생에너지 개요

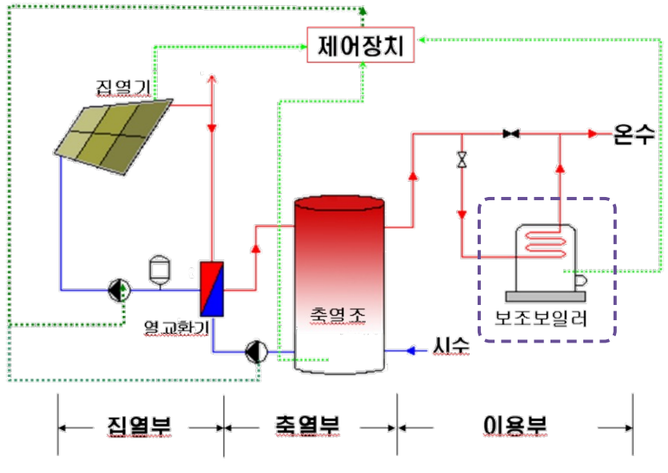




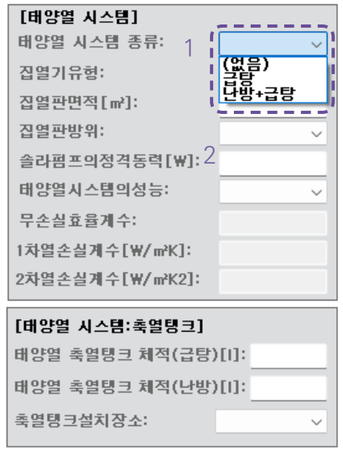


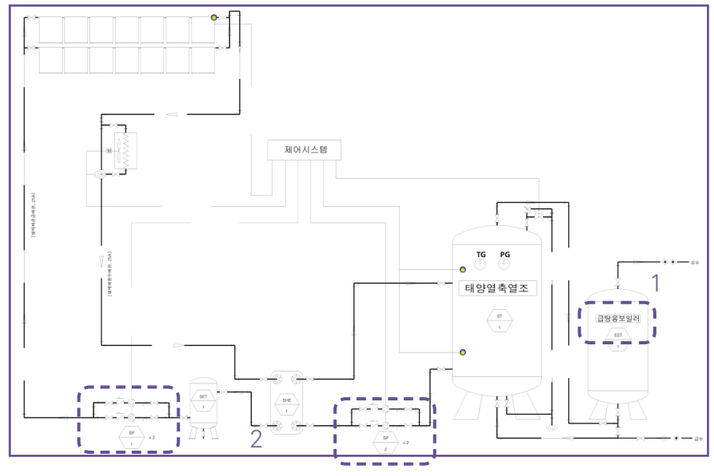
① ECO2 입력화면 좌측 신재생및열병합 선택
② 새 프로필 추가
③ 기기종류 선택



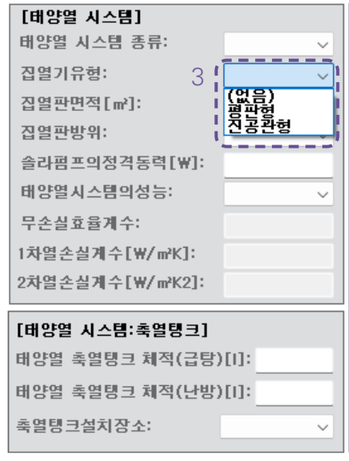


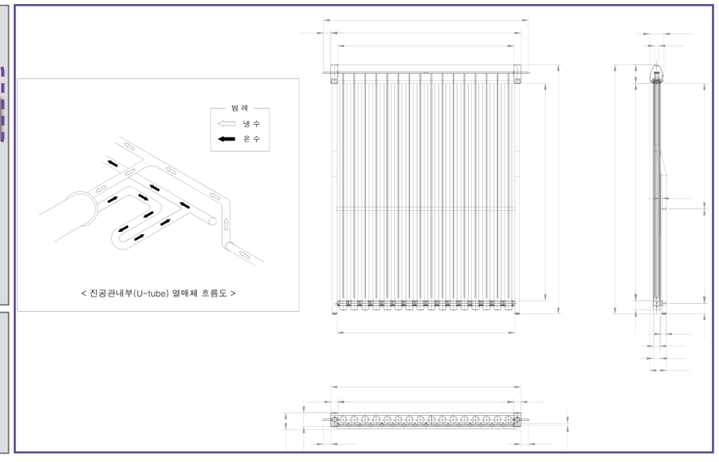
출처 : 한국에너지공단 신재생에너지백서





① 태양열시스템종류 : 급탕/난방+급탕
② 솔라펌프정격동력 : 태양열시스템의 순환 펌프 용량



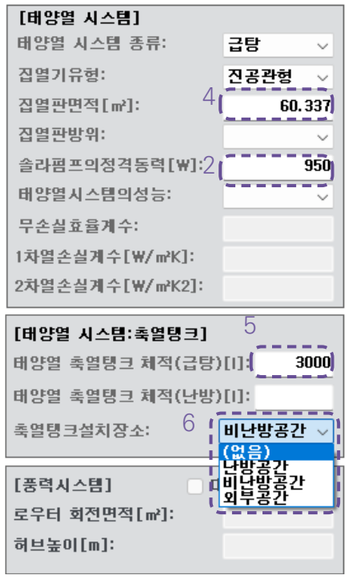


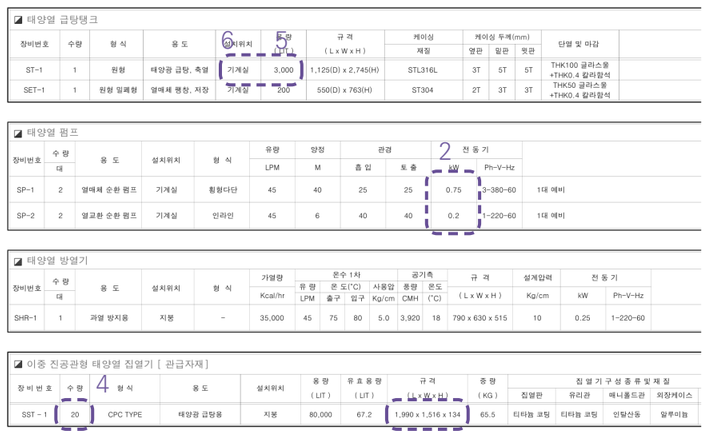
〈집열판 상세도〉

③ 집열기유형 : 평판형/진공관형

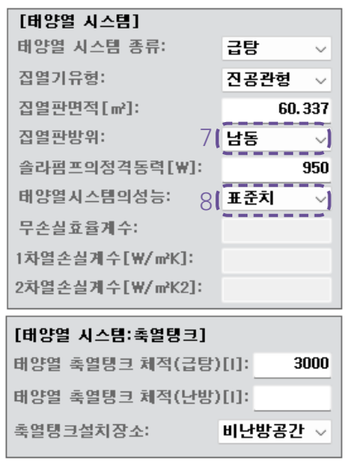
장비번호	수량	형식	용도	설치위치	용량 (LIT)	유효용량 (LIT)	규격 (L x W x H)	중량 (KG)	집열기구성종류및재질			
									집열판	유리관	매니폴드관	외장케이스
SST - 1	20	CPC TYPE	태양광 급탕용	지붕	80,000	67.2	1,990 x 1,516 x 134	65.5	티타늄 코팅	티타늄 코팅	안탈산동	알루미늄

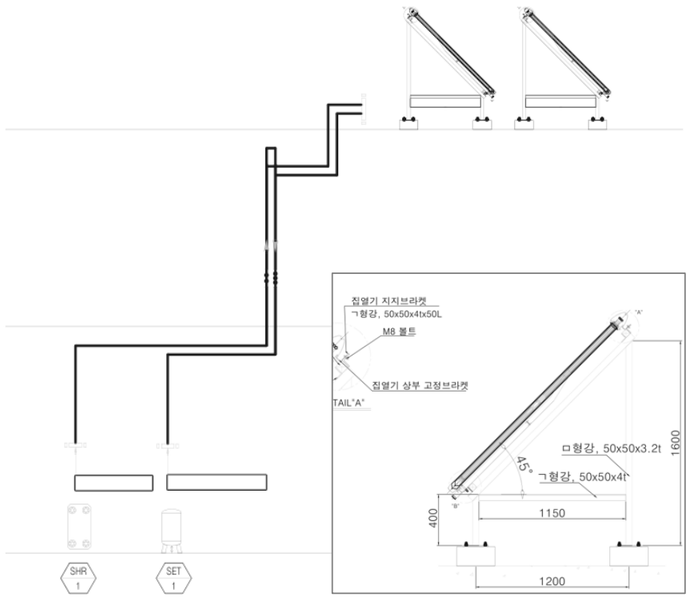
〈장비일람표〉



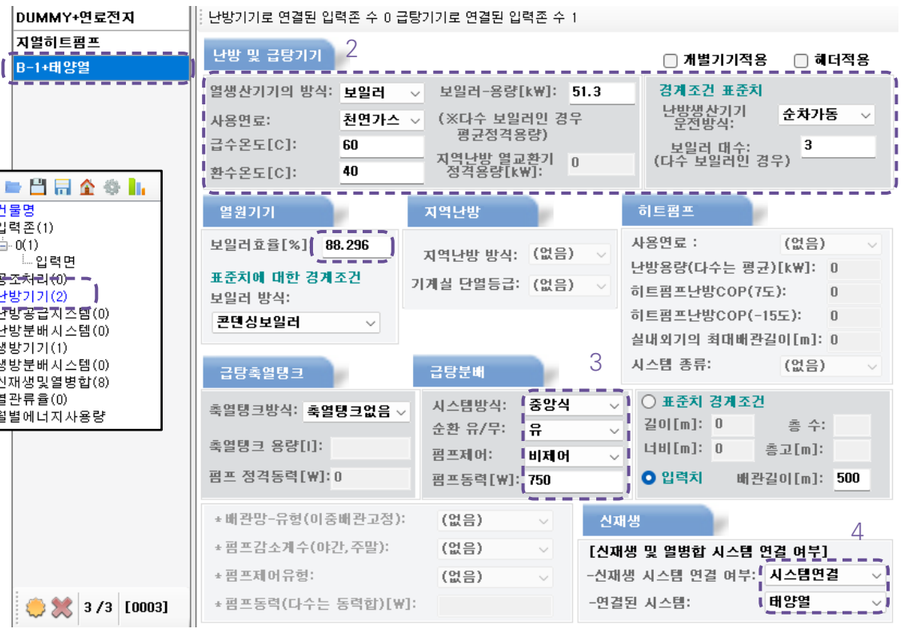


② 펌프정격동력 : 750(W) + 200(W) = 950 [W]
④ 집열판면적 : 1.990(L) × 1.516(W) × 20(EA) = 60.337 [㎡]
⑤ 축열탱크체적 : 급탕용 3,000 [ℓ]
⑥ 축열탱크설치장소 : 비난방공간(기계실)





⑦ 태양열집열판 방위 적용 : 동/남동/남/남서/서/수평
⑧ 태양열시스템의 성능 : 표준치/성능치보통 '표준치'로 설정, 성적서 있을 시 성적서의 계수값 기재



가 스 온 수 기 2

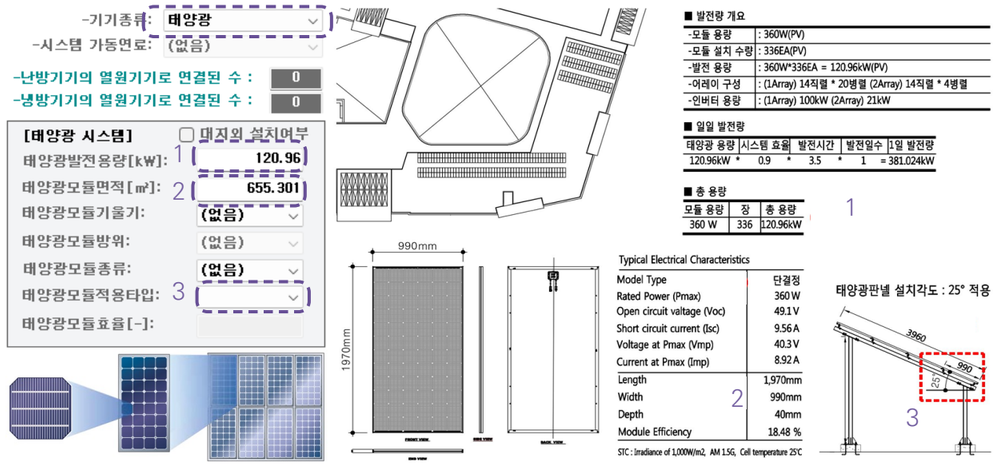
장 비 번 호	수 량	용 도	용 량 (kW)	연 료 소 비 량 종 류	연 료 소 비 량 사용량(KW)	비 고
B-1	3	급탕용	51.3	LNG	58.1	순차가동

펌 프 3

장 비 번 호	수 량	용 도	유 량 (LPM)	동 력 (kW)	전 원 (øxVxHz)	비 고
P - 1	2	급탕 순환용	30	0.75	1 x 220 x 60	1대 예비

① 난방기기탭에서 기기 생성
② 급탕보일러 사양 입력
③ 급탕순환펌프 사양 입력
④ 신재생 시스템 연결
→생성한 태양열 링크

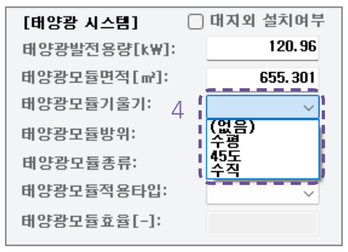
태양광

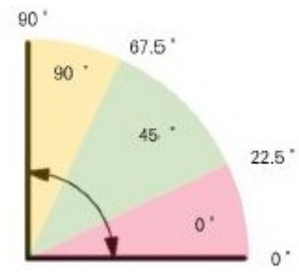


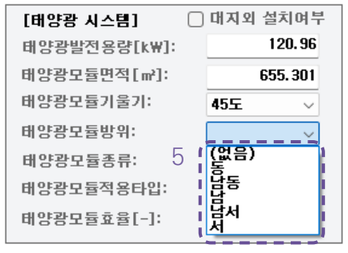
① 태양광발전용량 : 총 용량

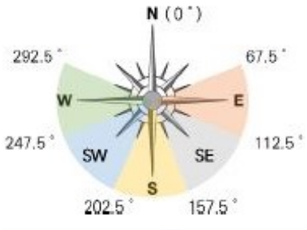
② 태양광모듈면적 : 모듈 총 면적 (1.970×0.990×336 = 655.301 [㎡])

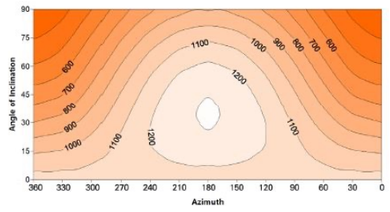
③ 태양광모듈적용타입 : 밀착형/후면통풍형/기계환기형

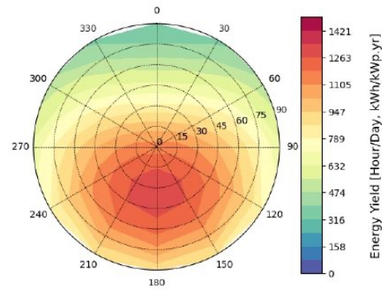






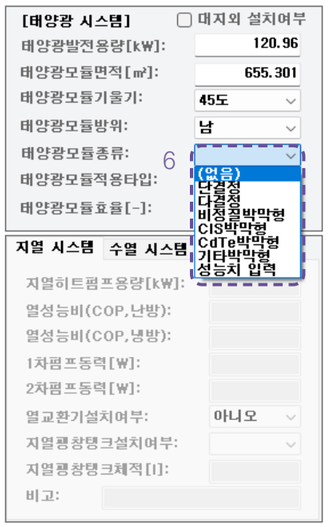






④ 태양광모듈기울기 : 수평/45도/수직

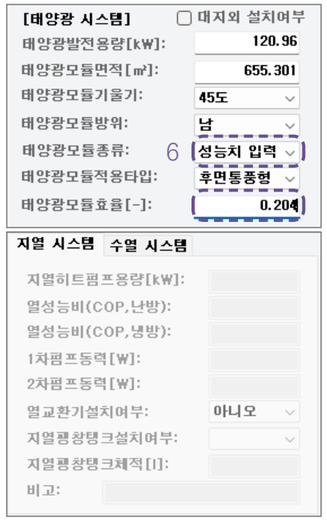
⑤ 태양광모듈방위 : 동/남동/남/남서/서 (수평인 경우 '없음' 선택)

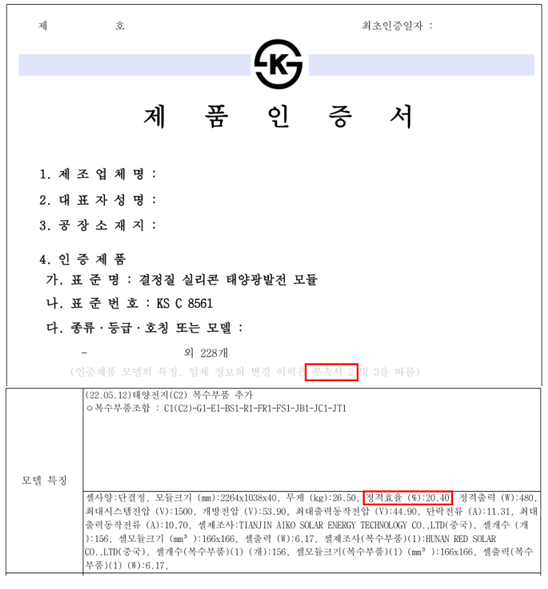




[그림 3/2/4-6] 광흡수층 재료에 따른 태양전지 종류

⑥ 태양광모듈종류 : 단결정/다결정/비정질박막형/CIS박막형/CdTe박막형/기타박막형/성능치입력





제 호 최초인증일자 :

제 품 인 증 서

1. 제 조 업 체 명 :
2. 대 표 자 성 명 :
3. 공 장 소 재 지 :
4. 인 증 제 품
가. 표 준 명 : 결정질 실리콘 태양광발전 모듈
나. 표 준 번 호 : KS C 8561
다. 종류 · 등급 · 호칭 또는 모델 :
- 외 228개

(인증제품 모델의 특정, 업체 정보의 변경 이력은 부속서 2 및 3을 따름)

모델 특징	(22.05.12)태양전지(C2) 복수부품 추가 ○복수부품조합 : C1(C2)-G1-E1-BS1-R1-FR1-FS1-JB1-JC1-JT1
	셀사양:단결정, 모듈크기 (mm):2264x1038x40, 무게 (kg):26.50, 정격효율 (%):20.40, 정격출력 (W):480, 최대시스템전압 (V):1500, 개방전압 (V):53.90, 최대출력동작전압 (V):44.90, 단락전류 (A):11.31, 최대출력동작전류 (A):10.70, 셀제조사:TIANJIN AIKO SOLAR ENERGY TECHNOLOGY CO.,LTD(중국), 셀개수 (개):156, 셀모듈크기 (㎟):166x166, 셀출력 (W):6.17, 셀제조사(복수부품)(1):HUNAN RED SOLAR CO.,LTD(중국), 셀개수(복수부품)(1) (개):156, 셀모듈크기(복수부품)(1) (㎟):166x166, 셀출력(복수부품)(1) (W):6.17,

⑥ 태양광모듈종류 : 단결정/다결정/비정질박막형/CIS박막형/CdTe박막형/기타박막형/성능치입력



주1) 단위면적당 1차에너지 생산량(kWh/㎡·년)
= 대지 내 단위면적당 1차에너지 순 생산량* + 대지 외 단위면적당 1차에너지 순 생산량*× 보정계수**

* 단위면적당 1차에너지 순 생산량 = ∑[(신재생에너지 생산량 – 신·재생에너지 생산에 필요한 에너지소비량) × 해당 1차에너지 환산계수] / 평가면적

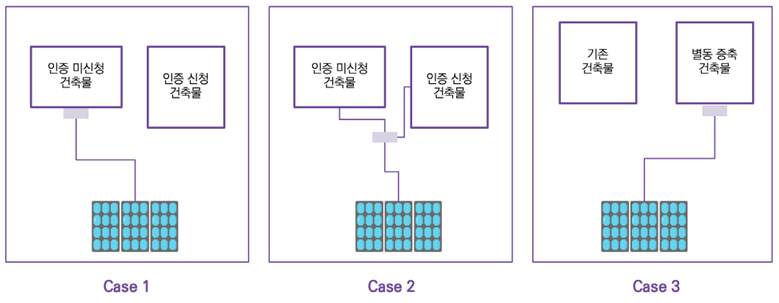
** 보정계수

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

※ 대지 내 에너지자립률 산정 시 단위면적당 1차 에너지생산량은 대지 내 단위면적당 1차에너지 순 생산량만을 고려한다.

※대지 외 신재생에너지설비 설치 인정 조건
발전대지 및 건축물 사용동의서, 대지 외 신재생설비 활용 동의서 등 제출

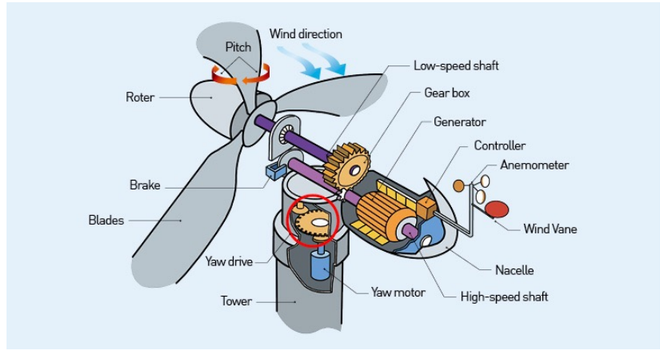
⑦ 대지외설치여부 : 대지 내 에너지자립률에 따라 시스템에서 보정계수 적용



인증 신청 형태 별 태양광 생산량 적용 여부

Case 1 : 인증 신청 건축물에 계통 연결이 안된 경우 생산량 적용 X
Case 2 : 공통 변압기 사용 시, 연면적 비율로 생산량 분할하여 적용
Case 3 : 별동증축 건축물의 분전반에 우선 연결되어야 생산량의 100% 적용

풍력



바람 운동에너지 → 풍력터빈 기계에너지 → 발전기 전기에너지

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 홈페이지



〈수직축 발전기〉



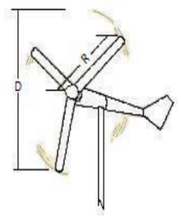
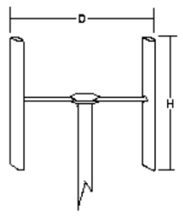
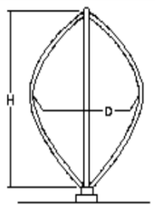
〈수평축 발전기〉

$$P = \frac{1}{2}\rho A v^3$$

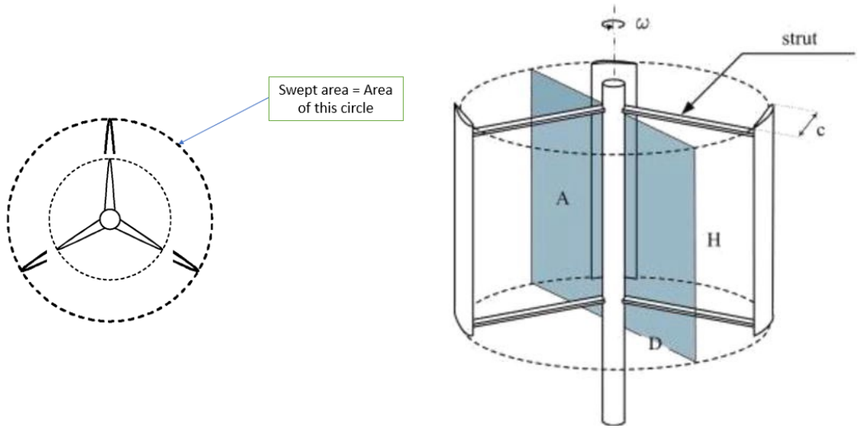
P : 출력(W)
ρ : 공기밀도
A : 로터 회전면적
v : 풍속

-기기종류: 풍력
-시스템 가동연료: 전기
-난방기기의 열원기기로 연결된 수 : 0
-냉방기기의 열원기기로 연결된 수 : 0

[풍력시스템] 대지외 설치여부
로우터 회전면적[㎡]: 1
허브높이[m]:

Rotor blade arrangement			
	Conventional rotor	H-Darrieus rotor	Darrieus rotor
Swept Area	$A=\pi.R^2$	A= DH	A=0.65DH

자료 : TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF AN OFF-GRID MICROHYDROKINETIC RIVER SYSTEM AS A REMOTE RURAL ELECTRIFICATION OPTION
-PHILLIP KOKO



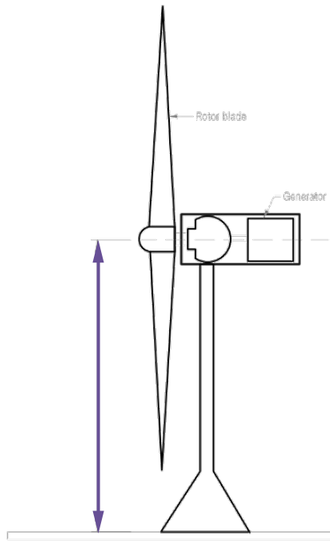
〈에너지효율등급인증시스템 게시판〉

① 로우터 회전면적 : 바람을 맞는 면적

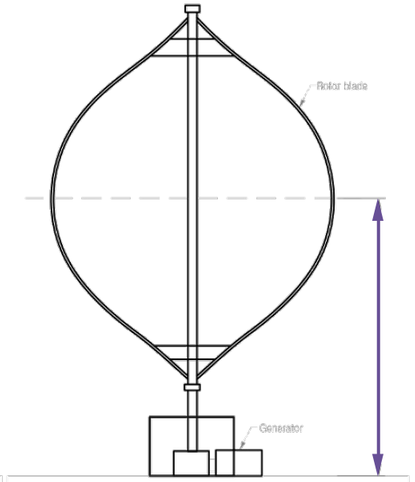
[풍력시스템] 대지외 설치여부
로우터 회전면적[㎡]:
허브높이[m]: 2

② 허브 높이
- 수평형 : 허브 높이
- 수직형 : 날개 중심 높이

※ 건물 상부 위치 시, 건물 높이 포함



〈수평형〉



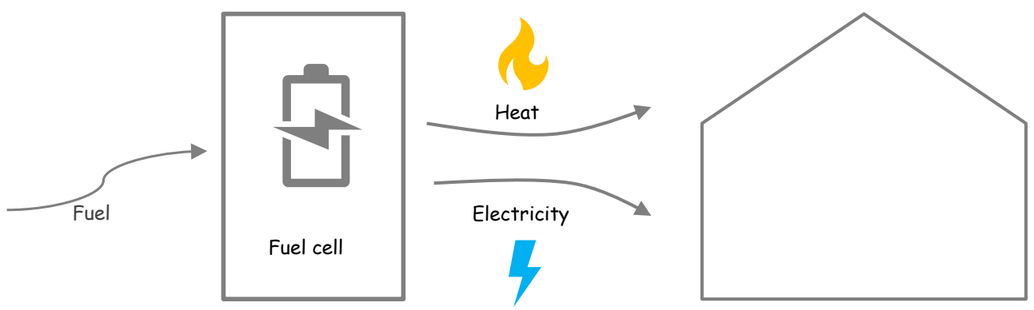
〈수직형〉

[풍력시스템] 대지외 설치여부
로우터 회전면적[㎡]: 1
허브높이[m]: 2

- KS C 8570 인증서 제출 시, 회전면적과 높이 인증서 값 적용

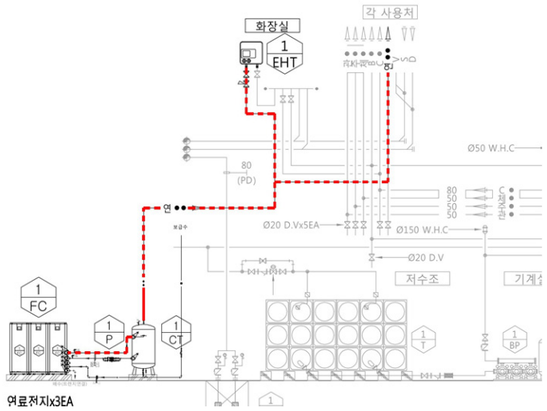
특징(국문)	특징(영문)	값
시스템(형태)	System(form)	수평축형
시스템(방식)	System(method)	계통연계형
발전기(정격출력) (W)	Generator(rated power) (W)	15000
출력	Power Output	10kW(380V, 32.5A)
회전자(개수) (개)	Blade-Number (개)	3
직경 (m)	Diameter (m)	10.3
면적 (㎡)	Area (㎡) 1	83.3
철탑(형식)	Tower	테이퍼 원형관
무게 (kg)	Weight (kg)	2552
높이 (m)	Height (m) 2	18

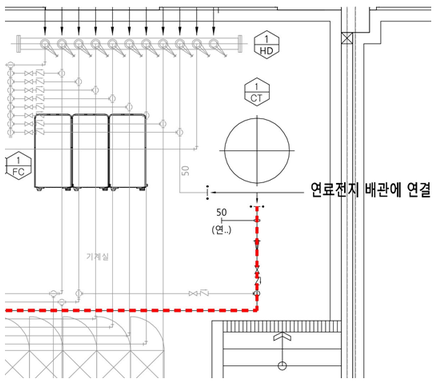
연료전지



- 열을 생산하므로 난방기기 탭에 난방/급탕으로 연결시에만 평가에 반영
- 전력생산량은 프로그램 내부적으로 에너지 소요량에서 차감

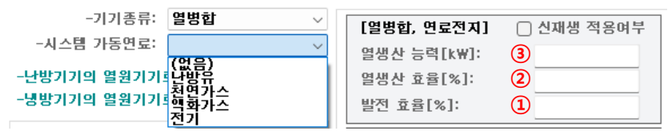




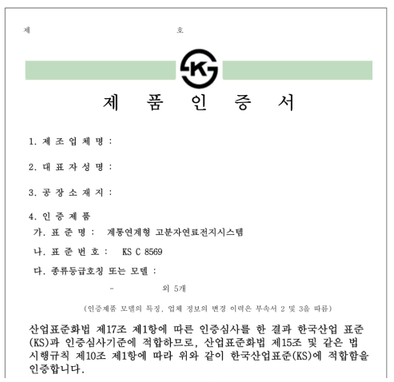


- 연료전지계통도, 위생배관계통도, 위생배관평면도 등에서 연료전지-급탕배관 연결 확인

신재생 및 열병합 생산기기



시스템출력(발전량) : 5.0 kW
① 발 전 효 율 : 37.1 %
② 열생산효율 : 종합효율 – 발전효율
③ 열생산능력 : (발전량 ÷ 발전효율) × 열생산효율
※ 저위발열량(LHV) 기준 측정값이므로 고위발열량(HHV) 기준 환산



제 품 인 증 서

1. 제 조 업 체 명 :
2. 대 표 자 성 명 :
3. 공 장 소 재 지 :
4. 인 증 제 품
가. 표 준 명 : 계통연계형 고분자연료전지시스템
나. 표 준 번 호 : KS C 8569
다. 종류등급호칭 또는 모델 :
- 외 5개
(인증제품 모델의 특정, 업체 정보의 변경 이력은 부속서 2 및 3을 따름)

산업표준화법 제17조 제1항에 따른 인증심사를 한 결과 한국산업 표준(KS)과 인증심사기준에 적합하므로, 산업표준화법 제15조 및 같은 법 시행규칙 제10조 제1항에 따라 위와 같이 한국산업표준(KS)에 적합함을 인증합니다.

[부속서 2]

신재생에너지설비 KS인증제품 모델별 특정 및 변경 이력

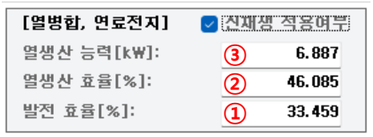
모델 특정	시스템출력 (kW):5, 사용연료 :천연가스, 발전효율 (%):37.1±1%, 정격효율 (%):88.2±1.4%, 모듈크기 (mm²):1,700x1,700x700, 무게 (kg):700, 형식 :일체식-장착 납품기자재, 옥내/옥외:옥내식, 제조원 :두산, 소재지 :경기도 화성시 향남읍 제약단지로 75, 기술기준규격 :KS C 8569:2015, 구분:일체형,분리형 :일체형,

〈장비일람표〉

연 료 전 지

모델명	수량	설치위치	시스템출력 kW	발전효율 %	종합효율 %	가스		장비크기 mm
						종류	사용량 (Nm³/h)	
FC-1	1	기계실	5	37.1	88.2	LNG	1.3	W1,700 X D700 X H1,700

〈연료전지 KS인증서〉



※ 저위발열량(순발열량)→고위발열량(총발열량)

① 발 전 효 율
: 37.1 × (저위발열량÷고위발열량)
37.1 × (9190÷10190) = 33.459 [%]
② 열생산효율
:(종합효율 – 발전효율)×(저위발열량÷고위발열량)
(88.2-37.1) × (9190÷10190) = 46.085 [%]
③ 열생산능력
: (발전량÷발전효율)×열생산효율
(5 ÷ 33.459) × 46.085 = 6.887 [kW]

■ 에너지법 시행규칙 [별표] <개정 2022. 11. 21.>

에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련)

구분	에너지원	단위	총발열량			순발열량		
			MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)	MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)
석유	원유	kg	45.7	10,920	1.092	42.8	10,220	1.022
	휘발유	L	32.4	7,750	0.775	30.1	7,200	0.720
	등유	L	36.6	8,740	0.874	34.1	8,150	0.815
	경유	L	37.8	9,020	0.902	35.3	8,420	0.842
	바이오디젤	L	34.7	8,280	0.828	32.3	7,730	0.773
	B-A유	L	39.0	9,310	0.931	36.5	8,710	0.871
	B-B유	L	40.6	9,690	0.969	38.1	9,100	0.910
	B-C유	L	41.8	9,980	0.998	39.3	9,390	0.939
	프로판(LPG1호)	kg	50.2	12,000	1.200	46.2	11,040	1.104
	부탄(LPG3호)	kg	49.3	11,790	1.179	45.5	10,880	1.088
	나프타	L	32.2	7,700	0.770	29.9	7,140	0.714
	용제	L	32.8	7,830	0.783	30.4	7,250	0.725
	항공유	L	36.5	8,720	0.872	34.0	8,120	0.812
	아스팔트	kg	41.4	9,880	0.988	39.0	9,330	0.933
	윤활유	L	39.6	9,450	0.945	37.0	8,830	0.883
	석유코크스	kg	34.9	8,330	0.833	34.2	8,170	0.817
	부생연료유1호	L	37.3	8,900	0.890	34.8	8,310	0.831
	부생연료유2호	L	39.9	9,530	0.953	37.7	9,010	0.901
가스	천연가스(LNG)	kg	54.7	13,080	1.308	49.4	11,800	1.180
	도시가스(LNG)	Nm3	42.7	10,190	1.019	38.5	9,190	0.919
	도시가스(LPG)	Nm3	63.4	15,150	1.515	58.3	13,920	1.392
석탄	국내무연탄	kg	19.7	4,710	0.471	19.4	4,620	0.462
	연료용 수입무연탄	kg	23.0	5,500	0.550	22.3	5,320	0.532
	원료용 수입무연탄	kg	25.8	6,170	0.617	25.3	6,040	0.604
	연료용 유연탄(역청탄)	kg	24.6	5,860	0.586	23.3	5,570	0.557
	원료용 유연탄(역청탄)	kg	29.4	7,030	0.703	28.3	6,760	0.676
	아역청탄	kg	20.6	4,920	0.492	19.1	4,570	0.457
	코크스	kg	28.6	6,840	0.684	28.5	6,810	0.681
전기 등	전기(발전기준)	kWh	8.9	2,130	0.213	8.9	2,130	0.213
	전기(소비기준)	kWh	9.6	2,290	0.229	9.6	2,290	0.229
	신탄	kg	18.8	4,500	0.450	-	-	-

에너지법 시행규칙 [별표] 에너지열량 환산기준

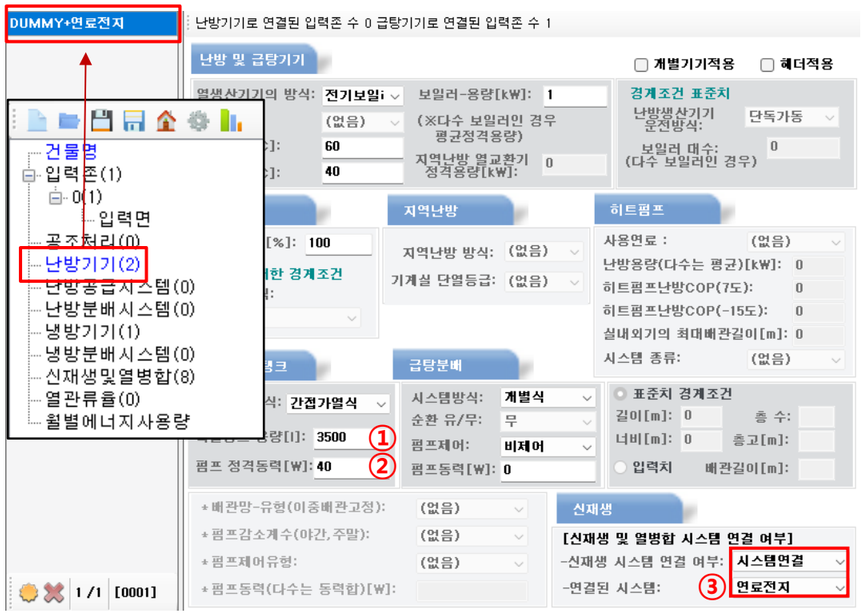
난방기기

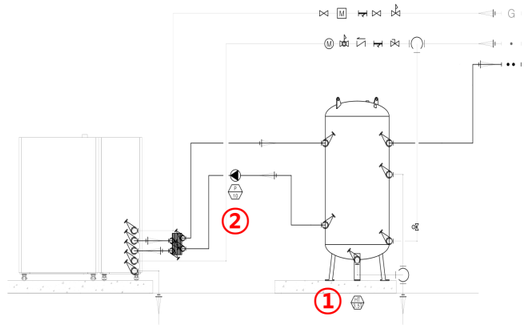
◢ 급탕축열탱크

장비 번호	모델명	수량	설치위치	용량 (Ton)	작동 압력 (kg/cm²)	작동 온도 (℃)	재질	연결구			
								배수 (Ø)	급수 (Ø)	온수 입출구 (ø)	폐열 입출구 (ø)
HT 3.5T	축열조	1	연료전지실	① 3.5	3	65	STS 304	32	32	32	32

◢ 펌 프

장비 번호	용 도	수량	설치위치	형 식	유 량 (ℓ/min)	양 정 (m)	동 력 (kW)	전 원 (PH/V/Hz)	비 고
P 10	급탕 순환펌프	1	연료전지실	인라인형	200	12 ②	0.04	1/220/60	

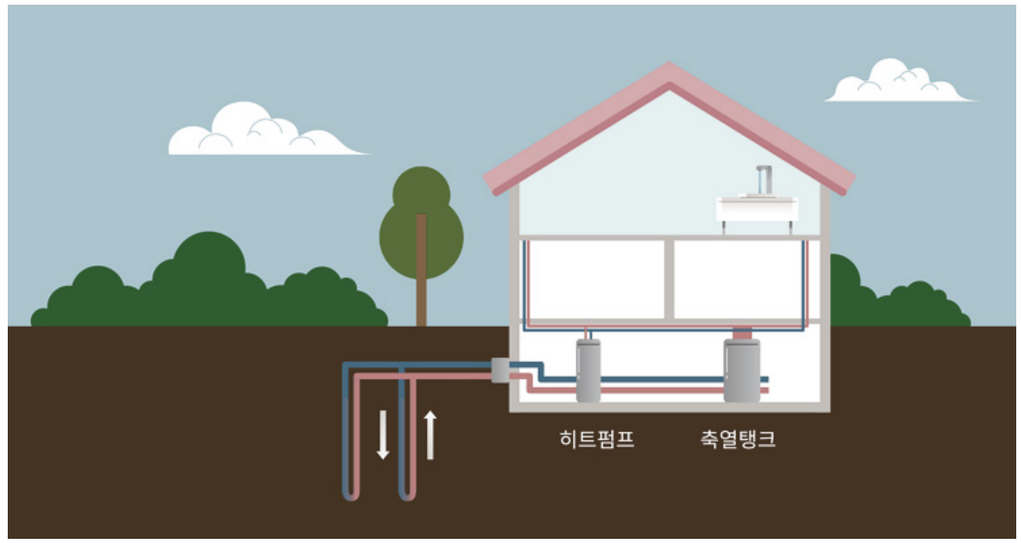


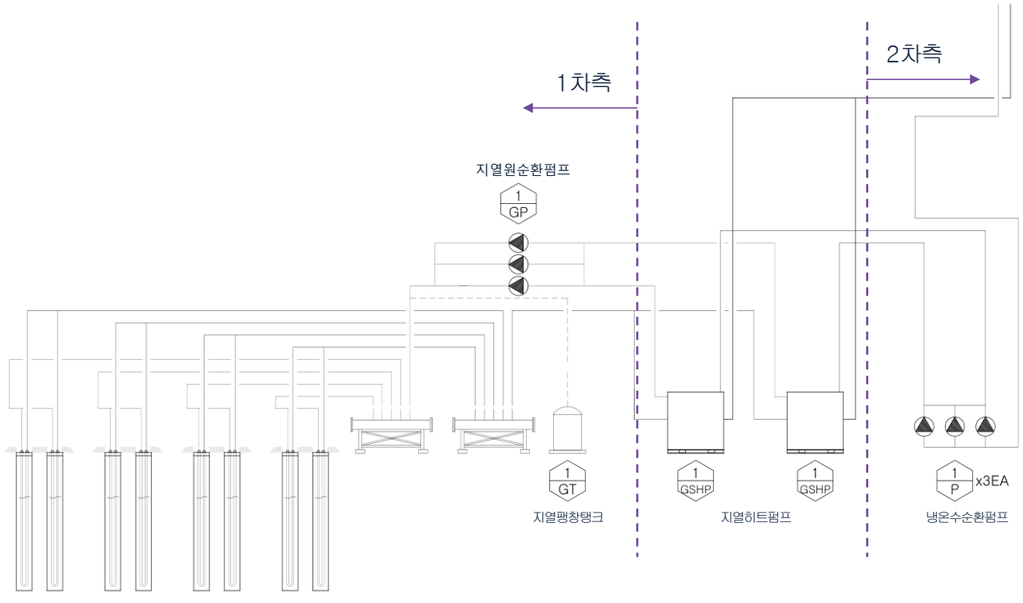


※ 난방기기 탭에서 열원기기 생성

① 연료전지 급탕탱크 용량
② 연료전지 대류펌프 동력
③ 신재생 시스템 연결→연료전지 링크

지열/수열





지열

1차측

지열히트펌프

장비번호	수 량	형 식	용량 (kW)		소비전력 (kW)		냉온수 입,출구온도(°C)			
			냉방	난방	냉방	난방	냉방 입 구	냉방 출 구	난방 입 구	난방 출 구
1 HP	2	물-물	195.0	178.6	42.3	57.5	12.0	7.0	50.0	60.0

지열순환펌프

장비번호	수 량	용 도	동 력 (kW)	유 량 (LPM)	양 정 (M)	전 원 (Øx V x Hz)
1 GP	3	지열수순환용	5.5	600	28	3 x 380 x 60

지열팽창탱크

장비번호	수량	형 식	용 도	용 량 (lit)
1 GT	1	밀 폐 식	지열 팽창용	400

2차측

펌프류

장비번호	수 량	용 도	유 량 (LPM)	동 력 (kW)	전 원 (Øx V x Hz)	예 비
1 P	3	냉온수 순환용	600	5.5	3 x 380 x 60	1

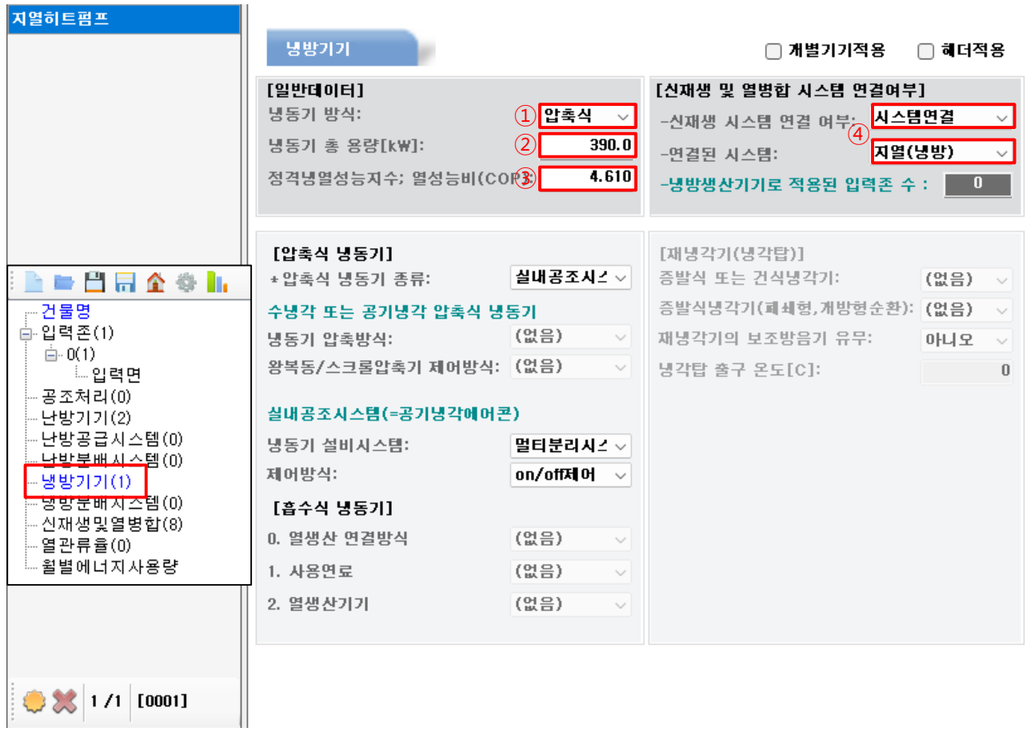
난방용량 : 난방 총용량
178.6×2=357.2 [kW]
냉방용량 : 냉방 총용량
195.0×2=390.0 [kW]
난방COP : 난방용량÷소비전력
178.6÷57.5=3.106
냉방COP : 냉방용량÷소비전력
195.0÷4.23=4.610
지열원순환펌프(1차) : 5.5×3=16,500 [W]
지열팽창탱크 : 400 [ℓ]
냉온수순환펌프(2차) : 5.5×2=11,000 [W]

난방기기



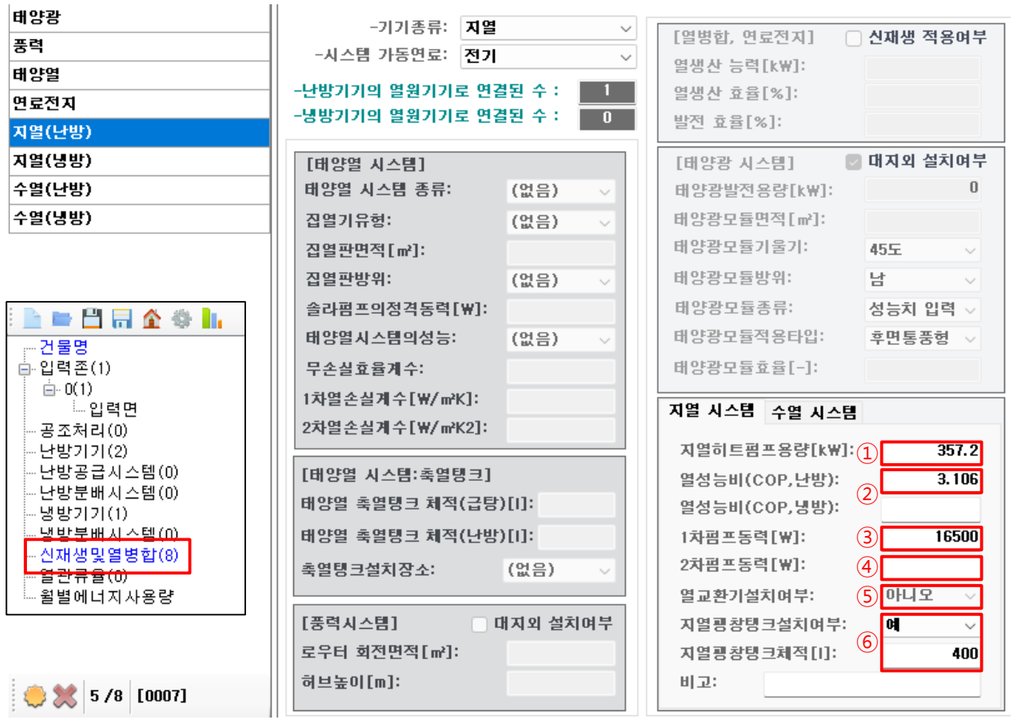
① 사용연료
전기/천연가스/액화가스
② 난방용량
히트펌프 난방용량
③ 히트펌프난방COP(-15도)
지열히트펌프는 7도 기준
COP 동일하게 입력
④ 실내외기최대배관길이
물/냉매방식 : 입력O
물/물방식 : 입력X
⑤ 난방순환펌프동력
물/냉매방식 : 입력X
물/물방식 : 입력O
⑥ 신재생시스템연결
신재생탭에서 생성한
'지열(난방)' 선택

냉방기기



① 냉동기방식
압축식/압축식(LNG)
② 냉동기용량
지열히트펌프 냉방용량
③ 히트펌프냉방COP
지열히트펌프 COP 적용
④ 신재생시스템연결
신재생탭에서 생성한
'지열(냉방)' 선택

신재생 및 열병합 생산기기

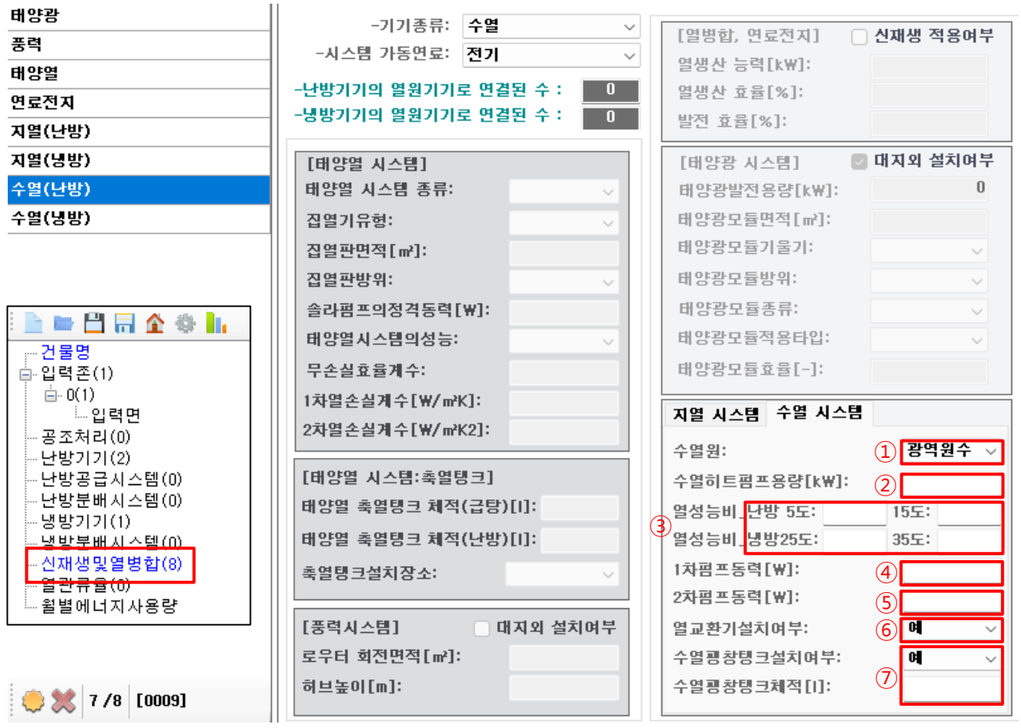


※ 물/물방식의 2차측 펌프(냉온수순환펌프) 동력은
난방기기 및 냉방분배 시스템에서 입력

① 지열히트펌프용량
난방/냉방 분리하여
각 생산기기에 입력
② 열성능비(COP 난방/냉방)
각 생산기기에 입력
여러대의 경우 가중평균
③ 1차펌프동력
지열 1차측 펌프의 동력
(지열원 순환펌프)
④ 2차펌프동력
열교환기가 있는 경우
열교환기→히트펌프
순환펌프 동력(지열순환)
⑤ 열교환기설치여부
열교환기 설치여부 선택
⑥ 팽창탱크설치여부/체적
지열팽창탱크가 있을 경우
탱크 체적 입력

수열

신재생 및 열병합 생산기기



① 수열원
광역원수/하천수
② 수열히트펌프용량
난방/냉방 분리하여
각 생산기기에 입력
③ 열성능비
난방COP : 5도/15도 구분
냉방COP : 25도/35도 구분
냉/난방 생산기기에 입력
여러대의 경우 가중평균

열성능비

열원수 온도별 냉/난방 능력, 소비전력 데이터 필요

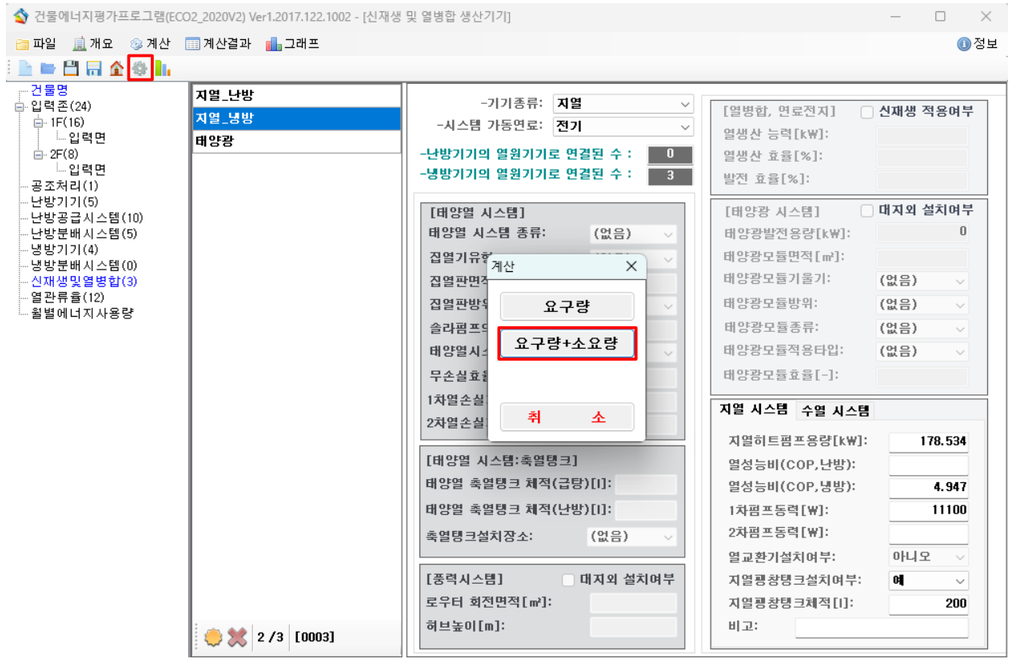
열원수 입구온도	구분	부하측 입구온도	
		45 ℃	50 ℃
5 ℃	능력	71.905	66.844
	소비전력	20.589	21.159
10 ℃	능력	74.558	72.198
	소비전력	19.319	20.916
15 ℃	능력	77.332	77.552
	소비전력	18.216	20.674

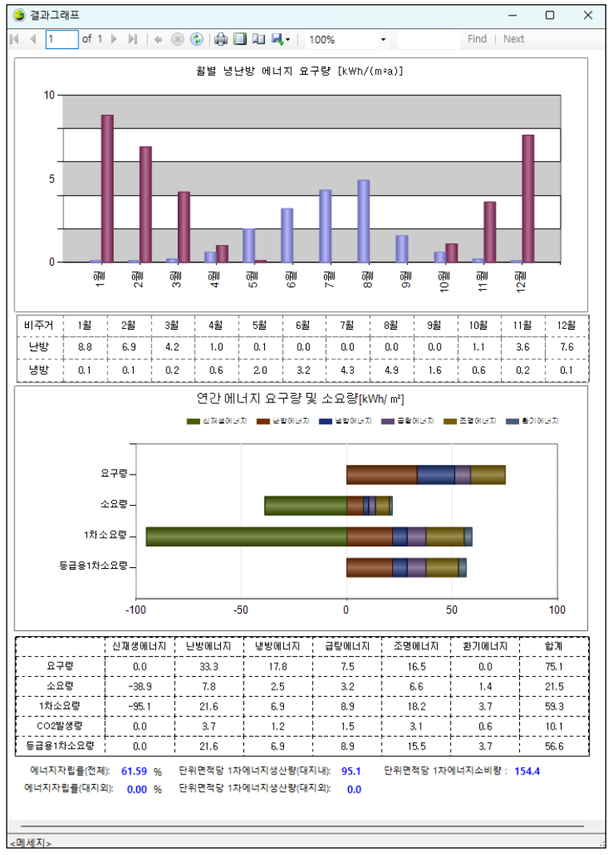
열원수 입구온도	구분	부하측 입구온도	
		10 ℃	12 ℃
25 ℃	능력	80.390	80.245
	소비전력	18.140	16.428
30 ℃	능력	76.376	77.918
	소비전력	19.739	18.775
35 ℃	능력	72.363	75.591
	소비전력	21.338	21.123

난방COP 5도 / 15도
5도 : 71.905÷20.589=3.492
15도 : 77.332÷18.216=4.245

냉방COP 25도 / 35도
25도 : 80.390÷18.140=4.432
35도 : 72.363÷21.338=3.391

평가결과





- 단위면적당 에너지요구량

해당 건축물의 난방, 냉방 ,급탕, 조명 부문에서 요구되는 단위면적당 에너지량

- 단위면적당 에너지소요량

해당 건축물에 설치된 난방, 냉방 ,급탕, 조명, 환기 시스템에서 소요되는 단위면적당 에너지량으로, 각 용도별 신재생에너지 생산량을 차감한 값을 나타냄

- 단위면적당 1차 에너지소요량

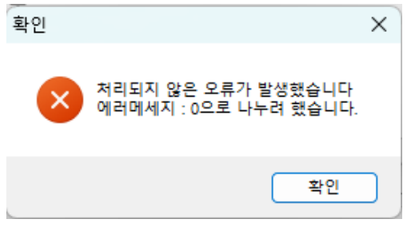
에너지소요량에 연료를 채취, 가공, 운송, 변환, 공급 과정 등의 손실을 포함한 단위면적당 에너지량

- 단위면적당 CO2 배출량

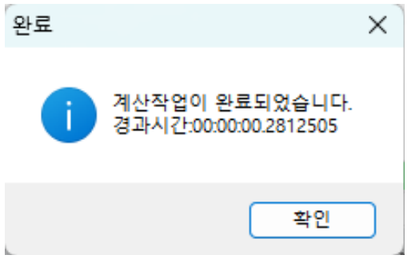
에너지소요량에서 산출한 단위면적당 이산화탄소 배출량

- 등급용 1차 에너지소요량

1차 에너지소요량 × 용도별 보정계수 등



입력 누락 또는 잘못 입력 시
계산 오류 발생
입력사항 수정 및 보완



계산과정에 오류가 없는 경우
계산완료 메시지 창

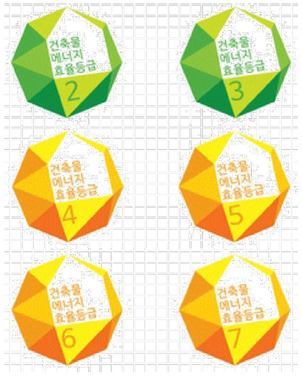
건축물에너지효율등급운영규정 [별표 3] 1차 에너지 환산 계수

구분	1차 에너지환산계수
연료	1.1
전력	2.75
지역난방	0.728
지역냉방	0.937

- 등급용 1차 에너지소요량으로 건축물에너지효율등급 확인

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m² · 년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (kWh/m² · 년)
1+++	60 미만	80 미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만





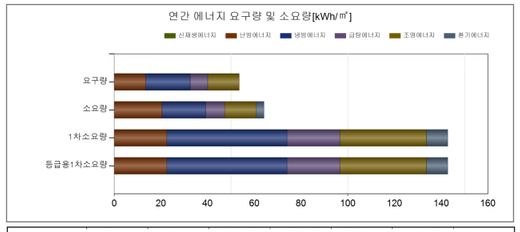
2 ECO2 개요_ 에너지자립률

에너지자립률 개요



한국에너지공단 ZEB 인증 안내서

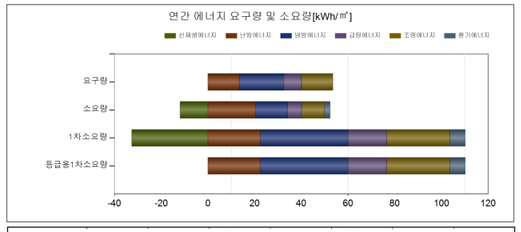
〈 신재생 미반영 〉



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	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
CO2발생량	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(전체): 0.00 %
에너지자립률(대지외): 0.00 %
단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 0.0
단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0
단위면적당 1차에너지소비량 : 142.8

〈 태양광 반영 〉



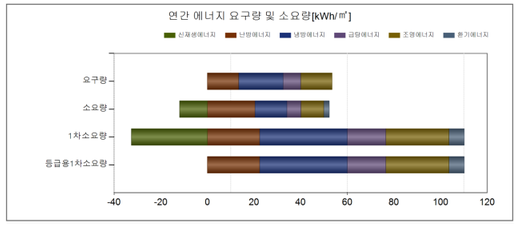
	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-11.9	20.4	13.7	6.0	9.8	2.4	52.3
1차소요량	-32.6	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2
CO2발생량	0.0	4.1	6.4	2.8	4.6	1.1	19.0
등급용1차소요량	0.0	22.4	37.6	16.5	27.1	6.6	110.2

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

단위면적당 1차 에너지생산량
(신재생에너지 생산량-신재생 생산에 필요한 에너지소비량)×1차에너지환산계수÷평가면적
단위면적당 1차 에너지소비량
(에너지소요량+신재생에너지소비량+신재생 생산에 필요한 에너지소비량)×1차에너지환산계수

신재생 대지 외 설치

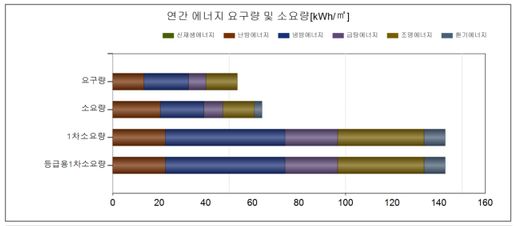
〈 신재생 미반영 〉



	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	20.4	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
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 %
에너지자립률(대지외): 0.00 %
단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 32.6
단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 0.0
단위면적당 1차에너지소비량 : 142.8

〈 태양광 반영 〉



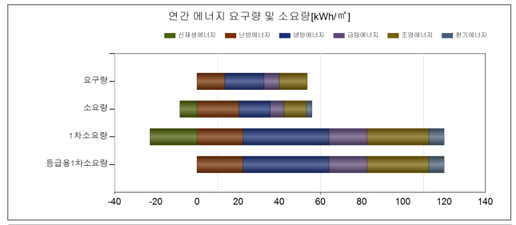
	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	0.0	20.4	18.7	8.2	13.5	3.3	64.1
1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8
CO2발생량	0.0	4.1	8.8	3.9	6.3	1.5	24.6
등급용1차소요량	0.0	22.5	51.5	22.6	37.1	9.1	142.8

에너지자립률(전체): 15.97 %
에너지자립률(대지외): 15.97 %
단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 0.0
단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 32.6
단위면적당 1차에너지소비량 142.8

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 차감 X
→ 에너지 자립률에만 영향
자립률계산 예) 32.6× 0.7 ÷ 142.8 = 15.97 %

〈 대지 내 70% / 대지 외 30% 설치 〉

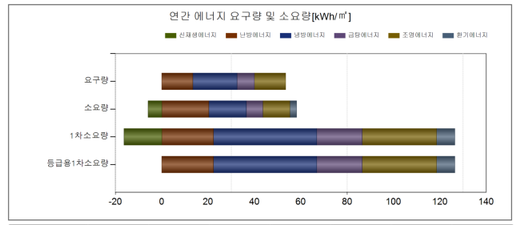


	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-8.3	20.3	15.2	6.7	10.9	2.7	55.8
1차소요량	-22.8	22.3	41.8	18.4	30.1	7.4	120.0
CO2발생량	0.0	4.1	7.1	3.1	5.1	1.3	20.7
등급용1차소요량	0.0	22.3	41.8	18.4	30.1	7.4	120.0

에너지자립률(전체): 22.13 %
에너지자립률(대지외): 6.16 %
단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 22.8
단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 9.8
단위면적당 1차에너지소비량 : 142.8

태양광시스템 대지 내 70% / 대지 외 30%
22.8÷142.8×100=16% (대지외 가중치 0.9 적용)
{9.8×0.9+22.8}÷142.8 ×100 = 22.13 %

〈 대지 내 50% / 대지 외 50% 설치 〉



	신재생에너지	난방에너지	냉방에너지	급탕에너지	조명에너지	환기에너지	합계
요구량	0.0	13.4	19.1	7.5	13.5	0.0	53.5
소요량	-5.9	20.3	16.2	7.1	11.7	2.9	58.2
1차소요량	-16.3	22.3	44.6	19.6	32.1	7.9	126.5
CO2발생량	0.0	4.1	7.6	3.3	5.5	1.3	21.8
등급용1차소요량	0.0	22.3	44.6	19.6	32.1	7.9	126.5

에너지자립률(전체): 20.52 %
에너지자립률(대지외): 9.10 %
단위면적당 1차에너지생산량(대지내): 16.3
단위면적당 1차에너지생산량(대지외): 16.3
단위면적당 1차에너지소비량 : 142.8

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

유사제도 비교

신재생에너지생산량

ex1)태양광 1차에너지생산량 계산방법

☞ 태양광패널 면적(m^2) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m^2) × 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(m^2) × 효율(%) × 해당방위별일사량(kWh/m^2) × 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]

에너지자립률
「녹색건축물 조성 지원법 시행령」
제로에너지건축물 인증 표시 의무

에너지자립률 신재생에너지생산량
에너지생산을 위해 소비된 에너지량 제외
기기 효율값을 반영한 시뮬레이션 계산값

신·재생에너지 공급의무 비율 = (신·재생에너지 생산량 / 예상 에너지사용량) × 100

공공기관 설치의무화제도
「신재생에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」
공공 1,000㎡ 이상 건축물 신재생 공급 의무

설치의무화제도 신재생에너지생산량
단위 설치규모에서 연간 생산되는 에너지의 양
(원별설치규모×단위에너지생산량×원별보정계수)

신·재생에너지원		단위 에너지생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kW·yr	0.95
	추적식	1,765		1.47
	BIPV	923		6.12
태양열	평판형	596	kWh/㎡·yr	1.78
	단일진공관형	745		1.42
	이중진공관형	745		1.42
	공기식무창형	487		1.53
	공기식유창형	557		2.87

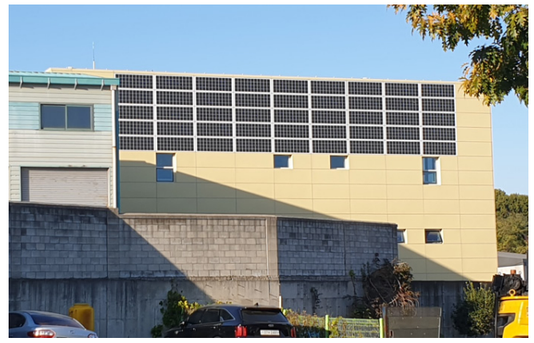
Q) 적용 시스템에 따라 자립률 확보가 어려운 이유
A) 모듈 설치각도, 방위에 따라 효율 차이

신 재생에너지원		단위 에너지생산량		원별 보정계수
태양광	고정식	1,358	kWh/kWyr	0.95
	추적식	1,795		1.47
	BIPV	923		6.12

〈 단위에너지생산량 및 원별 보정계수(신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 [별표10])〉



기존
PV 45도(남)



변경
BIPV 수직(남)

신재생에너지생산량

	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

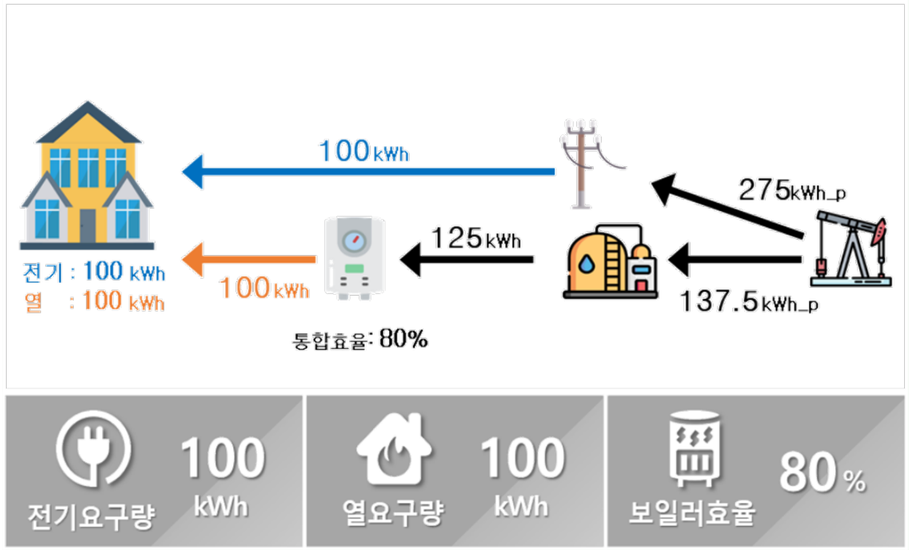
설치각도 : 수평
모듈방위 : 없음

	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

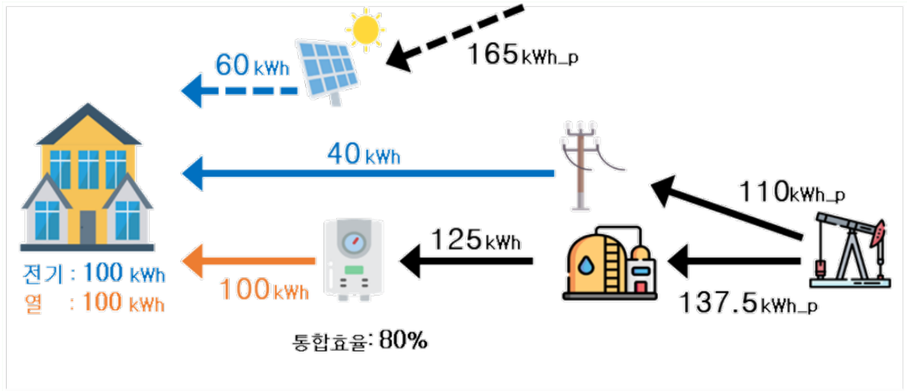
자립률 산정 예시



연료소요량 : 100 ÷ 0.8 (효율) = 125

[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 %

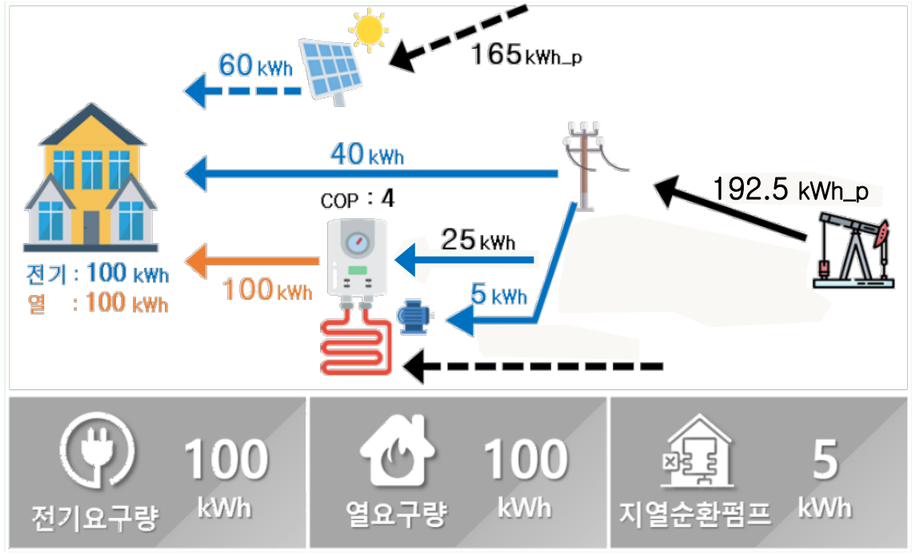
1차 에너지	환산계수
연료	1.1
전력	2.75
지역난방	0.728
지역냉방	0.937



연료소요량 : 100 ÷ 0.8 (효율) = 125

[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 %

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



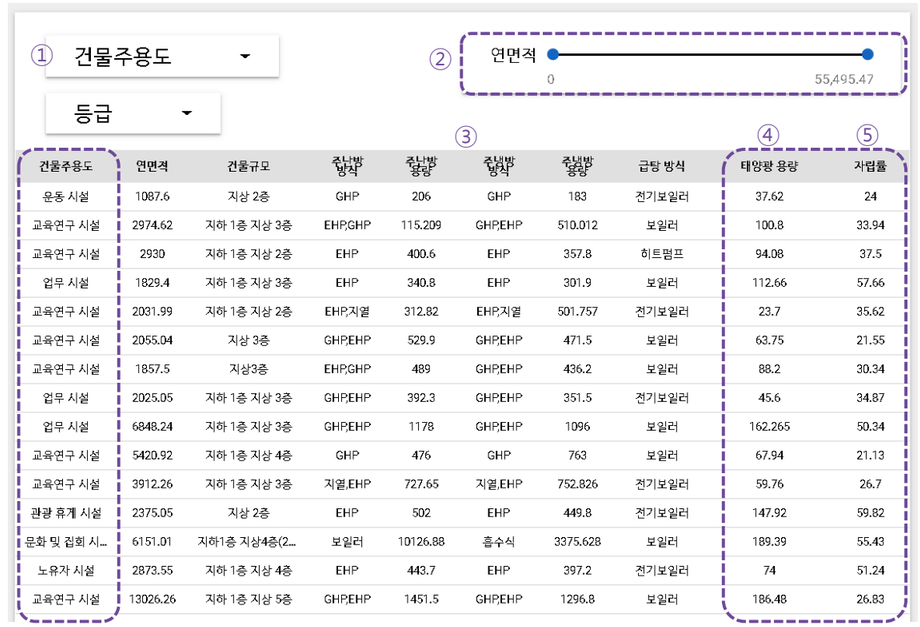
전기소요량 : 100÷4(COP)= 25

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

자립률 참고자료



http://www.kpcqa.or.kr/



건물주용도	연면적	건물규모	주난방 방식	주난방 용량	주냉방 방식	주냉방 용량	급탕 방식	태양광 용량	자립률
운동 시설	1087.6	지상 2층	GHP	206	GHP	183	전기보일러	37.62	24
교육연구 시설	2974.62	지하 1층 지상 3층	EHP,GHP	115.209	GHP,EHP	510.012	보일러	100.8	33.94
교육연구 시설	2930	지하 1층 지상 2층	EHP	400.6	EHP	357.8	히트펌프	94.08	37.5
업무 시설	1829.4	지하 1층 지상 3층	EHP	340.8	EHP	301.9	보일러	112.66	57.66
교육연구 시설	2031.99	지하 1층 지상 2층	EHP,지열	312.82	EHP,지열	501.757	전기보일러	23.7	35.62
교육연구 시설	2055.04	지상 3층	GHP,EHP	529.9	GHP,EHP	471.5	보일러	63.75	21.55
교육연구 시설	1857.5	지상3층	EHP,GHP	489	GHP,EHP	436.2	보일러	88.2	30.34
업무 시설	2025.05	지하 1층 지상 3층	GHP,EHP	392.3	GHP,EHP	351.5	전기보일러	45.6	34.87
업무 시설	6848.24	지하 1층 지상 3층	GHP,EHP	1178	GHP,EHP	1096	보일러	162.265	50.34
교육연구 시설	5420.92	지하 1층 지상 4층	GHP	476	GHP	763	보일러	67.94	21.13
교육연구 시설	3912.26	지하 1층 지상 3층	지열,EHP	727.65	지열,EHP	752.826	전기보일러	59.76	26.7
관광 휴게 시설	2375.05	지상 2층	EHP	502	EHP	449.8	전기보일러	147.92	59.82
문화 및 집회 시...	6151.01	지하1층 지상4층(2...	보일러	10126.88	흡수식	3375.628	보일러	189.39	55.43
노유자 시설	2873.55	지하 1층 지상 4층	EHP	443.7	EHP	397.2	전기보일러	74	51.24
교육연구 시설	13026.26	지하 1층 지상 5층	GHP,EHP	1451.5	GHP,EHP	1296.8	보일러	186.48	26.83

https://datastudio.google.com/reporting/5ea8b15f-df2d-4ffc-8ded-44cb3713b61e/page/u97tC

①용도선택
②규모선택
③시스템확인
④신재생용량
⑤자립률확인

참고 서적 및 사이트

1. 한국에너지공단 신재생에너지백서
2. Zero Energy Building 인증안내서 2020 ver1
3. 건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지건축물 인증 기준
4. 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침
5. 에너지효율등급 인증 시스템 게시판
6. 국내 인증용 에너지 성능 평가 도구의 태양광발전시스템 생산량 분석 방법 고찰 및 개선방안
   -KIEAE Journal Vol.23 No.1(Wn.119)
7. Techno-economic analysis of an off-grid microhydro kinetic river system as a remote rural electrification option
   - Phillip Koko
8. www.flaticon.com

D.4 평가 사례 기반 ECO2 개요

교육 목표

ECO2 기계설비 평가

* 난방기기의 설비 이해와 난방기기에 따른 ECO2 입력 사례 설명
* 냉방기기의 설비 이해와 냉방기기에 따른 ECO2 입력 사례 설명
* 공조기기의 설비 이해와 공조기기에 따른 ECO2 입력 사례 설명

1 난방기기

난방기기의 종류

- 난방기기의 종류
  온수보일러(개별가스보일러, 가스온수기, 진공온수보일러, 흡수식 냉온수기 등)
  증기보일러(노통연관보일러. 수관보일러, 관류형 보일러, 흡수식 냉온수기 등)
  전기보일러(전기온수기, 전기보일러 등)
  EHP(전기히트펌프)
  GHP(가스히트펌프)
  지역난방
  연료전지
  지열히트펌프
  기타 난방기기

- 난방기기 종류에는 강의자료와 같이 온수보일러, 증기보일러, 전기보일러, EHP, GHP, 지역난방, 연료전지, 지열히트펌프 등이 있음
- 난방과 급탕이 별도의 기기로 설치되는 경우 각각의 기기를 생성하여 입력하고, 난방과 급탕 겸용 기기에는 단일 기기로 생성하여 입력할 수 있음
- ECO2 난방기기에는 난방용 난방기기와 급탕용 급탕기기를 생성하여 입력할 수 있음

개별 가스보일러 등

- 개별가스보일러는 난방과 급탕 겸용인 가정용 가스보일러가 있고, 급탕 또는 난방 전용 가스온수기가 있음

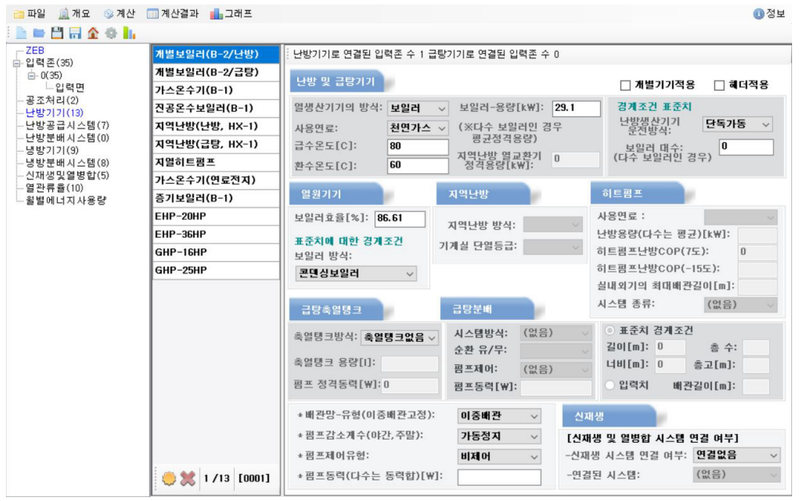


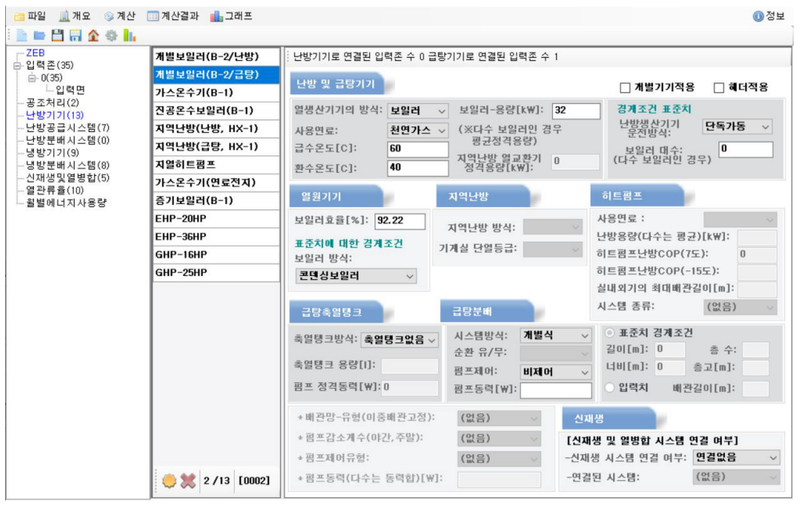
가정용 가스보일러



가스온수기

보일러 효율[%] (전부하기준) = (총발열량[kW]/가스소비량[kW]) ×100



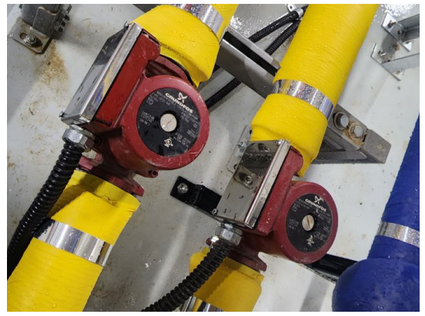


- 개별가스보일러의 난방과 급탕 용량 및 효율이 각각 도면에 있거나 현장에서 확인된 경우 ECO2 입력은 그림과 같이 난방과 급탕 기기를 분리해서 입력
- 난방과 급탕의 용량과 효율이 동일 한 경우에는 난방기기와 급탕기기를 하나로 생성하여 입력할 수 있음
- 보일러 효율은 전부하 기준 효율로 계산 (총발열량 / 가스소비량)*100
- 콘덴싱 보일러로 확인되거나 전부하효율이 87%이상인 경우 보일러 방식은 '콘덴싱보일러' 를 선택
- 보일러와 연결된 난방순환펌프가 있는 경우 '배관망-유형, 펌프감소계수, 펌프제어유형, 펌프동력 ' 을 입력하고, 난방분배시스템에서 난방배관길이를 입력
- 급탕순환펌프가 있는 경우 [급탕분배]의 '시스템방식, 순환 유무, 펌프제어, 펌프동력 ' 을 입력하고, 난방기기의 급탕배관 '입력치 ' 를 선택하고 배관길이를 입력

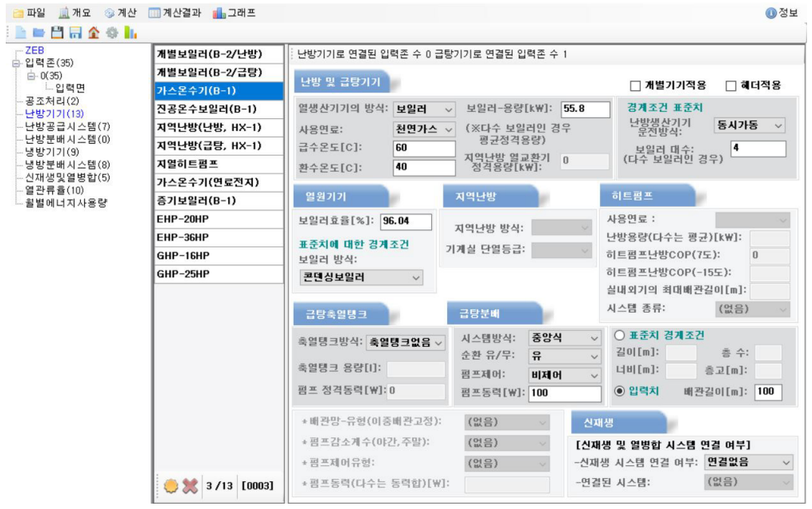
캐스캐이드보일러 등



[캐스캐이드 보일러]



[순환펌프]



- 캐스캐이드 보일러의 경우 여러대의 보일러가 병렬로 연결된 시스템으로 설치된 보일러 수량 만큼 입력해야 함
- 보일러 외부에 순환펌프에 대한 펌프동력을 입력해야 함
  이 때 예비용 순환펌프가 있는 경우 평가에서 제외해야 함
- 급탕분배 입력은 순환펌프가 설치되어 시스템방식 “중앙식“, 순환유무 “유“, 펌프제어 “비제어“
  (제어방식이 있는 경우 대수제어 또는 회전수제어), 펌프동력 입력함)
- 배관길이는 보일러에서 공급 말단(사용처)까지의 공급배관과 환수배관의 합인 전체길이를 입력함
- ECO2 입력화면 설명

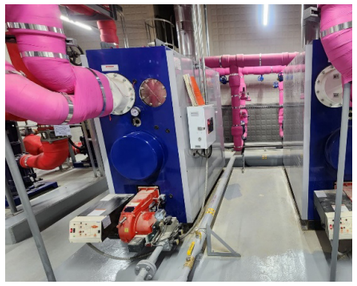
진공온수보일러 등



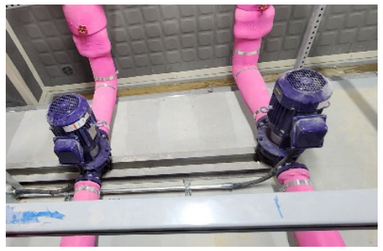
[진공온수보일러(급탕용)]



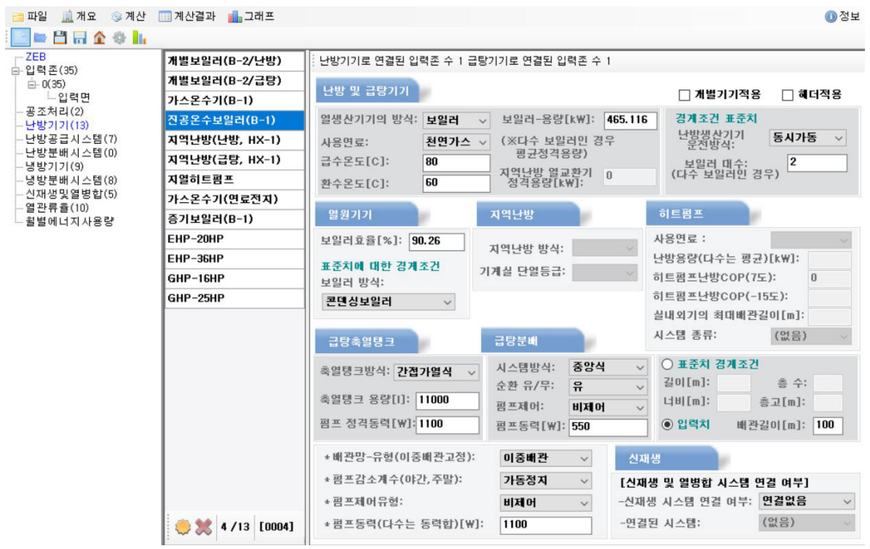
[진공온수보일러(난방/급탕 겸용)]

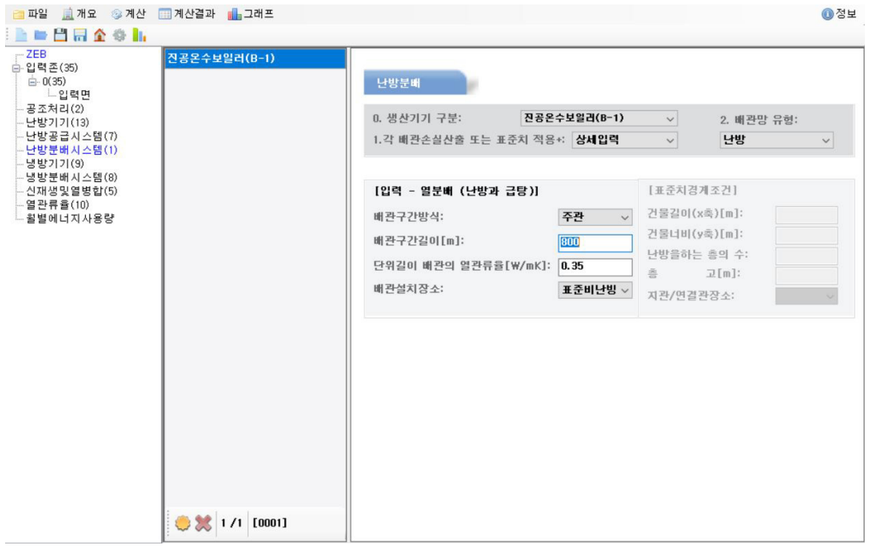


[진공온수보일러(난방용)]



[순환펌프]





보일러 효율[%] = {보일러용량/(가스소비량×고위발열량)} ×100

- 진공온수보일러의 경우 그림과 같이 급탕용, 난방용, 난방급탕 겸용으로 용도를 구분할 수 있음
- 용도에 따라 난방기기에서 장비를 생성하고 설치된 보일러 용량과 대수를 입력
- 보일러 효율은 보일러용량에 가스소비량(Nm3/h)과 가스발열량(kcal/Nm3)으로 계산해서 입력
- 보일러의 용도 난방용, 급탕용, 난방/급탕 겸용에 따라 연결된 배관에 있는 순환펌프(온수순환펌프, 급탕순환펌프, 급탕대류펌프 등) 동력을 입력 * 예비펌프 동력 제외
- 보일러에 연결된 난방배관과 급탕배관의 길이을 계산하고 급탕배관은 난방기기의 급탕배관길이 입력란에 난방배관은 난방분배시스템에 입력
- ECO2 입력화면 설명

EHP

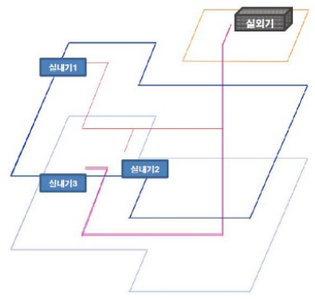


[EHP 실외기]

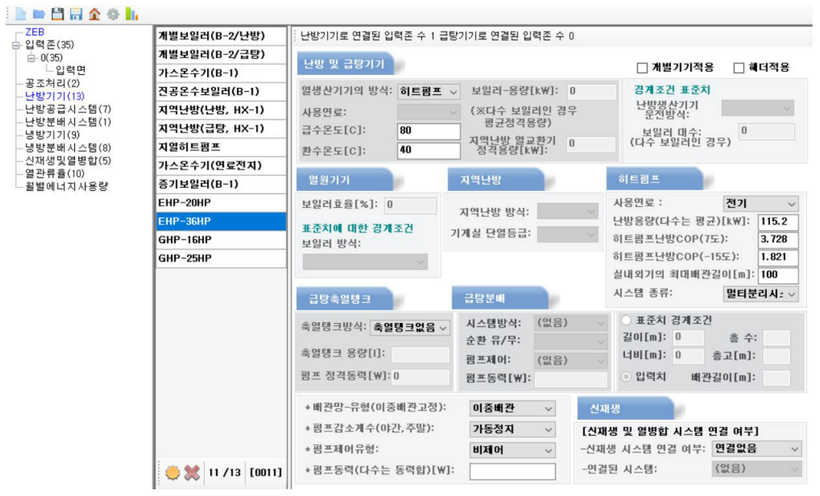
[EHP 난방분배]

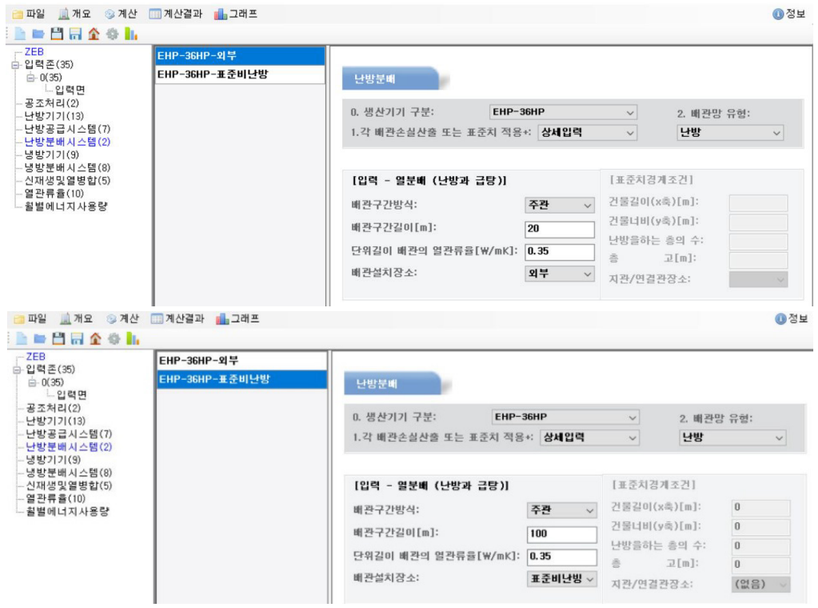
✓ EHP 난방분배길이 산정방법
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 산정

✓ EHP 난방분배 최대길이 산정방법
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 중 가장 긴 길이 적용 (실외기 3)



난방 COP
=정격용량[kW]/정격소비전력[kW]
난방 -15도 COP
=한랭지 정격용량/한랭지 정격소비전력
-15도 조건이 없는 경우
=난방 COP ×0.42





- 사용연료는 '전기 ' 로 선택
- EHP의 난방용량을 입력
- EHP의 성능계수 COP는 정격용량[kW]÷정격소비전력[kW]로 계산한다. * ECO2 평가에서는 정격소비전력으로 평가하므로 통합소비전력으로 계산하면 안됨
- 한랭지 COP는 한랭지 정격용량[kW]÷한랭지 정격소비전력[kW]로 계산합니다. * 한랭지 용량과 소비전력이 없는 경우 난방 COP에 0.42를 곱하여 계산
- 실내외기의 최대배관길이는 실외기로부터 가장 멀리 있는 실내기까지의 단방향 거리를 입력 (EHP 압축기의 기기효율 반영)
- 난방배관길이는 난방분배시스템에서 입력
- 실외에 EHP가 있는 경우 실외에 있는 배관설치장소를 '외부 ' 로 입력하고 배관길이를 입력
- 실내에 있는 EHP 배관은 PD, 천장안에 설치되므로 배관설치장소를 '표준비난방 ' 으로 입력하고 배관길이를 입력
- ECO2 입력화면 설명

GHP

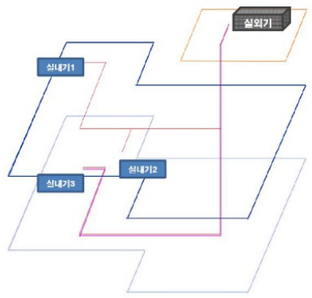


[GHP 실외기]

[EHP 난방분배]

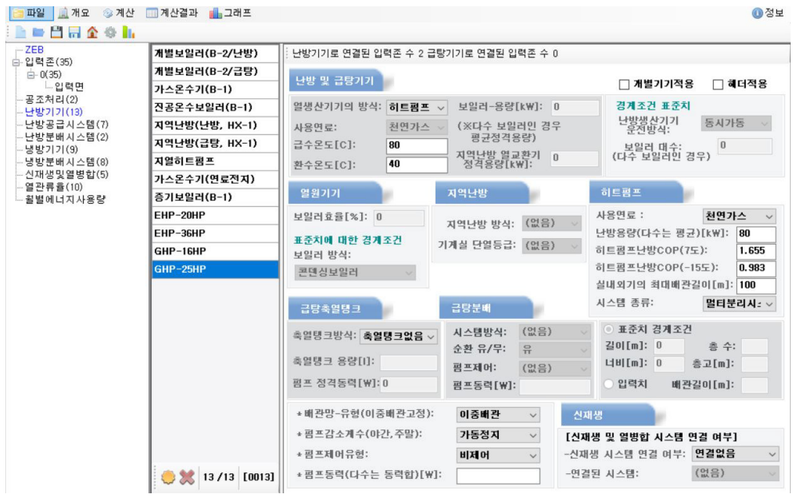
✓ **EHP 난방분배길이 산정방법**
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 산정

✓ **EHP 난방분배 최대길이 산정방법**
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 중 가장 긴 길이 적용 (실외기 3)



난방 COP
=난방용량[kW]/(가스소비량+소비전력) [kW]

난방 -15도 COP
=한랭지 난방용량/(한랭지 가스소비량+한랭지 소비전력)
-15도 조건이 없는 경우
=난방 COP ×0.42





- 사용연료는 가스도면을 확인하여 '천연가스' 또는 '액화가스 ' 를 선택
- GHP의 난방용량을 입력
- GHP의 성능계수 COP는 난방용량[kW]÷(가스소비량+소비전력)[kW]로 계산
- 한랭지 COP는 한랭지 정격용량[kW]÷(한랭지 정격소비전력+한랭지 소비전력)[kW]로 계산
  * 한랭지 용량과 소비전력이 없는 경우 난방 COP에 0.42를 곱하여 계산
- 실내외기의 최대배관길이는 실외기로부터 가장 멀리 있는 실내기까지의 단방향 거리를 입력
  (GHP 압축기의 기기효율 반영)
- 난방배관길이는 난방분배시스템에서 입력
- 실외에 GHP가 있는 경우 실외에 있는 배관설치장소를 '외부 ' 로 입력하고 배관길이를 입력
- 실내에 있는 GHP 배관은 PD, 천장안에 설치되므로 배관설치장소를 '표준비난방 ' 으로 입력하고 배관길이를 입력
- ECO2 입력화면 설명



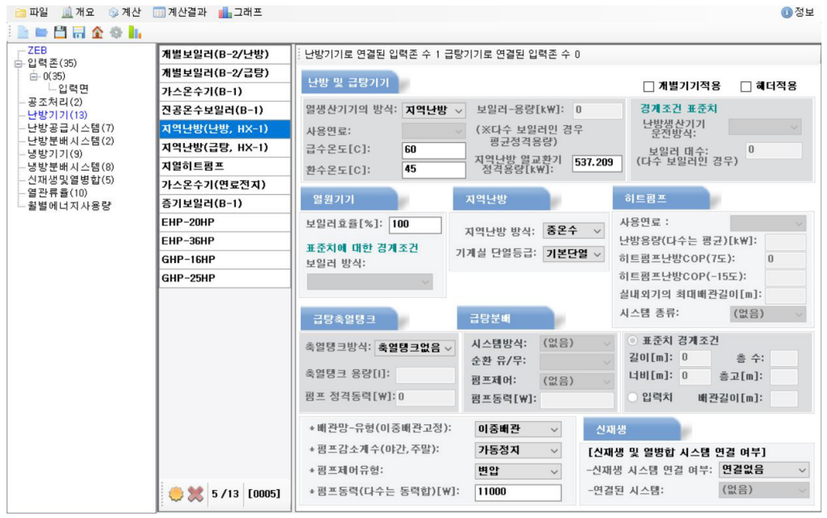
[지역난방 시스템]



[난방순환펌프(인버터부착형)]



[난방순환펌프(인버터 판넬형)]



- 지역난방 난방 및 급탕 급환수 온도는 장비일람표 도서등을 참고하여 입력
- 난방 및 급탕 열교환기 용량은 도서의 용량을 확인 후 단위환산(kcal/h -> kW) 등을 하여 입력
  * 급탕용량은 재열+예열 용량 입력, * 난방 열교환기가 2대 이상이 있는 경우 용량을 합산
- 지역난방 보일러 효율은 100%로 입력
- 지역난방 방식은 '중온수', 기계실 단열등급은 '기본단열 ' 로 입력
- 펌프감소계수는 주거용은 '정상가동', 주거용 이외는 '가동정지'로 선택
  * 병원과 같이 24시간 운전 프로필에 지역난방이 적용되는 경우 '정상가동 ' 으로 선택
- 펌프는 난방순환펌프와 급탕순환펌프 동력을 입력합니다. * 예비펌프 동력은 제외
- 펌프에 제어기능(대수제어, 인버터제어)이 있는 경우
  펌프제어유형에서 '대수제어는 정압', '인버터제어는 변압 ' 을 선택
- 배관길이는 앞서 난방기기의 배관길이와 동일한 방법으로 입력
- ECO2 입력화면 설명

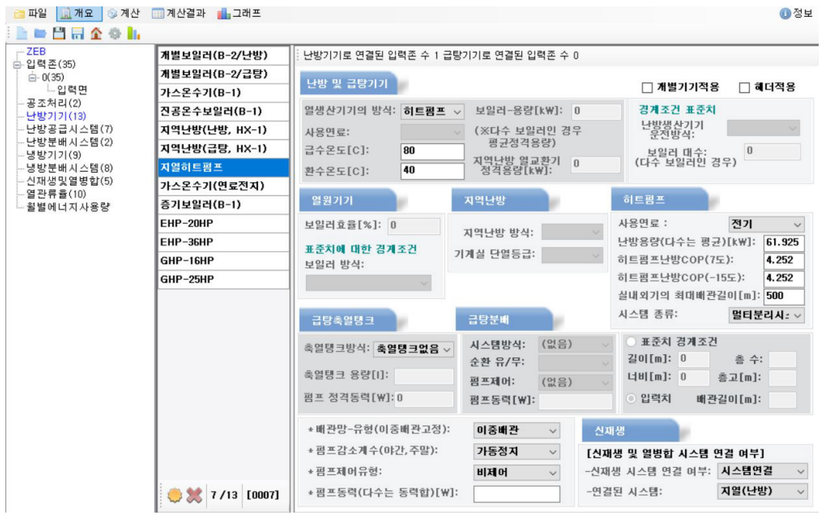
지열히트펌프

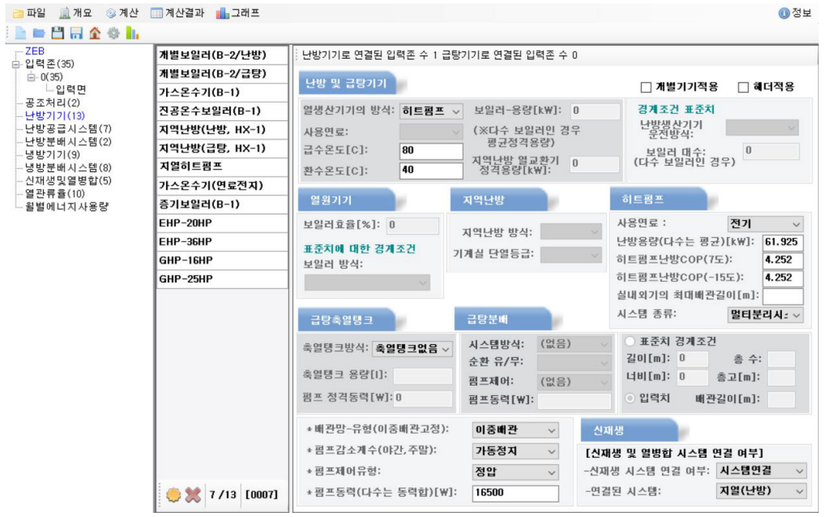


[지열히트펌프 시스템]


[냉난방순환펌프]

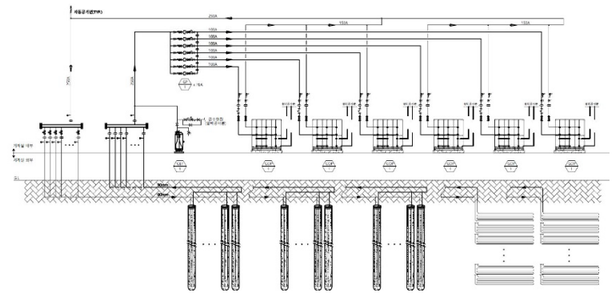

[지열순환펌프]



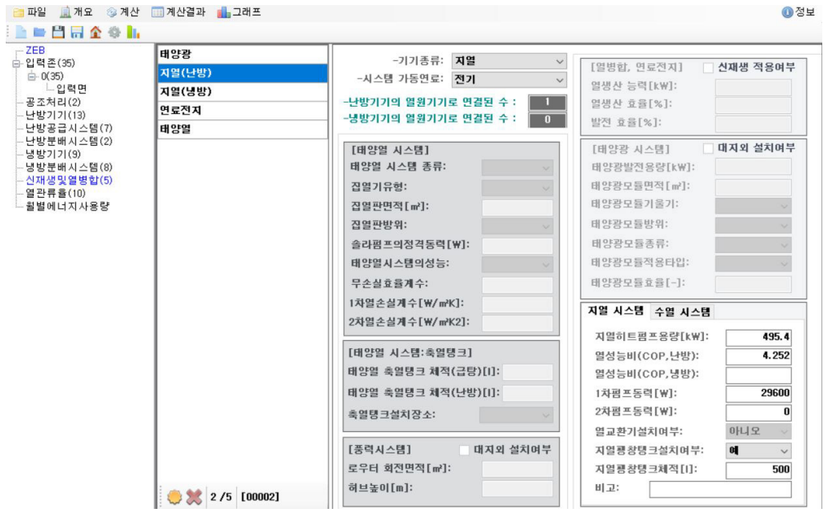


- 사용연료는 '전기 ' 로 선택
- 지열히트펌프의 평균 난방용량을 입력
- 지열히트펌프의 성능계수 COP는 정격용량[kW]÷정격소비전력[kW]로 계산
- 한랭지 COP는 난방 COP와 동일하게 입력 (연중 지중온도는 일정하므로 난방 COP와 동일하게 입력)
- 물(1차측-지중) 대 냉매(2차측-건물)의 경우 실내외기의 최대배관길이는 실외기로부터 가장 멀리 있는 실내기까지의 단방향 거리를 입력 (EHP 압축기의 기기효율 반영)
- 물(1차측-지중) 대 물(2차측-건물)의 경우 실내외기의 최대배관길이는 입력하지 않음 대신에 2차측 펌프인 냉온수순환펌프의 동력을 입력합니다. * 예비펌프 동력 제외
- 난방배관길이는 난방분배시스템에서 입력
- 핌프제어유형은 펌프 제어여부(대수제어, 인버터제어)에 따라 선택
- 신재생에서 신재생 시스템 연결 여부는 '시스템연결', 연결된 시스템은 '지열(난방)' 은 신재생및열병합 매뉴에서 먼저 만들고 선택
- ECO2 입력화면 설명

지열히트펌프-신재생



[지열히트펌프 시스템 계통도]



- 신재생및열병합 매뉴창에서 '지열(난방)'과 '지열(냉방)'을 각각 생성
- 기기종류는 '지열', 가동연료는 '전기 ' 를 선택합니다. * 가스구동형 지열히트펌프의 경우 '천연가스' 또는 '액화가스 ' 를 선택
- 난방 및 냉방 지열히트펌프 용량은 총 합산 용량을 입력
- 난방 및 냉방 COP는 지열(난방)과 지열(냉방)에 각각 입력
- 1차펌프동력은 지열순환펌프로 지열히트펌프-지중열교환기에 설치된 순환펌프의 동력을 입력
  * 예비펌프 동력은 제외
- 지열팽창탱크설치여부는 '예 ' 를 선택
- 지열팽창탱크체적을 도면에서 확인 후 입력
- ECO2 입력화면 설명

연료전지시스템(급탕)



[연료전지 시스템]



[연료전지 시스템 계통도]

- 연료전지 장비일람표의 종합효율, 발전효율은 저위 발열량 (LHV, Lower Heating Value) 기준으로 표시
- 프로그램 계산 시 고위 발열량(HHV, Higher Heating Value)로 환산하여 입력
- 발전량 10kW, 발전효율 37.8%(LHV), 종합효율 90.0%(LHV)

  [환산] 1) 발전량 : 10kW

  2) 발전효율 : 34.126%(HHV), {37.8×(9,290÷10,290)}

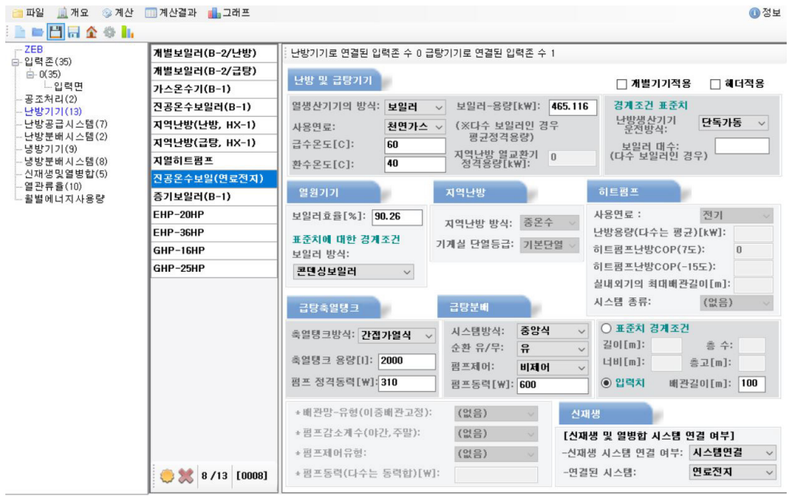
  3) 종합효율 : 81.254%(HHV), {90×(9,290÷10,290)}

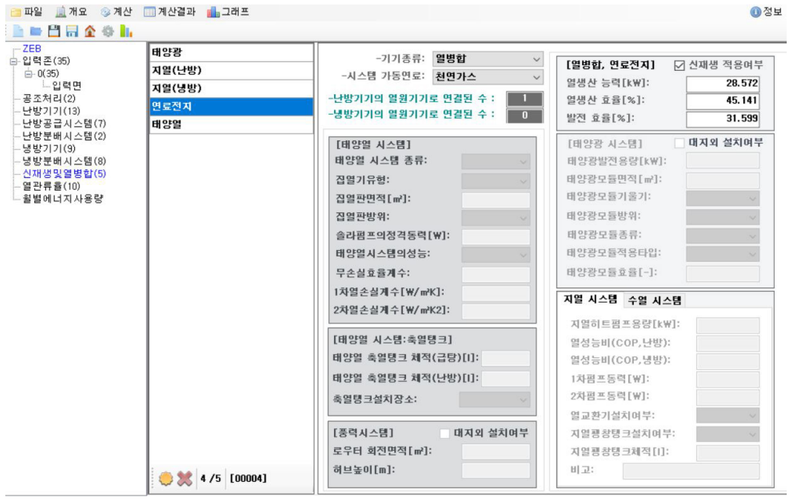
  4) 열생산효율 : 47.128%, (81.254-34.126)

  5) 열생산능력 : 13.81kW, (10÷34.126×47.128)

  열생산효율 = 종합효율-발전효율

  저위발열량 : 9,290kcla/Nm^3 , 고위발열량 : 10,290kcla/Nm^3





- 강의자료의 급탕용 연료전지시스템은 진공온수보일러와 연료전지시스템이 연결된 시스템
- 난방기기에서 급탕용 진공온수보일러의 용량, 효율 등을 입력
- 급탕출열탱크의 탱크 용량은 급탕용 저탕탱크 용량과 연료전지용 저탕탱크 용량을 합산하여 입력
- 급탕축열탱크의 펌프 정격동력은 진공온수보일러의 급탕대류펌프(진공온수보일러(-)>급탕용 저탕탱크) 동력을 입력
- 연료전지시스템의(연료전지(-)>연료전지용 저탕탱크) 순환펌프 동력을 급탕대류펌프 동력에 합산하여 입력
- 급탕분배 시스템방식은 '중앙식', 순환유무는 '유', 펌프제어는 '비제어', 펌프동력은 급탕순환펌프 동력을 입력
  * 예비펌프 동력 제외
- 급탕배관은 공급과 환수배관의 전체길이를 입력
- 신재생연결여부는 '시스템연결', 연결된 시스템은 '연료전지 ' 로 설정에 앞서 신재생및열병합 매뉴에서 연료전지를 먼저 만들고 입력
- ECO2 입력화면 설명

증기보일러



[[증기보일러(노통연관식)]



[[증기보일러(관류식)]

증기보일러 정격출력

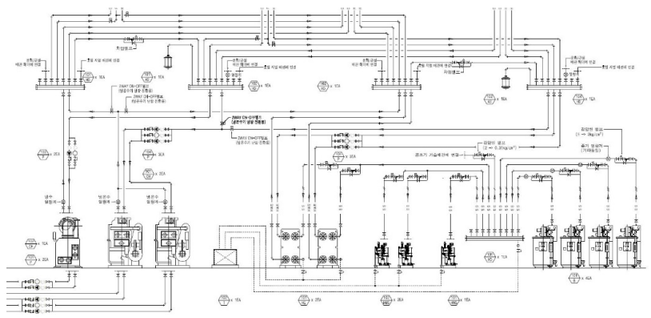
$P=S\times(A-B)\times1.163\times1/10^3$ [kW]

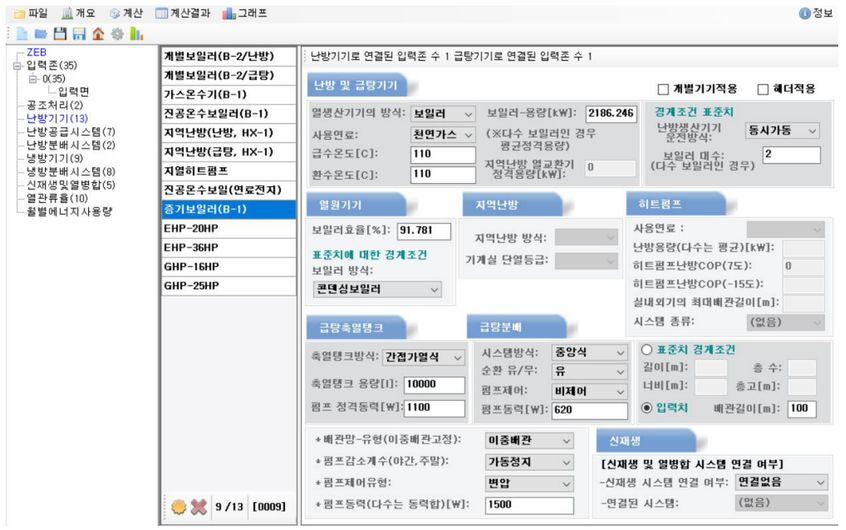
S : 증기발생량[kg/h]

A : 증기엔탈피(사용증기압력)

(10bar : 663.77 kcal/kg, 5bar : 663.77 kcal/kg)

B : 시수엔탈피(37.159 kcal/kg)





- 증기보일러의 사용연료를 선택
- 보일러의 급수온도와 환수온도는 110도를 입력 * 평가지침 내용
- 보일러 용량과 효율은 계산식으로 계산하여 입력
- 보일러 대수와 보일러의 제어방식 '순차기동' 또는 '동시가동 ' 을 선택
- 증기보일러의 증기가 난방용과 급탕용으로 사용되는 경우 난방과 급탕부분의 내용을 입력
- 난방부분은 난방용 열교환기에서 만들어진 온수를 실내로 공급할때 필요한 난방순환펌프 동력을 입력
  펌프의 제어가 있는 경우 제어방식을 선택 * 예비펌프 제외
- 급탕부분은 급탕용 열교환기에서 만들어진 온수를 급탕용 저탕탱크에 저장하고 실내로 공급할 경우 급탕순환펌프,
  급탕대류펌프, 급탕용 저탕탱크 용량을 입력
- ECO2 입력화면 설명

2 냉방기기

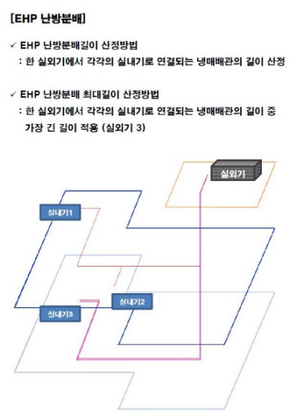
냉방기기의 종류

- 냉방기기의 종류
  - EHP(전기히트펌프)
  - GHP(가스히트펌프)
  - PAC(패키지 에어컨)
  - 흡수식 냉동기(직화식, 중온수식, 증기식)
  - 터보 냉동기, 스크류 냉동기
  - 지열히트펌프
  - 기타 냉방기기

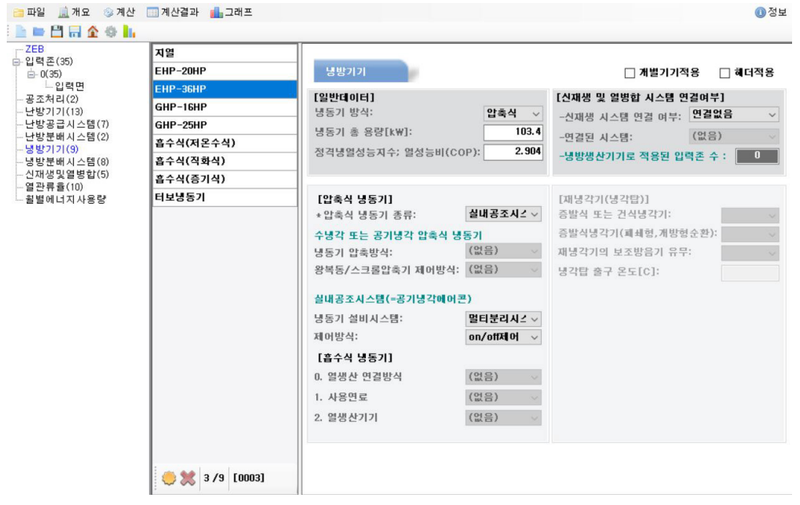
EHP



[GHP 실외기]



냉방 COP = 정격용량[kW]/정격소비전력[kW]



- 냉동기 방식은 '압축식 ' 으로 선택
- 냉동기 총 용량에 냉방용량을 입력합
- EHP의 성능계수 COP는 정격용량[Kw]÷정격소비전력[Kw]로 계산
  * ECO2 평가에서는 정격소비전력으로 평가하므로 통합소비전력으로 계산하면 안됨
- 압축식 냉동기 종류는 '실내공조시스템'으로 선택
  * EHP, GHP, PAC등은 실내공조시스템으로 선택
- 냉동기 설비시스템의 경우 실외기에 실내기가 연결된 방식에 따라 선택
  실외기에 2대 이상 실내기가 연결된 경우 멀티분리시스템으로 선택
- 제어방식은 EHP 압축기 제어방식에 따라 'on/off제어' 또는 '회전수제어'를 선택

GHP

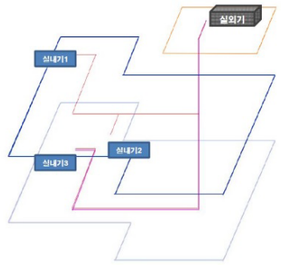


[GHP 실외기]

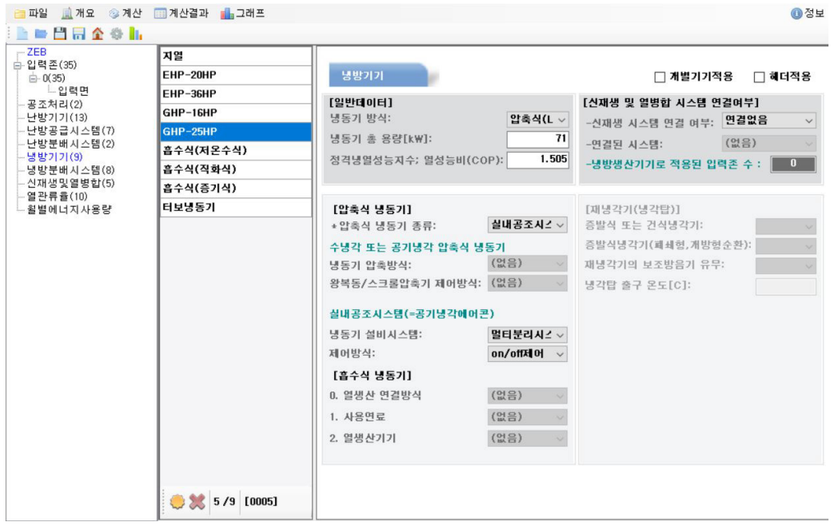
[EHP 난방분배]

✓ EHP 난방분배길이 산정방법
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 산정

✓ EHP 난방분배 최대길이 산정방법
: 한 실외기에서 각각의 실내기로 연결되는 냉매배관의 길이 중 가장 긴 길이 적용 (실외기 3)



냉방 COP = 냉방용량[kW]/(가스소비량+소비전력) [kW]



- 사용연료는 가스도면을 확인하여 '천연가스' 또는 '액화가스 ' 를 선택
- GHP의 냉방용량을 입력
- GHP의 성능계수 COP는 냉방용량[kW]÷(가스소비량+소비전력)[kW]로 계산
  * ECO2 평가에서는 정격소비전력으로 평가하므로 통합소비전력으로 계산하면 안됨
- 압축식 냉동기 종류는 '실내공조시스템'으로 선택 합니다. * EHP, GHP, PAC등은 실내공조시스템으로 선택
- 냉동기 설비시스템의 경우 실외기에 실내기가 연결된 방식에 따라 선택
  실외기에 2대 이상 실내기가 연결된 경우 멀티분리시스템으로 선택
- 제어방식은 EHP 압축기 제어방식에 따라 'on/off제어' 또는 '회전수제어'를 선택

지열히트펌프



[지열히트펌프 시스템]



[팽창탱크]



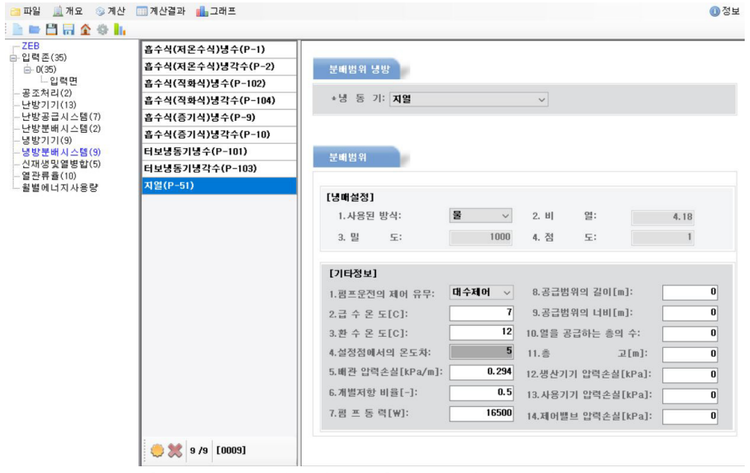


[지열순환펌프]

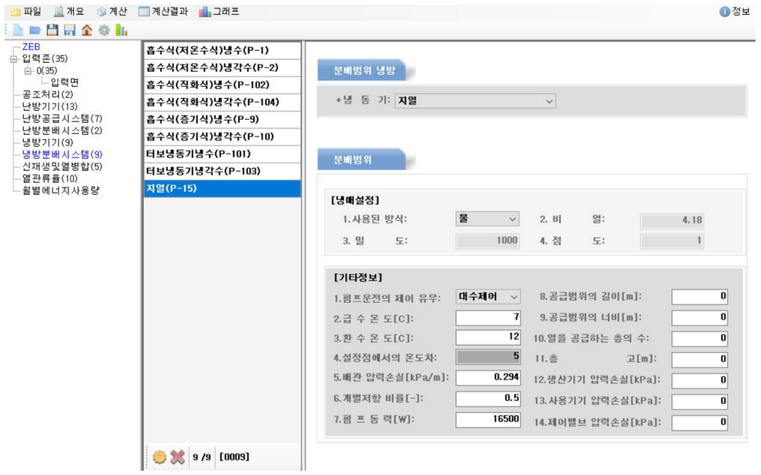
2.1.5 지열 2차측 냉온수 순환펌프 (P-51)

구 분	P-51	양 정 계 산		
용 도	지열 2차측 냉온수 순환	실양정	-	-
설 치 장 소	지하7층 기계실	직 관	140 m x 0.03 mAq/m	4.2
유량 (lpm)	610	부 속 류	직관의 50%	2.1
양정 (mAq)	23	밸 브	복합밸브	3
동력 (KW)	3.7	기 타	버퍼탱크 (11)	11
펌 프 형 식	IN-LINE	안 전 율	10%	적용
수 량	7대 (1대 예비)	합 계	20.3 mAq× 1.1 (S.F)	22.3

▶계산동력 = (610 lpm x 23 mAq x 1.1) / (6125 x 0.60 (펌프 효율)) = 4.2 kW ⇒ 3.7 kW



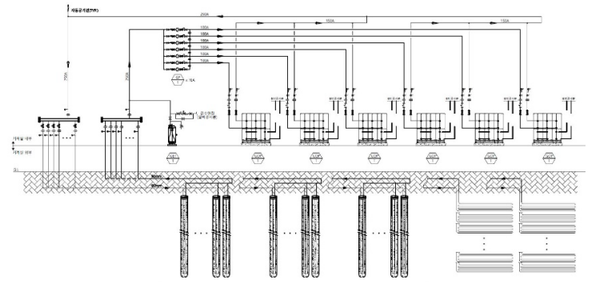
[지열히트펌프(냉방) 입력] 1차측(물)-2차측(냉매)



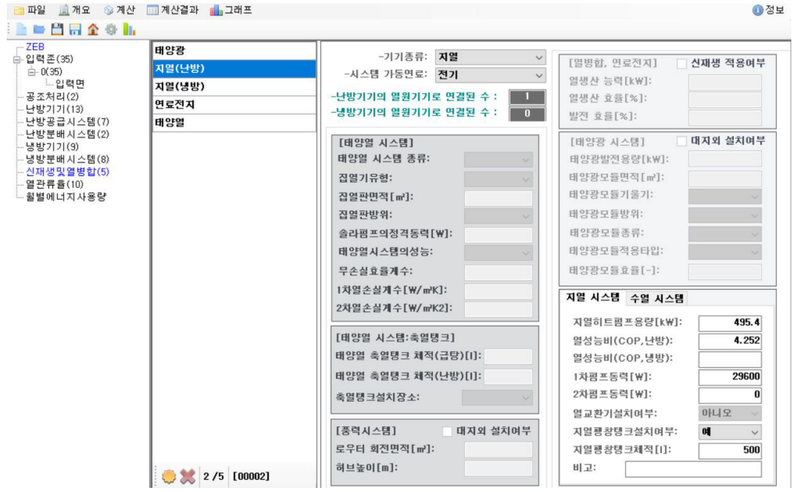
[지열히트펌프(냉방) 입력-냉방분배시스템] 1차측(물)-2차측(물)

- 냉동기 방식은 '압축식 ' 으로 선택
- 냉동기 총 용량에 냉방용량을 입력
- EHP의 성능계수 COP는 정격용량[Kw]÷정격소비전력[Kw]로 계산
- 압축식 냉동기 종류는 '실내공조시스템'으로 선택 * EHP, GHP, PAC등은 실내공조시스템으로 선택
- 냉동기 설비시스템의 경우 실외기에 실내기가 연결된 방식에 따라 선택
  실외기에 2대 이상 실내기가 연결된 경우 멀티분리시스템으로 선택
- 제어방식은 압축기 제어방식에 따라 'on/off제어' 또는 '회전수제어'를 선택
- 신재생 시스템 연결 여부는 '시스템연결'로 선택하고 연결된 시스템은 '지열(냉방)'을 선택
  * 냉방기기에서 지열기기를 만들기 전에 신재생및열병합 메뉴에서 '지열(냉방)'을 먼저 만들어야 함
- 지열시스템이 물 대 냉매의 경우 냉수순환펌프가 없으므로 냉방분배시스템의 '지열(P-15)'을 만들지 않음
  지열시스템이 물 대 물인 경우 냉방분배시스템에서 지열용 냉(온)수순환용 펌프를 작성해야 함
- 물 대 물 인 경우 냉방분배시스템에서 냉동기는 '지열'을 선택
- 냉매설정에서 순환 유체 종류에 따라 물 또는 40%글리콜을 선택
- 펌프운정의 제어 유무는 지열용 냉(온)수순환펌프의 제어 방식에 따라 선택
- 급수 및 환수온도는 지열히트펌프의 냉수 입출구 온도로 7도 /12도를 작성하고
  장비일람표 등 관련도서에 입출구 온도가 있는 경우 해당 내용으로 작성
- 배관 압력손실과 개별저항 비율 값은 냉(온)수순환펌프 장비용량계산서의 양정계산서에서 참고하여 작성

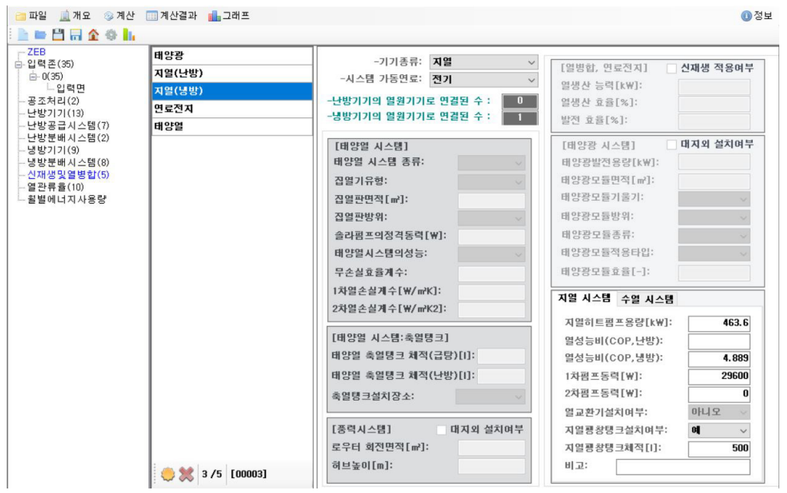
지열히트펌프-신재생



[지열히트펌프 시스템 계통도]



[신재생 지열히트펌프(난방) 입력]



[신재생 지열히트펌프(냉방) 입력]

- 신재생및열병합 매뉴창에서 '지열(난방)'과 '지열(냉방)'을 각각 생성
- 기기종류는 '지열', 가동연료는 '전기 ' 를 선택
  * 가스구동형 지열히트펌프의 경우 '천연가스' 또는 '액화가스 ' 를 선택
- 난방 및 냉방 지열히트펌프 용량은 총 합산 용량을 입력
- 난방 및 냉방 COP는 지열(난방)과 지열(냉방)에 각각 입력
- 1차펌프동력은 지열순환펌프로 지열히트펌프-지중열교환기에 설치된 순환펌프의 동력을 입력
  * 예비펌프 동력은 제외
- 지열팽창탱크설치여부는 '예 ' 를 선택
- 지열팽창탱크체적을 도면에서 확인 후 입력

흡수식냉동기

- 흡수식냉동기는 재생기의 사용열원에 따라 직화식 흡수식냉온수기, 중/저온수식 흡수식냉동기, 증기식 흡수식냉동기로 분류



[직화식 흡수식냉온수기]

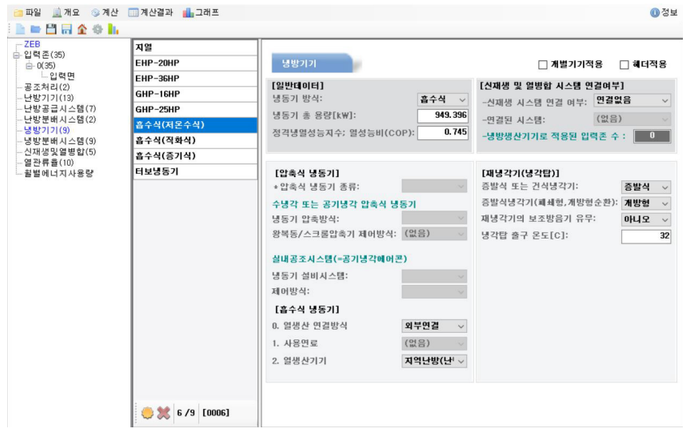


[중/저온수식 흡수식냉동기]



[증기식 흡수식냉동기]

흡수식냉동기의 COP 계산식
직화식 흡수식냉온수기 COP
: 냉방능력(용량)[kcal/h]÷(가스소비량[N㎥/h]×고위가스발열량[kcal/ N㎥])
중/저온수식 흡수식냉동기 COP
: (냉수유량[LPM]×냉수입출구 온도차[℃])÷(온수유량[LPM]×온수입출구 온도차[℃])
증기식 흡수식냉동기 COP
: 냉방능력 (용량)[kcal/h]÷{증기소비량[kg/h]×(증기엔탈피-응축수엔탈피)[kcal/kg]}



[중/저온수식 흡수식냉동기(냉방) 입력]



[직화식 흡수식냉동기(냉방) 입력]



[증기식 흡수식냉동기(냉방) 입력]

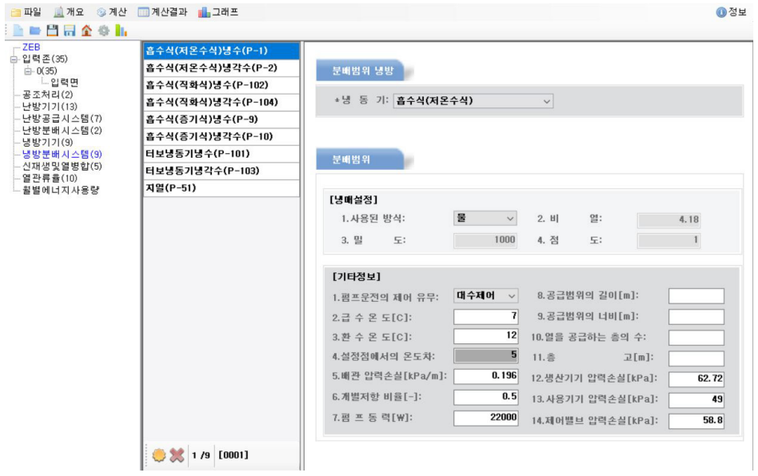
중/저온수식 COP :
= (1,360[LPM]×(12-7)[℃]) ÷ (228.3[LPM]×(95-55)[℃])
= 0.745
직화식 COP :
= (240[USRT]×3,024[kcal/h]) ÷ (54.9[N㎥/h]×10,400[kcal/ N㎥])
= 1.271
증기식 COP :
= (400[USRT]×3,024[kcal/h]) ÷
{1,400[kg/h]×(663.77[kcal/kg]-37.159[kcal/kg])}
= 1.379
* 1USRT=3,024kcal/h(3.52kW), 1RT(CGSRT)=3,320kcal/h(3.86kW)

- 중/저온수식 흡수식냉동기의 COP는 계산식과 같이 계산하여 입력
  냉동기 옹량은 도면의 용량을 확인하여 입력
- 냉동기 용량은 도면의 용량을 입력
  용량단위가 USRT인 경우 1USRT당 3,024kcal/h 또는 3.52kW로 환산하고 ,
  1CGSRT 또는 1RT인 경우 1RT당 3,320kcal/h 또는 3.86kW로 환산하여 입력
- 열생산 연결방식은 '외부연결 ' 을 선택하고,
  열생산기기는 난방기기에서 지역난방 열원으로 만들어진 '지역난방(난방)'을 선택
- 증발식 또는 건식냉각기는 냉각탑의 증발방식에 따라 '증발식(습식)' 또는 '건식냉각기'를 선택
- 증방식냉각기는 냉각수가 대기로 분사되어 냉각되는 방식인 경우 '개방형' 을 선택하고 냉각수가 냉각수 코일을 흐르면서 냉각되는 방식인 경우 '폐쇄형 ' 을 선택
- 냉각탑 출구온도는 도면의 출구온도를 기재
- 직화식 흡수식냉동기의 경우 흡수식냉동기의 COP는 계산식과 같이 계산하여 입력
  냉동기 용량은 도면의 용량을 확인하여 입력
- 중/저온수식 흡수식냉동기와 다른점은 열생산 연결방식을 '직화식 ' 으로 선택
- 사용연료는 일반적으로 '천연가스'를 사용하지만 직화식 흡수식냉동기 버너 연료를 확인하여 선택
- 증기식 흡수식냉동기의 경우 흡수식냉동기의 COP는 계산식과 같이 계산하여 입력
  냉동기 옹량은 도면의 용량을 확인하여 입력
- 중/저온수식 흡수식냉동기와 동일하게 열생산 연결방식을 '외부연결 ' 으로 선택
- 열생산기기는 난방기기에서 만들어진 '증기보일러(B-1) ' 을 선택

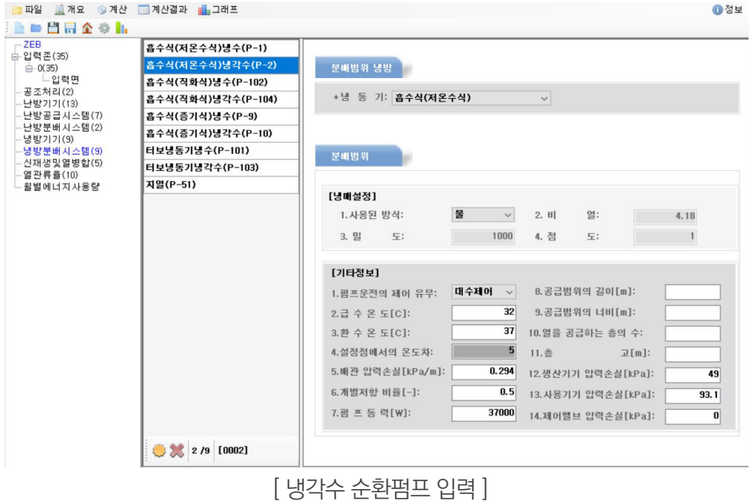

[냉수순환펌프]


[냉각수순환펌프]


[인버터제어 판넬]



[냉수 순환펌프 입력]



[냉각수 순환펌프 입력]

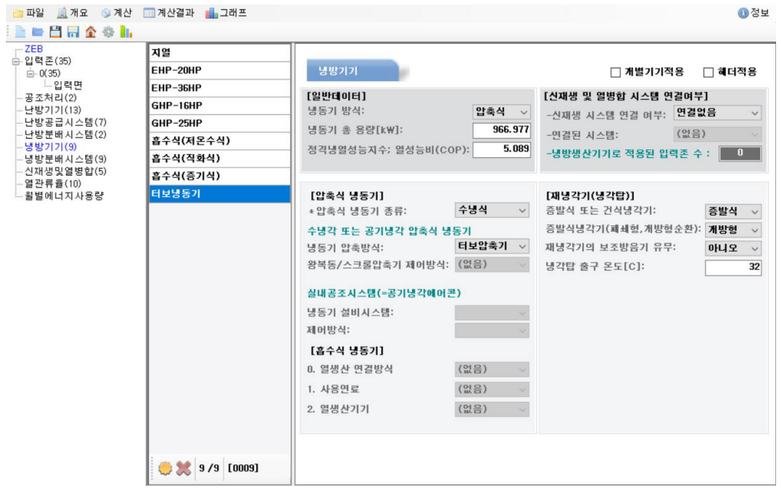
- 흡수식냉동기는 냉수 및 냉각수 순환펌프가 있으므로
  냉방분배시스템에서 냉수순환펌프와 냉각수순환펌프 항목을 작성
- 냉수순환펌프의 경우 냉동기는 냉수순환펌프와 연결된 흡수식냉동기를 선택
- 사용된 방식은 '물'을 선택
- 펌프운전의 제어 유무는 냉수순환펌프에 대수제어 또는 인버터제어에 따라 ' 제어' 또는 '대수제어'를 선택
- 급수 및 환수온도는 흡수식냉동기 입출구 온도로 7도 /12도를 작성하고
  장비일람표 등 관련도서에 입출구 온도가 있는 경우 해당 내용으로 작성
- 배관 압력손실과 개별저항 비율 값은 냉(온)수순환펌프 장비용량계산서의 양정계산서에서 참고하여 작성
- 냉수순환펌프 동력은 예비펌프 동력을 제외한 동력 합산값을 입력
- 냉각수순환펌프도 냉수순환펌프와 동일한 방법으로 입력
- 다만 급수 및 환수온도는 냉각탑의 입출구온도로 32도 / 37도를 도를 작성하고 장비일람표 등 관련도서에 입출구
  온도가 있는 경우 해당 내용으로 작성

터보/스크류 냉동기



[터보냉동기]

COP : 냉방능력(용량)[kW]÷전기소비량[kW]



[터보냉동기 입력]

- 터보냉동기의 경우 냉동기 방식은 '압축식'을 선택
- 냉동기 용량은 도면의 용량을 입력
  용량단위가 USRT인 경우 1USRT당 3,024kcal/h 또는 3.52kW로 환산하고 , 1CGSRT 또는 1RT인 경우
  1RT당 3,320kcal/h 또는 3.86kW로 환산하여 입력
- 압축식 냉동기 종류는 '수냉식'을 선택
  * 압축기의 종류는 응축열을 물로 냉각할지 공기로 냉각하는지에 따라 선택
- 냉동기 압축방식은 냉동기 종류에 따라 선탁하며 '터보압축기'로 선택
- 증발식 또는 건식냉각기는 냉각탑의 증발방식에 따라 '증발식(습식)' 또는 '건식냉각기'를 선택
- 증방식냉각기는 냉각수가 대기로 분사되어 냉각되는 방식인 경우 '개방형' 을 선택하고 냉각수가 냉각수 코일을
  흐르면서 냉각되는 방식인 경우 '폐쇄형 ' 을 선택
- 냉각탑 출구온도는 도면의 출구온도를 기재

3 공조기기

공조기기의 종류

- 공조기기의 종류
  - 공기조화기(AHU)
  - 외기조화기(OHU)
  - 열회수형 환기장치(전열교환기, ERV)
  - 기타 공조기기 등

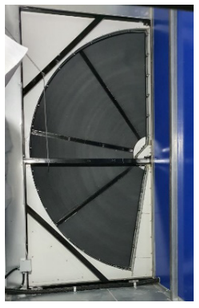
공기조화기(AHU)



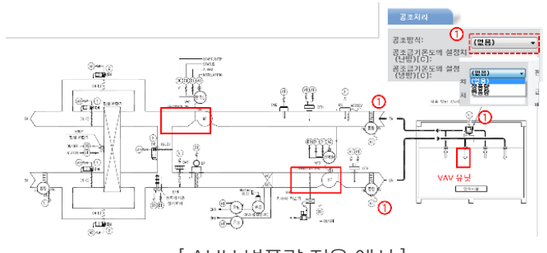
[공기조화기(AHU)]



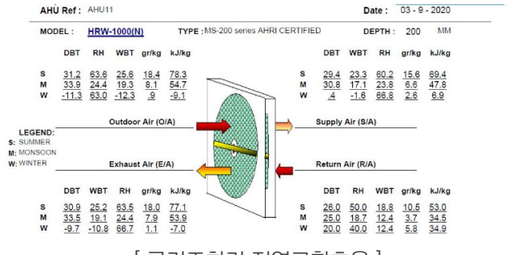
[인버터제어 판넬]



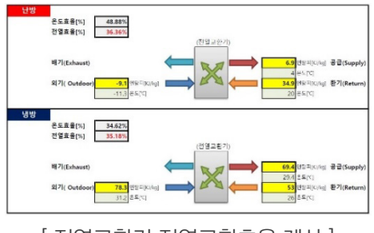
[AHU 전열교환기]



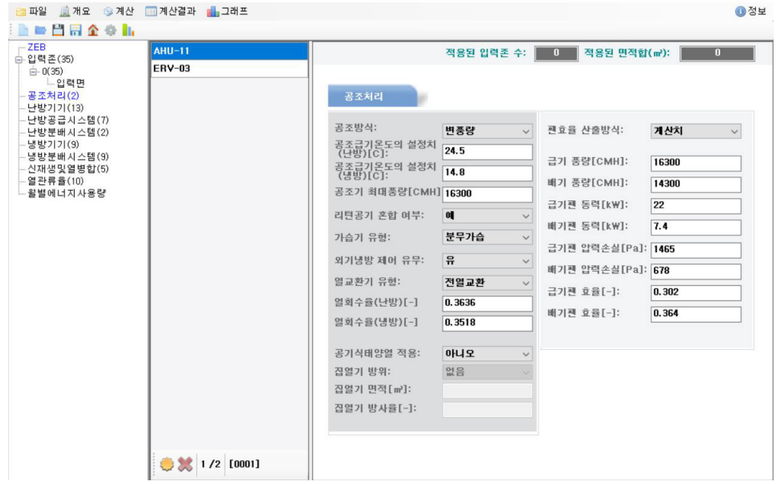
[AHU 변풍량 적용 예시]



[공기조화기 전열교환효율]



[전열교환기 전열교환효율 계산]

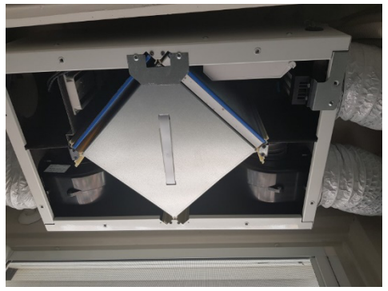


- 공기조화기의 공조방식은 '변풍량'과 '정풍량' 방식이 있음
- 변풍량 방식으로 입력할 경우 공기조화기의 송풍기는 가변풍량제어(인버터제어)가 되고 실별 실내온도조절 장치에 의한 풍량조절 유닛(VAV, CAV 등)이 설치된 경우에 '변풍량' 방식을 선택할 수 있음
- 공기조화기의 냉방 급기온도와 난방 급기온도는 도서의 실내 공급 공기 건구온도[Dry Bulb] 온도를 입력
- 공조기 최대풍량은 급기 송풍기와 배기 송풍기 중 큰 값으로 입력
- 리턴공기 혼합은 실내에서 공조기로 되돌아오는 덕트가 있는 경우 '예 ' 로 선택
  * 외기조화기 또는 주방용 급기용 공기조화기와 같이 급기된 공기를 모두 외기로 배출하는 기기는 '아니오 ' 로 선택
- 가습유형은 공기조화기에 가습기 설치 유무를 확인하고 분무 유형에 따라 선택
- 외기냉방 제어 유무는 '예 ' 로 선택
- 열교환 유형의 경우 OA와 EA의 온도만을 열교환하는 방식(히트파이프 등)은 '현열교환'을 선택하고 그림과 같이 온도와 습도에 대한 열교환하는 방식(회전형, 고정형 등)인 경우 '전열교환'을 선택
- 난방과 냉방 열회수율은 시험성적서 또는 제품 카달로그(AHU 부착형)을 참고하여 입력
  * KB B 6879 열회수형환기장치 시험성적서의 전열교환효율 값을 입력, 공기조화기의 경우 제품카달로그의 설치지역에 따른 외기와 실내 및 배기 공기의 엔탈피를 계산하여 전열교환효율 값을 입력
- 급기 송풍기와 배기 송풍기의 풍량, 동력, 압력손실(정압)은 도서의 내용을 입력

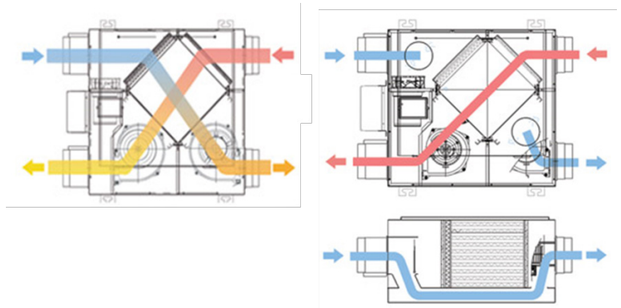
열회수형환기장치



[열회수형환기장치]



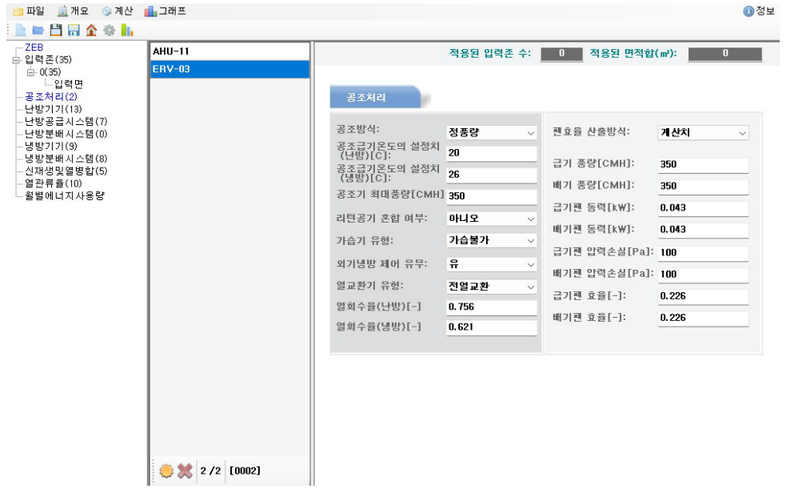
[열회수형환기장치 내부]



[열회수형환기장치 구조]

전열교환효율	냉방	%	61.2
	난방	%	70.6
에너지계수 (전열)	냉방	-	11.74
	난방	-	17.39

[열회수형환기장치 전열교환효율]



- 열회수형 환가장치의 공조방식은 '정풍량' 을 선택
- 열회수형 환가장치의 난방 급기온도는 20도, 냉방 급기온도는 26도로 입력
  * 실내설정온도와 동일하게 입력
- 공조기 최대풍량은 열회수형 환기장치의 급기풍량을 입력
- 리턴공기 혼합은 '아니오 ' 로 선택
  * 외기와 배기 공기의 직접 교환 없이 열교환기에 의한 열만이 이동되므로 공기 혼합은 없음
- 외기냉방 제어 유무는 '예 ' 로 선택
- 열교환 유형의 경우 OA와 EA의 온도만을 열교환하는 방식(히트파이프 등)은 '현열교환'을 선택하고 그림과 같이 온도와 습도에 대한 열교환하는 방식(회전형, 고정형 등)인 경우 '전열교환'을 선택
  * 고정형의 경우 열교환기가 맴브레인 소재인 경우 전열교환이 되고, 금속재인 경우 현열교환만 되는 제품도 있음
- 난방과 냉방 열회수율은 시험성적서를 참고하여 입력
  * KB B 6879 열회수형환기장치 시험성적서의 전열교환효율 값을 입력
- 급기 송풍기와 배기 송풍기의 풍량, 동력, 압력손실(정압)은 도서의 내용을 입력
- 급기팬과 배기팬의 동력을 입력할 경우 도서에는 송풍기 동력이 하나만 표기되어 있어 송풍기 동력을 2로 나눈 값을 급기팬 및 배개팬 동력으로 입력

2025
건축물에너지평가사
실무교육

● 공통훈련과정 [20h]

● 교육시간표

시간	차시	과정		교육내용	강사	소속
20시간	15분 * 2차시	A. 제도 및 사례 (온라인, 4시간)	A.1	ZEB 개요 및 정책	서재상 차장	한국에너지공단
	25분 * 1차시		A.2	BEMS 기술 개요	박주면 대표	제로엔
	25분 * 1차시		A.3	ZEB 컨설팅 사례	정경환 연구소장	청연
	25분 * 2차시		A.4	ZEB 인증 사례(주거/비주거)	이동건 센터장	한국생산성본부인증원
	15분 * 3차시		A.5	공통윤리교육	문양근 대표	엠코드 컨설팅
	25분 * 2차시	B. 요소 기술 (온라인, 9시간)	B.1	단열기술	오대석 소장	정온건축
	15분 * 3차시		B.2	열교방지기술	송진희 박사	롯데건설
	15분 * 3차시		B.3	창호, 커튼월 기술	엄재용 박사	이건창호
	15분 * 3차시		B.4	흡수식냉동기 및 배열시스템	정창호 교수	수원대학교
	15분 * 3차시		B.5	에너지효율 향상 설비기술	이진영 전무	하이멕
	15분 * 3차시		B.6	태양광, BIPV 설비 기술	윤종호 교수	한밭대학교
	15분 * 3차시		B.7	지열히트펌프 설비 기술	김의종 교수	인하대학교
	15분 * 3차시		B.8	연료전지 설비 기술	정재원 교수	한양대학교
	25분 * 2차시		B.9	기밀 확보 설계 및 시공기술	손진칠 대표	프로클리마
	15분 * 3차시	C. BEMS 운영 (온라인, 3시간)	C.1	BEMS 시스템 및 기능 이해	오재영 부장	SK 텔레콤
	15분 * 3차시		C.2	베이스라인 기반 운영성과관리	홍의선 책임	LG 전자
	15분 * 3차시		C.3	실내환경센싱연계 EHP 활용 운영	홍의선 책임	LG 전자
	15분 * 3차시	D. ECO2 평가 (온라인, 4시간)	D.1	ECO2 개요 (패시브,존)	허다운 전문위원	한국생산성본부인증원
	15분 * 3차시		D.2	ECO2 개요 (액티브)	박진희 팀장	한국생산성본부인증원
	15분 * 3차시		D.3	ECO2 개요 (신재생)	정송원 전문위원	한국생산성본부인증원
	15분 * 3차시		D.4	평가 사례 기반 ECO2 개요	정해권 과장	한국부동산원

2025
건축물에너지평가사
실무교육

● 공통훈련과정

Institute for Passive Zero Energy Building
IPAZEB 패시브제로에너지건축연구소

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 연구공원본관 123호
Tel 02-552-1012 Fax 070-4349-0435 E-mail info@ipazeb.org
www.ipazeb.org

Copyright © Ministry of Land, Infrastructure and Transport · Korea Energy Agency. All Rights reserved.

이 자료의 저작권은 한국에너지공단과 패시브제로에너지건축연구소에 있습니다.
패시브제로에너지건축연구소에서 교육용으로만 사용할 수 있으며, 그 외 용도를 위한 본 자료의 무단 전재와 무단 복제를 엄격히 금합니다.