

제14차 시민정책포럼

건물, 기후변화대응 어떻게 할 것인가?

- 일 시 2019년 09월 30일(월) 14시 ~ 16시
- 장 소 환경재단 레이첼카슨홀

주 관 기후변화행동연구소, 국토환경연구원

주 최 시민정책포럼

제14차 시민정책포럼

건물, 기후변화대응 어떻게 할 것인가?

기후변화, 기후위기, 기후비상사태... 지금의 상황을 일컫는 표현들이 점점 강해지고 있습니다. 그만큼 사회 모든 분야에서 온실가스 배출을 과감하게 줄이면서도 예측하기 어려운 날씨 패턴에도 적응할 지혜가 더 절실해집니다. 특히 폭염이나 미세먼지를 피해 실내에서 생활하는 경우가 많아지고 있어서 건물과 기후변화에 대해서 생각을 해보면 좋겠습니다.

제14차 시민정책포럼에서는 건물 부문은 기후변화 완화에 어떻게 기여하고 어떻게 적응할 것인지를 생각해보려고 합니다. 국가 온실가스 감축 로드맵에서 건물 부문에 대한 계획은 적절하게 마련되어 잘 이행되고 있는지, 그리고 개인과 집단이 건물에서 에너지소비량을 줄이는데 요긴할 기술은 무엇인지 함께 배우고 생각하는 시간으로 마련했습니다. 많은 분들이 오셔서 지혜를 보태주시면 좋겠습니다.

- 프로그램

일시: 2019년 09월 30일(월) 오후 2시 ~ 4시

장소: 환경재단 레이첼카슨홀

주관: 기후변화행동연구소, 국토환경연구원

주최: 시민정책포럼

발표1. 건물 부문 온실가스 감축 로드맵 평가 및 개선 방안

(박훈 기후변화행동연구소 연구위원)

발표2. 100% 재생가능에너지 시대를 위한 건물 분야 에너지소비량 줄임

기술들

(최우석 파시브기술연구소 소장)

좌장: 김남수 국토환경연구원 부원장

토론: 참석자 전원

※ 이 자료는 포럼 발제를 위한 보조 자료로서, 공식 출판물이 아닙니다.

시민정책포럼은

대학과 공공연구기관에 집중되어 있는 연구생태계에서 민간의 작은 연구소와 연구자들이 협력하며 우리 사회의 지속가능한 발전에 기여할 자율적이고 독립적인 민간 싱크탱크 네트워크가 되기를 꿈꾸고 있습니다. 그 일환으로 시민정책포럼이라는 이름으로 함께 모여 국내외의 주요 이슈들에 대하여 공부하고 생각을 나누고자 합니다. 포럼 주제 제안 등 많은 분들의 관심과 적극적인 참여를 부탁드립니다.

- 시민정책포럼은 참여 연구소들과 시민들의 자발적인 후원으로 진행되고 있습니다.
- 시민정책포럼 후원계좌: 우리은행 1005-702-442509(기후변화행동연구소)
- 관련 문의: 기후변화행동연구소(070-7124-6061, iccakorea@gmail.com)

제1차 시민정책포럼	제2차 시민정책포럼
<ul style="list-style-type: none"> ○ 주제: 민간싱크탱크의 네트워크 모색을 위한 세미나 ○ 일시: 2017년 12월 20일 오후 4시~6시 ○ 장소: 환경재단 레이첼카슨 홀 ○ 주관: 기후변화행동연구소, 국토환경연구원 ○ 주최: 한국연구협동조합, 한반도발전연구원, 사회자본연구원, 미래자원연구원, 환경과 문명 <p><발제></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사회자본과 협동조합(사회자본연구원 전재경) 2. 민간 싱크탱크의 플랫폼 구축을 위한 모색 (국토환경연구원/기후변화행동연구소 최동진) <p><토론></p> <p>좌장: 김남수(국토환경연구원 부원장)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 김영봉(한반도발전연구원 원장) - 박창석(한국환경정책·평가연구원 기획조정부 본부장) - 이상현(한신대 교수/녹색전환연구소) - 박성제(미래자원연구원 본부장) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주제: 미세먼지 문제, 무엇이 진실이고, 대책은 무엇인가? ○ 일시: 2018년 2월 8일 오후 4시~6시 ○ 장소: 환경재단 레이첼카슨 홀 ○ 주관: 민간 싱크탱크 네트워크 준비모임 ○ 주최: 기후변화행동연구소, 환경정의, 환경정책·평가연구원, 국토환경연구원 <p>- 사회: 김미선(환경정의연구소 부소장)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1부 기초발제 - 주제: 미세먼지 문제, 어떻게 볼 것인가? 장재연(아주대 예방의학교실 교수, 환경운동연합 공동대표) ○ 2부 토론 주제: 시민이 주도하는 미세먼지 대책 좌장: 김남수(국토환경연구원 부원장) - 정미선(전 서울시 대기관리과장) - 백명수(시민환경연구소 부소장) - 이상현(한신대 교수, 녹색전환연구소소장)

제3차 시민정책포럼	제4차 시민정책포럼
<p>○ 주제: 기후변화와 블록체인 거버넌스(I)</p> <p>○ 일시: 2018년 3월 16일 오후 5시~7시</p> <p>○ 장소: 서울시 NPO 지원센터(품다)</p> <p>○ 주관: 기후변화행동연구소, (주)아도스, 국토환경연구원</p> <p>○ 주최: 시민정책포럼 (녹색전환연구소, 환경정의연구소, 시민환경연구소, 한반도발전연구원)</p> <p>- 사회: 박훈(기후변화행동연구소 연구위원)</p> <p>- 좌장: 고재경(경기연구원 연구위원)</p> <p><발제></p> <p>1. 블록체인 기술, 어디까지 왔나 (이승원 (주)아도스 대표)</p> <p>5. 블록체인과 에너지·환경 문제 (김남수 국토환경연구원 부원장)</p> <p>3. 기후행동을 위한 블록체인 기술 적용 가능성 (최동진 기후변화행동연구소 소장)</p> <p><토론></p> <p>- 박현정(기후변화행동연구소 부소장)</p> <p>- 임송택(에코네트워크 대표)</p> <p>- 이상현(녹색전환연구소 소장, 한신대 교수)</p> <p>- 차동훈(서울물연구원 미래전략연구센터장)</p>	<p>○ 주제: 토지공개념과 환경정의</p> <p>○ 일시: 2018년 4월 26일 오후 2시~4시 30분</p> <p>○ 장소: 환경재단 레이첼카슨 홀</p> <p>○ 주관: 환경정의연구소</p> <p>○ 주최: 시민정책포럼(국토환경연구원, 기후변화행동연구소, 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 환경정의연구소, 한반도발전연구원, 한신대 지역발전센터)</p> <p>- 사회: 김미선(환경정의연구소 부소장)</p> <p>- 좌장: 최동진(국토환경연구원 대표)</p> <p>1부 기초발제</p> <p>- 토지의 공공성과 환경정의 반영운(환경정의연구소 소장, 충북대 교수)</p> <p>- 개발이익의 환수와 토지공개념 변창흠(세종대 교수)</p> <p>2부 지정토론 및 종합토론</p> <p>- 박용신(환경정의포럼 운영위원장)</p> <p>- 이상현(녹색전환연구소 소장)</p> <p>- 이태경(헨리조지포럼 사무처장)</p> <p>- 조성찬(토지+자유연구소 센터장)</p> <p>- 하승수(前 국민헌법자문특별위원회 부위원장)</p>

제5차 시민정책포럼	제6차 시민정책포럼
<p>○ 주제: 플라스틱을 어떻게 할 것인가</p> <p>○ 일시: 2018년 4월 27일 오후 4시~6시</p> <p>○ 장소: 서울혁신파크 공유동 2층 다목적홀</p> <p>○ 주관: 대안에너지기술연구소, 국토환경연구원, 기후변화행동연구소</p> <p>○ 주최: 환경정의연구소, 한반도발전연구원, 녹색전환연구소, 시민환경연구소</p> <p>○ 후원: 서울혁신파크</p> <p>- 사회: 박훈(기후변화행동연구소 연구위원)</p> <p>- 좌장: 김남수(국토환경연구원 부원장)</p> <p><발제></p> <p>주제: 플라스틱, 어떻게 할 것인가?</p> <p>발표: 강신호 (대안에너지기술연구소 소장)</p> <p><토론></p> <p>주제: 플라스틱 폐기물과 시민행동</p> <p>- 홍수열(자연순환사회경제연구소 소장)</p> <p>- 김종환(한국환경산업기술원 실장)</p> <p>- 강찬수(중앙일보 환경전문기자·논설위원)</p> <p>- 이세걸(서울환경운동연합 운영위원장)</p> <p>- 김고운(서울연구원 부연구위원)</p>	<p>○ 주제: 기후변화시대 지속가능한 한반도를 위한 남북 환경 협력 방향</p> <p>○ 일시: 2018년 6월 15일 오후 5시~7시</p> <p>○ 장소: 서울 NPO 지원센터 1층 대강당 '폼다'</p> <p>○ 주관: 국토환경연구원, 기후변화행동연구소, 한반도발전연구원</p> <p>○ 주최: 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 대안에너지기술연구소, 환경정의연구소</p> <p>- 인사말: 김영봉 원장(한반도발전연구원)</p> <p>- 좌장: 김남수 부원장(국토환경연구원)</p> <p><발제></p> <p>- 물: 최동진 소장(기후변화행동연구소)</p> <p>- 에너지: 박훈 연구위원(기후변화행동연구소)</p> <p>- 농업: 홍상영 국장(우리민족 서로돕기운동)</p> <p>- 산림: Bernhard Seliger 대표 (한스 자이텔 재단 한국 사무소)</p> <p><토론></p> <p>- 발제자 전원</p>

제 7차 시민정책포럼	제8차 시민정책포럼
<p>○ 주제: 개발사업의 사회영향 모니터링, 어떻게 할 것인가?</p> <p>○ 일시: 2018년 8월 30일 오후 3시 ~ 5시 30분</p> <p>○ 장소: 프란치스코 교육회관 710호</p> <p>○ 주관: 시민환경연구소</p> <p>○ 주최: 국토환경연구원, 기후변화행동연구소, 녹색전환연구소, 대안에너지기술연구소, 한반도발전연구원, 환경정의연구소</p> <p>사회 : 백명수 부소장 (시민환경연구소) 작장 : 이영희 소장 (시민환경연구소) 발제 1. 환경영향평가의 한계와 사회영향평가 도입방안(조공장 사회환경연구부장, 한국환경정책·평가연구원) 2. 사회영향모니터링: 시화호 송산그린시티 사례(서정철 대표, 시화지구지속가능발전협의회) 3. 사회영향모니터링: 금산 한국타이어 사례(길복종 실장, 대전충남시민환경연구소)</p> <p>토론</p> <ol style="list-style-type: none"> 이상헌 소장 (녹색전환연구소) 김정수 소장 (환경안전건강연구소) 김택천 이사장 (전라북도 강살리기추진단) 서규섭 회원 (팔당생명살림 유기농생산자조합) 	<p>○ 주제: 음식, 어떻게 먹고 어떻게 버릴까?</p> <p>○ 일시: 2018년 10월 26일 오후 4시~6시</p> <p>○ 장소: 서울 혁신파크 맛동(16동) 1층</p> <p>○ 주관: 대안에너지기술연구소, 국토환경연구원, 환경정의 먹거리정의센터</p> <p>○ 주최: 기후변화행동연구소, 환경정의연구소, 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 한반도발전연구원, 한신대학교 지역발전센터</p> <p>사회 : 김남수 부원장 (국토환경연구원)</p> <p>발표 1. 지속가능한 먹거리 체계와 서울시 푸드플랜(김소연, 환경정의 먹거리정의센터 정책위원장)</p> <p>발표 2. 남은 음식물 어떻게 자원화 해야 하나?(안철환, 온순한협동조합 대표)</p> <p>토론: 참여자 모두</p> <p>활동: 음식물 쓰레기 이용 연료 만들기 실험 둘러보기(안내 및 강의: 강신호 대안에너지기술연구소 소장)</p>

제 9차 시민정책포럼	제 10차 시민정책포럼
<p>○ 주제: 당신의 밥상이 남긴 발자국</p> <p>○ 일시: 2018년 11월 30일(금) 오후 3시 ~ 5시</p> <p>○ 장소: 환경재단 레이첼카슨홀</p> <p>○ 주관: 기후변화행동연구소, 한국 고기없는월요일</p> <p>○ 주최: 환경정의연구소, 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 한반도발전연구원, 한신대학교 지역발전센터, 국토환경연구원</p> <p>사회 : 임송택 (에코네트워크 대표)</p> <p>발표 1. 먹거리 기후행동 : 고기없는 월요일 (이현주 대표, 한국 고기없는 월요일, 기린한약국 원장)</p> <p>발표 2. 당신의 밥상이 남긴 탄소 발자국 (이윤희 선임연구원, 기후변화행동연구소)</p> <p>발표 3: 당신의 밥상이 남긴 물 발자국 (임송택 대표, 에코네트워크)</p> <p>토론</p> <p>1. 권옥자 이사장(한살림서울)</p> <p>2. 이길재 박사(농업기술실용화재단 기후변화대응팀)</p>	<p>○ 주제: 기후변화와 미세먼지</p> <p>○ 일시: 2019년 3월 29일(금) 오후 1시 ~ 3시</p> <p>○ 장소: 프란치스코 교육회관 420호</p> <p>○ 주관: 기후변화행동연구소, 국토환경연구원, 환경정의 유해물질·대기센터</p> <p>○ 주최: 대안에너지기술연구소, 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 한반도발전연구원,</p> <p>발표 1. 2050년 한반도의 기후변화와 환경 시나리오(최동진 기후변화행동연구소 소장)</p> <p>발표 2. 미세먼지 관련 데이터 살펴보기 (박훈 기후변화행동연구소 연구위원)</p> <p>좌장: 김남수 국토환경연구원 부원장</p> <p>토론</p> <p>1. 이경석 환경정의 유해물질·대기센터 팀장</p> <p>2. 왕지은 지속가능청년네트워크 청년숙의집행위원</p>

제 11차 시민정책포럼	제 12차 시민정책포럼
<p>○ 주제: 미세먼지 해결 범국가기구, 제대로 될 것인가</p> <p>○ 일시: 2019년 4월 25일(목) 오후 1시 30분 ~ 4시</p> <p>○ 장소: 프란치스코 교육회관 211호</p> <p>○ 주관: 기후변화행동연구소, 국토환경연구원</p> <p>○ 주최: 녹색전환연구소, 대안에너지기술연구소, 시민환경연구소, 환경정의 유해물질대기센터, 한반도발전연구원</p> <p>1부. '미세먼지 범국가기구'에 대한 의견 조사 결과 소개 (김남수 부원장, 국토환경연구원)</p> <p>2부 발표. 미세먼지 해결을 위한 '범국가기구'의 지속가능성 모색 (강찬수 환경전문기자, 중앙일보)</p> <p>좌장: 이우균 고려대학교 교수</p> <p>토론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 강신호 대안에너지기술연구 소장 2. 김동영 경기연구원 실장 3. 김홍철 환경정의 정책부위원장 4. 백명수 시민환경연구소 소장 5. 임재민 에너지전환포럼 연구원 	<p>○ 주제: 당신의 밥상이 남긴 발자국(II)</p> <p>○ 일시: 2019년 5월 30일(목) 오후 3시 ~ 5시</p> <p>○ 장소: 환경재단 레이첼카슨홀</p> <p>○ 주관: 기후변화행동연구소, 숲과 나눔</p> <p>○ 주최: 국토환경연구원, 녹색전환연구소, 대안에너지기술연구소, 시민환경연구소, 환경정의연구소, 한반도발전연구원</p> <p>발표 1. 고탄소 밥상 vs 저탄소 밥상 (이윤희 선임연구원, 기후변화행동연구소)</p> <p>발표 2. 케모포비아, 쓰레기 대란, 그리고 바이오 플라스틱 (오동엽 박사, 한국화학연구원)</p> <p>발표3. '쓰레기덕질' 하고 있습니다. (최지은, 쓰레기 덕질 빠띠, 쓰레기 제로생활 실천모임)</p> <p>좌장: 김남수 국토환경연구원 부원장</p> <p>토론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 송경호 더 피커(패키지프리 마켓) 대표 2. 임송택 에코네트워크 대표컨설턴트

제 13차 시민정책포럼

- 주제: 플라스틱 쓰레기 소각, 어떻게 볼 것인가
- 일시: 2019년 7월 18일(목) 오후 4시 ~ 6시
- 장소: 정동 프란치스코 교육회관 220호
- 주관: 대안에너지기술연구소, 기후변화행동연구소, 국토환경연구원
- 주최: 환경정의연구소, 녹색전환연구소, 시민환경연구소, 한반도발전연구원

발표 1. 폐기물 소각, 어쩔 수 없는 당위와 그 한계

(홍수열 자원순환연구소 소장)

발표 2. 플라스틱 쓰레기 소각이 남기는 문제와 대안

(강신호 대안에너지기술연구소 소장)

좌장: 김남수 국토환경연구원 부원장

토론: 참석자 전원

건물 부문
온실가스 감축 로드맵
평가 및 개선 방안

박훈

기후변화행동연구소 연구위원



기후변화행동연구소

Institute for Climate Change Action

“건물” 부문: 건물 + 공공·기타

건물(= 가정+상업)		공공·기타		
주거(≈가정)		비주거		
단독 주택	공동 주택	상업	공공	문교·사회
1. 단독 주택 (공관 포함) 2. 다가구 주택(다중 주택포함)	3. 다세대 주택 4. 연립 주택 5. 아파트(부대시설, 복리시설, 기숙사 포함)	1. 공동주택의 생활편익 시설 2. 제1종 근린생활 시설(공공시설 제외) 3. 제2종 근린생활 시설 4. 판매 시설 5. 운수 시설 6. 업무 시설(공공업무시설 제외) 7. 숙박 시설 8. 위락 시설 9. 위험물 저장·처리 시설 10. 자동차 관련시설	1. 제1종 근린생활 시설(동사무소, 경찰서, 파출소, 소방서, 우체국, 전신전화국, 방송국, 보건소, 공공도서관, 지역 의료보험조합, 지역자치센터, 지구대, 지역건강보험조합, 기타 공공시설) 2. 공공업무 시설(국가기관청사, 자치단체청사, 외국공관, 기타 공공업무시설) 3. 교정·군사 시설 4. 방송·통신 시설 5. 발전 시설 6. 분뇨·쓰레기 처리 시설	1. 문화·집회 시설 2. 종교 시설 3. 의료 시설 4. 교육·연구 시설 5. 노유자 시설 6. 수련 시설 7. 운동 시설 8. 묘지 관련시설 9. 관광·휴게 시설 10. 장례식장 11. 동식물 관련시설

- 참고: 공장, 위험물저장 및 처리시설, 동식물관련시설, 창고시설, 분뇨쓰레기처리시설은 건물 부문에 포함하지 않음
- 공공 부문: 중앙행정기관, 지방자치단체, 시·도 교육청, 공공기관, 지방 공사·공단, 국·공립 대학, 국립대 병원

조사 대상 에너지원

구분	출처	제공처의 용도구분	용도 구분 가정
전기	한국전력공사 홈페이지 내 자료실	가로등, 교육용, 농사용, 산업용, 심야용, 일반용, 주택용	-주거용: 주택용
			-비주거용: 일반용, 교육용
석유류	Petronet 홈페이지 내 시군구별·산업별 석유소비 현황	가정, 상업, 공공, 기타	-주거용: 가정
			-비주거용: 상업, 공공
도시가스	각 지역 도시가스 판매 업체	주택용, 업무용, 산업용, 열병합용, 열전용설비용, 일반용	-주거용: 주택용
			-비주거용: 업무용, 일반용
열에너지	집단에너지 정보넷	주택용, 상업업무용, 공공용, 산업용	-주거용: 주택용
			-비주거용: 상업업무용, 공공용

출처: 건축도시공간연구소 녹색건축센터, & 국토교통부 녹색건축과. (2015). 지역 녹색건축물 조성계획 수립 매뉴얼. 세종: 건축도시공간연구소.

수정·보완 로드맵의 부문별 감축 목표 및 기존 (2016년) 로드맵과의 비교(단위: 백만 톤, %)

부문		배출 전망 (BAU)	기존 로드맵 (2016.12.)		수정안(2018.7.)	
			감축 후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률	감축 후 배출량 (감축량)	BAU 대비 감축률
배출원 감축	산업	481.0	424.6	11.7%	382.4	20.5%
	건물	197.2	161.4	18.1%	132.7	32.7%
	수송	105.2	79.3	24.6%	74.4	29.3%
	농축산	20.7	19.7	4.8%	19.0	8.2%
	폐기물	15.5	11.9	23.0%	11.0	28.9%
	공공·기타	21.0	17.4	17.3%	15.7	25.3%
	탈루 등	10.3	10.3	0.0%	7.2	30.5%
감축수단 활용	전환	(333.2) ¹	- 64.5		(확정 감축량) - 23.7 (추가감축잠재량) - 34.1 ²	(42.2%)
	E신산업/CCUS	-	- 28.2	-	- 10.3	-
	산림흡수원		-		- 22.1	4.5%
	국외감축 등	-	- 95.9	11.3%	- 16.2	
기존 국내감축			631.9	25.7%	574.3	32.5%
합계		850.8	536.0	37.0%	536.0	37.0%

비고: 1. 전환부문 배출량(333.2백만톤)은 전기 및 열 사용량에 따라 부문별 배출량에 포함되어 합계로 산정됨; 2. 전환부문 감축량 23.7백만톤 확정, 추가감축 잠재량은 '20년 NDC 제출전까지 확정.

2017년 기준 이산화탄소 배출량 상위 10개 당사국의 NDC 비교

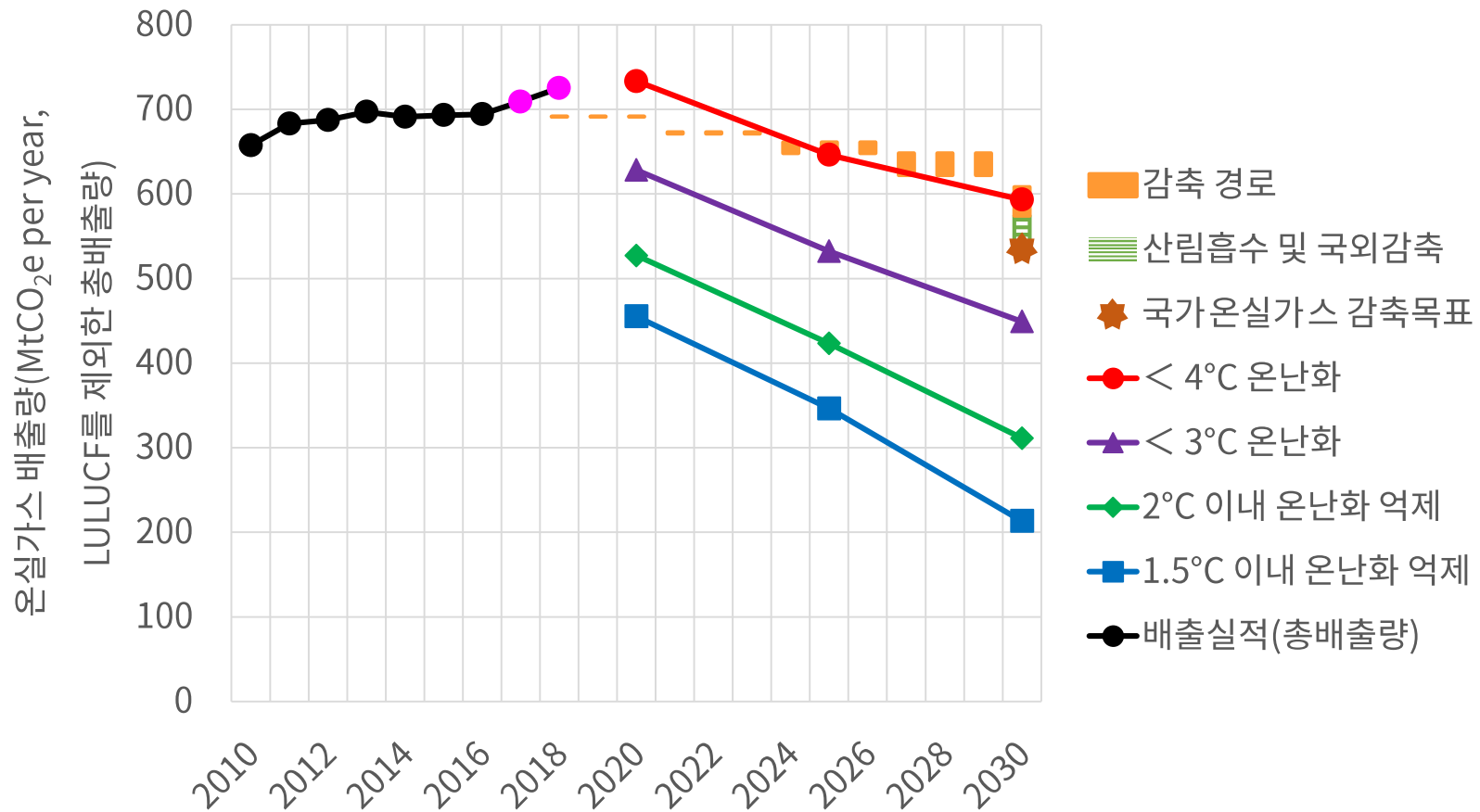
NDC = 국가결정기여(Nationally Determined Contribution)

당사국	2017년 CO ₂ 배출량 (백만톤 CO ₂)	목표유형	기준연도	목표연도	목표치	IMM	LULUCF
중국	9,839	집약도	2005	2030	- 60~- 65%	언급 없음	언급 없음
미국	5,270	절대량	2005	2025	- 26~- 28%	불포함	포함
유럽연합	3,544	절대량	1990	2030	- 40%	불포함	추후 결정
인도	2,467	집약도	2005	2030	- 33~- 35%	포함 가능	언급 없음
러시아	1,693	절대량	1990	2030	- 25~- 30%	언급 없음	포함
일본	1,205	절대량	2013	2030	- 26%	포함	포함
독일	799	절대량	1990	2030	- 40%	불포함	추후 결정
이란	672	BAU	-	2030	- 4%(- 12%)	포함	언급 없음
사우디아라비아	635	절대량	-	2030	130 백만톤 CO ₂ 회피	언급 없음	언급 없음
한국	616 (참고: 2017년 GHG 배출량 = 709 백만톤 CO ₂ eq)	BAU	-	2030	- 37%	포함	추후 결정
		참고	1990	2030	+83%		
			2005	2030	- 4%		
캐나다	573	절대량	2005	2030	- 30%	포함	포함

참고: IMM = 국제시장메커니즘(로드맵의 “국외 감축”); LULUCF = 토지이용, 토지이용 변화 및 임업(로드맵의 “산림흡수원”).

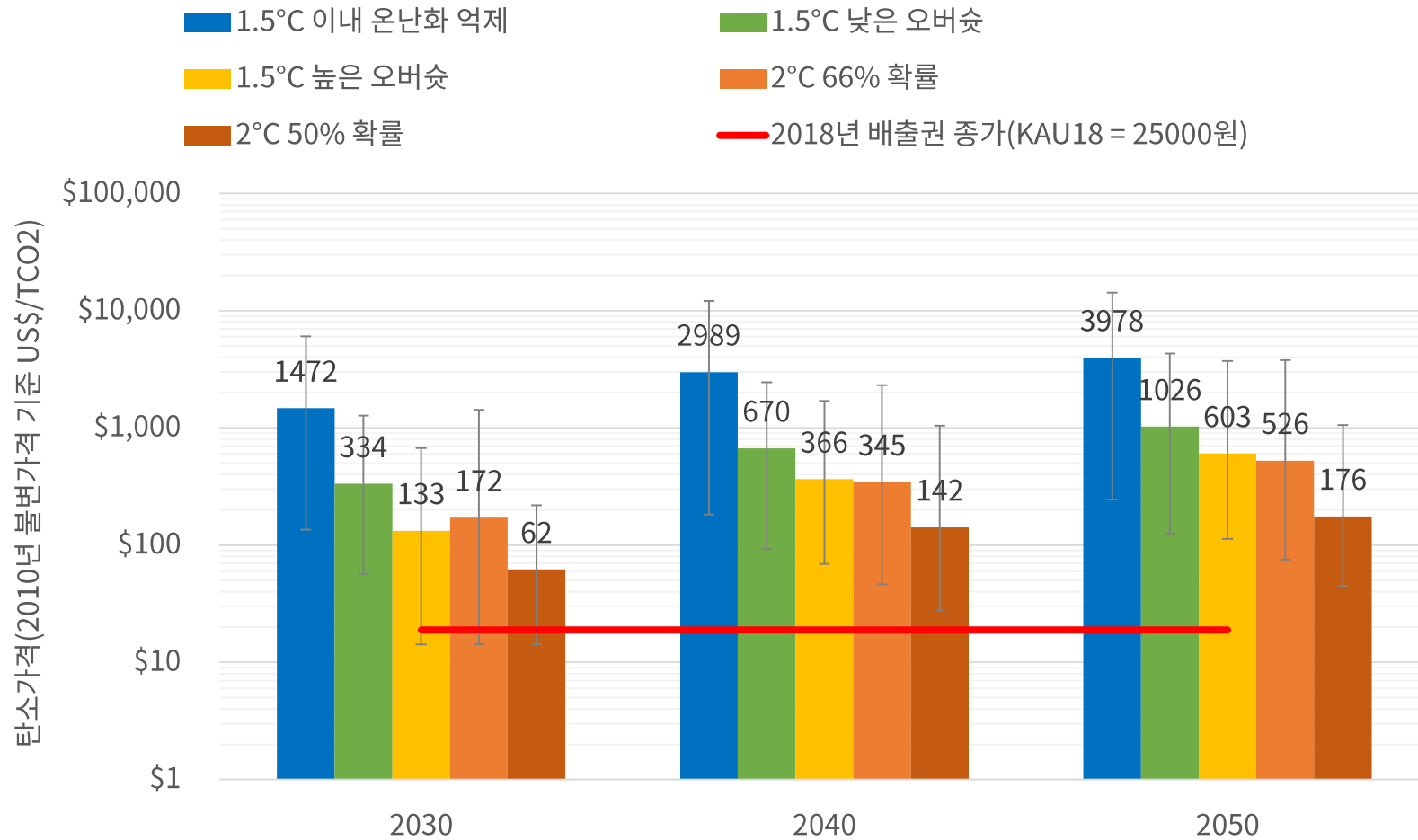
출처: NDC = 환경부. (2018). NDC 제출현황('18.4.18 기준); 2017년 이산화탄소 배출량 = Le Quéré et al. (2018). Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141-2194.; 한국 온실가스 배출량 = 홍일표 국회의원. (2019). 장기저탄소 발전전략, 2050 비전을 논하다! 국회기후변화포럼 보도자료(6월 24일).

2030 온실가스감축로드맵 수정안의 감축경로와 국제 기후변화 완화 목표(CAT) 비교



- 로드맵 = 온실가스종합정보센터. (2018). 2018 국가 온실가스 인벤토리 보고서. 서울: 온실가스종합정보센터.
- 2010~2016 온실가스 배출량 = 온실가스종합정보센터. (2018). 2018 국가 온실가스 인벤토리 보고서. 서울: 온실가스종합정보센터.
- 2017~2018 온실가스 배출량 잠정치 = 홍일표 국회의원. (2019). 장기저탄소 발전전략, 2050 비전을 논하다! 국회기후변화포럼 보도자료(6월 24일).
- 국제 기후변화 완화 목표 = Climate Action Tracker. (2018). *Country Assessments 2018*. Ecofys and NewClimate Institute.

지구온난화 억제 목표 단계별 탄소 가격(IPCC, 2018; SR15)

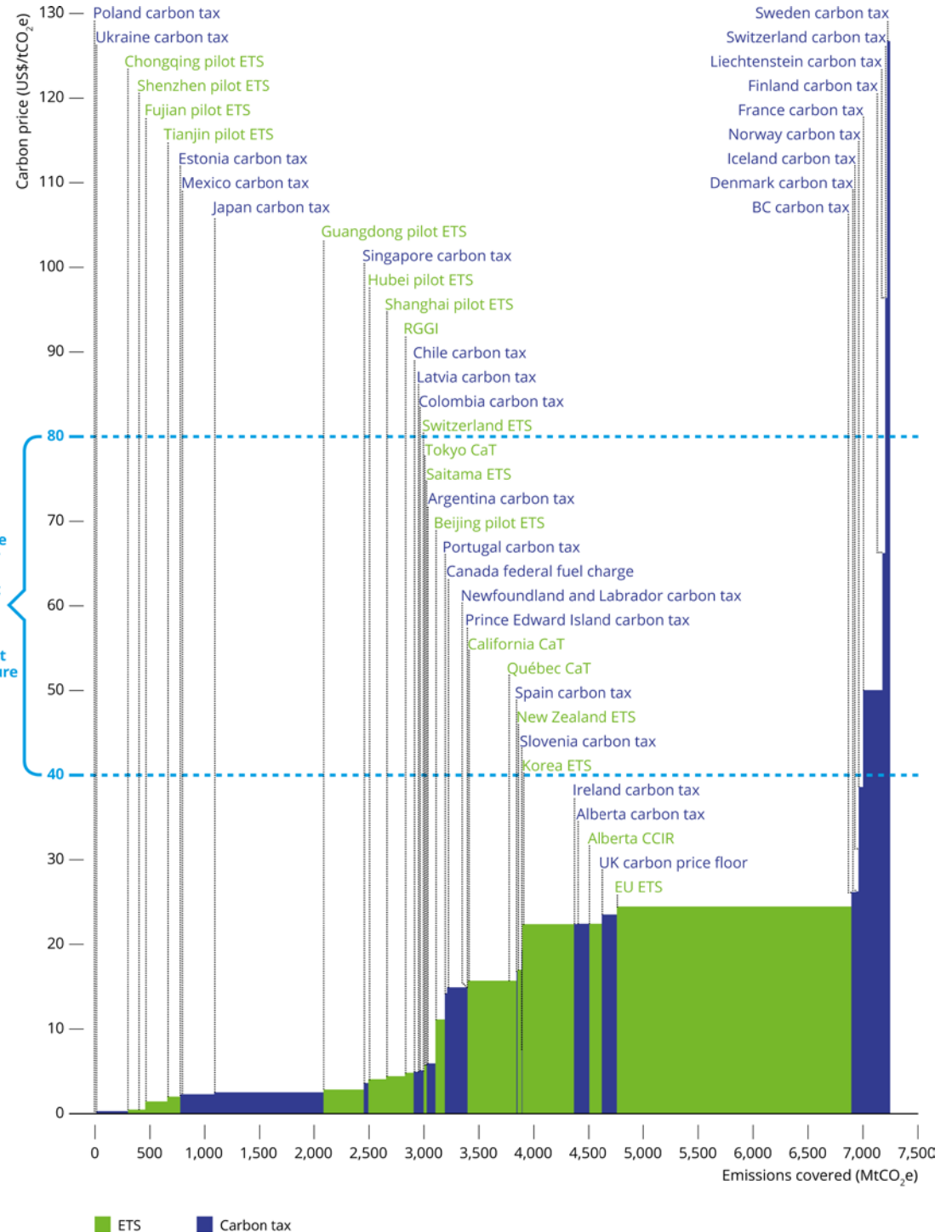


탄소세와 배출권거래제

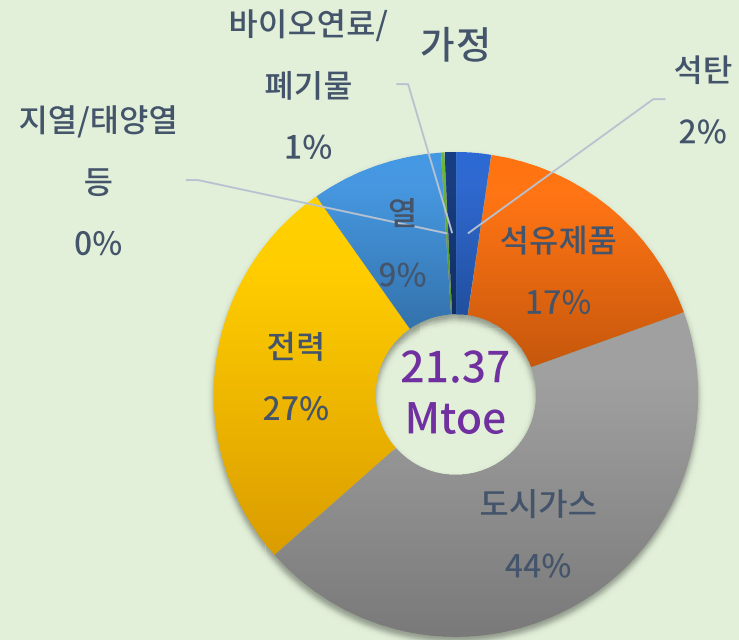
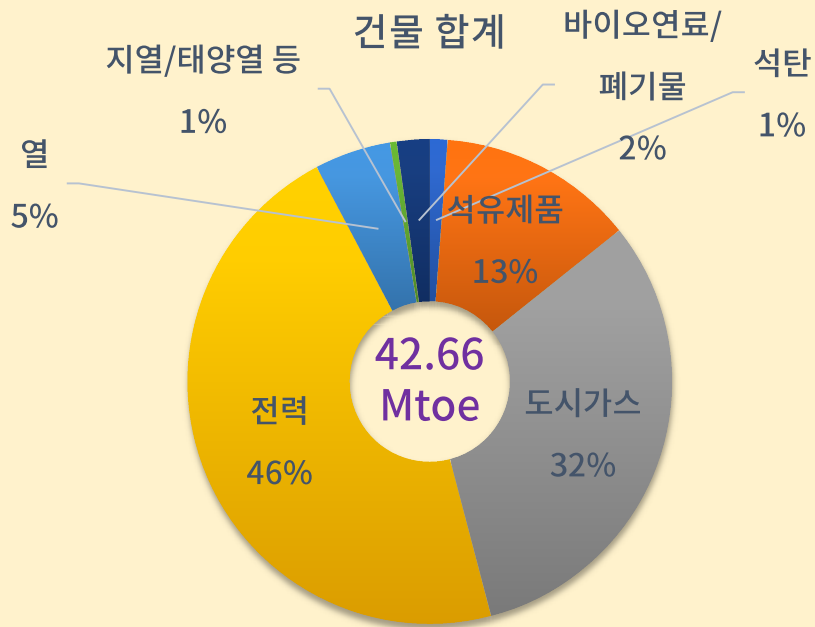
- 2019년 4월 1일 현재 세계 탄소세율과 배출권 가격 수준 비교
- 하늘색 표시 범위: 2 °C 온난화 억제 목표를 만족하는 탄소 가격(2020년까지 이산화탄소 환산 톤당 \$40~80 *)

* High-Level Commission on Carbon Prices. (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices*. Washington, DC: World Bank.

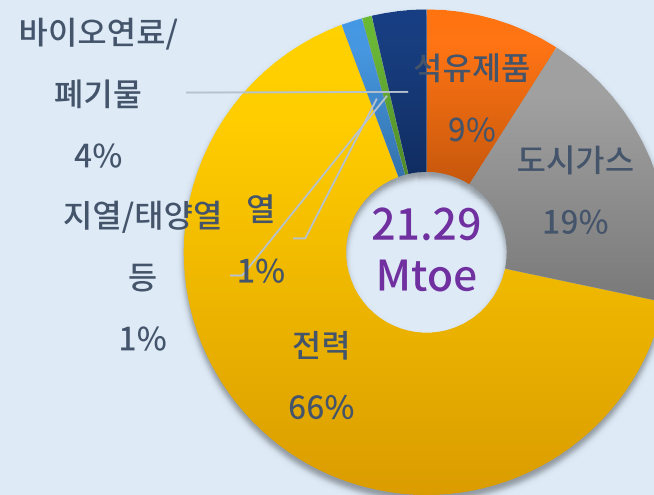
Minimal price range needed by 2020 to be consistent with achieving the Paris Agreement temperature target.



출처: World Bank. (2019). *State and Trends of Carbon Pricing 2019*. Washington, DC: World Bank.



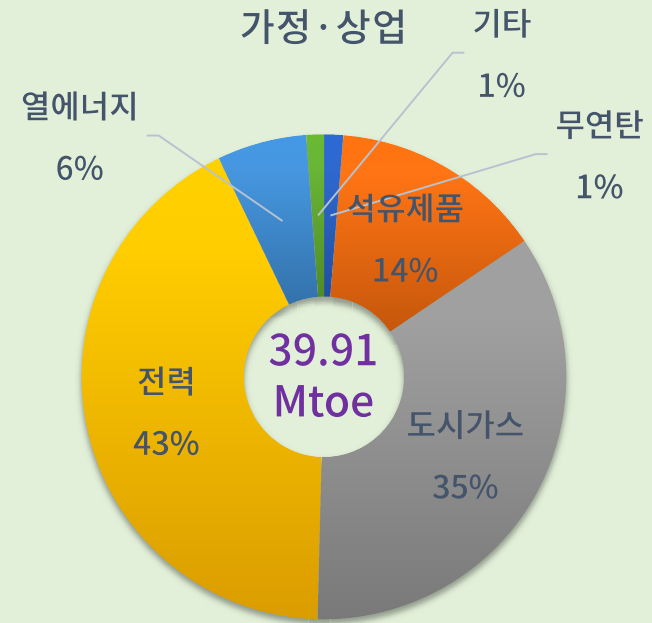
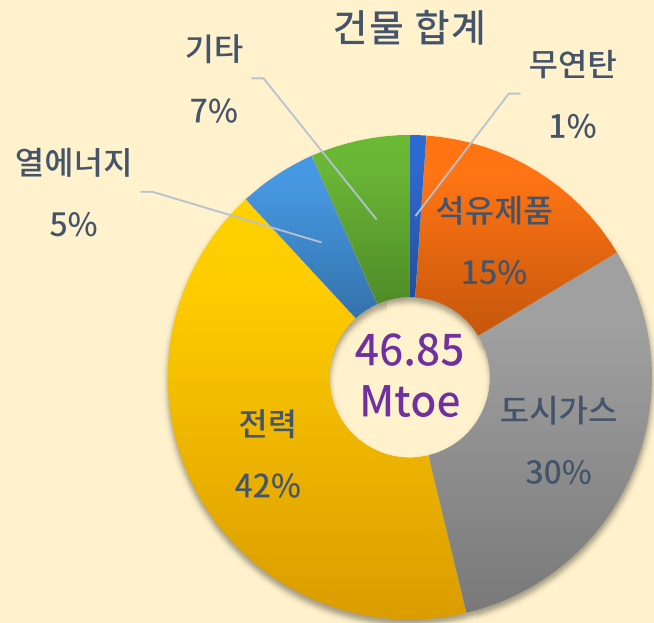
상업 및 공공서비스



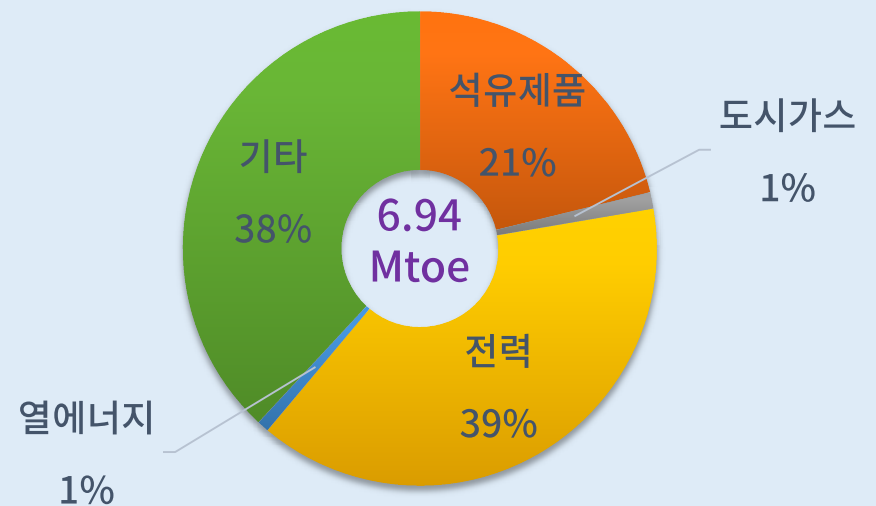
2017년 우리나라 건물 부문 최종에너지 형태별 소비량 비중

(국가 최종에너지 소비량 = 183.15 Mtoe)

출처: IEA. (2019). *World Energy Balances 2019*. Paris, France: IEA Publications.



공공



2017년 우리나라 건물 부문 최종에너지 형태별 소비량 비중

(국가 최종에너지 소비량 = 233.9 Mtoe)

출처: 에너지경제연구원. (2018). 2018 에너지통계연보. 울산: 에너지경제연구원.

건물 부문의 2030 온실가스감축로드맵 수정안과 기존안 비교

2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안(2018.7.)			2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵(2016. 12.)		
건물(가정·상업) 부문 전체 감축 목표(백만톤CO₂e)	64.5	(A)	건물(가정·상업) 부문 전체 감축 목표(백만톤CO₂e)	35.8	
			고효율 건축물 보급(제로에너지빌딩 의무화, 신축 건축물 허가기준 강화, 기존건축물 성능 향상 등)	13.2	
신축 건축물: 허가기준 등 정책강화	5.5		가정 부문: 친환경주택 설계기준 강화		2.69
			상업 부문: 단열일사 조절, 에너지 절감 신축 허가기준 강화		2.34
			그린홈 개보수 사업		3.90
기존 건축물: 에너지 성능 향상	9.6		그린리모델링 사업 확대		1.29
			노후건축물 성능진단 및 유지관리		3.00
			냉난방 설비 및 가전·사무기기 효율 개선, LED·신재생에너지 보급 확대	19.1	
			냉·난방기기 효율화		5.76
설비효율개선 및 신재생에너지 보급확대	15.2		가전·사무기기 효율 개선		5.43
			고효율 조명기기(LED 등) 100% 보급		3.40
			신재생에너지(지열·태양광 등) 활용		4.46
			건물에너지관리시스템(BEMS) 보급 확대, 에너지 소비량 및 절약 매뉴얼 정보 제공 등	3.5	
			BEMS 확산 기술 개발, 제도 기반 마련		1.04
건물에너지 정보인프라 구축 및 소비개선 유도	5.8		에너지사용량 모니터링을 통한 에너지 절약 유도		0.65
			정보 인프라 구축 및 정보 제공으로 에너지 사용 행태개선 유도		0.82
			에너지다소비·대형건축물 온실가스 감축제도(배출권거래제, 목표관리제)		0.98
주요 감축 수단 배출량 저감 합계	36.1	(B)			
배출전망 조정*	28.5	(A) - (B)			
			공공·기타 부문 전체 감축 목표(백만톤CO₂e)	3.6	
공공·기타 부문 전체 감축 목표(백만톤CO ₂ e)	5.3	(C)	LED 조명 421 MW 보급 등	0.688	
LED 조명과 가로등 보급	2.35		LED 가로등 516 MW 보급 등	0.563	
재생에너지 설비 보급	1.2		공공건물 신재생에너지 설치의무화, 지자체 신재생에너지 설비 설치 보조금	1.449	
공공부문 에너지목표 관리제 강화			공공부문 목표관리제 추진		
건축물 단열 강화	0.3		공공부문 신규건축물 단열 성능 강화, 기존 공공건축물 그린리모델링	0.94	
건축물에너지관리시스템(BEMS) 도입	0.6				
주요 감축 수단 배출량 저감 합계	4.45	(D)			
배출전망 조정*	0.8	(C) - (D)	* 배출전망 조정: GDP, 인구, 에너지가격, 과거배출추이 등의 종합적인 영향으로 감소		

건물 부문의 목표 단계별 최종에너지 소비량 절감 정책

기준	현재 수준 (2015년 세계 평균)	모범 사례 수치	21세기 하반기 순에너지 제로(net- zero) 달성(2°C 온난화) 시나리오의 2030년 수치	조건부 NDC 수치(온건한 목표 시나리오 기준)	2°C보다 현저히 낮은 지구온난화 (야심찬 목표 시나리오 기준)
종합 정책	매년 기존 건물 수의 1% 성능개선.	매년 기존 건물 수의 1.5~2.1% 성능개선; 2020~30년까지 신축 건물 평균 제로에너지(near zero energy) 달성;	매년 기존 건물 수의 3% 성능개선; 2020~25년까지 신축 건물 평균 제로에너지(near zero energy) 달성;	2030년까지 BAU 대비 최종에너지 6% 절감.	2030년까지 BAU 대비 최종에너지 15% 절감; (NDC 대비 9.6% 절감).
	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 1% 향상	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 1.5% 향상; (→2030년까지 2015년 대비 최종에너지 13% 절감)	가전기기와 조명기기 에너지효율 매년 2% 향상; (→2030년까지 2015년 대비 최종에너지 20% 절감)		

건물 부문의 에너지 효율화 전략

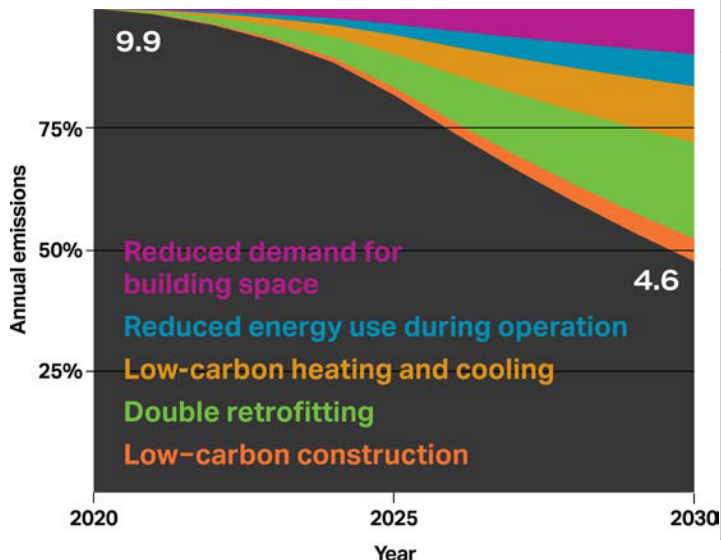
잠재력 종합	지금부터 2040년 사이에 총 건물 연면적이 60% 증가하더라도 건물 부문의 총에너지 소비량은 증가하지 않을 수 있음. 2040년까지 건물들의 에너지 효율이 지금보다 거의 40% 향상될 수 있기 때문.
최종소비 단계 잠재량	<p>난방:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2040년까지 건물 부문 에너지 절감 잠재량*의 1/4 이상. 지금부터 2040년 사이에 에너지 효율을 43% 향상할 수 있는데, 2000년부터 지금까지의 38% 효율 개선을 고려하면 달성 가능. 선진국은 2020년까지, 개발도상국은 2030년까지 모든 신축건물을 제로에너지빌딩으로 건축. 주요 수단으로는 난방기기 효율 향상(히트펌프 보급 확대 등), 개선된 건물 외피 및 창호의 단열 성능 개선으로 난방 수요 감축 등. <p>온수 공급:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2040년까지 건물 부문 에너지 절감 잠재량의 20% 이상. 지금부터 2040년 사이에 에너지 효율을 43% 향상할 수 있는데, 2000년부터 지금까지는 에너지 효율이 25% 개선되었음. 주요 수단으로는 온수기의 효율 개선(히트펌프 보급 확대). <p>냉방:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2040년까지 주요 개발도상국 건물 부문 에너지 절감 잠재량의 1/4 이상, 전세계 건물 부문 에너지 절감 잠재량의 12%. 주요 수단으로는 고효율 에어컨 및 제어장치, 개선된 건물 외피 및 창호의 단열 성능 개선으로 냉방 수요 감축 등. 현존 기술로도 에어컨의 평균 효율은 2040년까지 2배로 높아질 수 있음.
에너지 효율화를 통한 절감을 가능하게 하는 정책 수단들	<p>규제:</p> <ul style="list-style-type: none"> 신축건물 및 기존건물 모두에 대해 건물 에너지 절약기준 및 효율기준의 적용 범위 확대 및 조건 강화 건물에 들어가는 주요 설비 및 기기(전기 히트펌프, 에어컨 등)에 대한 에너지 효율기준의 적용 범위 확대 및 조건 강화. <p>재정지원 및 유인책:</p> <ul style="list-style-type: none"> 알맞은 재정 또는 금융 유인책으로 소비자들이 고효율 가전기기를 선택하고 심층 에너지성능개선 공사(deep energy retrofits)를 시행하도록 함. 시장 기반 정책(인증서 거래제를 포함한 의무화 제도 등)은 사업모델 혁신과 투자 증대 장려. <p>홍보 및 역량강화:</p> <ul style="list-style-type: none"> 건물 및 그 설비·기기에 대한 에너지 성능 정보 및 에너지 등급의 질과 유용성 개선. 설계사/디자이너, 공급자, 시공자, 감리자에게 더 우수한 전문 교육 및 인증 프로그램 제공.

* 새정책시나리오(New Policies Scenario)와 비교한 에너지 절감량. 대체로 NDCs를 고려했다고 이해하면 됨.

출처: International Energy Agency. (2018). *Energy Efficiency 2018: Analysis and Outlook to 2040*. Paris, France: IEA Publications.

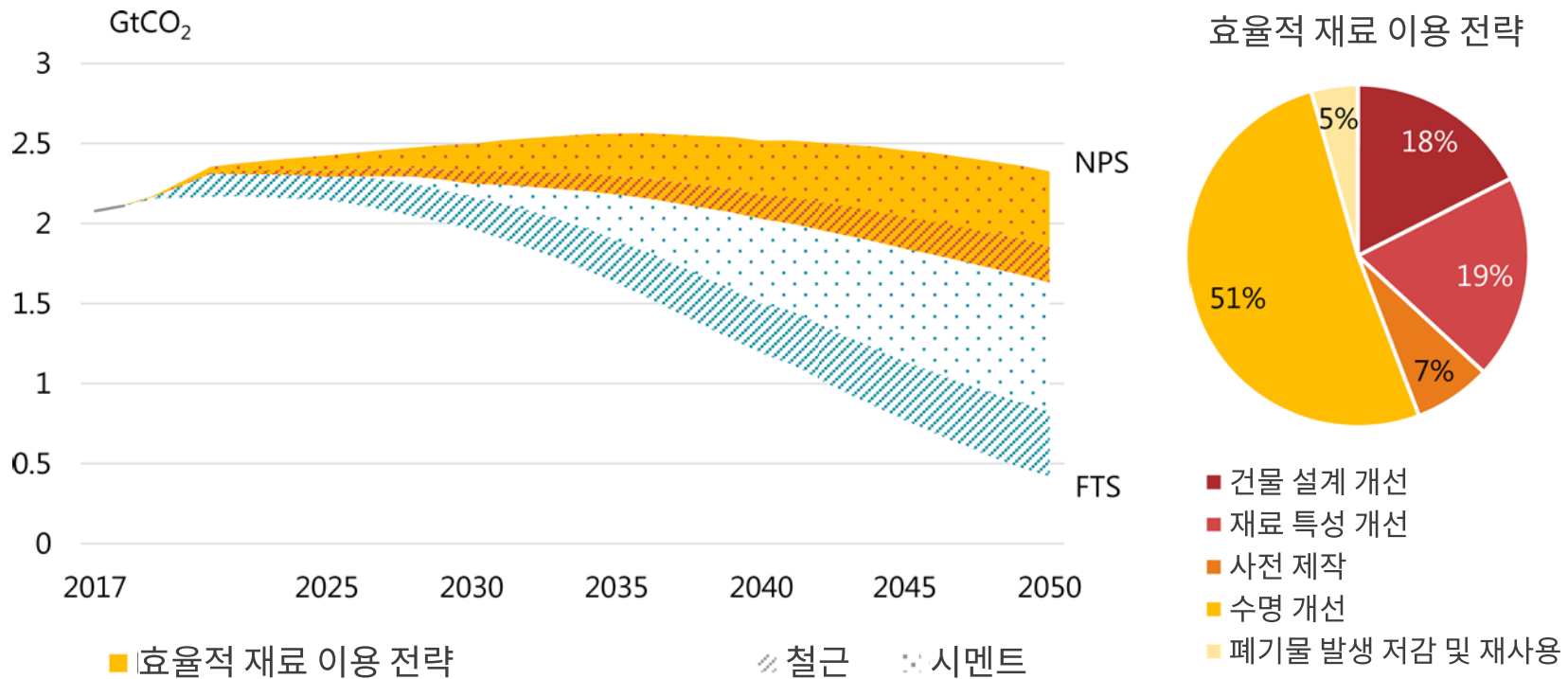
산업화 전 수준 대비 지구 평균 기온 상승을 1.5°C로 제한하기 위한 건물 부문의 온실가스 저감 목표

- 건물 부문의 온실가스 배출량은 2020년에 9.9 GtCO₂e 으로 정점을 찍음
- 2030년까지 정점 대비 온실가스 배출량 53% 저감



건물 공간 수요 저감	유연한 공간 및 좌석 사용(hot desking), 방과 시간의 유희 교실/강의실 사용; 단위 연면적당 거주자 수 증가, 재택 근무, 사무공간 공유
건물 운영 에너지 수요 저감	각종 센서와 인공지능을 이용한 건물 공조·조명시설 자동 조절; 스마트그리드와 연동하여 재생에너지 공급 비율 최대화
저탄소 냉난방	히트펌프, 태양광/태양열, 축열, 재생에너지 사용 집단에너지; 빌딩 또는 구획별 재생에너지 생산·저장 시설 도입
건물 에너지효율화 속도 배증	도입 속도 가속화: LED 조명 도입, 단열공사, 고효율 공조시설, 스마트 창호; 단열·공조·창호 시설의 생산 단계에서 온실가스 배출량 최소화
저탄소 건축	가능하면 기존 건물 구조 재사용; 건축자재(시멘트, 콘크리트, 철근) 생산 저탄소화; 건축 시공 전체 단계 저탄소화(설계 단계부터 고효율 지향, 자재 수송 에너지 최소화; 저탄소 생산 조건을 만족하는 자재만 조달)

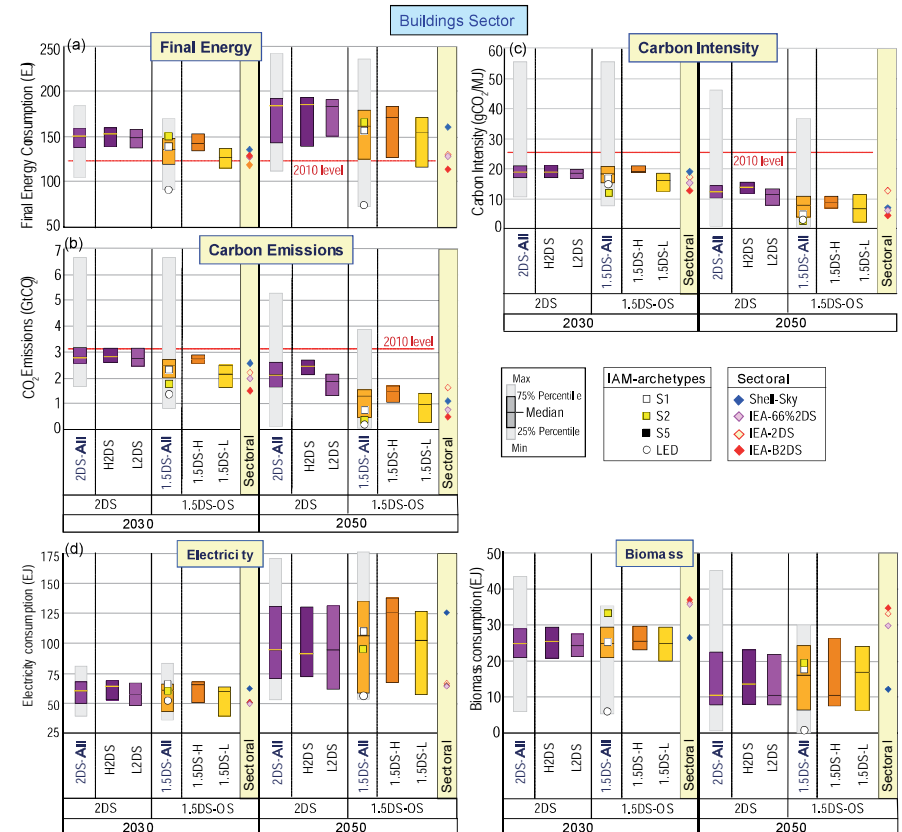
저탄소 건축자재의 한계: 기존 건축 재료의 계속 사용은 CCUS 도입 외에는 배출량 감축 난망



‘건물 공간 수요 저감’이 가장 현실적인 저감 방법인 이유

「지구온난화 1.5°C 특별보고서」 “SR15”(IPCC, 2018)

- 2°C, 1.5°C 온난화에 대한 건물부문 시나리오 분석
- 분석 시나리오
 - Shell-Sky: 2°C 미만 온난화 확률 85%
 - IEA-ETP
 - RTS(Reference Technology Scenario): NDC 적용
 - 2DS(2°C Scenario): 2°C 미만 온난화 확률 50%
 - B2DS(Beyond 2°C Scenario): 1.75°C 미만 온난화 확률 50%, 그러나 IPCC의 SR15에 비해 CDR 등(BECCS 등)을 최소로 가정하여 부문별 완화 대책이 강력하기 때문에 1.5°C 정책에 참고



IEA. (2017). *Energy Technology Perspectives 2017: Catalysing Energy Technology Transformations*. Paris, France: IEA Publications.
 IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 °C—an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels*.
 Shell. (2018). *Shell Scenarios—Sky: Meeting the goals of the Paris Agreement*.

건물 부문의 기후변화 완화 기여를 위한 IPCC의 권고

(파란 글자는 IEA-ETP의 분류)

	탄소 효율 ("기술/연료 교체")	기술의 에너지 효율 ("건물 외피 개선", "기기/설비 효율 개선")	시스템/기반시설 효율 ("기술/연료 교체")	서비스 수요감축
완화 방법	건물일체형 재생에너지 (BiRES, BiPV). 저탄소 연료(전력 등)로 연료 전환. 할로카본 배출량 감축을 위한 천연냉매 사용. 선진화된 바이오매스 난방·급탕기기.	고효율 건물 외피(HPE). 고효율 가전기기(EA). 고효율 조명(EL). 고효율 난방·환기·공기조절(eHVAC) 시스템. 건물 자동화 및 제어 시스템(BACS). 자연광 조명, 히트펌프, 건조기후지역에서 간접 증발 냉방으로 외기 이용 냉방(chillers) 대체, 디지털 건물 자동화 및 제어 시스템 선진화, 지능형계량기 및 스마트그리드. 태양광을 활용한 건축 제습	패시브 하우스 기준(PH). NZEB 건물: 에너지 최소 사용(nearly zero energy), 에너지 순소비량 제로(net zero energy), 에너지 순생산(plus energy) 건물. 에너지 절약형 건물의 통합설계(IDP). 도시 계획(UP). 지역 냉난방(DH/C). 빌딩 커미셔닝(C). 선진화된 건물제어시스템. 고효율 분산에너지시스템, 열병합발전, 삼중병합발전, 부하 평준화(시간대별 전력차 이용), 주간 열에너지 저장, 선진화된 관리. 스마트그리드. 폐열 활용.	행동변화(BC). 생활양식 변화(LSC). 지능형 계측.
에너지 소비량 절감 및 온실가스 배출량 저감 잠재량(BAU 대비)	지붕형 태양전지 설치로 전력 생산: 에너지 절감: BAU 대비 - 15~ 58%	BAU 대비 에너지 절감: - 9.5%~ 68%. 선진화된 가전기기의 에너지절감: 오븐: -45%; 전자레인지: - 75%; 식기세척기: 최대 - 45%; 세탁기: - 28% (2030년까지, 세계); 의류건조기: 효율 2배 이상 향상; 에어컨: - 50~ 75%; 천정 선풍기: - 50~ 57%; 업무용 컴퓨터/모니터: - 40%; 순환수식 냉난방 펌프: - 40% (2020년까지, EU); 가정용 운수기: 효율 4배 향상; 연료 절약: - 30~ 60%; 선진화된 바이오매스 난방·급탕기기 사용으로 실내 공기 질 개선(개방 취사 대비): - 80~ 90%.	BAU 대비 이산화탄소 배출량 저감: - 30~ 70%. PH & NZEB(기준 건물대비): - 83% (가정용 난방에너지), - 50% (상업용 냉난방 에너지); 심층 건물성능개선(DR): - 40~ 80% (가정용, 유럽); IDP: 최대 - 70% (2050년까지 최종에너지); 세계 건물 부문 최종에너지 수요 저감 잠재량: - 5%~ 27% (통합평가모형), - 14%~ 75% (상향식 모형). 건물 용도별 에너지 저감: (i) 단독주택: - 50~ 75% (총에너지 소비량); (ii) 공동주택: - 80~ 90% (실내 난방 수요); (iii) 개발도상국 다가구주택: - 30% (냉방 에너지), - 60% (난방 에너지); (iv) 상업 시설: - 25%~ 50% (HVAC 전체), - 30~ 60% (조명 개선).	BAU 대비 에너지 절감: - 20~ 40%. LSC: 전력 소비량의 약 - 40%.
비용효과성	-	각 수단별 성능개선: 절감에너지비용(CCE): 0.01~0.10 USD ₂₀₁₀ /kWh. 고효율 가전기기: CCE: ~0.09 USD ₂₀₁₀ /kWh/yr.	PH 및 NZEB(신축건물, EU와 미국): CCE: 0.2~0.7 USD ₂₀₁₀ /kWh; DR(성능개선으로 에너지60~75% 절감): CCE: 0.05~0.25 USD ₂₀₁₀ /kWh.	
공동편익(CB), 부작용(AE)	CB: 고용효과, 건물 자산가치 상승, 에너지빈곤/연료빈곤 완화. AE: 에너지접근, 연료 빈곤	CB: 고용, 에너지빈곤/연료빈곤 완화, 생산성/경쟁력 향상, 건물 자산가치 상승, 삶의 질 개선. AE: 반등(rebound) 효과, 고착(lock-in) 효과	CB: 고용 효과, 생산성/경쟁력 향상, 건물 자산가치 상승, 삶의 질 개선. AE: 반등 효과, 기존건물대비 저에너지건물의 생애주기 에너지 소비량 감소.	
주요 장애물	최적화되지않은 수단, 기존 연료에 대한 보조금	거래비용, 자금 조달, 주인-대리인 문제, 시장 파편화와 제도의 구조, 성과 평가 부실	에너지와 사회기반시설의 고착 효과, 경로의존성. 시장 파편화와 제도의 구조, 규제 적용 미흡.	부정확한 정보, 위험 회피, 인식 및 행동 경향, 인식 부족, 숙련 인력 부족
주요 정책	탄소세, 소규모 발전원까지 발전차액지원제도 확대, 재생에너지에 연성대출 제공	공공 조달, 가전기기 효율 기준, 세금 감면, 연성대출	건물 효율 기준, 우대 대출, 자금 조달 시 보조금 제공, ESCOs, 에너지성과 계약(EPCs), 공급자 의무제도, 에너지공급자효율향상의무제(white certificates), 도시계획에 IDP 적용, 단일 정책보다는 종합정책 중요시.	인식향상, 교육, 에너지 감사, 에너지효율 등급표시, 건물 인증 및 등급평가, 에너지세 또는 탄소세, 개인 탄소배출권

IEA-ETP: 건물 부문 최종에너지 에너지원별 소비량

PJ (10^{15} J = 23885 toe)

RTS(NDC) 대비 변화량

	2014	2030		
		RTS	2DS	B2DS
석탄	5,733	4,440	4,233	4,201
석유	13,201	12,860	12,286	11,479
천연가스	25,830	26,813	25,457	24,432
전력	38,228	43,129	41,835	41,724
열	6,393	7,008	6,935	6,956
재생에너지	3,857	4,978	5,163	5,245
전통 바이오매스	29,802	30,190	30,082	30,082
합계	123,044	129,419	125,991	124,119
1인당 최종에너지(MWh)	4.712	4.600	4.207	3.898

	2014	2030		
		RTS	2DS	B2DS
석탄	1.291	1.000	0.953	0.946
석유	1.027	1.000	0.955	0.893
천연가스	0.963	1.000	0.949	0.911
전력	0.886	1.000	0.970	0.967
열	0.912	1.000	0.990	0.993
재생에너지	0.775	1.000	1.037	1.054
전통 바이오매스	0.987	1.000	0.996	0.996
합계	0.951	1.000	0.974	0.959
1인당 최종에너지	1.024	1.000	0.914	0.847

총소비량 변동 미미; 인구증가; 화석연료 감소; 전력·열·재생에너지 증가

IEA-ETP: RTS(NDC) 대비 건물부 문 누적 최종에너지 절감량

PJ (10¹⁵ J = 23885 toe)

수요분야별 절감 기여도

2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	-3877	-18628	-44675
냉방	0	-615	-3343	-9240
온수	0	-1025	-3932	-8005
조명	0	-717	-3273	-7234
취사	0	-145	-981	-2832
가전기기	0	-310	-1963	-5644
기타	0	-1433	-5421	-11330

B2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	-5814	-27251	-66044
냉방	0	-1649	-8738	-21522
온수	0	-1186	-6168	-16436
조명	0	-1520	-7740	-18298
취사	0	-317	-2286	-6853
가전기기	0	-584	-3633	-10306
기타	0	-1433	-5642	-12085

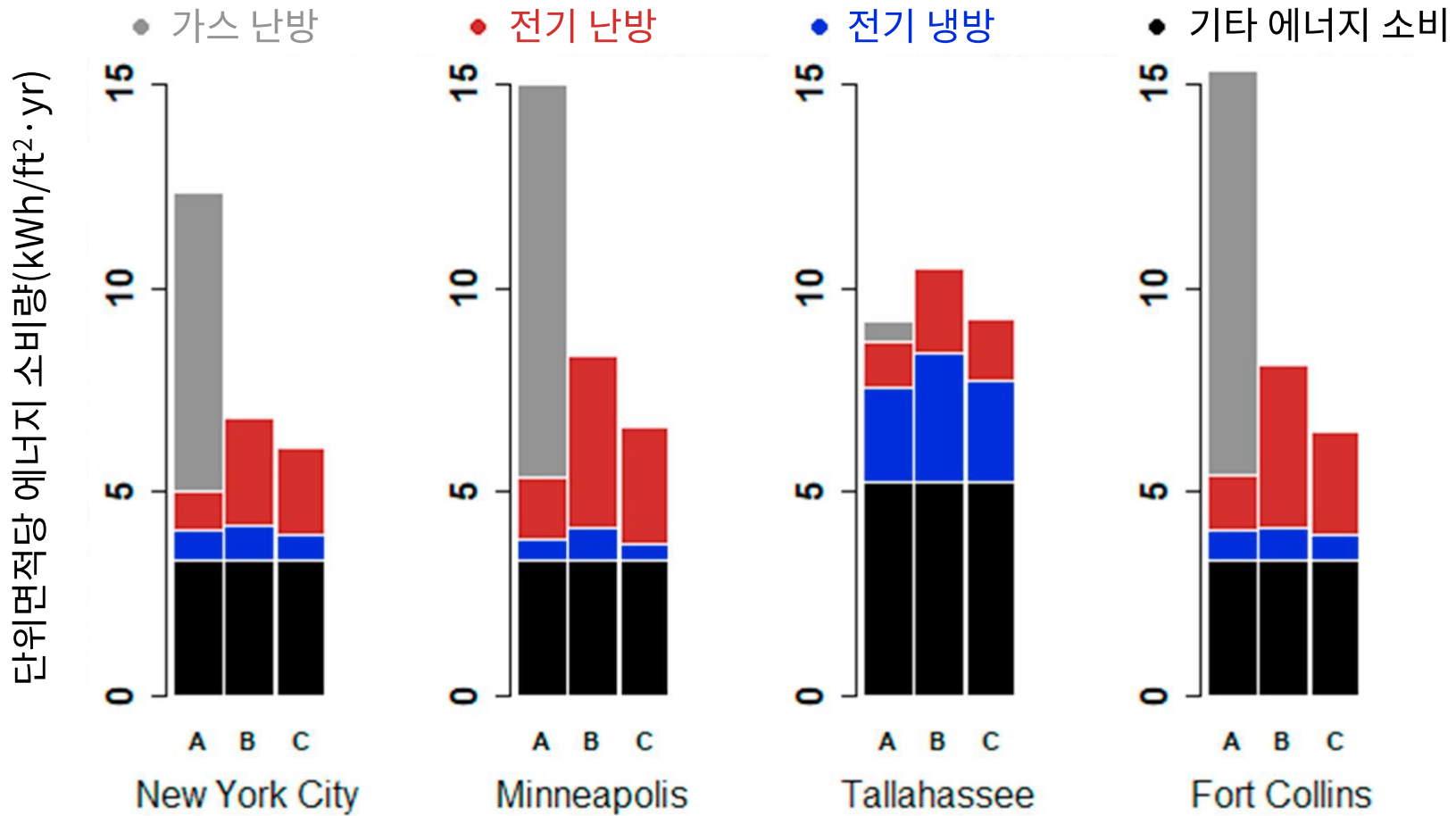
2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	47.7%	49.6%	50.2%
냉방	0	7.6%	8.9%	10.4%
온수	0	12.6%	10.5%	9.0%
조명	0	8.8%	8.7%	8.1%
취사	0	1.8%	2.6%	3.2%
가전기기	0	3.8%	5.2%	6.3%
기타	0	17.6%	14.4%	12.7%

B2DS	2014	2020	2025	2030
난방	0	46.5%	44.3%	43.6%
냉방	0	13.2%	14.2%	14.2%
온수	0	9.5%	10.0%	10.8%
조명	0	12.2%	12.6%	12.1%
취사	0	2.5%	3.7%	4.5%
가전기기	0	4.7%	5.9%	6.8%
기타	0	11.5%	9.2%	8.0%

난방 잠재량 최대; B2DS에서 냉방 잠재량 증가(온난화/ASHP), 온수·조명 잠재 절감량 증가

기후별 연간 냉난방 에너지 수요

A = 기존의 냉난방(가스 난방 포함)
 B = 100% 전기(공기열원 히트펌프 사용)
 C = 100% 전기(지열 히트펌프 사용)



출처: Yuan, S. et al. (2019). Future energy scenarios with distributed technology options for residential city blocks in three climate regions of the United States. *Applied Energy*, 237, 60-69.

IEA-ETP: B2DS 시나리오의 에너지 소비 절감 수단별 기여 수준(RTS 대비)

PJ (10^{15} J = 23885 toe)

B2DS 절감 수단별 RTS 대비 절감량 비율

	2014	2020	2025	2030
건물 외피 개선	0	-3,377	-6,542	-9,912
기기/설비 효율 개선	0	-4,949	-8,893	-12,133
기술 교체	0	-4,054	-9,433	-14,887
기타	0	-1,576	-3,480	-4,960

	2014	2020	2025	2030
건물 외피 개선	0	24.2%	23.1%	23.7%
기기/설비 효율 개선	0	35.5%	31.4%	29.0%
기술 교체	0	29.0%	33.3%	35.5%
기타	0	11.3%	12.3%	11.8%

기술 교체 영향 증가; 기기/설비 효율 개선과 건물 외피 개선의 큰 기여

IEA-ETP: B2DS 시나리오의 CO₂ 배출량 저감 수단별 기여 수준(RTS 대비)

GT CO₂

	정점 (2013)	2020	2025	2030
RTS	9,534	9,042	9,153	9,279
B2DS		8,137	6,855	5,050
직접 저감량		528	1,387	2,442
건물 외피 개선		135	324	548
기기/설비 효율 개선		168	414	664
기술 및 연료 교체		225	649	1,230
간접 저감량(발전 부문)		376	910	1,787
정점 배출량 대비 저감 비율		14.6%	28.1%	47.0%
RTS 대비 총저감량 비율		10.0%	25.1%	45.6%
RTS 대비 직접 저감량 비율		5.8%	15.2%	26.3%

B2DS 저감 수단별 RTS/정점 대비 저감량 비율

		2014	2020	2025	2030
직접 저감량	건물 외피 개선	0	14.9%	14.1%	13.0%
	기기/설비 효율 개선	0	18.5%	18.0%	15.7%
	기술 및 연료 교체	0	24.9%	28.3%	29.1%
간접 저감량(발전 부문)		0	41.6%	39.6%	42.3%

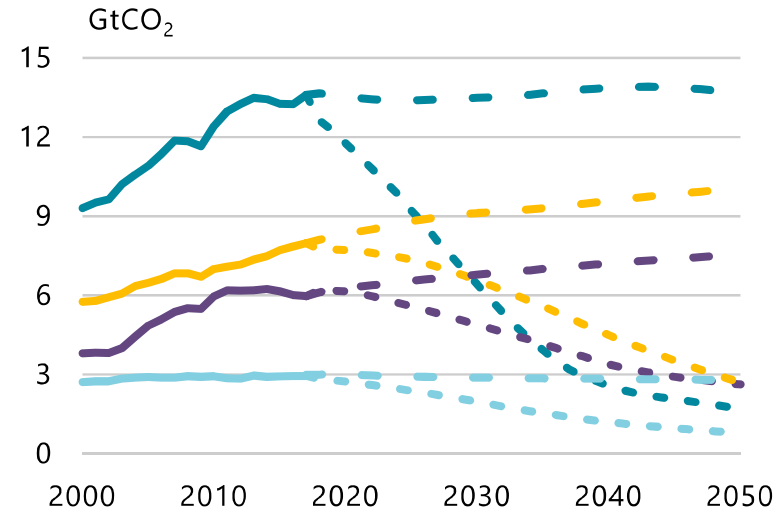
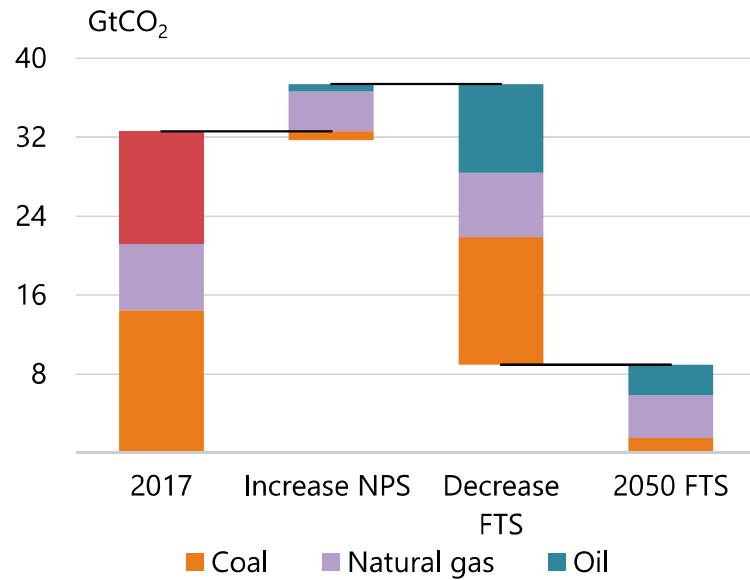
최종에너지(미미한 변동)에 비해 막대한 CO₂ 저감 필요; 기술/연료 교체를 통한 저감 잠재량 증가; 최종에너지의 전력 공급 영향력이 계속 증가

건물 부문 최종에너지 수요 기기/설비 중 전기화가 유리한 3가지 기술 및 그 이유

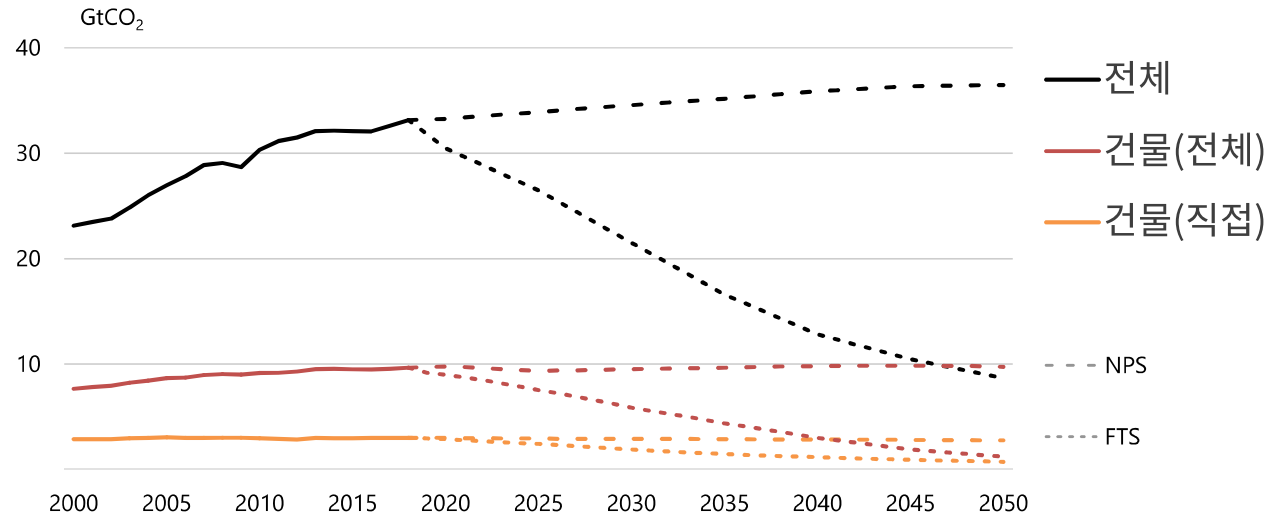
1. 공기열원 히트펌프(air-source heat pump space heating/cooling)
 - a. ASHPs는 구동을 위해 필요한 전기에너지보다 2~4배의 열을 공급한다.
 - b. 열원 공기의 온도에 따라 예외도 있지만, 대개 ASHPs는 전열기보다 에너지 효율이 좋다.
 - c. ASHP는 난방과 냉방을 동시에 구현할 수 있어서, 전체적으로는 비용이 줄어들 수 있어서 전기화에 유리하다.
2. 수요관리와 결합된 전기 온수기(electric water heaters and demand response)
 - a. 전기 온수기는 DR 지시에 대해 부하를 옮기거나 줄이거나 켜므로써 유연하게 대응할 수 있다.
 - b. DR 지시에 반응할 수 있는 수요자원이 되면 건물주의 또 다른 수입원이 된다(다른 온수기는 제공할 수 없는 이점).
 - c. 수요관리와 전기온수기 결합을 지원하는 정책이 확산하면 전기화의 추진력을 제공할 수 있다.
3. 제로에너지 건축물(zero-net energy buildings)
 - a. ZNEs는 등급 기준에 따라서 도시가스와 전력이 혼합하는 것보다 전면 전기화가 기준을 충족하기 쉬울 수도 있다.
 - b. 비용, 효율, 온실가스 배출 집약도(저배출 전력 공급 시) 등과 같은 다른 측면의 이점 때문에 ZNEs 보급 정책이 전기화를 더 강하게 장려하게 될 수 있다.

출처: Deason, J., Wei, M., Leventis, G., Smith, S., & Schwartz, L. (2018). *Electrification of buildings and industry in the United States: Drivers, barriers, prospects, and policy approaches*. Berkeley, CA: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.

부문별 연료연소에 따른 부문별 CO₂ 배출량 변화(NPS vs FTS)



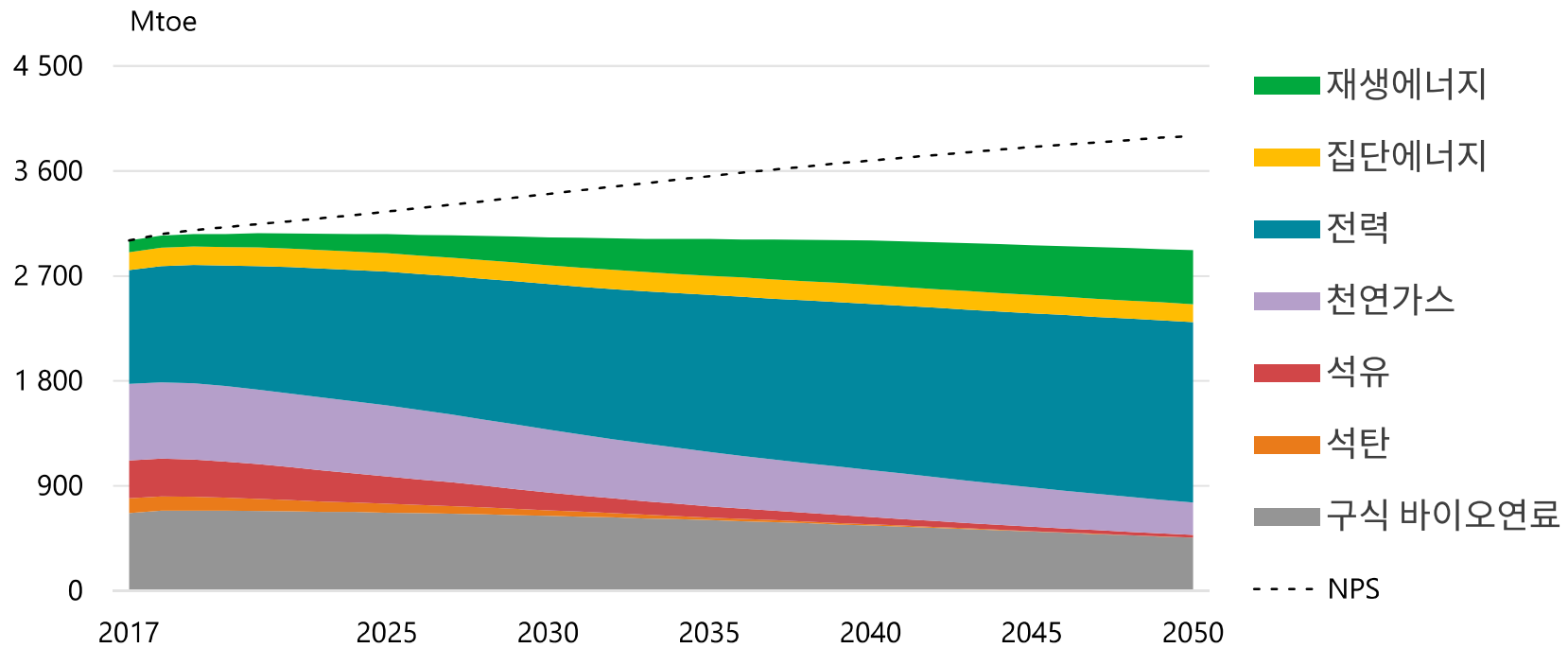
- FTS에 따른 건물 부문의 직접 배출량과 전체(간접 포함) 배출량 변화



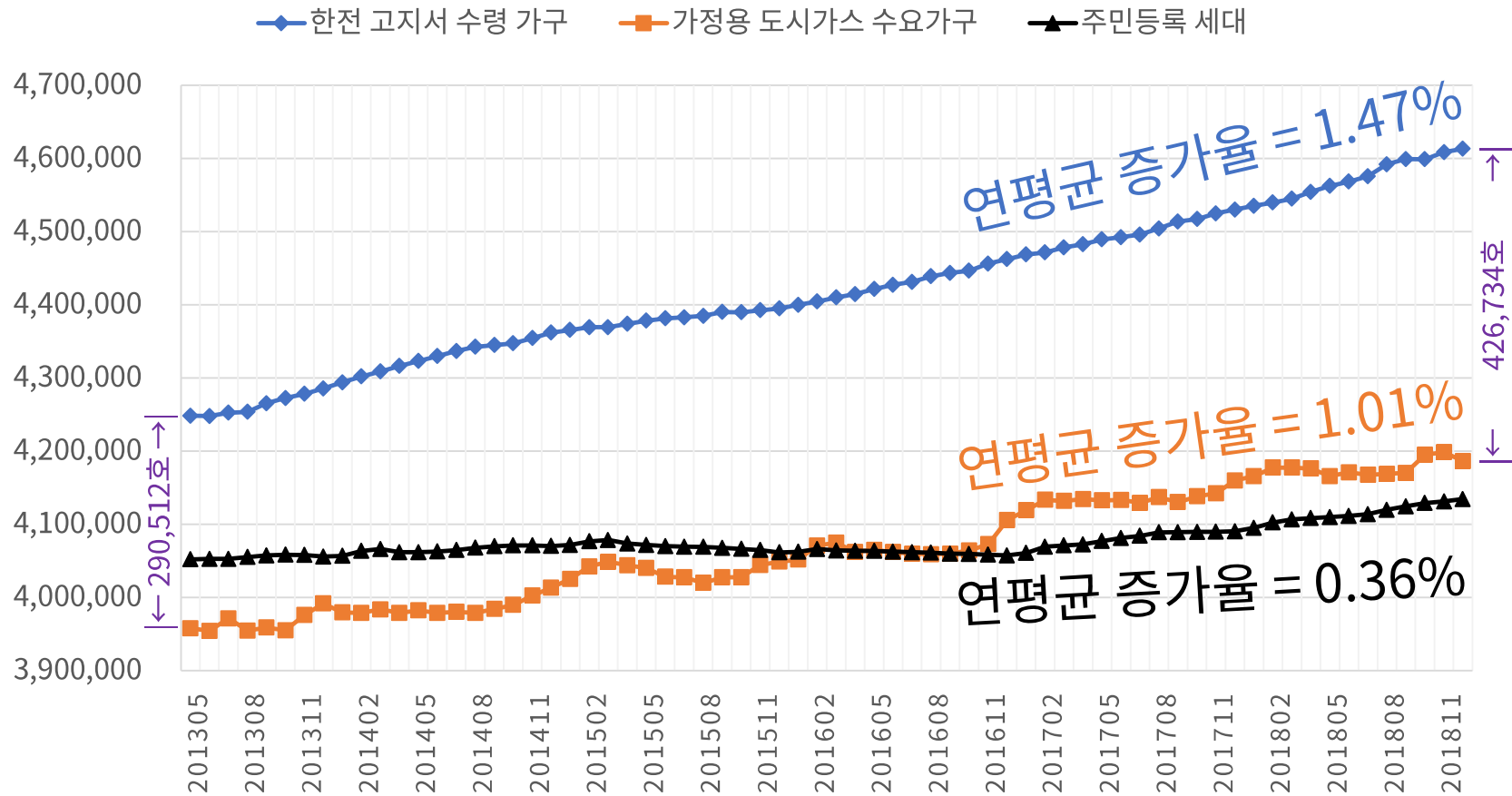
- NPS = New Policies Scenario, 국가별 NDCs 반영
- FTS = Faster Transition Scenario, 연료연소에 따른 CO₂ 배출량이 2020년 정점 이후 감소, 2050년까지 2020년 대비 배출량 75% 저감

출처: IEA. (2019). *Perspectives for the Clean Energy Transition: The Critical Role of Buildings*. Paris, France: IEA Publications.

FTS에 따른, 건물 부문의 에너지 원별 소비량



서울시 '주민등록 세대 수'와 '최종 에너지원별 수요가구 수' 비교



출처: 김남수 외. (2019). 10년간의 에코마일리지 성과 분석 및 향후 제도 발전방안 연구. 서울특별시.

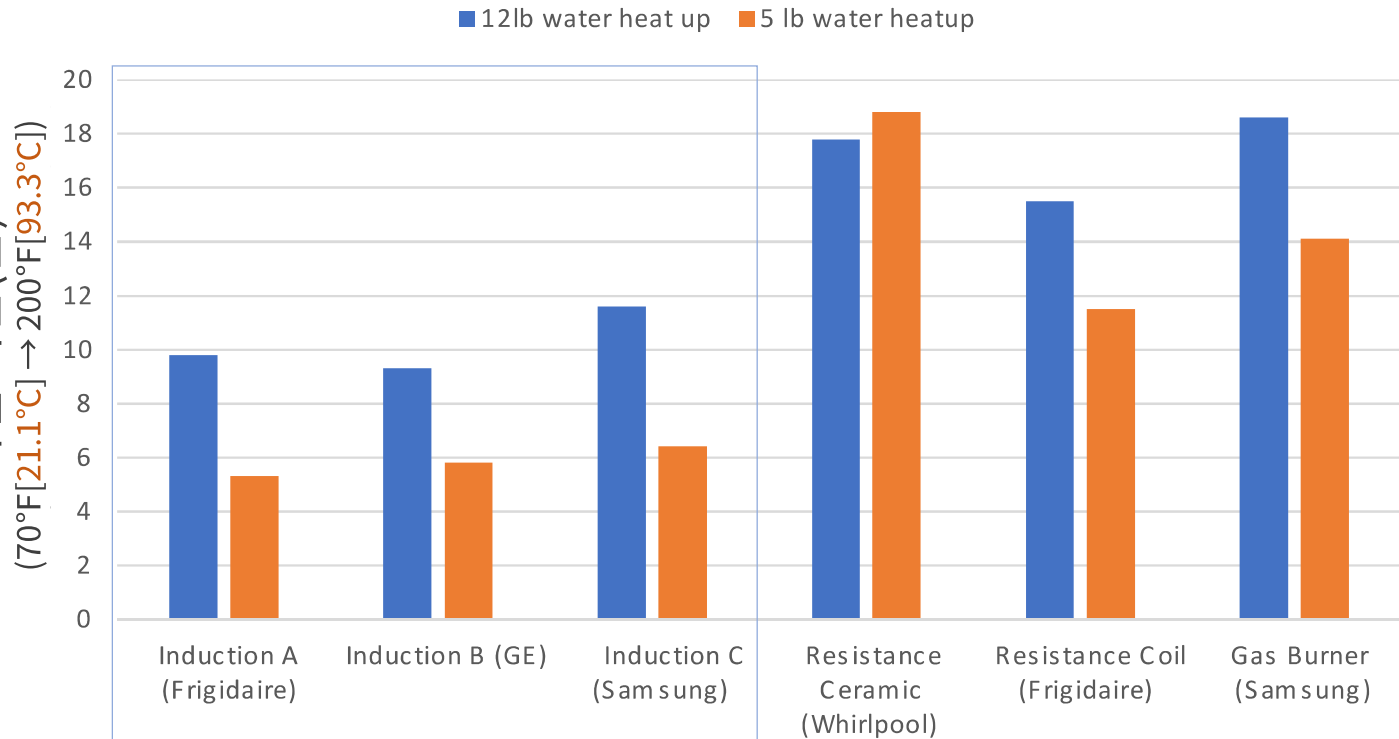
재생에너지 전력의 필요성: 인덕션레인지와 가스레인지

출처: 다음 슬라이드

도시가스 요리의 건강 문제:

- 어린이에게 천식·천명 유발(Lin et al.)
- 제대로 환기하지 않으면 기준치를 초과하는 이산화질소, 미세먼지, 일산화탄소 발생(WHO)
- 맹물을 끓여도 인덕션레인지보다 PM_{0.1} 30 배 이상 발생(Less et al.)

가열 시간(분)

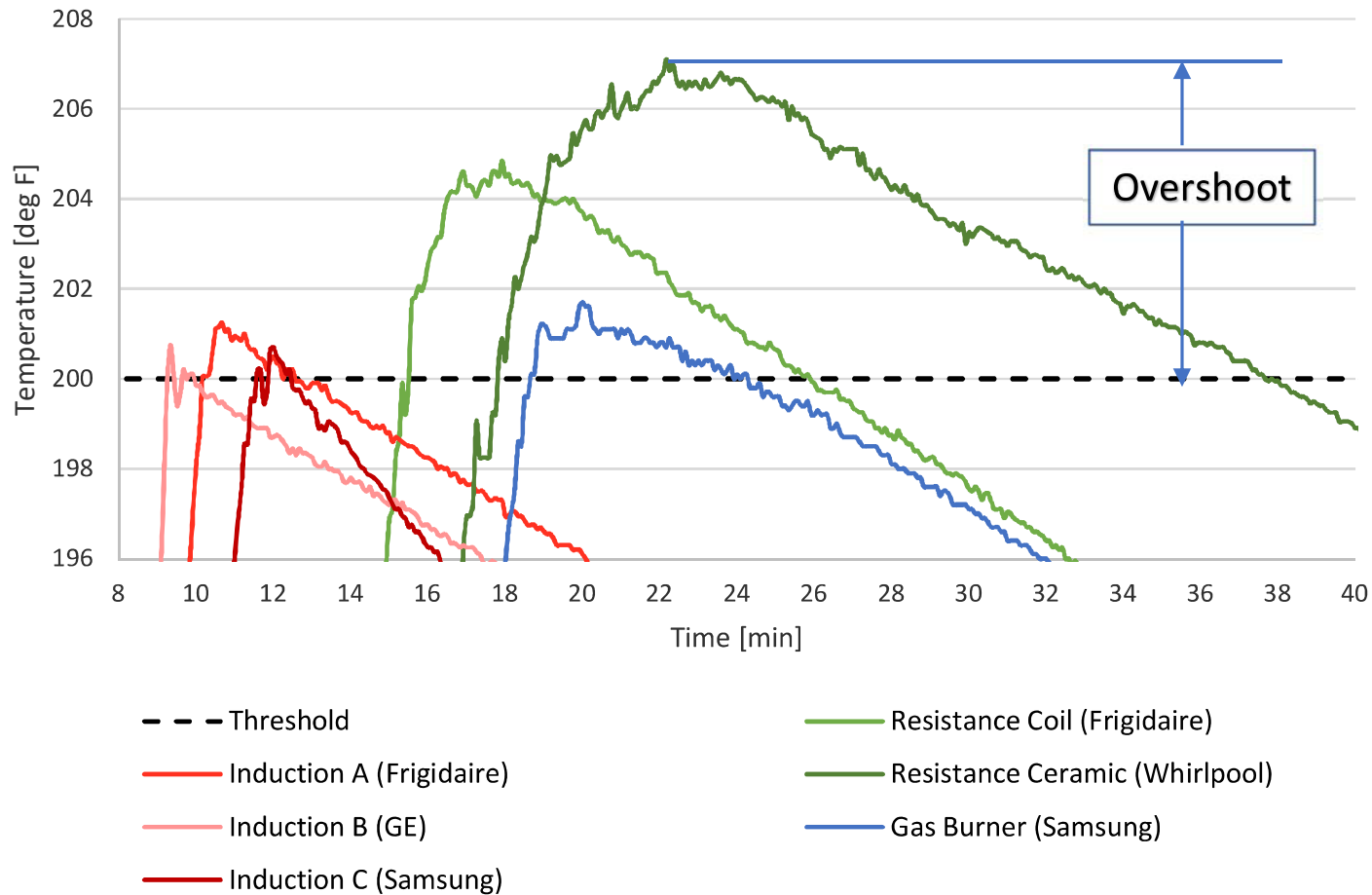


Cooktop	인덕션 A (Frigidaire)	인덕션 B (GE)	인덕션 C (Samsung)	Resistance Ceramic (Whirlpool)	Resistance Coil (Frigidaire)	가스 버너 (Samsung)
중형 가열판/버너헤드	2.8 kW	2.5 kW	2.3 kW	1.2 kW	1.5 kW	9.5 kBtu (약 2.78 kW/h)
5 lb(2.27리터) 물 가열 시간(분)	5.3	5.8	6.4	18.8	11.5	14.1
열효율	86.2%	86.8%	85.3%	70.3%	72.3%	30.6%
대형 가열판/버너헤드	3.6 kW	3.7 kW	3.3 kW	2.5 kW	2.4 kW	17 kBtu/h
12 lb(5.44리터) 물 가열 시간(분)	9.8	9.3	11.6	17.8	15.5	18.6
열효율	85.2%	86.1%	83.0%	75.5%	79.3%	31.9%

출처: Livchak, D., Hedrick, R., & Young, R. (2019). *Residential Cooktop Performance and Energy Comparison Study*. Oakland, CA: Frontier Energy.

재생에너지 전력의 필요성: 인덕션레인지와 가스레인지

1. 조리가 끝난 후 냉각에 걸리는 시간 차이
2. 실내 조리 시 추가로 냉방 에너지 소비



앞 슬라이드에 나온 '도시가스 요리의 건강 문제' 출처:
 Less, B. et al. (2015). Indoor air quality in 24 California residences designed as high-performance homes. *Science and Technology for the Built Environment*, 21, 14–24.
 Lin, W. et al. (2013). Meta-analysis of the effects of indoor nitrogen dioxide and gas cooking on asthma and wheeze in children. *International Journal of Epidemiology*, 42, 1724–1737.
 WHO. (2014). *WHO Indoor Air Quality Guidelines: Household Fuel Combustion—Review 4: Health effects of household air pollution (HAP) exposure*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

IEA-ETP: 시나리오별 건물 부문 난방/온수 기구 수의 변화

고효율 가스 기술:
gas condensing boilers, gas instantaneous equipment, gas heat pumps

기기/설비 수

2014년 대비 상대적 변화량

	2014	2030				2014	2030		
		RTS	2DS	B2DS			RTS	2DS	B2DS
석탄/석유 보일러	1,002,316	902,153	766,602	323,807	석탄/석유 보일러	1.000	0.900	0.765	0.323
가스 보일러	546,072	495,132	355,768	229,678	가스 보일러	1.000	0.907	0.652	0.421
고효율 가스 기술	324,118	711,933	751,599	623,225	고효율 가스 기술	1.000	2.197	2.319	1.923
히트펌프	95,056	187,960	334,179	839,671	히트펌프	1.000	1.977	3.516	8.833
전열기	643,442	1,351,941	1,276,457	1,252,022	전열기	1.000	2.101	1.984	1.946
지역난방	356,116	401,461	458,237	497,633	지역난방	1.000	1.127	1.287	1.397
태양열	145,304	346,070	425,383	559,739	태양열	1.000	2.382	2.928	3.852
고효율 바이오매스	39,484	74,289	83,482	84,964	고효율 바이오매스	1.000	1.881	2.114	2.152

화석연료 보일러 퇴출; 고효율 가스 기술과 전열기 증가(B2DS는 상대적 감소); 히트펌프와 태양열의 막대한 CO₂ 저감 잠재력; 지역난방과 바이오매스의 잠재력

IEA-ETP: 조명기술 대체와 건물 외피 효율화

가정용 조명등 판매량 중 LED의 비율

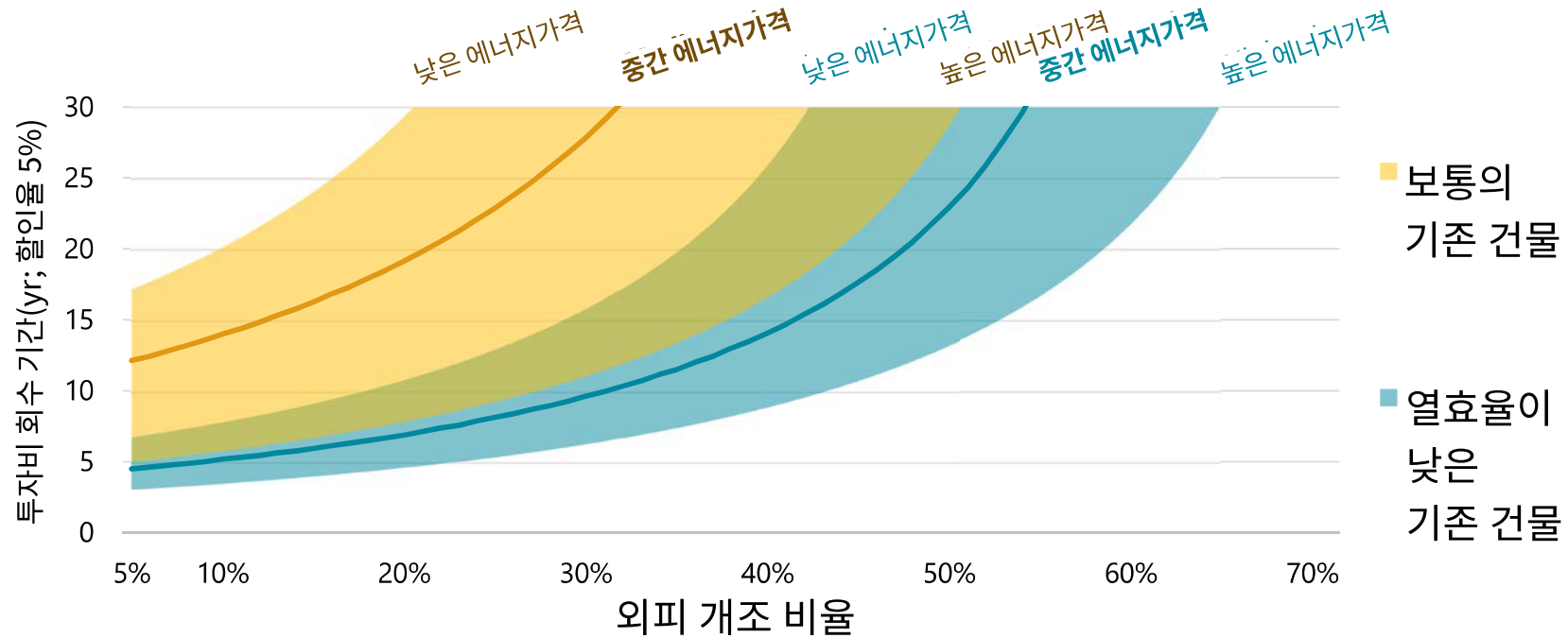
	2014	2020	2025	2030
RTS	10.14%	37.85%	49.18%	58.24%
2DS	10.14%	47.46%	65.41%	78.09%
B2DS	10.14%	64.35%	86.82%	95.69%

2014년 대비 제로에너지 건물과 개수건물의 비율

	2014	2020		2040	
		RTS	2DS/B2DS	RTS	2DS/B2DS
제로에너지건물 (nZEBs) 면적	1.000	10.719	18.276	140.447	925.248
개수 (renovated) 건물 면적	1.000	2.187	2.639	11.038	19.304
신축 건물 비율	0%	9.7%	13.9%	24.2%	49.6%

LED의 기후완화 저감 잠재량에 대한 기대; 제로에너지건물의 잠재량 급증

기존주택 열효율 개선의 어려움: 도시가스 보일러를 쓰는 건물의 외피 효율 개선 공사의 예



65세 초과 인구 빈곤율(세금 및 이전소득 반영 후 중위소득의 60% 미만; 2017년 또는 가장 최근 통계 기준)

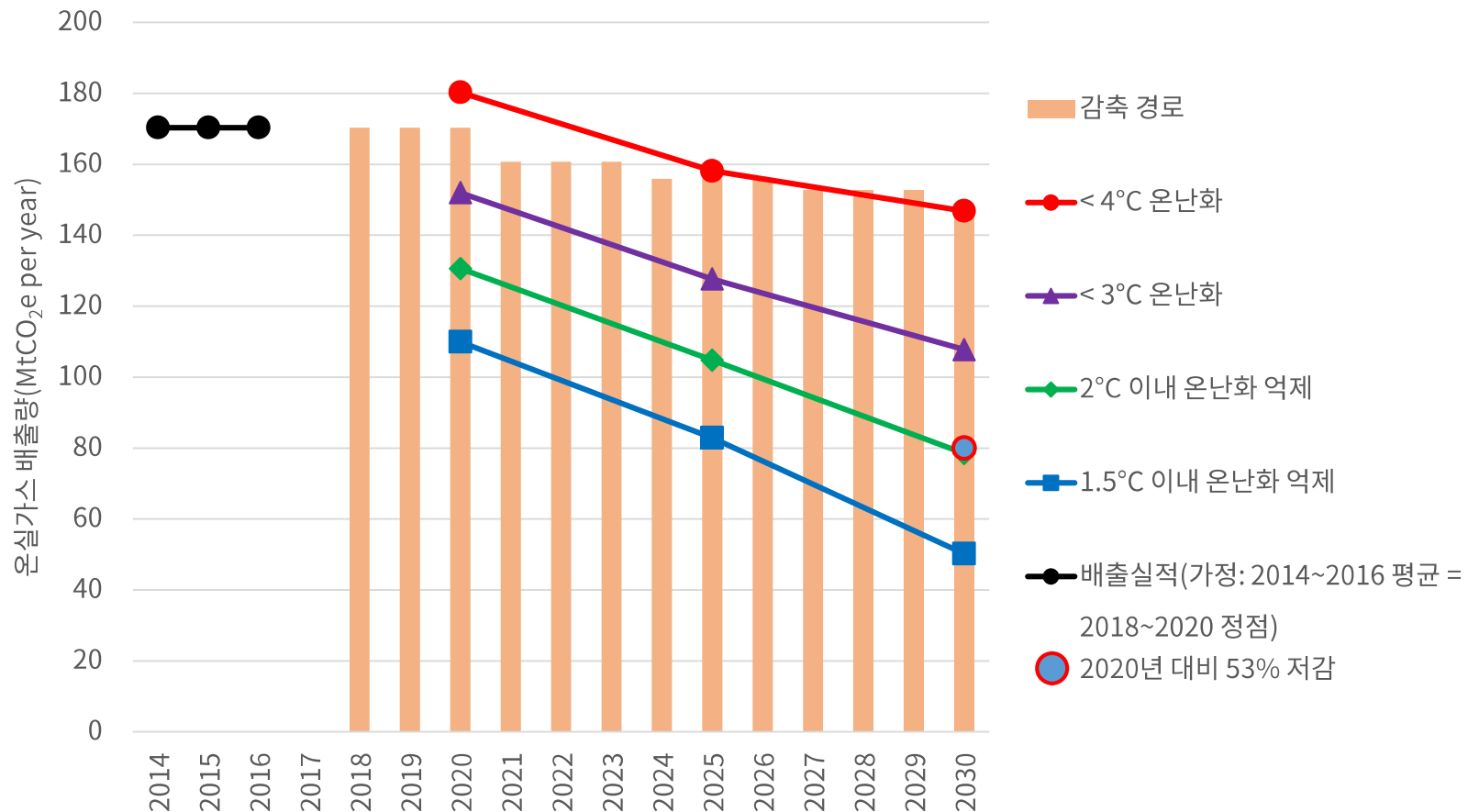


IEA. (2019). Perspectives for the Clean Energy Transition: The Critical Role of Buildings. Paris, France: IEA Publications.
OECD. (2019). Income Distribution Database. <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IDD>

출처:

건물부문 온실가스 감축경로와 기후변화 완화 목표

- 건물 부문 온실가스 배출량 = 152(가정·상업 '14~'16 평균) + 18.3(공공·기타 '14~'16 평균) = 170.3 백만톤CO₂eq
- 건물 부문의 비중: 2016년 국가 온실가스배출량(694.1 백만톤CO₂eq)의 **24.5%**
 - 가정·상업 = 21.9%; 공공·기타 = 2.6%
- 2030년 건물 부문 온실가스 배출량(148.7 백만톤CO₂eq) 의 비중: 2030년 국가 온실가스배출량(574.3 백만톤CO₂eq[산림흡수 및 국외감축량 38.3 백만톤CO₂eq을 제외하기 전])의 **25.9%**



국제 기후변화 완화 목표 가정 근거:

온실가스 감축 경로: Climate Action Tracker. (2018). *Country Assessments 2018*. Ecofys and NewClimate Institute.

정점 대비 53% 저감 경로: Falk, J., Gaffney, O., et al. (2019). *Exponential Roadmap: Scaling 36 Solutions to Halve Emissions by 2030*. Stockholm, Sweden: Future Earth.

2030년 온실가스 감축 로드맵 수정안(2018) 평가

- 국가 온실가스 감축 목표
 - 국제 기후변화 완화 목표(파리협정)에 현저히 미달
 - 비교 대상의 온실가스 다배출 당사국 목표(NDCs)보다 소극적
- 건물 부문 온실가스 감축 목표
 - 기존 목표 대비
 - 개선된 점: 온실가스 저감량 증가, 3년 단위 중간 목표 설정
 - 아쉬운 점: 세부 저감수단별 감축량 비공개
 - 국제 기후변화 완화 목표(IPCC와 IEA의 권고수준) 대비
 - 국제 기후변화 완화 목표에 현저히 미달
 - 제로에너지건축물 및 기존건축물 성능개선 비율 증가 로드맵 비공개
 - 설비 및 기기(가전 기기 등)의 에너지 효율 개선 로드맵 비공개
 - 재생에너지(최종에너지원으로서; 전력 공급원으로서)의 역할, 그에 따른 전기화 및 수요관리제도의 저감 잠재량 논의 부족
 - 가정용과 상업용(근린생활시설, 업무시설 등 포함) 건물 구분 로드맵 비공개

2030/2050 온실가스 감축 로드맵 개선 방안

- 개선책을 반영할 수 있는 정부 계획

- 제2차 녹색건축물기본계획(2019년말 수립)
- 제2차 기후변화대응기본계획(2019년말 수립): 2040년까지 목표 제시
- 수정 NDC(2020년 UNFCCC 제출): 2030년까지 목표 제시
- 장기 저탄소 발전 전략(2020년 UNFCCC 제출): 2050년까지 목표 제시

1) 기후변화 대응 목표별 감축 필요량 공개

- 기준(정부 공식) 목표: 2030 온실가스 감축 로드맵 수정안, NDC
- 기후변화 완화 목표 단계별 감축 필요량: 지구온난화 1.5°C/2.0°C 이내 억제(일시적 오버슈트 여부 공개)
- 단기 목표(2030년), 중기 목표(2040), 장기 목표(2050년) 구분: 세부 정책별 감축 목표량 공개

2) 전과정 평가 반영(이미 제출된 선진국 LEDS 참고)

- 건축물: 신축 및 개축으로 인한 온실가스 배출량 포함
- 건축물 내외장재 및 각종 설비: 제조·사용·폐기로 인한 온실가스 배출량 포함

2030/2050 온실가스 감축 로드맵 개선 방안

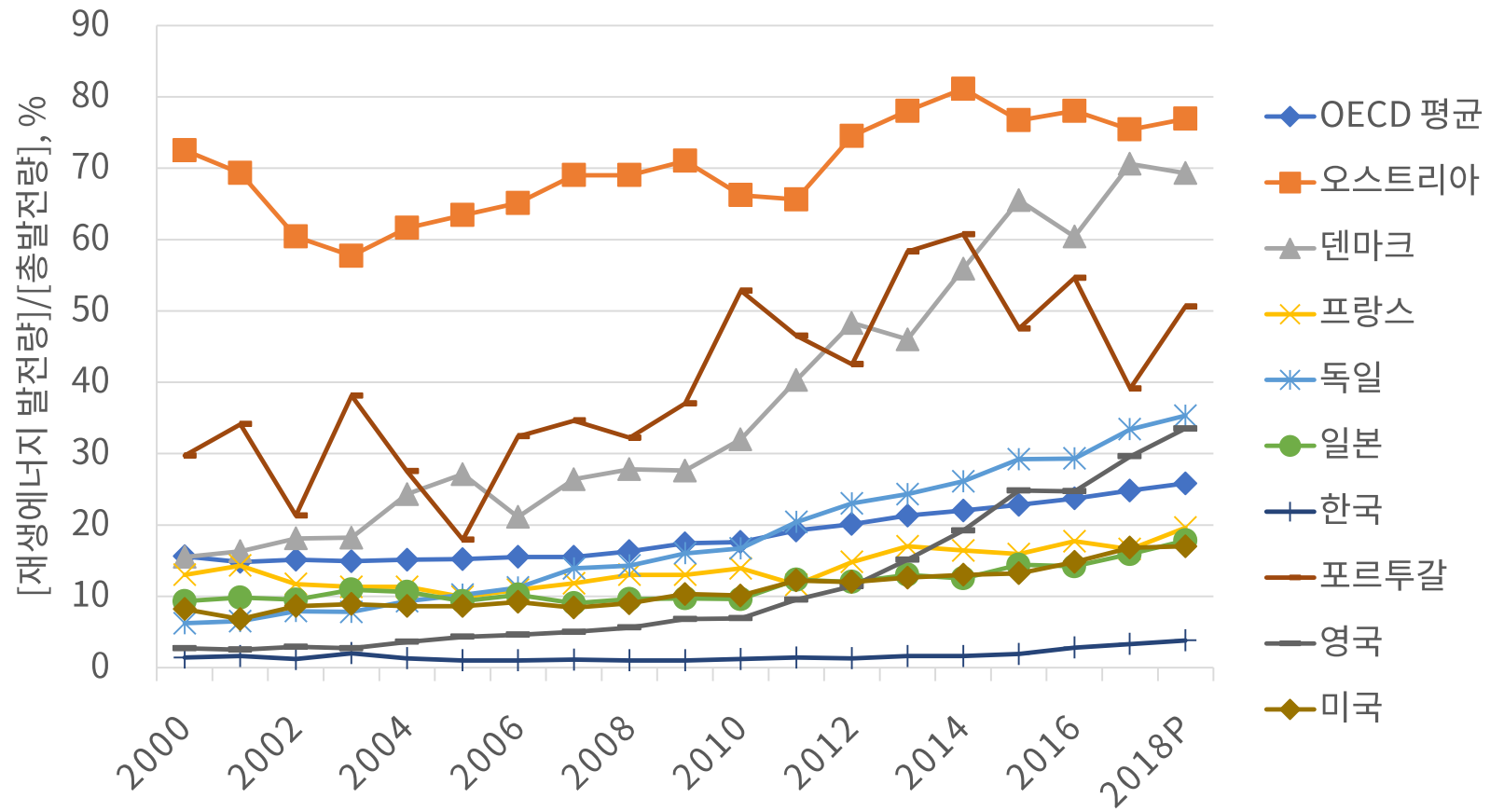
3) 추가 감축 잠재량 연구

- 건물 공간 수요 저감 방법 구체화
- 간접 배출량: 최소한 영국 수준의 재생에너지 전력 보급 목표
- 건축물: 목재(cross-laminated timber 등; 물질 수요 85%까지 절감; 수입 가능) 건물
- 건축물 내외장재 및 각종 설비: 광범위한 히트펌프 도입(재생에너지/에너지저장장치 보급 극대화를 통한 전기화 가능) 등
- 재생에너지 건물 도입 확대: 태양열 온수기 등
- 건물밀집지역 에너지 효율 향상: 집단에너지(지역 냉난방) 도입 확대
- ICT: 공공부문 데이터센터 에너지 효율 제고(최소한 네이버 IDC 수준), IoT 확대 등에 따라 급증하는 네트워크 대기전력(2020년 기준 절약 가능전력 550 TWh)의 제로화

4) 2040/2050 부문별 온실가스 감축 목표 수립 시 근본적 개선 방안: 서로 독립적인 복수의 연구진이 경쟁 연구

- 정책목표와 관계 없이 지구온난화 1.5°C/2.0°C 이내 억제 목표를 달성할 방법 연구한 뒤 결과를 비교
- 대형 연구 컨소시엄의 단일 수주가 아니라, 중소형 연구팀에 자율성을 최대한 보장하면서 독립적인 연구를 의뢰
- 부문별 목표를 연구진이 자체적으로 세움으로써 일률적인 온실가스 감축목표 설정 지양

재생에너지 전력의 성장 잠재량: 한국과 영국의 비교



출처: International Energy Agency. (2019). *Renewables Information 2019*. Paris, France: IEA Publications.

PUE(Power Usage Effectiveness, 전력효율지수)

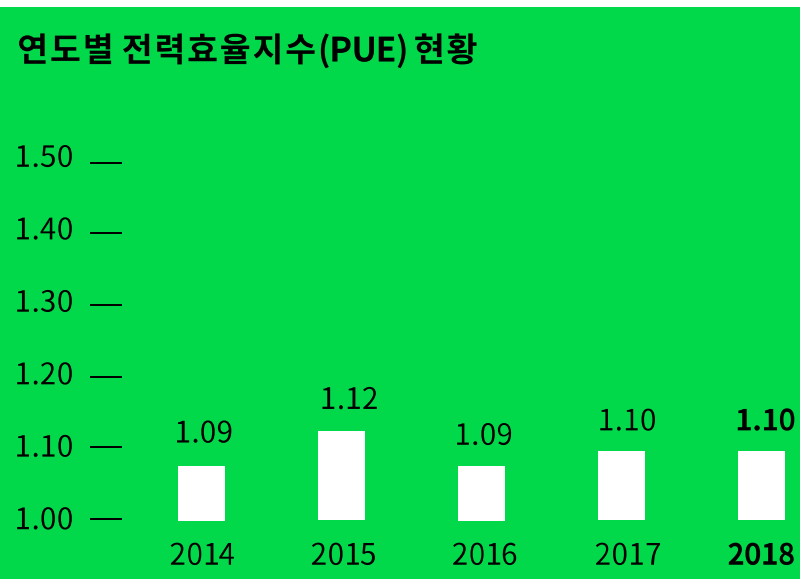
$$PUE = \frac{\text{데이터센터서 사용하는 총 전력량}}{\text{[IT 장비가 소비하는 전력량]}}$$

PUE가 1에 가까울수록 전력을 많이 절감한 것을 의미.

국내 데이터센터 PUE

구 분		PUE	평균
민간	IT서비스	1.81	1.79
	통신사업자	1.77	
공공	정부 및 공공기관	3.18	3.24
	지자체	4.20	
	연구소	2.34	
전체 평균			2.66

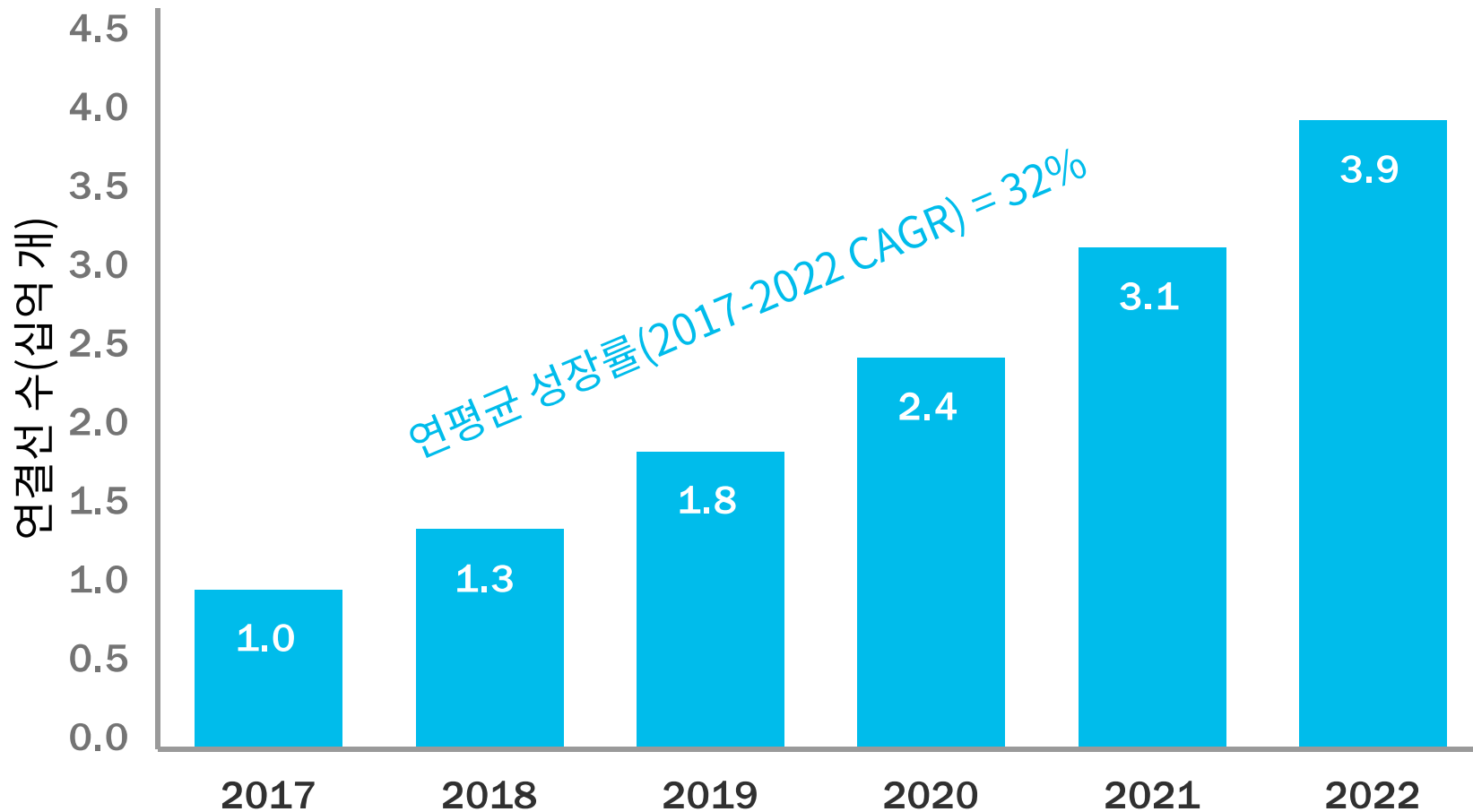
네이버 IDC 평균 PUE



출처: 송준화 외. (2015). 데이터 산업 육성을 위한 기반 조성 연구조사. 한국IT서비스산업협회.
네이버. (2019). Naver Annual Report 2018. 성남: 네이버.

네트워크 대기전력 문제:

IoT의 성장(각종 센서의 증가와 기계간 통신 증가 등)에 따른 '기계-기계'(M2M) 연결선 수 전망



감사합니다.

- Questions and Answers

100% 재생가능에너지 시대를 위한 건물 분야 에너지소비량 줄임 기술들 **파시브기술과 저밀도에너지원 기술**

파시브기술연구소 최우석
wooseok,choe@icloud.com

facebook.com/passivtechlab | wordpress.com/passivtech

1



파시브기술연구소 최우석

- 파시브기술연구소 대표
- 파시브하우스 컨설턴트 (Certified PassivHaus Consultant)
- 환경교육학 박사
- (전) 파시브하우스 디자인 연구소 연구원
- (전) 명지대학교 제로에너지건축센터 연구교수
- 파시브하우스 설계와 시공 자문
- 건축물에너지성능 계산 (PHPP)
- 파시브기술 연구, 보급
- 파시브하우스 프로젝트 감리
- 파시브하우스에 대한 일반인, 전문가 교육

2

에너지독립하우스에 살다

에너지독립하우스 1호와 2호를 짓고
1호에서 2013년 4월부터 에너지독립
살림을 하고 있음



3

제로에너지주택 실증단지 연구

노원구 제로에너지주택 실증단지
건축물 에너지성능계산을 담당함



4

관리비 고지서 없는 양평 에너지독립하우스

05 기획특집_에너지 자립 주택을 꿈꾸다 2

원문: 환경부의 보도 | 취재: 이예진 기자 | 편집: 2014.05.16 14:32 | 수정: 2014.06.05 13:24

에너지독립하우스에는 고지서가 날아들지 않는다. 한전과 전력사용계약 자체를 맺지 않았고, 기종이나 가스를 이용한 보일러도 없다. 대신 태양광으로 집을 짓고 태양광으로 전기를 만들어 쓰는, 미래를 위한 실험이자 현명한 도전이다.

작년 봄 입주해 이제 만 1년이 지난 에너지독립하우스 1호, '패시브하우스 디자인 연구소'의 최우석 연구원이 직접 짓고 사는 집이다. 그는 꾸준히 연구해 온 패시브하우스에 대한 이론을 직접 현실로 검증해 보고 싶었다. 마침 서울의 답답한 전세살이에도 열중이 나 있는 터였다. '착실하게 비용을 모아 서울에서 집을 짓는 건 애시 당초 불가능하고, 그렇게 얻은 집이라도 저렴한 임대료로 주를 거예요, 서울의 아파트 단축, 인형주택의 시공 수준은 변하니까요, 결국 대중교통을 이용할 수 있는 범위 내에서 가장 많았던 곳을 찾아 나섰어요.'



중앙선 전철과 철도를 모두 이용할 수 있는 양평역을 기점으로 답사를 시작했다. 가능한 먼 자연가로 양평역까지 갈 수 있는 거리여야 했다. 온 줄게 건물용이 크고 반듯한 작은 땅을 구해 어등생태와 나눠 기웠다. 각각 254㎡, 256㎡의 70평 규모였다.

평범한 사람도 짓고 살 수 있는 에너지독립하우스

관리비 고지서 없는 양평 에너지독립하우스

원문: 환경부의 보도 | 취재: 이예진 기자 | 편집: 2014.05.26 14:17 | 수정: 2014.06.26 11:22

지난 7월 본지를 통해 소개한 에너지독립하우스 1호는 패시브하우스를 연구, 교육하는 단체에서 일하는 최우석 씨의 집이었다. '편안 한전과 계약을 맺지 않고 태양에너지만으로 생활이 가능할까?'하는 궁금증 뒤에는 '연구원이나 가능하겠지'하는 열마간의 의심이 풀렸었다. 그런데, 그 열에 최우석 씨의 어등생 가족이 에너지독립하우스 2호를 짓고 입주했다. 프로그램이 남편과 둘째 출산을 앞둔 아내, 한창 뛰어노는 어린 아들이 있는 평범한 가족은 이 집에서 어떤 삶을 영위할까.



우리집 독립선언 한국전력 굿바이~

등록: 2014-11-05 20:31



경기도 양평 회현리에 지어진 에너지독립하우스 1호와 2호. 왼쪽이 1호, 그 옆에 있는 낮은 건물은 에너지 발전 시스템이 설치된 두 집의 운실이다.

[매거진 esc] 라이프

태양광 에너지로 냉난방에서 요리 온수 조영까지 모든 에너지를 자급자족하는 양평 에너지 독립하우스

10월31일 차가운 비가 내리면서 경기도 양평군 회현리 한낮 기온은 10℃까지 떨어졌지만 나무로 지은 집 안은 따듯했다. 집 안 온도는 24℃를 가리켰다. 똑같이 나무로 지어진 바로 옆집에선 두달 전 태어난 아기를 안고 엄마 최민경(38) 씨가 반팔 차림으로 손님을 맞았다. 이 두 채의 집은 햇빛을 받아 난방과 전기에너지 모두를 해결하는 태양광 주택이다.

[70주년 창간기획-집의 재구성 살고 싶은 家](2) 화석연료 쓰면서 잊고 있던 것... '해를 보며 사는 이치'에 눈뜨다

정희완 기자 roses@kyunghyang.com

입력: 2016.10.14 21:15:00 | 수정: 2016.10.14 21:19:12

· '에너지 독립' 태양광 주택



한국일보 | Korea Times | 한국스포츠경제 | 2017. 11. 25.

뉴스 스페셜 이슈기획 오피니언 멀티미디어 지역

“내가 쓸 전기 직접 만들어... 난 에너지 아나키스트다”

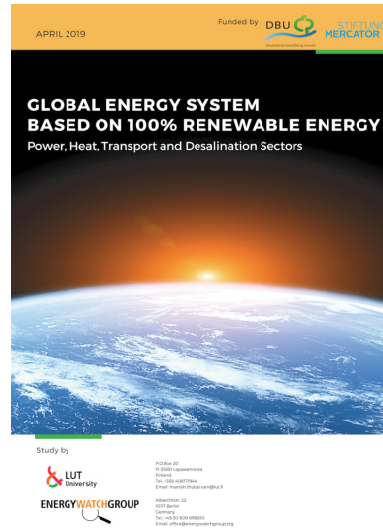
JSA 귀순, 남북관계엔 KOSDAQ 800.0 KEB Hana B 3.20 (0.4) 017/11/24 09:01 정부발 폭동, 과거 버블

신춘문예에 대한 '알쓸신잡' | 편견 갠 인터넷 페미니즘 선구자 | "아빠의 연극 보며 배우 꿈 키워" | 죽어가는 귀순병 살려

100% 재생가능에너지 사회로 전환하는 얼마든지 가능하다

에너지워치그룹, 핀란드 LUT 대학 (2019).

<100% 재생가능에너지에 기반한 세계 에너지 시스템 - 전력, 열공급, 운송 그리고 해수담수화 분야>



9

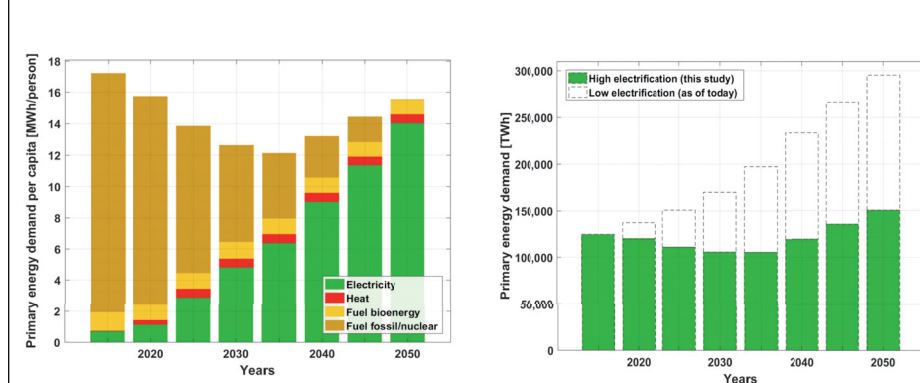


Figure KF-1: Primary energy demand per capita (left) and primary energy demand with high electrification and low electrification (right) through the transition.

그림 KF-1. 에너지전환 과정의 1인당 1차에너지요구량 (왼쪽), 전기화 수준에 따른 1차에너지요구량(오른쪽)

10

에너지전환의 과제

- 재생가능에너지로 화석연료, 핵에너지 대체
- 에너지소비량 줄이기

11

LESS ENERGY MORE COMFORT

파시브하우스 운동의 모토

12



PASSIVE : ACTIVE

- 원하는 결과를 얻기 위해 물리적 환경을 조성하여 에너지 흐름을 조절하는 에너지 이용방식
- 원하는 결과를 얻기 위해 별도의 에너지를 동원하여 에너지 흐름을 창출하는 에너지 이용방식

13



파시브하우스 : 보온병에서 살기

14

보온병 VACUUM FLASK

No. 872,795. PATENTED DEC. 3. 1907.
R. BURGER.
DOUBLE WALLED VESSEL WITH A SPACE FOR A VACUUM BETWEEN THE WALLS.
APPLICATION FILED OCT. 23. 1906. 3 SHEETS-SHEET 2.

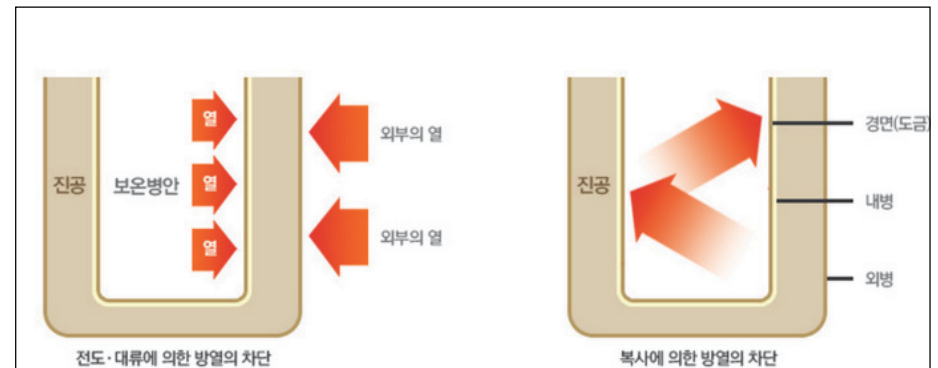
1907년, 미국 특허청의 보온병 (스캐치)
출처 : ko.wikipedia.org/wiki/보온병

WITNESSES:
Dr. H. Benigau
Georgel, Schanauer

INVENTOR,
REINHOLD BURGER,
BY *Frank W. Steele*
Attorney

- 1892. 스코틀랜드 과학자 제임스 듀어 경 실험용도로 발명. (1881. 독일 아돌프 바인홀트도 독자적으로 발명.
- 1904. 2명의 독일 유리공(라인홀트 부르거, 알베르트 아첸브레너), 듀어 병에 'Thermos'라는 이름 붙이고 상품화.
- 구스타프 파알렌, 이후 Thermos병 개선과 다양화에 크게 기여.
- 이후 써모스는 보온병을 가리키는 일반명사처럼 널리 쓰임.

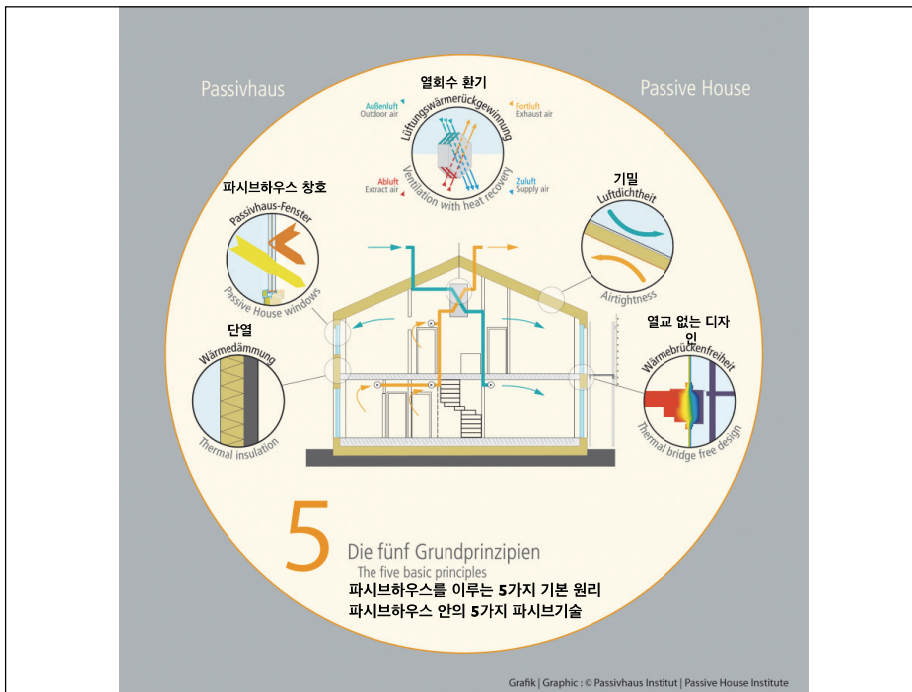
15



보온병의 원리

- 열흐름을 방해하여 열손실의 속도를 늦춤.
- 진공층 : 전도열손실, 대류열손실을 차단, 또는 방해
 - 반사율 높은 안쪽벽 : 복사열손실 방해

16



17

파시브 기술

보온병의 과학
우주선의 과학
파시브하우스의 과학
...

에너지 효율성을 높이는 기술
에너지 손실을 극소화하는 기술
적은 투입으로 많은 효율을 얻는 기술
...

18

파시브 기술

- 단열·보온(보냉) 기술 (건축물, 설비, 차량, 창고, 온실 ...)
- 기밀, 밀폐 기술 (건축물, 창호, 문, 설비, 차량, 창고, 온실 ...)
- 파시브한 에너지 획득, 저장, 차단 기술 (창호, 온실, 축열 ...)
- 열교 차단 기술 (단열재 고정, 창호 설치, 부착물 설치, 접합 부위 ...)
- 열회수 기술 - 열회수환기, 열회수배수, 열회수배기 ...
- 유기영양물질 회수 기술 - 발효·자연분해·퇴비화 기술 (변기, 음식 부산물 처리..)

19

건물분야 에너지소비량 줄이기

- 냉방
- 조명
- 가전기기
- 난방
- 조리
- 환기
- 급탕(온수)

20

냉방에너지소비량 줄이기

- 단열·보온·보냉 기술
- 기밀·밀폐 기술
- **파시브 에너지 차단 기술**
- 열(냉기)회수 기술
- 저밀도에너지원 활용 기술 - Heat Pump

21

가전기기 에너지소비량 줄이기

- 가전기기 에너지효율화
- 스마트 제어
- 문화적 노력

22

조리에너지소비량 줄이기

- 화석연료 조리기기를 인덕션렌지로 대체
- 직접 배출 후드를 순환형 필터 후드나 플라즈마 필터 후드로 대체 (환기열손실 줄이기, 실내공기질 개선)

23

조리기기의 편익효율 비교

조리 에너지 전달율 측정 결과 (미국 에너지성(DOE) 2014)

	GAS	Electric	Induction
Efficiency	43.9%	71.9%	72.2%

24

급탕(온수)에너지소비량 줄이기

- 열회수배수 기술
- 저밀도에너지원 활용 기술 - Heat Pump
- 분배손실 최소화 설계, 설비 디자인

25

조명에너지소비량 줄이기

- 기존 구형 조명기기를 LED 조명기기로 대체
- 스마트 제어

26

난방에너지소비량 줄이기

- 단열·보온·보냉 기술
- 기밀·밀폐 기술
- 패시브 에너지 획득 기술
- 열회수환기 기술
- 저밀도에너지원 활용 기술 - Heat Pump

27

단열·보온·보냉 기술

28

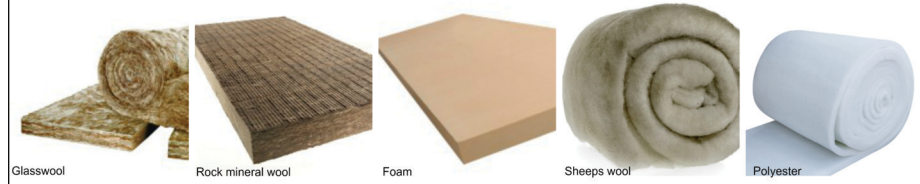
단열



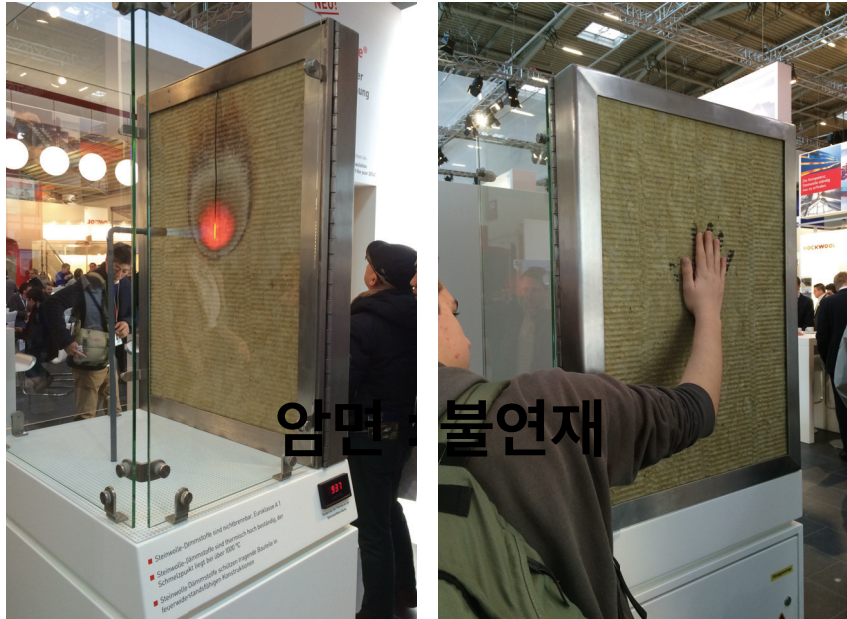
사진 출처 :
EnergieSchweiz, U-Werte Katalog.

29

단열



30



암면 불연재

31



양모 천연단열재

32



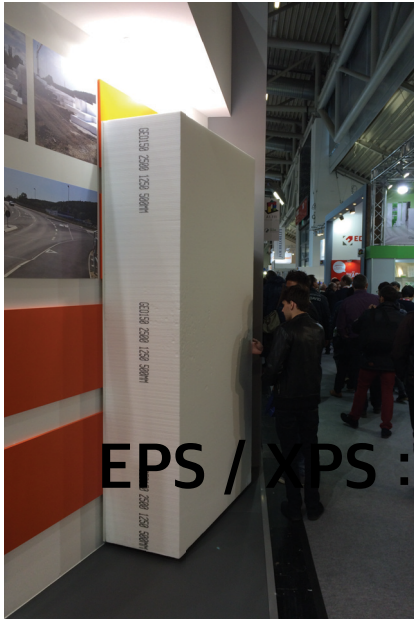
셀룰로오스 : 천연단열재

33



목질섬유 : 천연단열재

34



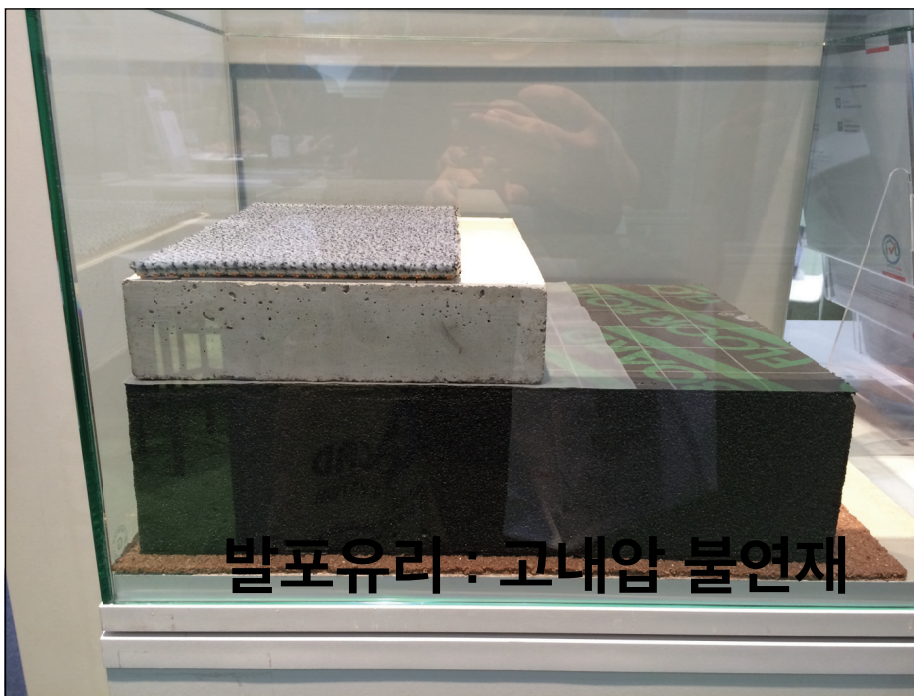
EPS / XPS : 합성단열재

35



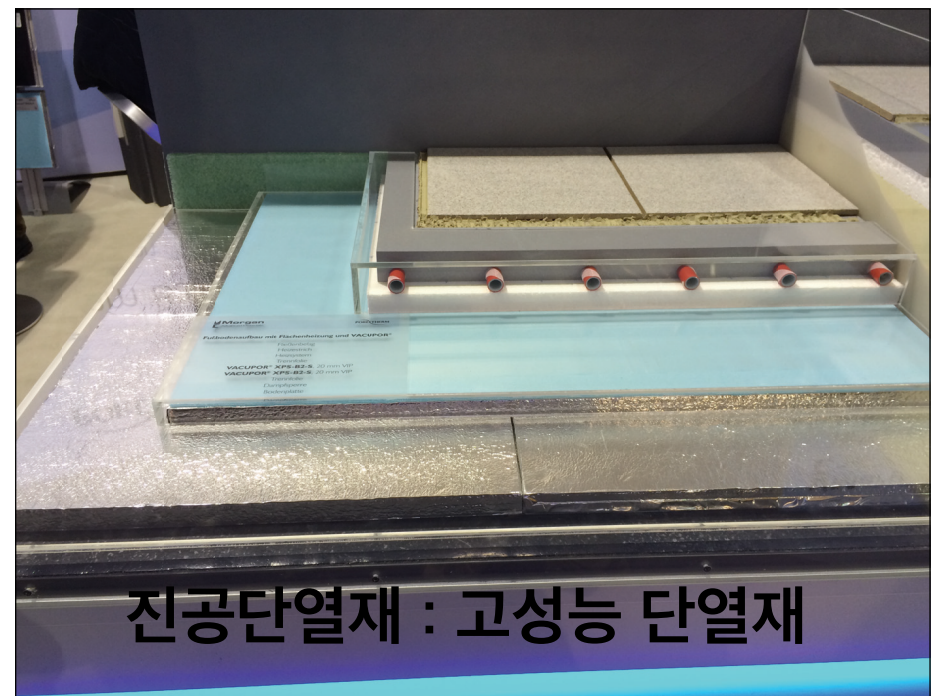
볏짚 : 천연단열재

36



발포유리 : 고내압 불연재

37



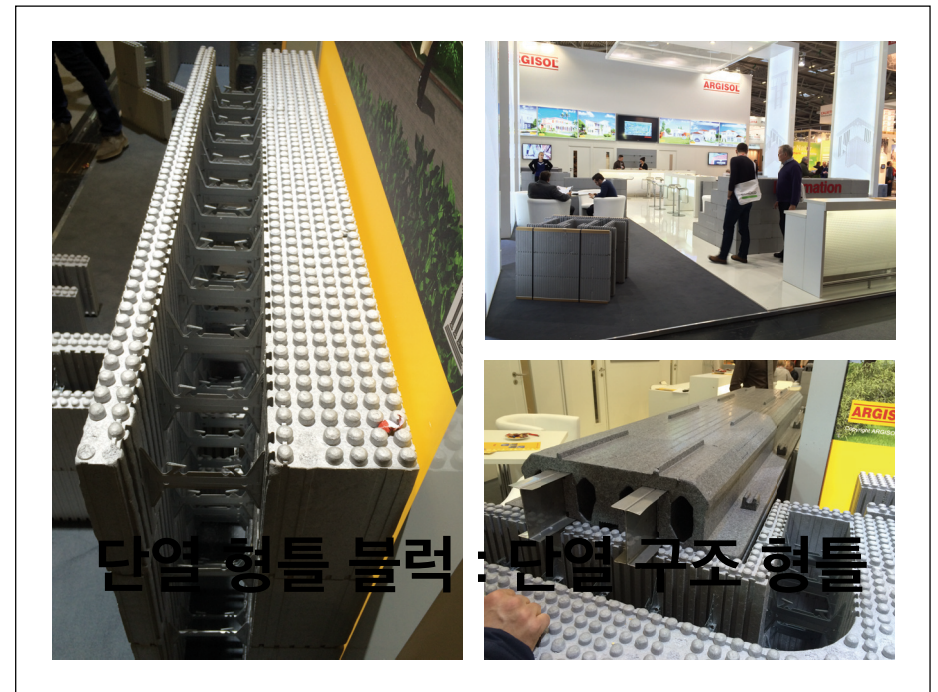
진공단열재 : 고성능 단열재

38



단열재 충전 벽돌 : 단열 구조재

39



단열 형틀 블럭 : 단열 구조 형틀

40



41



42

기밀

공기 차단

원형 관통부

01

• 세로로 Rissan의 주름을 잡음

02

• Rissan의 접반은 피이프에 접반은 방향 중층에 기포 생기지 않게 붙임

공기 차단

직접 후 모습:

03

• 둥근 부분에 Rissan을 여러 장 붙임

04

직접 후 모습:

• 여러 장의 Rissan 60으로 원형 관통부가 밀봉되어 공기차단됨

• Siccral 테이프 보호스트림을 벗김
• Siccral을 겹침부 중앙에 위치시키고 잘 맞도록
• 테이프 보호스트림을 제거함
• 기포나 주름이 생기지 않게 Siccral을 붙이고 강하게 눌러줌

• 둥근 부분에 Rissan을 여러 장 붙임

• 막막한 고무 물러름 이용하여 누름
• 즉각적 집착성을 향상 시킴

43

기밀

Airtight feed-through through the moisture barrier foil.

Air-tight sleeves.

The **adjustable sleeves** and **conduit feedthroughs** work with any **flexible conduits**. Different designs for cables and conduits in different sizes provide the right solution for every application.

- Large variety in size for cables and conduits
- Seal even when cables are extremely loose
- Easy, airtight feedthroughs
- Economical, knifed solution
- Fits into all sizes of cable and conduit diameters
- Hooks to almost all pipes

For air-tight conduit and cable feed-through.

Multiple air-tight sleeves ECON®.

Cable and conduit sleeve **ECON®** for the airtight sealing of one to six cables up to Ø 11 mm or conduits up to Ø 25 mm through the airtight building shell in one sleeve shell for single and multi-core units.

- Basic sealing elements are for guaranteed airtightness in one-piece element
- Completely tool-free installation
- Airtightness: 100% per cable/conduit, even extremely hot and cold
- Airtightness: 100% per penetration and overall
- Unused feedthroughs are reserved for fire insulation

38 | www.kaiser-elektro.de

40 | www.kaiser-elektro.de

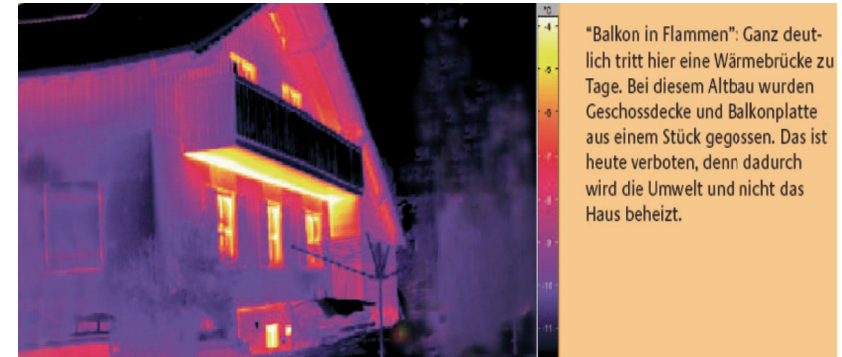
44

열교 차단 기술

45

불타는 발코니

열화상 사진에서 볼 수 있듯이 발코니로 많은 양의 열이 빠져나온다.



"Balkon in Flammen": Ganz deutlich tritt hier eine Wärmebrücke zu Tage. Bei diesem Altbau wurden Geschossdecke und Balkonplatte aus einem Stück gegossen. Das ist heute verboten, denn dadurch wird die Umwelt und nicht das Haus beheizt.

현재 독일에서는 발코니와 바닥을 한판의 철근 콘크리트로 부어 만드는 것이 금지되어 있다. 따로 만들어 연결해야 한다.

46

46

A solution that sits comfortably with everyone.
The Schöck Isokorb® thermal break element.

SchöckDowel

Let Schöck take the strain.
Shear load connectors
Schöck Dowel Type SLD.

열교 차단

47

단열재 고정물

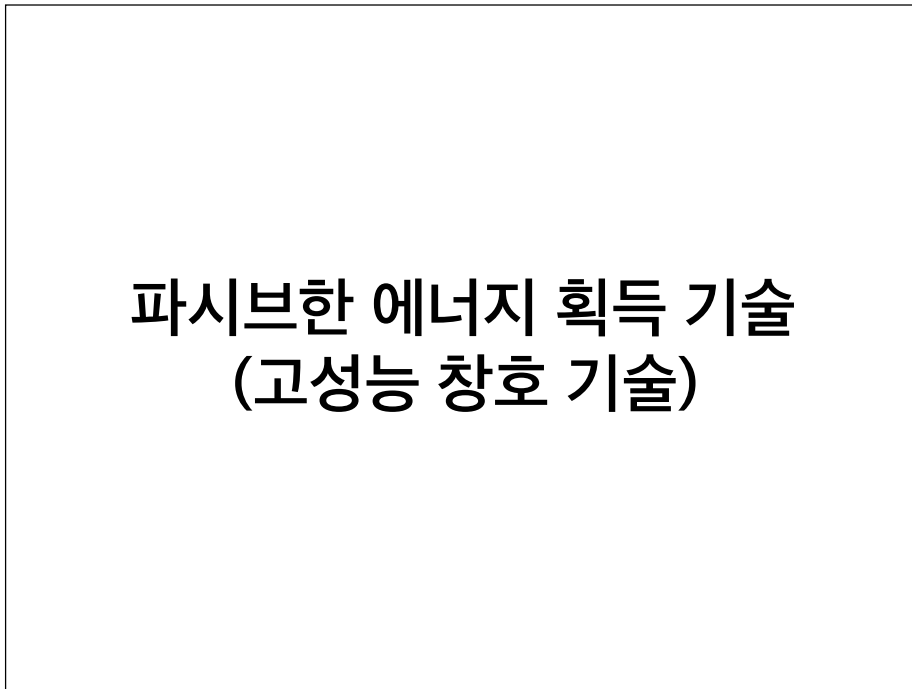
48



49



50



51



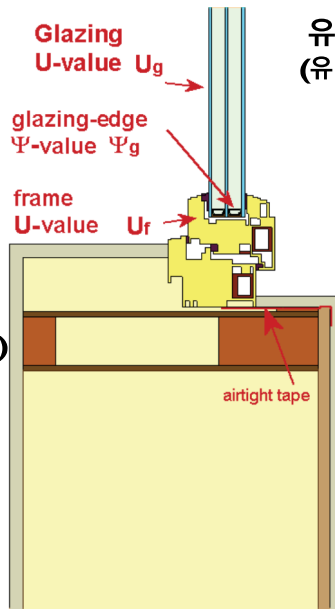
52

유리의 단열성능
(유리 열관류율 U_g)

간봉의 단열성능
(열교열손실계수 Ψ_g)

창틀의 단열성능
(창틀 열관류율 U_r)

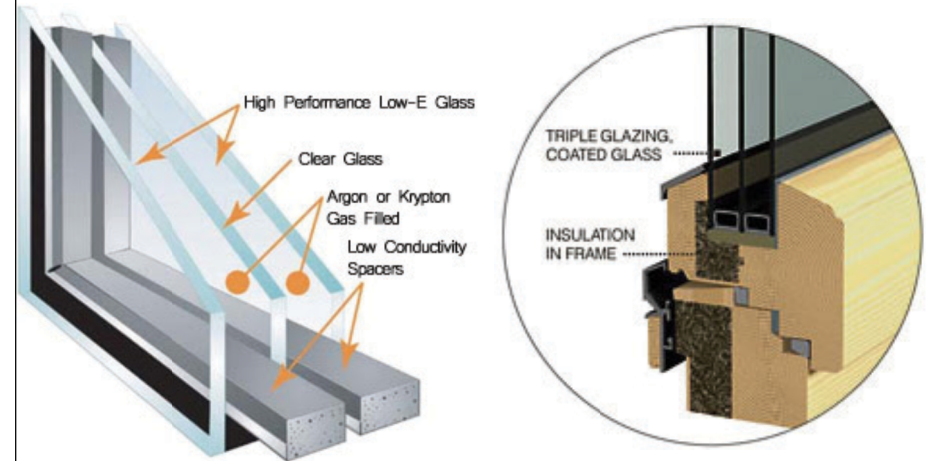
창호 설치 방식
(열교열손실계수 $\Psi_{install}$)



유리의 에너지획득성능
(유리의 태양에너지투과율 g)

창호

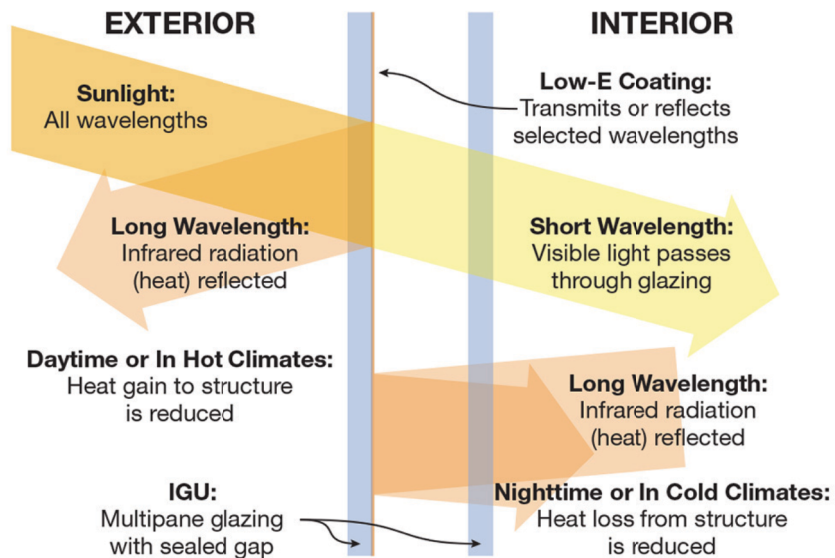
53



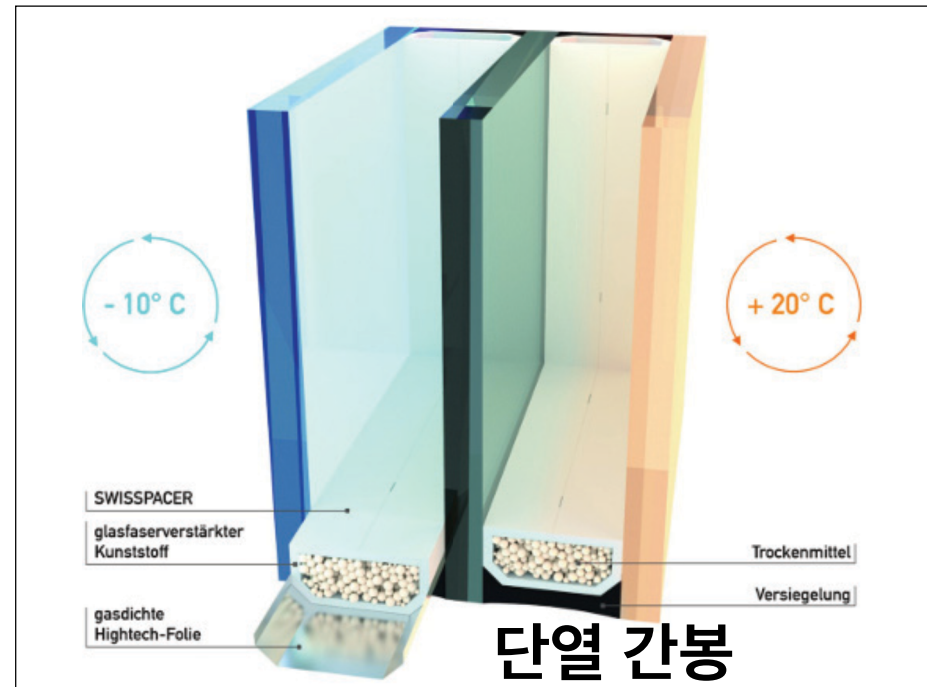
더블로이코팅 삼중유리 / 단열 창틀

54

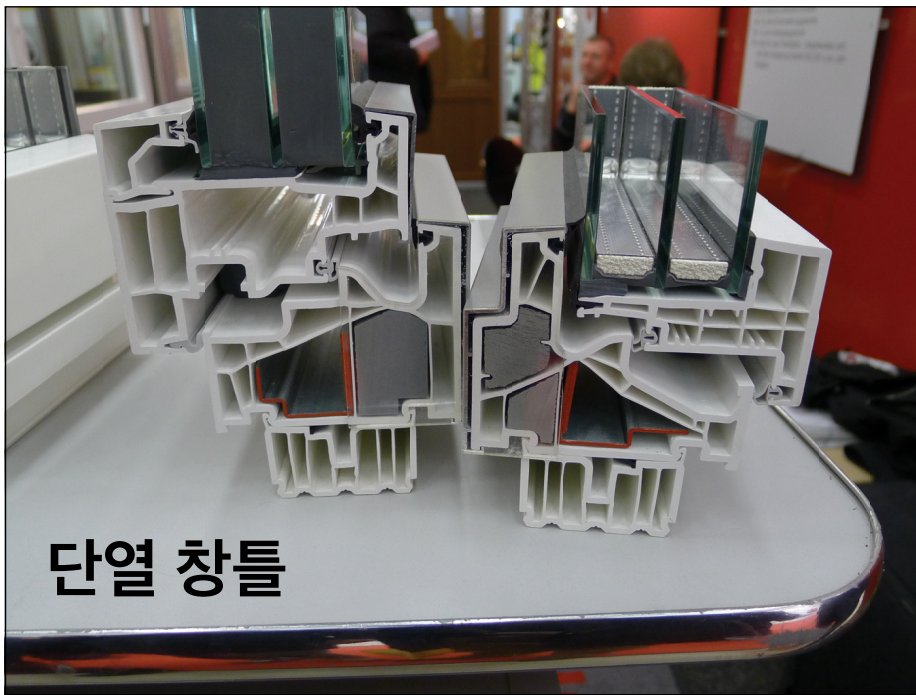
Low-E Coating Performance



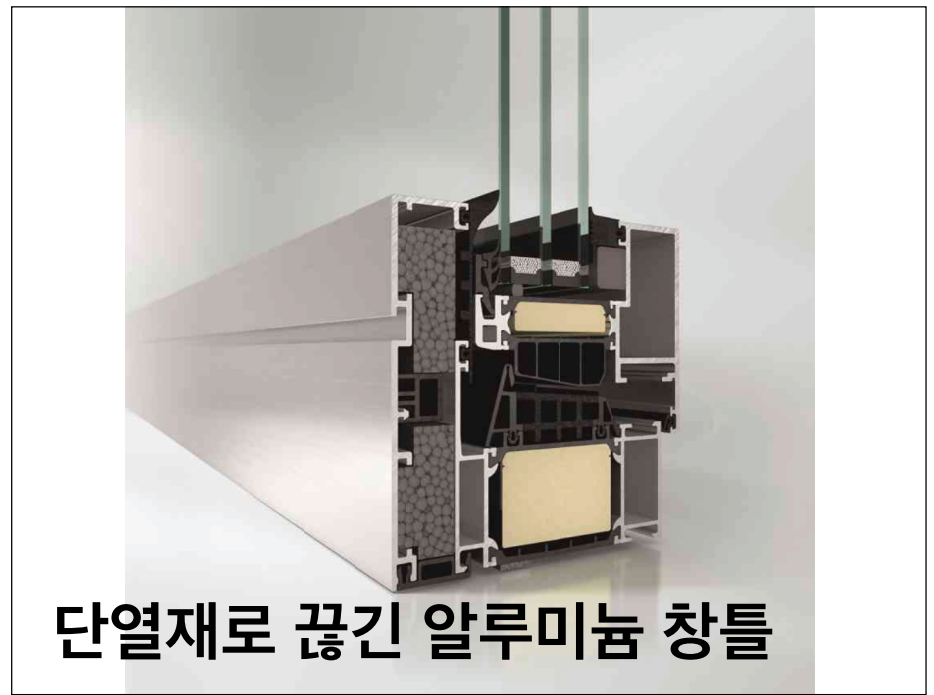
55



56



57



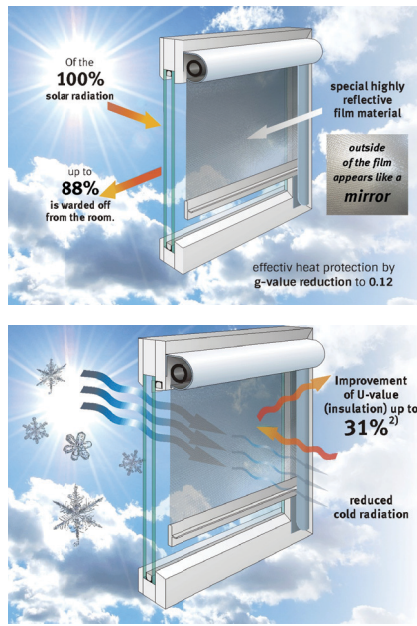
58

**파시브한 에너지 차단 기술
- 차양 SUN SHADING**

59



60



61

열회수 기술

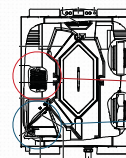
62

열회수 환기

63

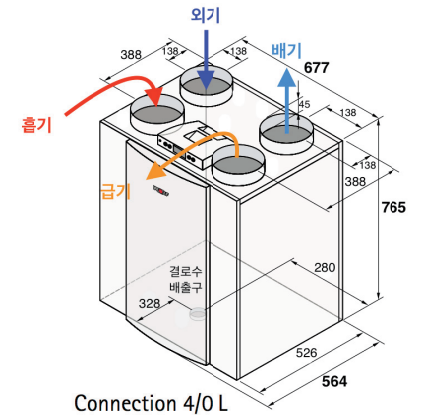
독일 볼프 열회수환기장치
Wolf CWL-300 Excellent

독일 파시브하우스 연구소(PHI) 인증제품

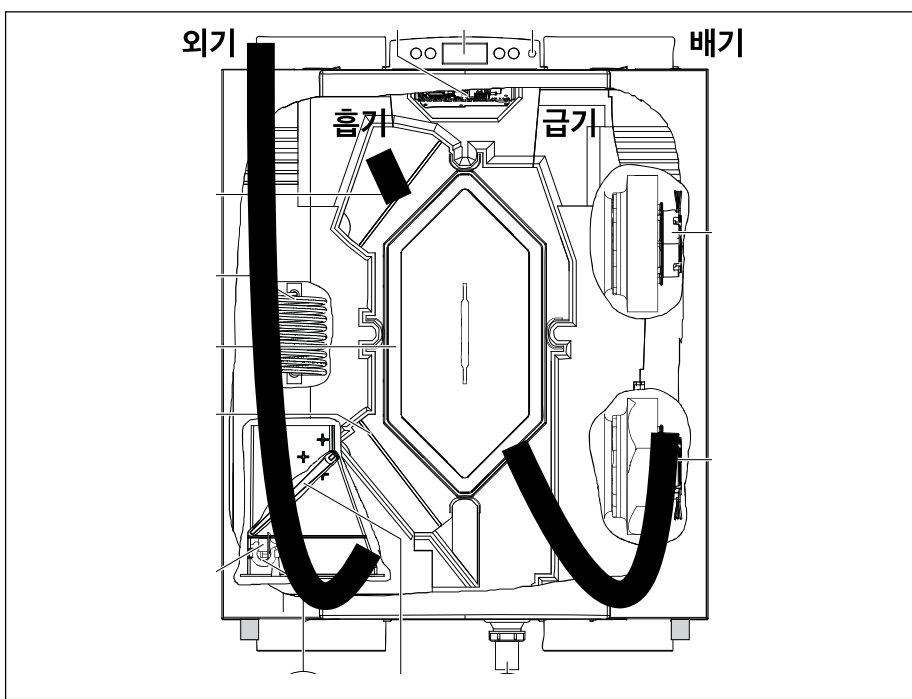


PHI 열회수율 η_{HR} 84%
(78m³/h 경우 88%)
결빙방지 프리히터 내장
바이패스 기능 내장
전기소비량 0.26 Wh/m³

열회수환기



64



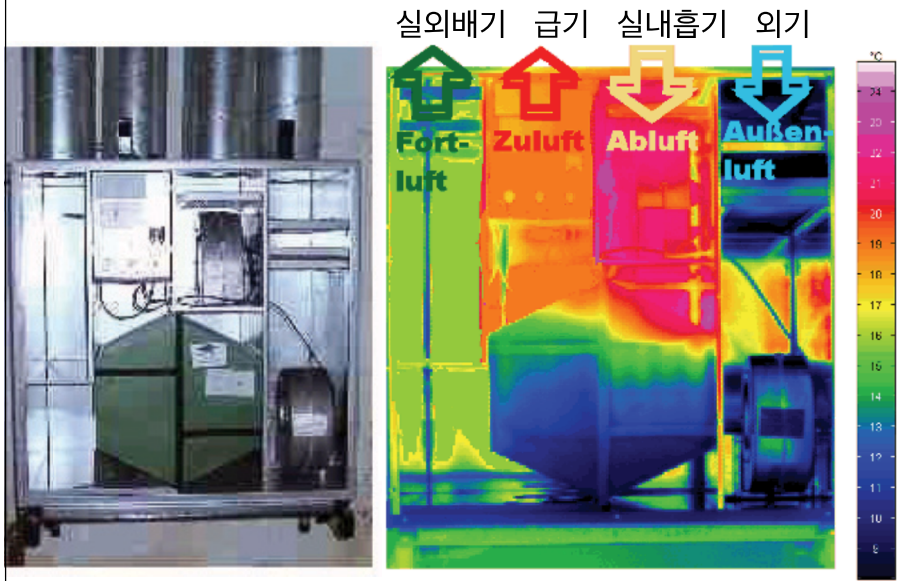
65



열회수환기
소자

66

열회수형 환기장치의 열화상 사진



67

Außenluft (kalt) Abluft (warm) Fortluft (kalt) Zuluft (warm)

Paul Novus 300
열회수율 93% (PHI)
전기에너지소비량
0.24 Wh/m³

68



Dantherm HCC 2
 열회수율 93% (PHI)
 전기에너지소비량
 0.37 Wh/m³

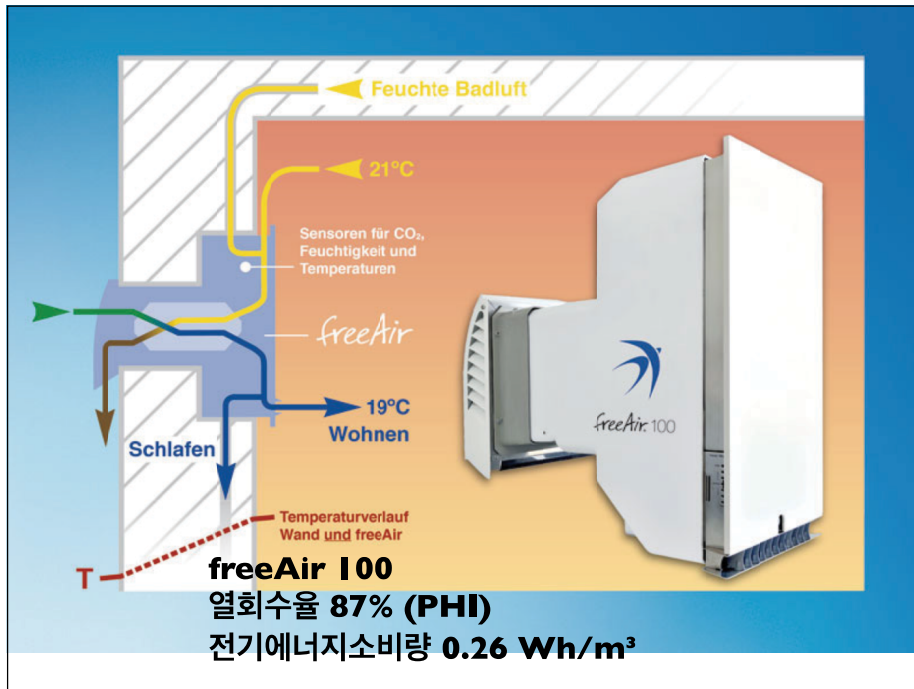


69



DL 50 WH2
 열회수율 83% (PHI)
 전기에너지소비량 0.31 Wh/m³

70



71



72

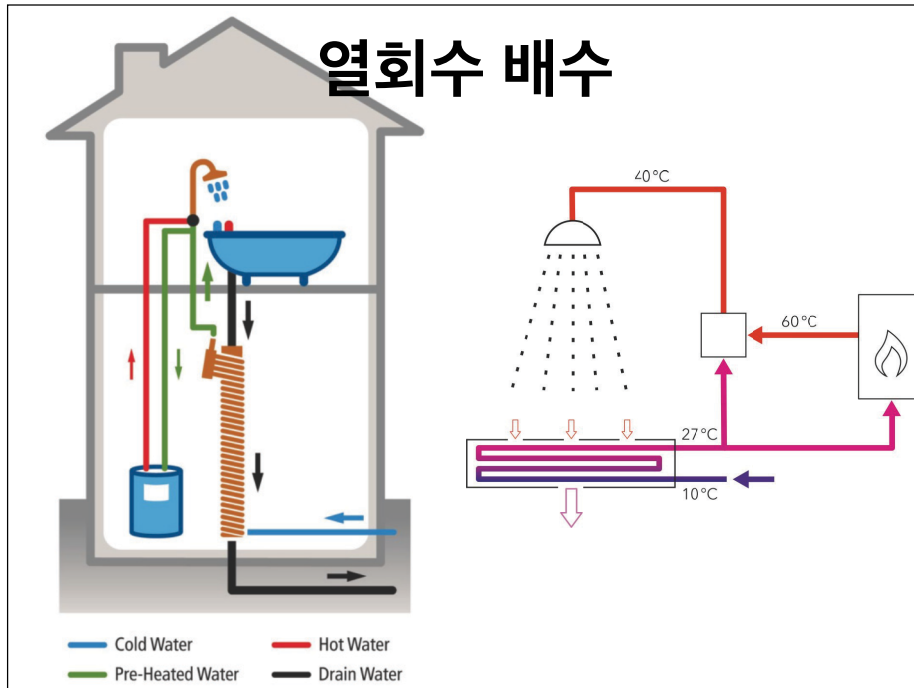
열회수 배수 DRAIN WATER HEAT RECOVERY

73

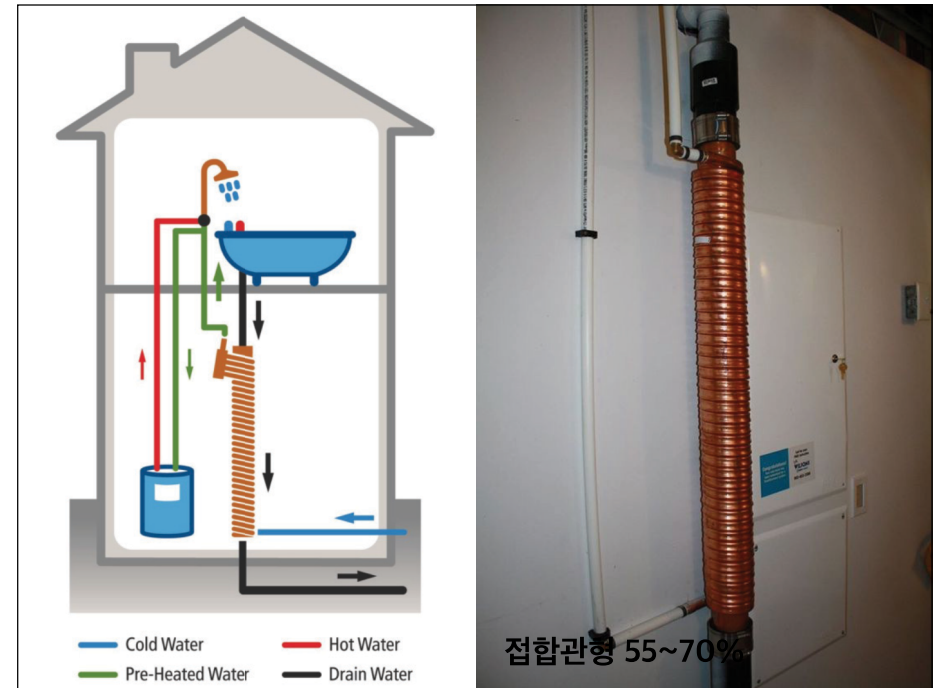
열회수 배수

- 미국 에너지성(Department of Energy, DOE)는 급탕 에너지의 80~90%는 그냥 배수구로 손실된다고 추정함. 미국 전체로 볼 때 약 3,500억 kWh에 해당한다고 함. (DOE, 2012)
- DOE는 “이 에너지의 상당 비율이 회수가 가능하다”고 함.
- 일반적으로 가정에서 급탕에너지는 난방, 냉방에 이어 3번째로 크다. (파시브하우스에서는 가장 큰 1차에너지 소비 부문)

74



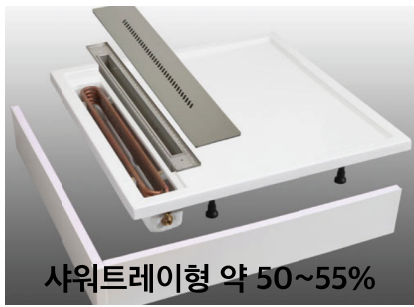
75



76



샤워드레인형 약 50~55%



샤워트레이형 약 50~55%

열회수 배수

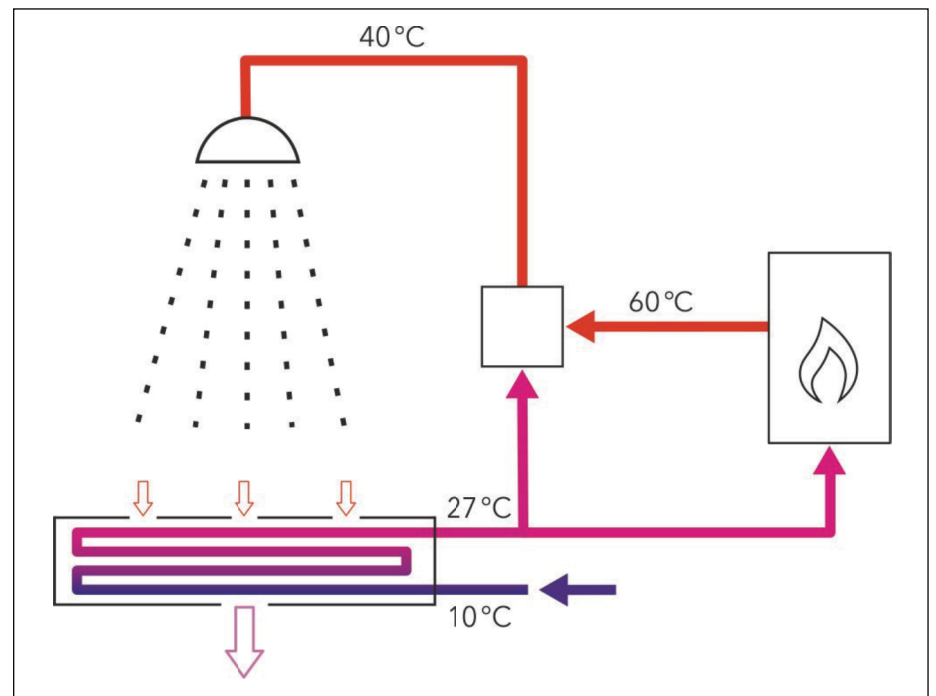


이중관형 약 60~78%



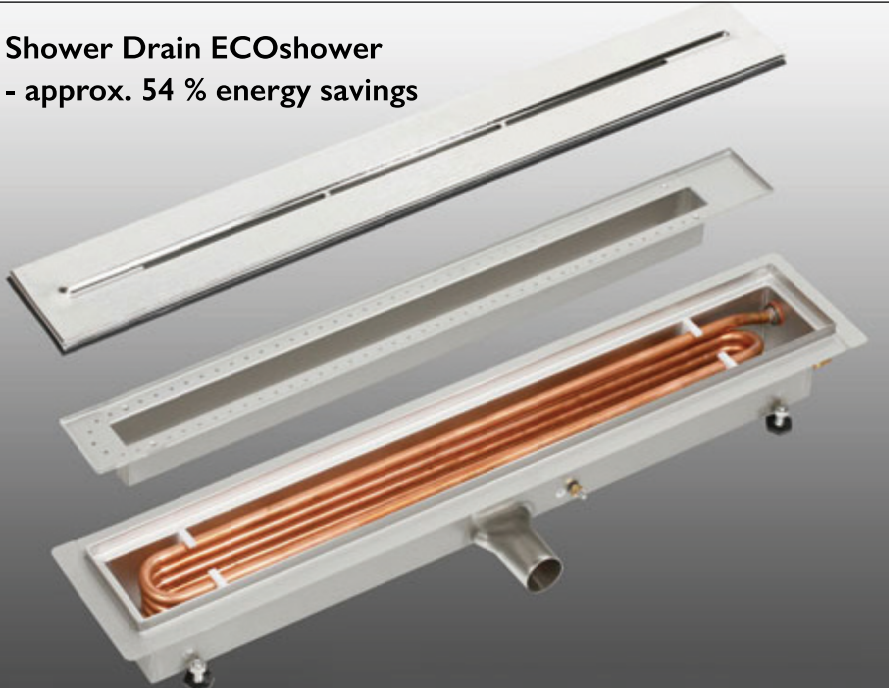
집수정형 약 40%

77



78

Shower Drain ECOshower
- approx. 54 % energy savings

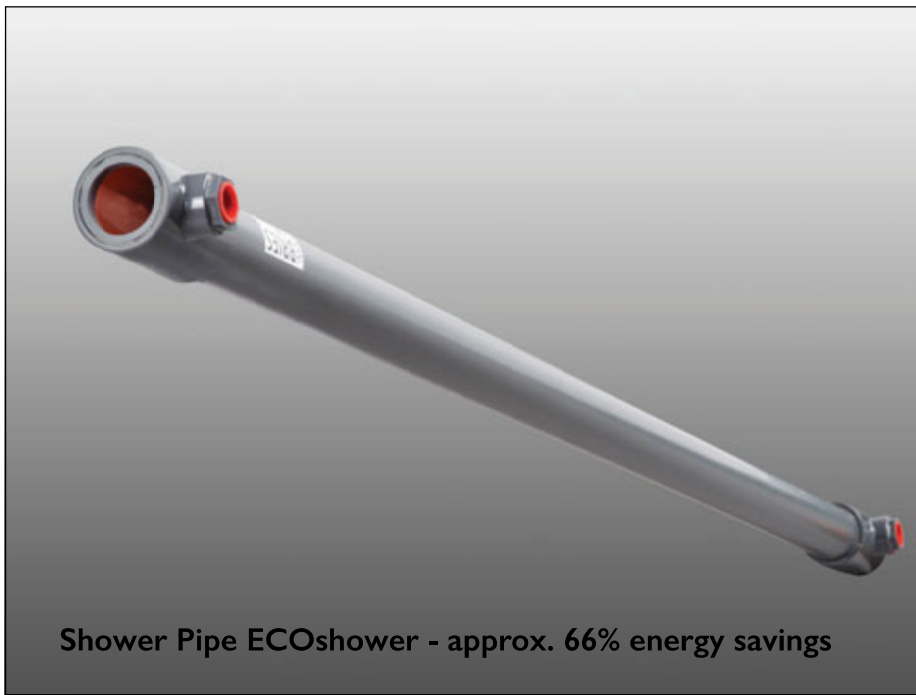


79

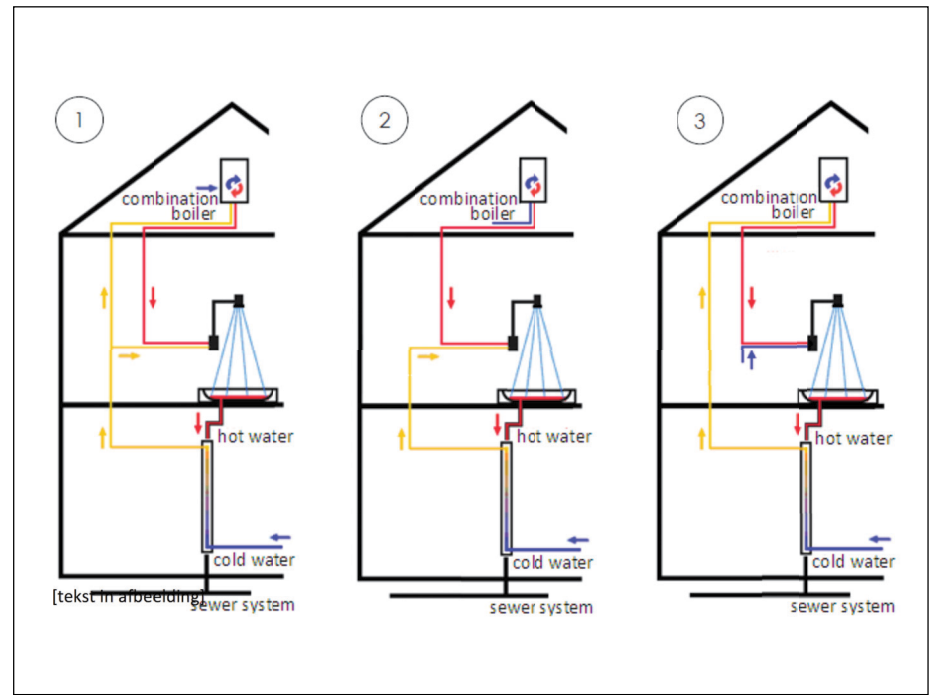


Shower Tray ECOshower
- approx. 54 % energy savings

80



81



82



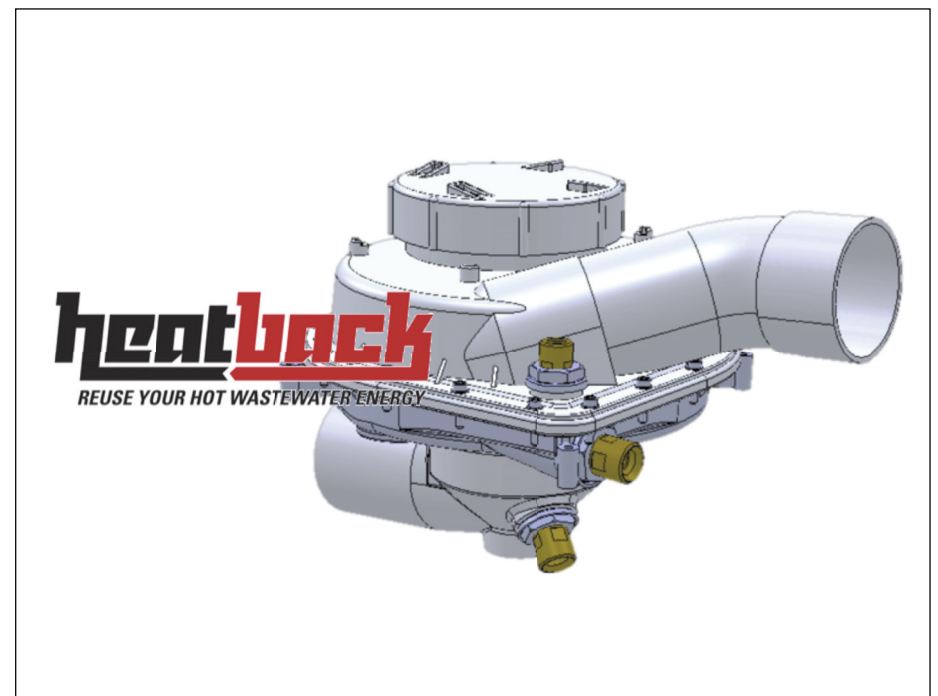
83



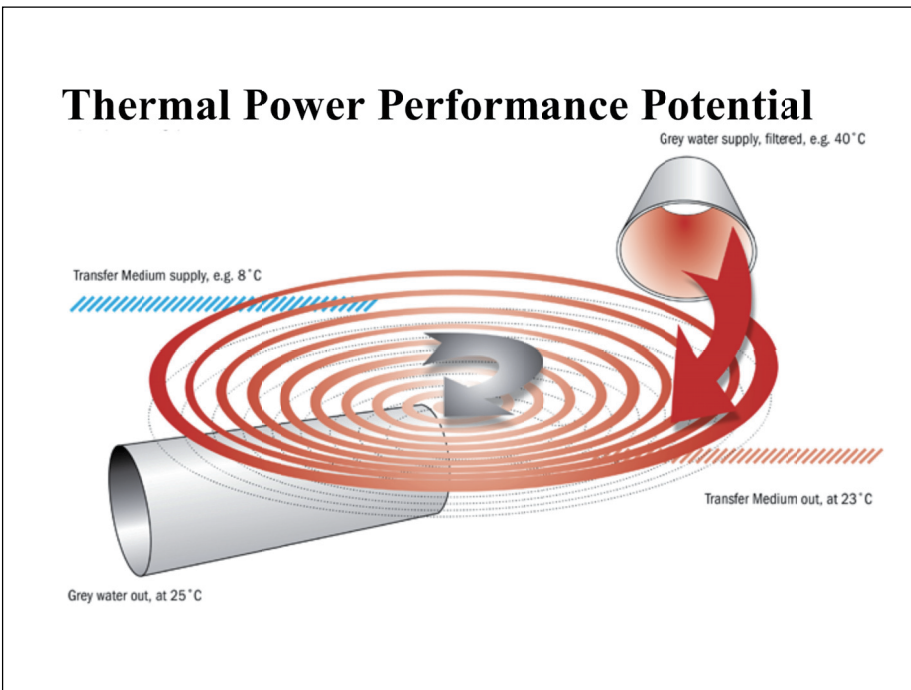
84



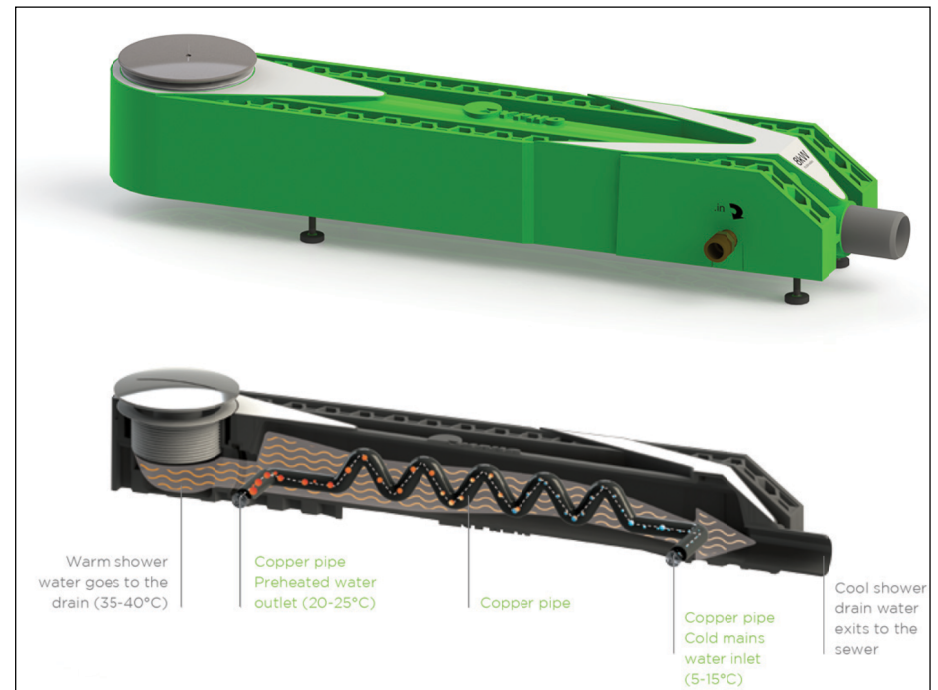
85



86



87



88

열회수 배수 시스템이 유용한 곳

- 가정집 샤워 (단독주택, 공동주택, ...)
- 샤워 시설이 필요한 공공·상업 시설
 - 목욕탕, 호텔, 기숙사, 체육관, 수영장, 헬스센터, 사무용 건물 (자전거 출퇴근 사원 샤워실, 숙직실), 병원, 병영시설
- 온수로 머리를 많이 감는 곳 : 미용실
- 온수로 그릇 세척, 세탁 많이 하는 곳
- 온수로 생산 과정에서 세척을 많이하는 산업, 농업 시설

89



생태
변기

91

유기영양물질 회수 기술 - 물없는 변기

90

Separett® VILLA 5 YEAR GUARANTEE 2,992 SEK

Model 9000 Art nr 1095 ■ Feels like home

With the Villa 9000, the standard for environment friendly toilets has been set higher than ever. In terms of design, stability, comfort and use, it is the equal of a modern WC in every way. The built-in, 2-speed fan expels odours and condensation from the toilet and bathroom quietly and effectively. Extra bathroom fan can not be used. The venting duct can be run straight through an outer wall. The Villa 9000 can be installed in both warm and cold locations, and will work perfectly well irrespective of the room temperature. It can be placed according to your needs and fastened to the wall or floor. The Villa 9000 is supplied complete for simple installation, with a venting pipe (Ø75 mm) to go through a wall and a 2-metre long (Ø32 mm) urine waste hose. Connect the Villa 9000 to a Separett Ekotank, if you would like to collect the urine and use it as an environmentally friendly fertilizer.

- + ■ Concealing view screen
- + ■ Unlimited number of users
- + ■ Works in any temperature
- + ■ Can be connected to existing venting pipe
- + ■ Low power consumption
- ■ Disposal / composting etc.
- ■ Need both venting pipe and urine drainage
- ■ Container or waste bag need to be replaced
- ■ Use drain cleaner should be avoided, reducing the risk of blockages in sewage

The Separett Villa is supplied with
 Child seat, vent pipe from 075mm, rear grid, indoor vent flange, connector pipe Ø75, cover, 1 solid waste container, 2 lids, 10 compostable bags, 1in white hose for urine Ø32mm, 4 silicone rubber compound, mounting screws, insect toilet.

Accessories available for purchase
 Vent pipe art nr 1020, Container art nr 1021, Compostable bags art nr 1127, Bio-foam

Separett® VILLA 5 YEAR GUARANTEE 2,992 SEK

Model 9010 Art nr 1067 ■ For battery and solar power

For houses that do not have access to a 230V power supply, the Villa model is available with a 12V fan. The fan (2.5W, 210mA) is highly suitable for battery/solar power. Operating time using a 12V, 100Ah battery is about 2 weeks. Extra bathroom fan can not be used.

Separett® CHILD SEAT
 Art nr 1101 ■ Stable and easy to clean

Separett® Child seat with a division for liquids and solid is included as standard in all Separett® Villa. It also fits Pura, Weekend, Rescue Composting and most of the urine separating toilets.

Installation Separett Villa

Installation
 There are no temperature range restrictions for rooms where the Villa is to be installed. The inlet will function in both warm and cold locations. It must be possible to route the urine outlet and to mount a venting pipe. Access to 230V, 110V or 12V is necessary depending on model.

Ventilation
 Venting through the wall or roof Villa 9000, 9010 Ø75 with 230V or 110V fan can be installed without restriction on the length or number of bends. For example, up into a cold loft or through a suitable side of the house. For Villa 9010 Ø75 with 12V fan recommended max. 2m of 90° bends according to alternative 1, 2 or 3. If there is already a venting pipe from a pre-existing toilet, the new venting pipe can be connected to that. All Villa models are fitted with condensation collector and the venting pipe does not need insulation.

Urine Outlet
 The urine drainage pipe can be led to the greywater system (e.g. sink or shower), a rainwater or a tank. Detail concerning the most suitable and approved alternative can be obtained from your local Environmental Protection, Public Health and Building departments.

Handling of end product

• **Easy handling with urine separation**
 Separation of urine allows the emptying frequency reduced to a 6th. Do you want to avoid the storage time read more about *PostlagaCompost* and *Burn*.

A) Replace the container
 Put the lid over the container and use the sliding surfaces to remove the container from the toilet.

B) Place it in a suitable location outdoors
 Add urine seal and put the lid on with a slight pressure, which allows the solids to vent.

C) Let stand for 6 months
 This process multiplies human pathogens so that it can hardly easily be composted or burned, in order to decompose fully.

D) After the storage period
 Compost content in a ordinary compost garden compost pile of leaves or digging down with *Separett Compostable bag*.

A) 3) Burn
 With *Burn* you don't need to compost. Use warm burns leaving only ashes including the bag.

Details concerning the most suitable and approved alternative can be obtained from your local Environmental Protection, Public Health and Building departments.

생태
변기

92

생태변기



93

저밀도에너지 활용 기술 - 히트펌프

94

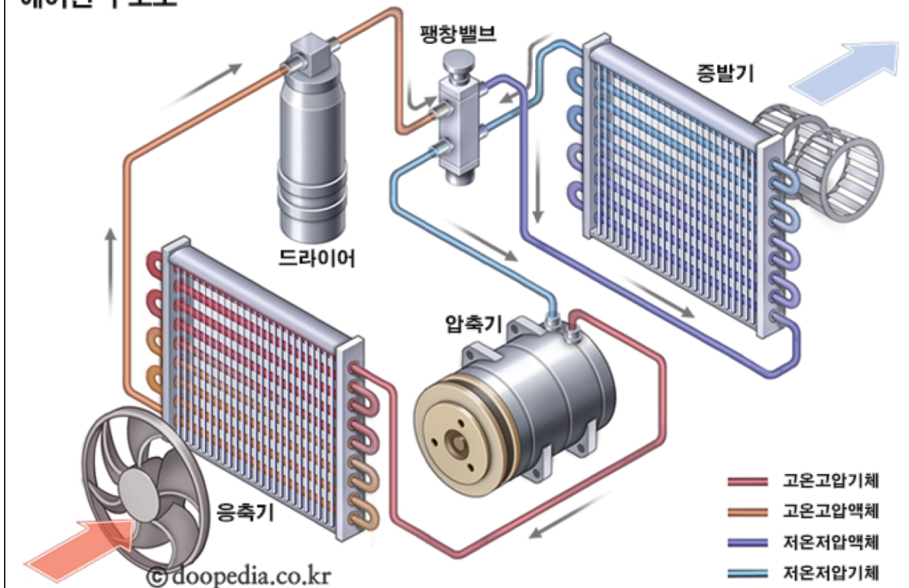
Table 1 Energy density

Source	Joules per cubic meter
Solar	0.0000015
Geothermal	0.05
Wind at 10 mph (5m/s)	7
Tidal water	0.5-50
Human	1,000
Oil	45,000,000,000
Gasoline	10,000,000,000
Automobile occupied (5800 lbs)	40,000,000
Automobile unoccupied (5000 lbs)	40,000,000
Natural gas	40,000,000
Fat (food)	30,000,000

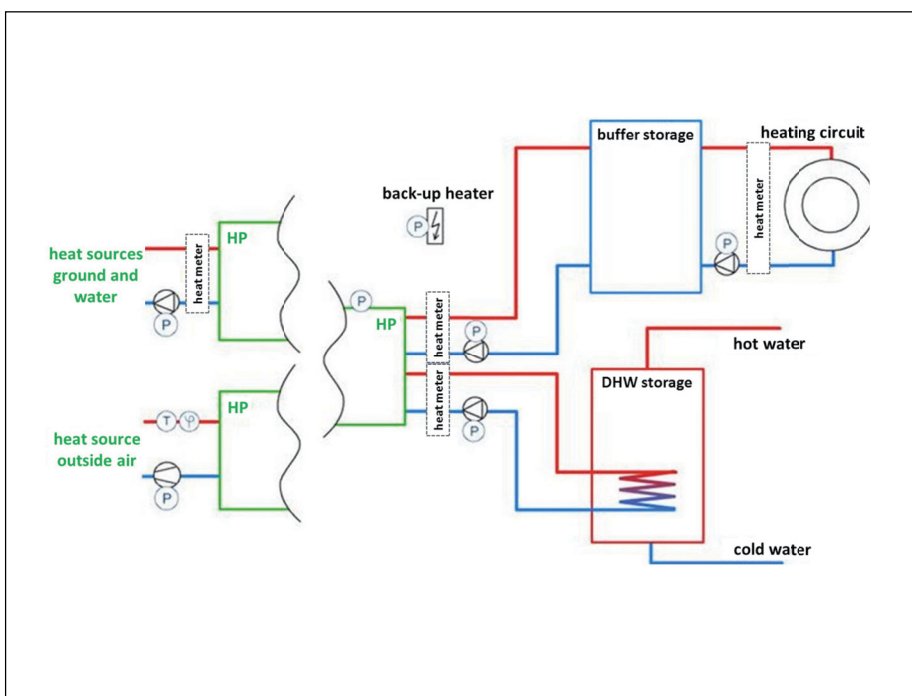
Layton, Bradley, (2008). A Comparison of Energy Densities of Prevalent Energy Sources in Units of Joules Per Cubic Meter. International Journal of Green Energy, 5, 438-455. 10.1080/15435070802498036.

95

에어컨 구조도



96



97

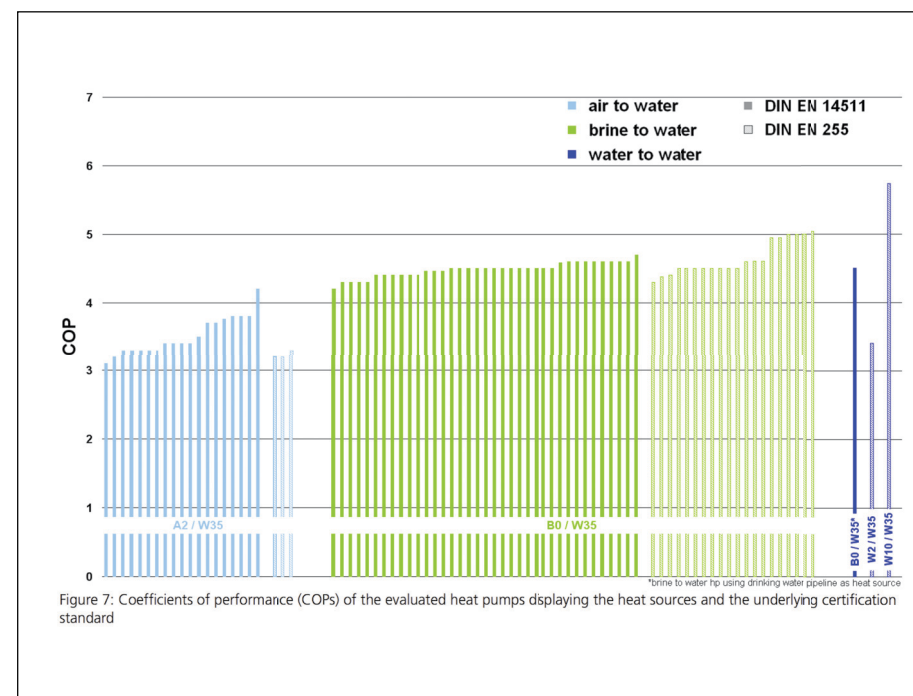


Figure 7: Coefficients of performance (COPs) of the evaluated heat pumps displaying the heat sources and the underlying certification standard

98



99




100



한 집에서 RE100은 어떻게 가능한가?
 판교 파시브하우스 시뮬레이션

101

Passive House Verification



2층 + 다락 단독주택
 순수바닥면적(TFA) 225.6 m²
 외피면적 705.7 m²
 창 면적 63.5 m²
 유리 면적 47.3 m²

Architecture: Syoung-Eun Jeong
 Street: 149-1, Pangyo-ro 209beon-gil, Bundang-gu
 Postcode/City: 13473 Seongnam-si
 Province/Country: Gyeonggi-do / Korea, Republic of

Energy consultancy: Pil-Ryul Lee
 Street: 22-4, Changumun-ro 5ga-gil, Jongno-gu
 Postcode/City: 03022 Jongno-gu
 Province/Country: Seoul / Korea, Republic of

Year of construction: 2015
 No. of dwelling units: 1
 No. of occupants: 3, 1

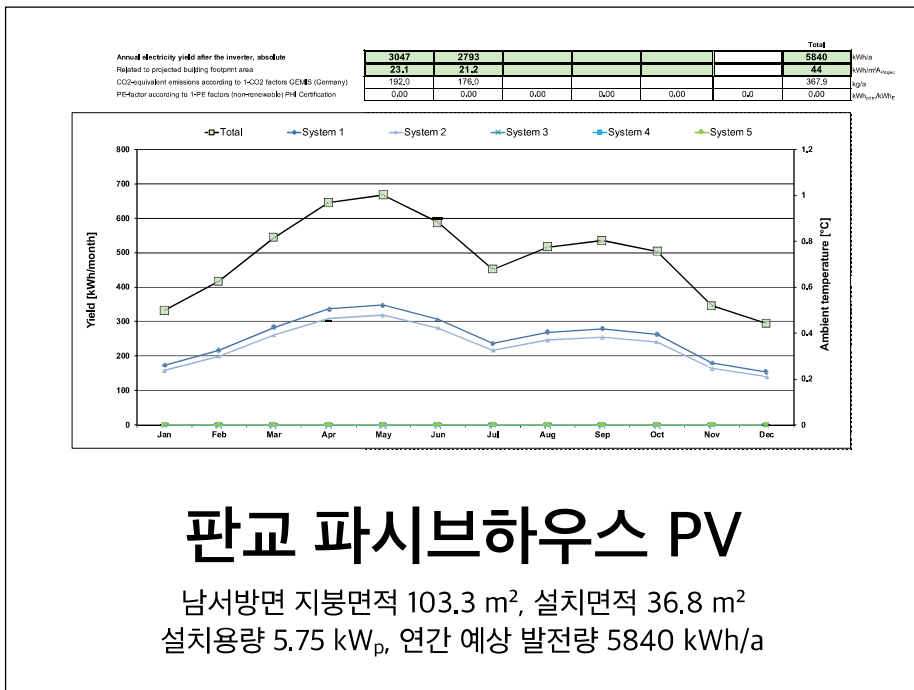
Postcode/City: 03022 Jongno-gu
 Province/Country: Seoul / Korea, Republic of

Certification:
 Street:
 Postcode/City:
 Province/Country:

Interior temperature winter [°C]: 20.0
 Interior temp. summer [°C]: 25.0
 Internal heat gains (IHG) heating case [W/m²]: 2.3
 IHG cooling case [W/m²]: 2.3
 Specific capacity [Wh/K per m² TFA]: 80
 Mechanical cooling: X

Specific building characteristics with reference to the treated floor area		Treated floor area m ²	Criteria	Alternative criteria	Fulfilled?
Space heating	Heating demand kWh/(m ² a)	10	15	-	yes
	Heating load W/m ²	10	-	10	
	Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m ² a)	11	18	18
	Cooling load W/m ²	7	-	10	yes
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	-	-	-	-
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	10	-	yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0.3	0.6	-	yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m ² a)	66	-	-	-
	PER demand kWh/(m ² a)	58	60	60	yes
Primary Energy Renewable (PER)	Generation of renewable energy (in relation to projected kWh/(m ² a) building footprint area)	44	-	-	yes

102



103

판교 PH 대상 여러 기술 조건 적용

	서울 표본 (아파트)	2018 열관류율	PH 기준	판교 PH 실제	판교 PH w/ DWHR	판교 PH w/ HP	판교 PH w/ CU
단열 조건	벽·지붕 EPS 100 바닥 XPS 100	벽·지붕 EPS 200 바닥 XPS 200	외벽 PUR 150 지붕 PUR 250 바닥 XPS 200	외벽 PUR등 260 지붕 PUR 300 바닥 XPS 200	외벽 PUR등 260 지붕 PUR 300 바닥 XPS 200	외벽 PUR등 260 지붕 PUR 300 바닥 XPS 200	외벽 PUR등 260 지붕 PUR 300 바닥 XPS 200
열교 조건	발코니, 천정, 내벽 선열교 경	발코니, 천정, 내벽 선열교 중					
창호 조건	PVC창틀 이중 유리	PVC창틀 로이이중 유리	파시브하우스용 3 중유리 고성능 창호	파시브하우스용 3 중유리 고성능 창호	파시브하우스용 3 중유리 고성능 창호	파시브하우스용 3 중유리 고성능 창호	파시브하우스용 3 중유리 고성능 창호
차양 조건				전동 외부 블라인드	전동 외부 블라인드	전동 외부 블라인드	전동 외부 블라인드
문 조건	일반 방화문	단열문	파시브하우스용 문	파시브하우스용 문	파시브하우스용 문	파시브하우스용 문	파시브하우스용 문
기밀 조건	3 /h	2 /h	0.6 /h	0.34 /h	0.34 /h	0.34 /h	0.34 /h
환기 조건	환기 장치 없음	75% 효율 HRV	84% 효율 ERV	84% 효율 ERV	84% 효율 ERV	84% 효율 ERV	84% 효율 ERV
난방·온수 설비	가스보일러	콘덴싱 가스보일러	향상된 콘덴싱 가스 보일러	향상된 콘덴싱 가스 보일러	향상된 콘덴싱 가스 보일러	히트펌프	컴팩트유닛
온수탱크						온수탱크	온수탱크
냉방·제습 설비	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기
열회수 배수 장치					54% 샤워드레인		
조리 방식	가스렌지	가스렌지	가스렌지	가스렌지	가스렌지	인덕션렌지	인덕션렌지
조명	형광등	형광등	LED	LED	LED	LED	LED

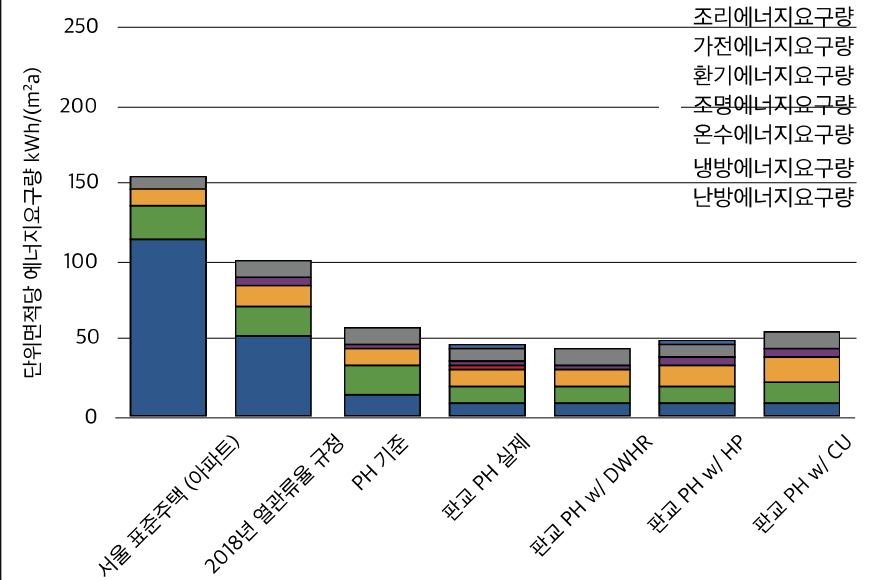
104

판교 PH 대상 여러 조건의 용도별 실사용에너지요구량 비교

	서울 표본 (아파트)	2018 열관류율	PH 기준	판교 PH 실제	판교 PH w/ DWHR	판교 PH w/ HP	판교 PH w/ CU
난방에너지요구량	113.6	52.0	15.2	10.2	10.2	10.2	10.0
냉방에너지요구량	22.3	20.5	17.9	10.8	10.8	10.8	13.5
온수에너지요구량	11.0	11.0	11.0	11.0	9.6	13.3	15.0
조명에너지요구량	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
환기에너지요구량	0	5.2	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5
가전에너지요구량	6.4	10.7	8.5	8.5	8.5	9.7	10.6
조리에너지요구량	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4
실제사용에너지요구량	155.6	101.7	58.2	46.1	44.7	49.3	55.4

105

<그림 1> 판교PH 대상 여러 조건의 용도별 실사용에너지요구량 비교



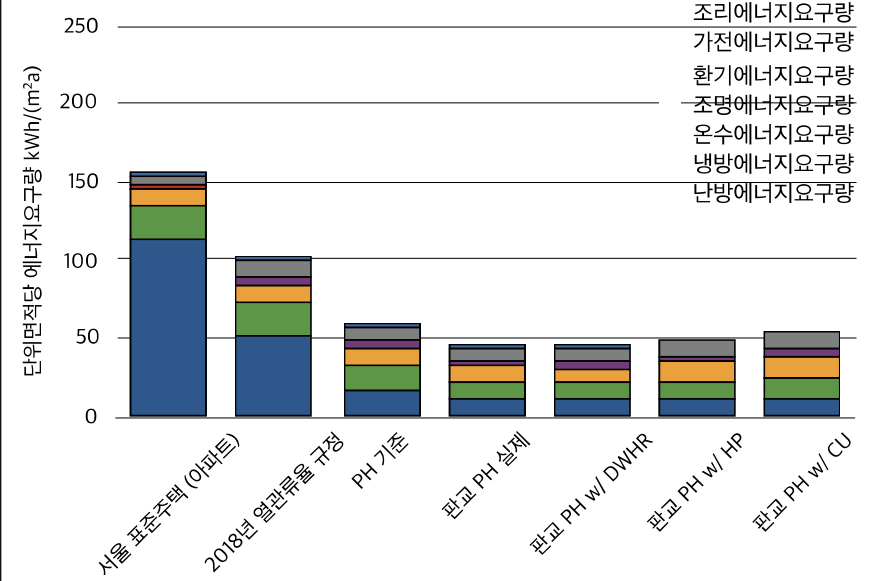
106

판교 PH 대상 여러 조건의 용도별 최종에너지요구량 비교

	서울 표본 (아파트)	2018 열관류율	PH 기준	판교 PH 실제	판교 PH w/ DWHR	판교 PH w/ HP	판교 PH w/ CU
난방최종에너지요구량	109.6	52.2	17.3	12.9	12.9	9.0	5.6
냉방최종에너지요구량	9.4	11.4	8.4	6.3	6.3	6.3	8.8
온수최종에너지요구량	13.2	13.2	13.2	13.2	11.9	6.4	5.2
전기최종에너지요구량	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	6.6	6.6
가스최종에너지요구량	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.0	0.0

107

<그림 2> 판교PH 대상 여러 조건의 용도별 최종에너지요구량 비교

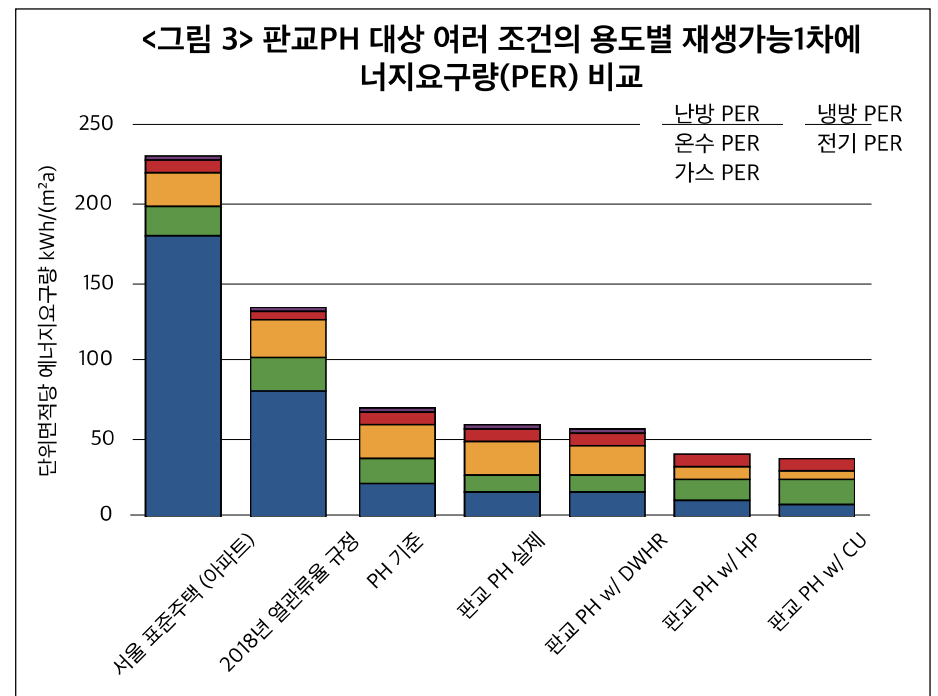


108

판교 PH 대상 여러 조건의 용도별 재 생가능1차에너지요구량(PER) 비교

	서울 표본 (아파트)	2018 열관류율	PH 기준	판교 PH 실제	판교 PH w/ DWHR	판교 PH w/ HP	판교 PH w/ CU
난방 PER	180.0	79.6	19.7	14.2	14.2	11.0	6.2
냉방 PER	18.1	21.8	15.9	12.1	12.1	12.1	16.9
온수 PER	23.2	23.2	23.2	21.8	19.5	8.0	6.3
전기 PER	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8	8.6	8.5
가스 PER	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0
PER	231.3	134.6	68.6	57.9	55.6	39.7	37.9

109

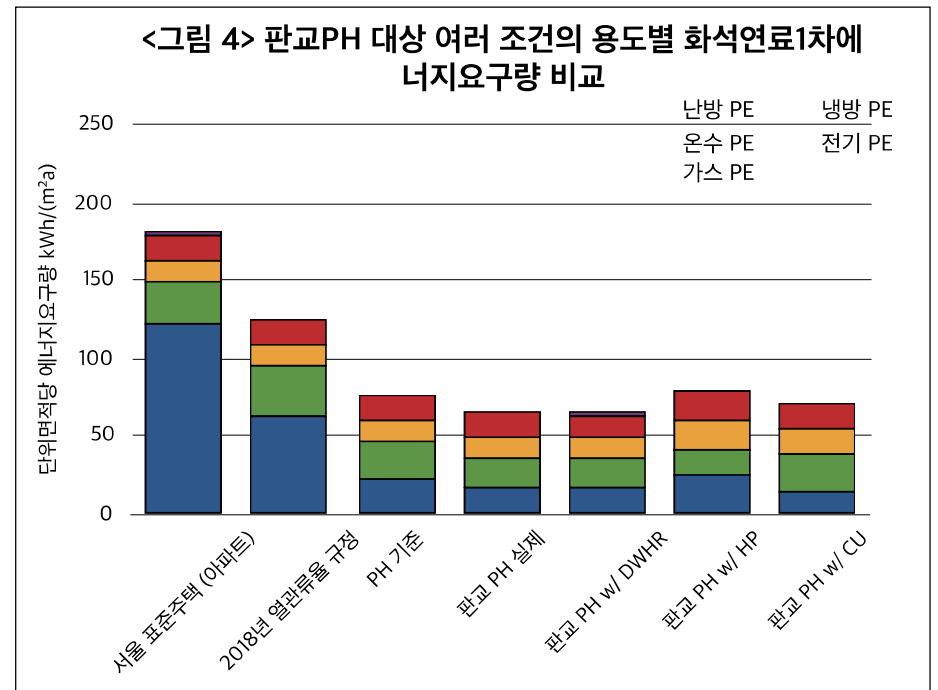


110

판교 PH 대상 여러 조건의 용도별 화석연료1차에너지(PE)요구량 비교

	서울 표본 (아파트)	2018 열관류율	PH 기준	판교 PH 실제	판교 PH w/ DWHR	판교 PH w/ HP	판교 PH w/ CU
난방 PE	123.1	63.0	22.8	17.8	17.8	24.7	15.5
냉방 PE	25.9	31.4	23.2	17.4	17.4	17.4	24.0
온수 PE	14.6	14.6	14.6	14.6	13.1	17.6	14.2
전기 PE	14.7	14.7	14.4	14.4	14.4	18.2	18.2
가스 PE	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	0.0	0.0
PE	180.2	125.6	76.9	66.1	64.6	77.9	71.9

111



112

판교 PH 대상 단일 기술 조건 적용

	서울 표준주택 (아파트)	창호, 문	단열	열회수 환기	히트펌프	기밀
단열 조건	벽,지붕 EPS 100 바닥 XPS 100	벽,지붕 EPS 100 바닥 XPS 100	외벽 PUR등 260 지붕 PUR 300 바닥 XPS 200	외벽,지붕 EPS 100 바닥 XPS 100	외벽,지붕 EPS 100 바닥 XPS 100	외벽,지붕 EPS 100 바닥 XPS 100
열교 조건	발코니, 천정, 내벽 신 열교 강	발코니, 천정, 내벽 신 열교 중	발코니, 천정, 내벽 신 열교 중	발코니, 천정, 내벽 신 열교 중	발코니, 천정, 내벽 신 열교 중	발코니, 천정, 내벽 신 열교 중
창호 조건	PVC창틀 이중 유리	파시브하우스용 3중유 리 고성능 창호	PVC창틀 이중 유리	PVC창틀 이중 유리	PVC창틀 이중 유리	PVC창틀 이중 유리
차양 조건						
문 조건	일반 방화문	파시브하우스용 문	일반 방화문	일반 방화문	일반 방화문	일반 방화문
기밀 조건	3 /h	3 /h	3 /h	3 /h	3 /h	0.34 /h
환기 조건	환기 장치 없음	환기 장치 없음	환기 장치 없음	84% 효율 ERV	환기 장치 없음	환기 장치 없음
난방·온수 설비	가스보일러	가스보일러	가스보일러	가스보일러	히트펌프	가스보일러
온수탱크					온수탱크	
냉방·제습 설비	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기	에어컨 및 제습기
열회수 배수 장치						
조리 방식	가스렌지	가스렌지	가스렌지	가스렌지	가스렌지	가스렌지
조명	형광등	형광등	형광등	형광등	형광등	형광등

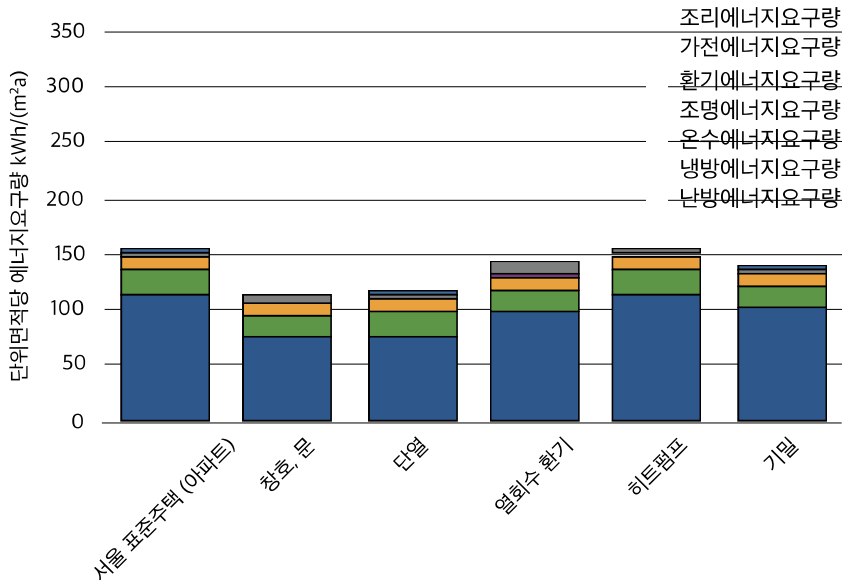
113

판교 PH 대상 단일 조건마다의 용도별 실사용에너지요구량 비교

	서울 표본 (아파트)	창호, 문	단열	열회수 환기	히트펌프	기밀
난방에너지요구량	113.6	76.1	75.7	98.7	113.6	101.2
냉방에너지요구량	22.3	19.9	22.7	19.8	22.3	20.0
온수에너지요구량	11.0	11.0	11.0	11.0	13.3	11.0
조명에너지요구량	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4
환기에너지요구량	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0
가전에너지요구량	5.4	4.9	4.9	8.7	3.8	5.2
조리에너지요구량	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
실제사용에너지요구량	154.6	114.2	116.4	143.8	155.1	139.5

114

<그림 1> 판교PH 대상 단일 조건마다의 용도별 실사용에너지요구량 비교



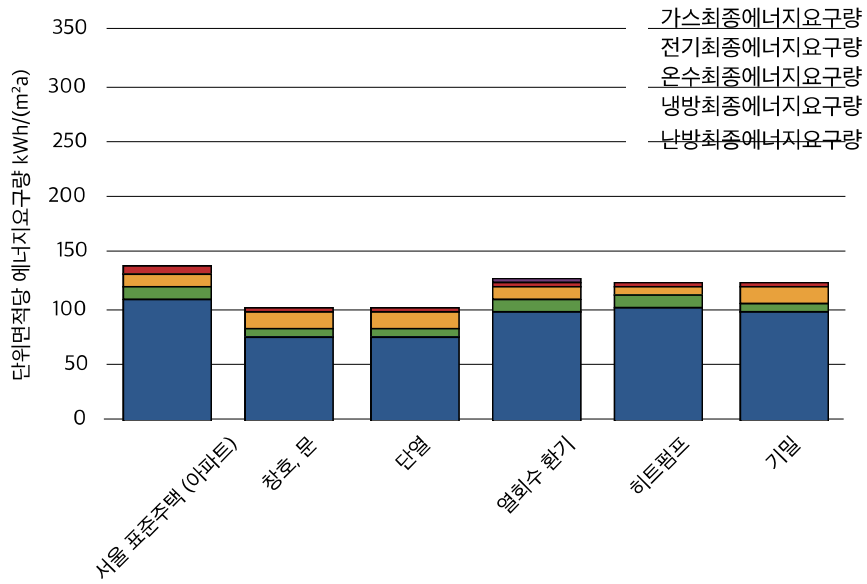
115

판교 PH 대상 단일 조건 마다의 용도별 최종에너지요구량 비교

	서울 표본 (아파트)	창호, 문	단열	열회수 환기	히트펌프	기밀
난방최종에너지요구량	109.7	73.6	73.3	97.4	102.0	97.8
냉방최종에너지요구량	9.4	9.0	9.6	9.4	9.4	8.1
온수최종에너지요구량	13.2	13.2	13.2	13.2	6.8	13.2
전기최종에너지요구량	4.4	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2
가스최종에너지요구량	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
최종에너지요구량	138.4	101.9	102.0	125.9	124.1	125.0

116

<그림 3> 판교PH 대상 단일 조건마다의 용도별 최종에너지 요구량 비교



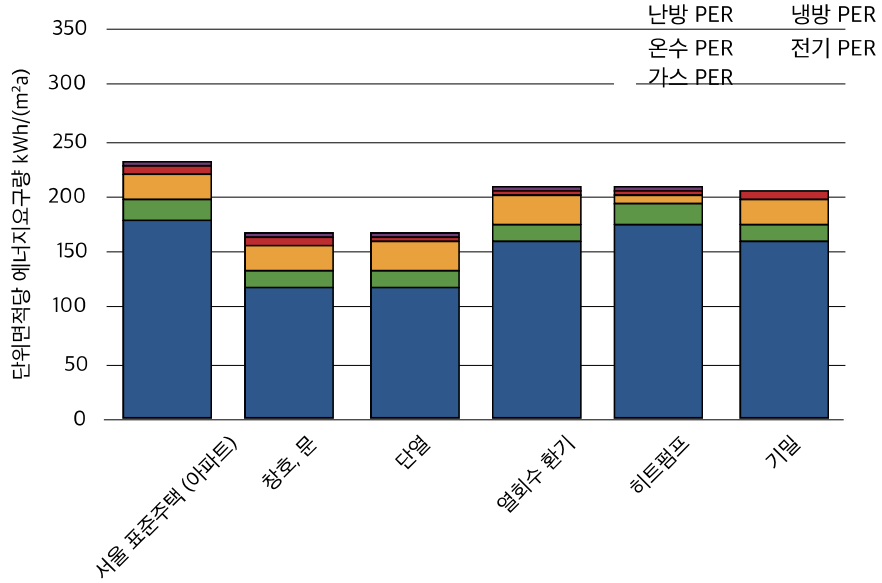
117

판교 PH 대상 단일 조건 마다의 재생가능1차에너지요구량(PER) 비교

	서울 표본 (아파트)	창호, 문	단열	열회수 환기	히트펌프	기밀
난방 PER	180.1	117.0	116.5	158.7	173.8	159.3
냉방 PER	18.1	17.4	18.4	17.8	18.1	15.5
온수 PER	23.2	23.2	23.2	23.2	8.5	23.2
전기 PER	5.7	5.7	5.5	5.5	5.5	5.5
가스 PER	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
최종에너지요구량	230.1	166.3	166.6	208.2	208.9	206.5

118

<그림 3> 판교PH 대상 단일 조건마다의 재생가능1차에너지 요구량(PER) 비교



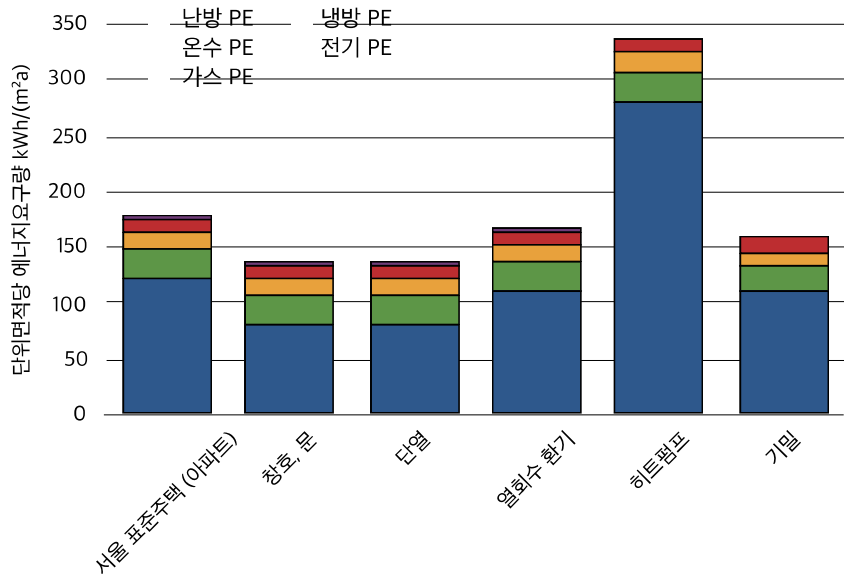
119

판교 PH 대상 단일 조건 마다의 화석연료1차에너지요구량(PE) 비교

	서울 표본 (아파트)	창호, 문	단열	열회수 환기	히트펌프	기밀
난방 PE	123.2	82.7	82.3	112.8	280.5	109.8
냉방 PE	25.9	24.6	26.3	25.8	25.9	22.3
온수 PE	14.6	14.6	14.6	14.6	18.8	14.6
전기 PE	12.0	12.0	11.6	11.6	11.6	11.6
가스 PE	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
최종에너지요구량	177.6	135.8	136.7	166.7	338.7	160.2

120

<그림 4> 판교PH 대상 단일 조건마다의 화석연료1차에너지
 지요구량(PE) 비교



121

기존 기술운동 비평

- 중간기술운동 : E. F. Schumacher
- 거대기술 : 중간기술 : 수공업적 기술
- 첨단고가기술 : 중간기술 : 원시기술
- 중앙집중적기술 : 중간기술 : 산재기술
- 전문가기술 : 중간기술 : 전래기술

122

기존 기술운동 비평

- 적정기술운동
 - ‘우리’를 위한 기술운동 X. ‘남’을 위한 기술운동?
 - 해외 저개발지 원조 활동?
 - 새로운 기술에 기반한 새로운 전망을 찾는 운동과 무관?

123

기존 기술운동 비평

- 국내 일부의 적정기술운동
 - 흙부대집
 - “나는 난로다” - 난로 개량 운동
 - 흙집 + 구들
 - 원기기술, 영세기술 재소환에 그치고 있음.

124

기존 기술운동 비평

- 재생가능에너지 기술운동(?)
 - 시민발전 운동
 - 부분적 제도 개선을 이루었으나 운동은 실패
 - 운동과 경제성 두 측면을 모두 살렸어야 했으나 운동은 괴멸 상태. 좋은 일이라는 왜곡된(?) 인상만 남겨.
 - 액티브 기술 강조만으로 새로운 전망 만들지 못한 듯.
 - ESS 현실화되는 최근 새로운 단계에 이르렀으나 동력 상실.

125

파시브기술(?) 운동

- 파시브기술? 無爲기술? ...
- 파시브기술을 소비, 확산, 연구, 개발, 보급하는 운동

126

파시브기술(?) 운동

- 지금까지 고밀도에너지원을 이용하는 액티브 기술이 Prime Mover로서 문명의 전환을 이끌어 왔다면,
- 그래서 화석연료의 영속성이 불투명한 오늘날 화석연료를 대체할 다른 고밀도에너지원 기술이냐, 재생가능한 저밀도에너지원 기술이냐 새로운 Prime Mover를 놓고 문명 고수 vs 전환 운동이 펼쳐지고 있다면,

127

파시브기술(?) 운동

- 재생가능한 저밀도에너지원을 활용한 액티브 기술과 더 적은 에너지로 더 많은 쾌적성을 가능케하는 파시브 기술, 두 가지가 결합되어야 한다는 점
- 덜 액티브하게, 더 파시브하게 인간 삶 전반을 변화시켜 나아가자는 점
- 을 새로운 전망으로 삼는 기술운동, 문명운동 필요?

128