

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(), 비공개()발간등록번호()
국토교통기술사업화지원사업 제3차 연도 최종보고서

R&D / 0000-0000

Rotor-HRV 고도화 제로에너지주택용 컴팩트형 설비 통합시스템 개발 및 사업화 최종보고서

2019.09.26.

주관연구기관 / (주) 스타즈스터링코리아
협동연구기관 / (사) 패시브제로에너지건축연구소

국 토 교 통 부
(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

제출문

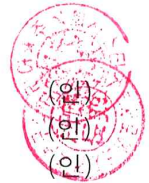
제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘Rotor-HRV 고도화 제로에너지주택용 컴팩트형 설비 통합 시스템 개발 및 사업화’(연구개발
기간 : 2016 .11 .30 ~ 2019 .06 .29) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2019 . 09 . 26 .

주관연구기관명 :	(주) 스타즈스터링코리아	(대표자)
협동연구기관명 :	(사) 패시브제로에너지건축연구소	(대표자)
참여기관명 :		(대표자)



주관연구기관책임자: 김 황 호
협동연구기관책임자: 박 성 중
참여기관책임자:

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	16TBIP-C111 775-01	해당 단계 연구 기간	2016.11.30. - 2019.06.29	단계구분	(해당3단계)/ (총3단계)
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명	중소기업보유기술사업화			
연구과제명	대과제명	Rotor-HRV 고도화 제로에너지주택용 컴팩트형 설비 통합 시스템 개발 및 사업화			
	세부과제명	-			
연구책임자	김 황 호	해당단계 참여연구원 수	총: 16명 주관: 11명 협동: 5명	해당단계 연구비	정부:400,000천원 민간:267,000천원 정부외: - 천원 상대국: - 천원 계:667,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 16명 주관: 11명 협동: 5명	총 연구비	정부:843,375천원 민간:564,000천원 정부외: - 천원 상대국: - 천원 계:1,407,375천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주) 스타즈스터링코리아			참여기업명	
국제공동연구					
위탁연구					

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반등급
-------------------------	------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호		출원3 등록1									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수:122

요약문

연구의 목적 및 내용	가) 핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비 통합 시스템개발				
	• 복사바닥난방, 급기 냉방, 급탕 및 고효율 열회수 환기 적용 설비 통합시스템 제품 개발 • 통합시스템 제어장치 개발 • 요소기술 모듈화 방식 기술개발 나) 국내 환경 대응 에너지 절약형 제어방식 개발 • 부하량 대응 에너지 최적화 제어 연구(passive 열회수운전, 현열/잠열제어 active 냉방운전, 보조열원 활용 운전, bypass 운전) • 생활환경 대응 제어 개발 (필터유지관리, 오작동 대응 제어환경 구축, 디자인 고려) • 실증 시험을 통한 알고리즘 개발 다) 컴팩트형 설비 통합 시스템 신뢰성 확보 및 검증 • 모듈 고도화 및 적용기술 신뢰성 평가 • 컴팩트형 설비 통합시스템 성능 평가 방법 작성 • 컴팩트형 설비 통합시스템 시험 측정 및 평가 라) 사업화 모델 방안 • 경제성 평가 및 사업화 전략 수립 • 설치 시방서 및 설계·시공 가이드 라인 작성 • 실증을 통한 제품의 안전성, 효율성 및 경제성 검토 • 시공 설치용 부품개발				
연구개발성과	• 환기, 냉방, 난방, 급탕용 개별적인 모듈을 하나의 제품으로 통합한 시스템 개발 및 제작 • 설비 통합 시스템의 국내 환경 대응 작동을 위한 에너지 절약형 제어 알고리즘 개발 • 컴팩트형 설비 통합시스템의 성능 평가를 위한 기준(안) 제시 및 성능 평가(에너지성능/쾌적성능 등) 실시 • 컴팩트 설비통합시스템의 신기술 추진 및 경제성 평가를 통한 사업화전략 수립				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	• 시장의 빠른 보급을 위해 실증을 통해 제품의 성능 신뢰성 확보 • 초기 사업화 단계에서 부하가 안정적인 표준 주택 대상으로 사업화 추진, 지속적인 기술 보완으로 설계 및 시공 관련 기술력 확보 • 기술력 확보 후 단독주택(전원주택, 귀농주택 등) 공급 확대 • 2025년 정부의 제로에너지 주택 의무화와 시기를 같이하여 공동 주택에도 공급가능하도록 후속 기술개발 추진 • 모듈화 기술 개발로 공기열원 히트펌프 적용 가능 기술개발				
국문핵심어 (5개 이내)	열회수환기장치	히트펌프	제로에너지건축	설비통합시스템	시스템제어
영문핵심어 (5개 이내)	Heat Recovery Ventilation	Heat Pump	Zero Energy Building	System Package	Syetem Control

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

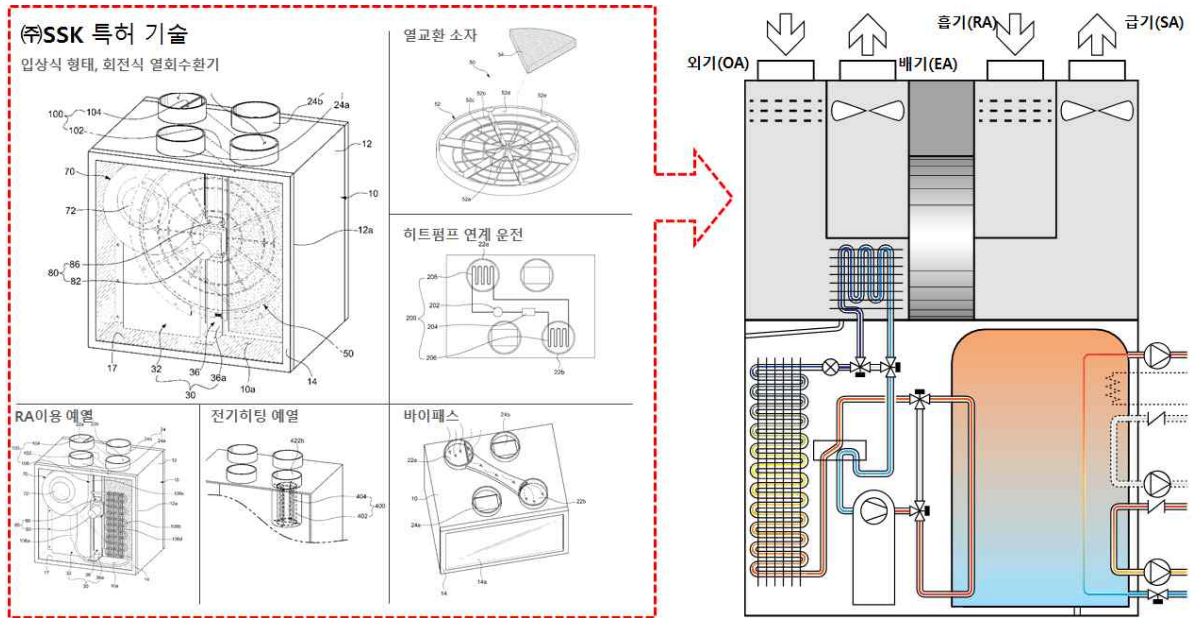
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	5
1-1. 연구개발과제의 개요	5
1-2. 연구개발대상의 국내외 현황	8
1-3. 연구개발과제의 필요성	14
2. 연구수행내용 및 성과	18
2-1. 연구개발 추진전략 · 방법 및 추진체계	18
2-2. 연구수행내용 및 결과	25
2-3. 연구수행의 개발성과	94
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	97
3-1. 최종성과 목표 및 내용	97
3-2. 연구개발의 창의성 · 혁신성 등	98
3-3. 최종성과 목표 달성도 및 자체평가	104
4. 연구개발성과의 활용 계획 등	119
4-1. 연구개발성과의 활용방안	119
4-2. 사업화 추진 방안	120
붙임. 참고 문헌	122

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발과제의 개요

(1) 사업화 대상기술 정의



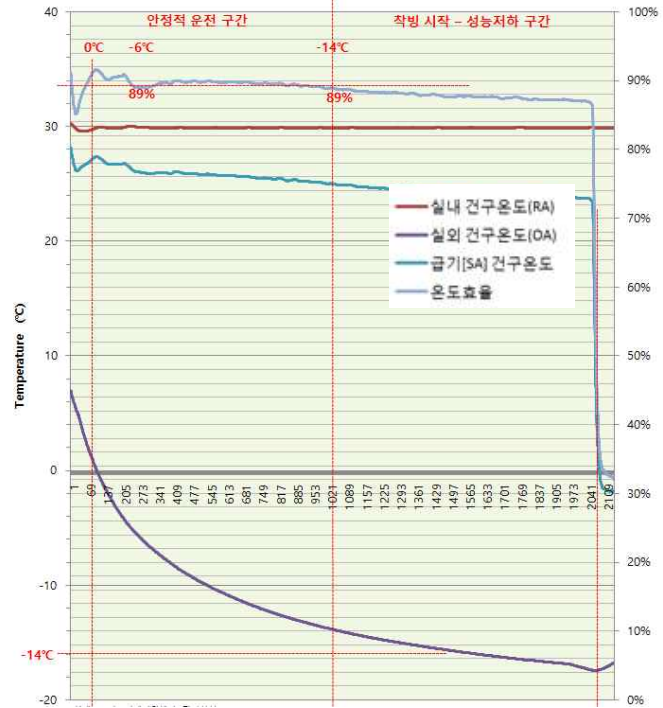
- SSK가 소유한 기존 기술을 고도화 하여 제로에너지 주택에 최적화된 통합형 설비 시스템 기술개발
- 회전식 열회수장치는 입상식 방식으로 유지관리에 최적화 되어있으며, 열교환소자, 예열 방식 및 히트펌프연계, 바이패스 기술 등 많은 부분 선행 기술 확보에 노력함
- 본 연구과제는 SSK의 기술력과 제로에너지 기술을 융합하여, 패시브하우스, 제로에너지주택 기준에 적합한 기술 고도화와 이에 따른 사업화를 진행하고자 함

신청분야 (택 1)	2. 중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화				
기술명	Rotor-HRV 고도화 제로에너지주택용 콤팩트형 설비 통합 시스템 개발 및 사업화				
과제분류	신제품개발(✓), 기존제품개선(), 신공정/공법개발(), 기존공정/공법개선(), 기타()				
권리구분	(특허권, 실용신안권, 의장등록, 프로그램, 저작권, 기타())				
지식 재산권명	공기조화장치 특허: 10-1338499, 2013년12월02일 등록 공기조화장치 특허: 10-1391990, 2014년04월28일 등록 공기조화장치 특허: 10-1451830, 2014년10월16일 등록				
권리자 (발명자)	성명	김황호	법인등록 번호	107-86-77954	비 고
	주소	서울특별시 영등포구 국제금융로 79, A동 109호			

(2) 사업화 대상기술 설명

(가) 회전식 열회수 환기 장치

- 회전식 열교환 방식은 실외조건 0℃ 이하에서도 착빙 문제없이 운전 가능
 - 오른쪽 그림은 회전식 폐열회수환기유닛의 시험측정이다. 외기온도 영하 17℃에서 착빙에 의해 운전이 정지되었으며, 착빙 시작점은 영하14℃임
 - 영하14℃ 이상에서 운전이 가능하며, 89% 온도교환효율로 뛰어난 성능 운전이 가능함
 - 회전식은 판형방식에 비해 외기조건에 대한 대응력이 좋으며 운전이 용이해 효율적임
 - 회전식 운전 방식을 활용하여 제로에너지 주택형 설비시스템 개발시 착빙방지 설정 온도를 낮추어 저에너지 운전이 가능함
 - 유럽의 회전식 열회수환기 제품은 알루미늄/ 스테인레스 재질의 열교환소자 이용으로 비용상승과 유지비용 발생 크며 본 기술은 이에 비해 비용저감 고효율운전이 가능함



부산테크노파크기계지원센터 장비실험 2013.04.18

- Bypass 기능이 가능한 회전식 고효율 열교환 소자 열회수 환기 장치
 - 전열교환 방식으로 겨울철 습도조절이 용이하며, 바이패스기능으로 실내 환경에 맞게 운전스탠딩 방식으로 유지관리가 용이하며 필터교환이 간편함

- 성능확보 기술 개발 필요성
 - 회전식 열회수환기장치는 판형에 비해 침기/누기에 대해 취약함. 독일 PHI 기준 내부침기율 (NT VVS 022 Heatrecovery Unit, internal Leakage)과 외부 침기율((NT VVS 023



독일 PHI 기관 제품 성능향상 기술협의

- Heatrecovery Unit, external Leakage)평가방법에 따라 열회수 환기장치는 총 3%미만의 침기율 확보 해야함.
 - 열교환 소자 구동부 기밀시스템을 적용하여 침기율 최소화 및 단열성능 확보를 통한 기술개발 필요함. RA측 필터 적용 등 생활밀착형 기술 개발 필요

(나) SSK 열회수환기장치 특화기술

- 입상식 방식으로 생활 밀착형 기술개발



입상식 회전식 열회수환기장치 설치 (아파트), 홍천 살둔 제로에너지 하우스 적용 및 성능

- 벽면 설치 방식으로 유지관리가 편리하며, 사용자가 열교환 소자의 오염정도를 확인 가능하도록 디자인 고려, 덕트는 상부, 측부, 하단측 연결 가능
- 홍천 살둔 제로에너지하우스에(지하 피트층에 설치) 적용되었으며 90% 이상의 고효율 운전

- 열교환 소자 기술

열교환소자 (폴리에스터화이버)



열교환소자 교체



열교환소자 청소



F7 외부 필터박스



필터박스 연결



열교환 소자 유지관리와 외부측 필터박스 연결

- 열교환기 소재는 폴리에스터화이버이며, 열교환 효율과 필터링(PM5 90% 이상) 성능이 뛰어남
- 간편한세척으로 유지관리가 가능하며, 오염시 사용자가 간단하게 소자교체가 가능함
- 별도의 필터박스(F7 등급)로 연결하여 유지관리와 실내 청정도 유지에 기여

- 특허 및 고효율 기술



회전식 열회수 환기장치 특허증과 고효율 기자재 인증서

- 히트펌프, 바이패스 및 RA공기를 활용한 예열 등, 다양한 기술력을 적용한 제로에너지 주택용 최적화 기술개발 가능

1-2. 연구개발 대상의 국내외 현황

(1) 국내의 시장 현황 및 전망

(가) 국내 시장분석 및 사업화 전망(설비통합시스템의 동향)

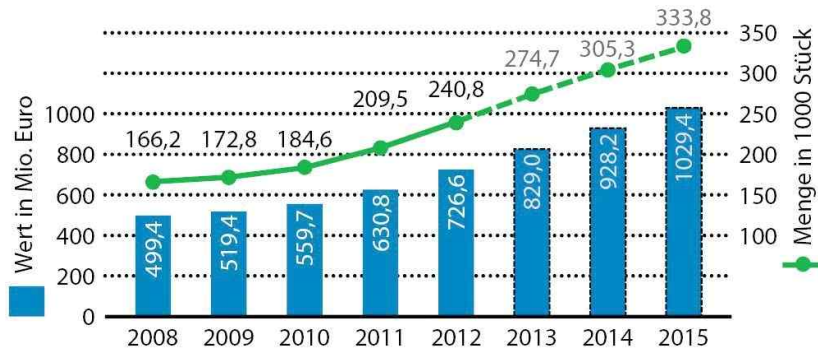
- 국내는 냉난방, 급탕, 환기의 기능이 통합된 시스템 제품이 부재하고 있으나 패시브 제로에너지 주택의 시장성장에 따라 빠른 속도 성장이 예상됨.
- 설비 통합 시스템의 잠재시장 규모는 제로에너지 주택에 필수로 설치되는 열회수 환기장치의 시장전망을 통해 예상 가능
- 신축 주택 부문은 49.5% 빠른 속도로 성장이 전망되어 향후 설비 통합 시스템을 공급할 수 있는 최대 시장이 될 것으로 예상
- 제로에너지하우스 기준에 적합한 제품이 없어 환기장치 및 예열시스템은 수입에 의존하여 설치 함
- 유엔 기후변화협약 (COP 21)에 따른 우리나라 온실가스 감축의무 부여에 따라 패시브하우스 및 저에너지 주택 시장은 계속 성장할 것으로 사료됨
- 에너지 절약형 설비 통합 시스템의 적극적인 권장으로 시장은 확대 예상

구분	'12	'13	'14	'15	'16	CAGR
신축 주택	30,000	45,000	90,000	120,000	150,000	49.5%
상업용 건물	200	200	300	400	500	25.7%
학교, 관공서	2,000	2,000	4,000	4,000	4,000	18.9%
비닐하우스	8,300	8,300	16,600	24,900	24,900	31.6%
친환경주택	60,000	105,000	126,000	132,000	132,000	21.8%
노후건축물	6,000	6,150	8,400	8,400	8,400	8.8%
노후임대주택	16,500	16,650	22,400	22,600	22,800	8.4%
국내시장규모	123,000	183,300	267,700	312,300	342,600	29.2%

Source: STEMI Consulting 국내 환기장치 시장규모 (단위:백만원)

(나) 국외 시장분석 및 사업화 전망(설비통합시스템의 동향)

- 독일 시장 내 2014년 500m³/h이하 환기장치는 중앙식 40,000개, 개별식 32,000개, 총 72,000개의 시장을 형성함. 2013년도 62,000개에서 2014년 약 10% 성장을 했으며, 이중 6,000개정도(8.3%)가 히트펌프와 연계된 콤팩트형 통합 시스템임.
- TGA보고서에 따르면 앞으로 환기장치와 결합한 통합설비 시스템시장은 20,000개 정도까지 점유율을 높일 것으로 판단함



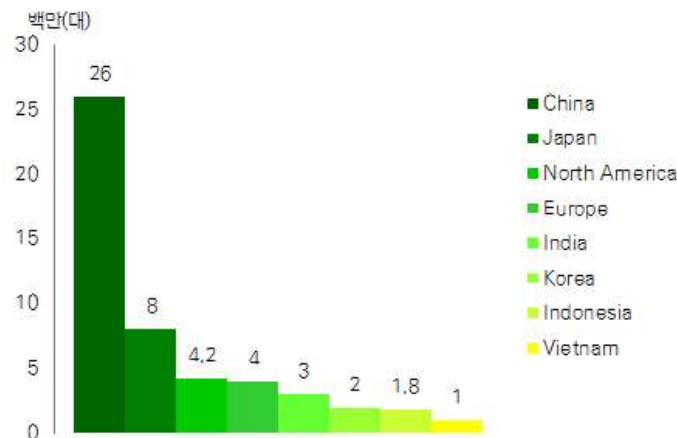
독일의 환기장치 시장 변화 추이 (출처: TGA, Magazin fuer Technische Gebaeudeaus-
sruestung, Prof. Peter Mueller, 2015.03)

- 미국, 유럽을 중심으로 지열을 이용한 냉난방 시장 활성화

국가	냉난방용량 (GWh/yr)	설치 대수 (대)
미국	6,300	600,000
스웨덴	9,200	230,000
독일	930	46,400
캐나다	600	36,000
스위스	780	30,000
호주	370	23,000

2004년 국가별 지열 냉난방 시스템 보급 현황

- 아시아에서 저에너지주택용 냉방 유닛에 대한 수요 증가 (중국, 일본)



2008~2009년 국가별 주거용 냉방 판매량

출처: Technology Roadmap Energy-efficient Buildings: Heating and Cooling Equipment

- 통합형 설비 시스템은 유럽시장을 중심으로 성장 중이며, COP21을 준비하는 기술력을 바탕으로 함
- 실내측 습도조절 및 착빙방지에 대한 관심이 증가하고 있으나 해외 제품의 경우, 난방 및 급탕 기능을 중심으로 하고 있기 때문에 연구 제품의 수출 전략 수립 가능

(다) 현황 및 전망에 대한 결론

S • Rotor-HRV 고효율 방식 적용 • 착빙에 유리함 • 한 개의 제품으로 냉방, 난방, 급탕, 환기 에너지 공급 • 설치비와 유지관리비 등 경제성 향상 • 시험 및 인증기준 평가에 의한 품질확보 • 신재생에너지 연계 용이 • 모듈화 방식으로 제품 고장시 교체 용이	W • 에너지 최적화 제어 기술 • 사용자/건축주/관리자 사용 용이성 • 홍보 및 마케팅 전략 • 설치 후 A/S 관리
O • COP21에 따른 탄소배출 감축 정책 • 2025년 제로에너지건물 의무화 • 건물의 성능 향상(패시브하우스, 제로에너지주택 등) • 전원주택, 귀농주택등 단독주택 시장 확대 • 건물 운영에 필요한 유지관리비에 대한 관심 증대	T • 저가형의 유사 제품 • 경쟁사 발생시 이에 대한 대응 • 해외 전문 기업과의 경쟁 • 지방 출장으로 인한 A/S 비용 발생

- 본 연구는 제품개발시 복합적인 기능으로 인해 설치비와 유지관리비 등 경제성부분에서 뛰어나지만 에너지 최적화 제어기술은 아직 부족함.
- 이를 대비해서 패시브하우스, 제로에너지주택 기술력을 갖춘 패시브제로에너지연구소과 공동 연구를 통해 최적화된 제어기술 개발
- 건물 목업 실험을 통한 제어 기술구축으로 약점 극복
- 국내 최초 보급형 제품으로 향후 사용자에게 쉽게 작동가능하도록 매뉴얼 및 교육 방안 검토
- COP21등 탄소저감 정책으로 제로에너지 주택 시장의 활성화와 단독주택 시장의 확대로 시장수요 증가 예측됨
- 설치 후 A/S에 대한 비용 등, 이에 따른 위험요소가 발생됨. 제품의 가격 안정시 이에 대한 고려를 하여 대처함
- 경쟁사 발생을 고려해 특허 출원과 시험/인증기관과의 협력을 통해 고효율 제품 품질을 확보하여 보급
- 해외 유사제품은 국내 냉방부하에 대한 대응이 취약함. 본 개발은 이에 대한 솔루션 제공

(2) 국내외 기술 현황 및 전망

(가) 국내 기술 동향 및 수준

[설비 통합 시스템]

- 환기, 냉/난방, 급탕 등의 설비를 통합하여 자동제어하는 **BEMS 연구 위주**
- 비주거용 건축물의 환기, 냉/난방 설비를 통합하여 설치한 사례가 있으나 **공기난방 방식**으로 재실자의 불쾌적을 유발할 수 있음
- 국내 공동주택의 냉·난방 및 환기시스템은 적정 용량 및 효율에 대한 **검토기준이 마련되지 않고** 판매자, 설계자 또는 시공자의 **경험에 의해 선정**
- 각 설비를 개별로 설치하고 있으며, 이에 따라 **인력, 비용, 공간**이 필요함
- 시스템을 구성하는 단품 위주의 성능 향상에 치중

[주거용 환기 시스템]

- DIN EN 308기준으로 **온도교환효율 63% 수준**임 (시험기준의 차이)
- 결로 방지를 위한 **예열** 방식은 단순 **on/off제어장치로 운전**함
- **필터의 미사용/미교체**로 열교환기 수명이 짧고 고장이 잦음
- 대부분 판형열교환기로, 최적설계없이 **비주거에서 환기방식을 적용**함
- 국내 회전식 열회수 환기유닛은 **CO2 제어로 운전**되어짐
- 환기 덕트 및 환기유닛의 **설계·시공의 기술적 지원이 부족**하며 풍량 밸런싱과 각실 풍량배분, 순환형 환기방식 등 검토가 이루어지지 않음
- 최근 공동주택의 실내 공기질을 효과적으로 유지하면서 에너지 소비량을 최소화 하는 방안이 연구되고 있으나 뚜렷한 **연구성과는 없는 상황**임

[제습 냉방, 바닥난방, 급탕 설비]

- 제습은 주로 데시칸트 제습으로 이루어지고 있으며, **제습 냉방**의 경우 일반 냉방기 시장으로 진입은 **이루어지지 않음**
- 제습냉방 시스템의 패키징을 위한 **부품간 연결 및 배치**가 선행돼야 함
- 시스템 설계 시 **용량 산출 및 성능 해석의 고려 미흡**
- 설계부터 시공까지 **기준이 미비**되어 있고, 관련업체의 경험에 의존하여 같은 시스템이라도 **성능 차이가 발생**

[지열 시스템]

- **수직밀폐형 타입**의 지열개발이 이루어져 주거건물에 적용이 어려움
- 요소기술과 각 장비에 대한 원천기술 확보 미흡으로 최적설계 D.B. 부족
- 주로 실증연구에 치우쳐 있으며, 지열 냉난방 시스템에 대한 설계기술의 국산화율은 65% 수준임
- 원예, 영농 등 비주거 건물의 난방을 위한 시스템 설치사례가 위주임

(나) 국외 기술 동향 및 수준

[설비 통합 시스템 인증 기준]

- 독일의 경우, Compact Unit에 대한 인증 기준 확립
- Passive House Institute 에서 다음의 인증 기준에 의해 제품을 인증하고 있으며 2016년 3월 현재 12개의 제품이 등록됨
- PHI 기준 콤팩트형 설비 통합 시스템은 난방과 급탕위주의 세부내용을 기반으로 함

구분	기준	세부 내용
환기 성능	1. 쾌적기준	$\geq 16.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (실내 토출온도)
	2. 열교환효율	$\geq 75\%$ (PHI 계상방식)
	3. 소비전력	$\leq 0.45\text{ Wh/m}^3$
	4. 기밀성	$\leq 3\%$ (침기로 인한 풍량)
기기 성능	5. 1차에너지 소비량	$\leq 55\text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TFA 기준)
	6-1. 소음	DIN 45680 기준
	6-2. 히트펌프 성능	SPF (Seasonal performance factor)
기타	7. Commissioning	풍량 조정, 풍량 밸런싱
	8. 필터	OA: F7, EA: G4
	9. 착빙방지	대응 시스템 유무, 운전온도
	10. 대기 전력	

독일 PHI의 Compact heat pump units 인증기준

[설비 통합 시스템의 동향]

- 아래 그림과 같이 기존 PE(Primary energy)기준에서 화석연료를 고려하지 않은 PER(Primary Energy Renewable) 기준 적용으로 신재생에너지의 확대를 준비함
- 통합형 설비시스템은 신재생에너지와 결합이 쉽기 때문에 1개의 유닛으로 태양광/풍력, 태양열, 지열 등 재생에너지 열원을 통합하여 공급 가능함
- 건물의 부하 대응별 저장 열손실량을 고려하여 신재생에너지 공급량을 결정하는 PER 기준적용은 향후 건물의 에너지 자립화를 위한 기반을 구축할 것으로 기대

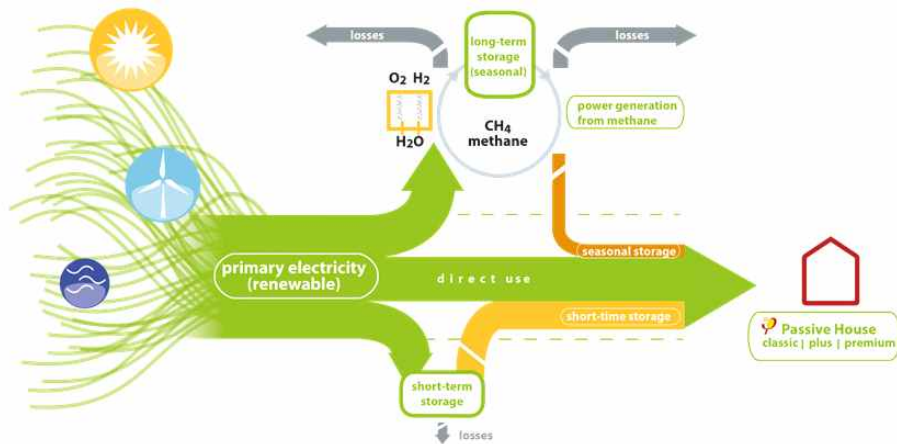
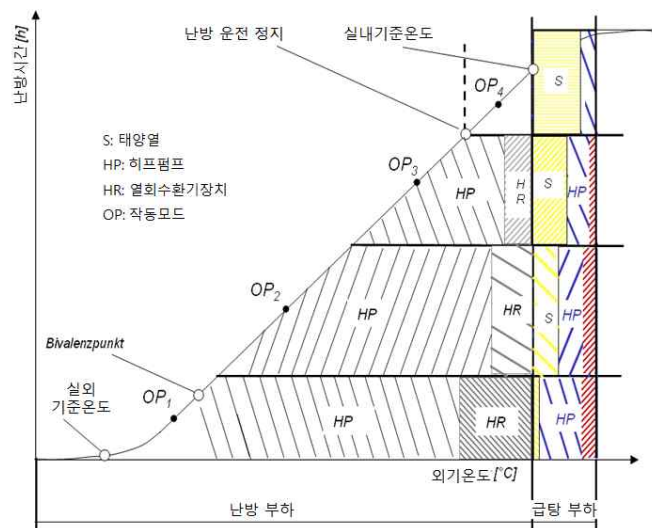


그림 13 기존의 화석연료를 고려하지 않고, 신재생에너지로 열원을 공급하는 PER(primary energy renewable) 기준, (출처: PHI, wolfgang feist, 2013)

- 국제에너지 기구에서는 통합형 설비 시스템에 대한 시험평가기준을 ANNEX28에 명시하였으며, 운전방식 4단계별 시험방법을 적용하여 국제 시장의 보급화 기반 마련



IEA ANNEX28 통합형 설비 시스템 시험방법 (BIN-Methode), 2007

- 급기 난방과 급탕으로 발생하는 부하대응에 따른 COP값을 산정하여 제품을 평가하는 방법임
- 본 연구는 이와는 별도로 바닥복사난방과 냉방을 포함하는 시험 평가로 이에 대한 평가방법 및 기준 필요함
- 현재 유럽에서는 공기/공기 방식의 컴팩형 통합유닛과 공기/수(브라인) 방식의 통합 유닛으로 개발이 되고 있으며, 필요에 따라 태양열 급탕과 연계되어 제품이 개발되고 있음
- 유럽기후조건에서 패시브하우스 수준의 성능일 경우, 냉방에너지는 필요하지 않기 때문에 대부분 난방과 급탕 공급 시스템으로 개발되고 있으나 국내 기후에서는 냉방부하(잠열50% 수준) 발생으로 이에 대한 고려가 필요함

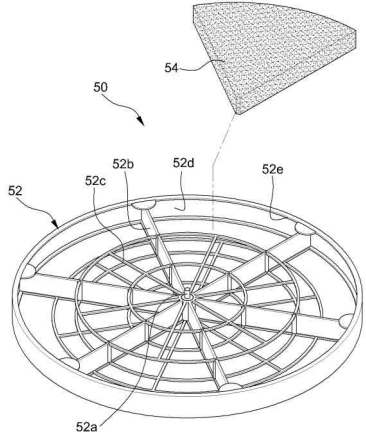
1-3. 연구개발과제의 필요성

(1) 현재 기술 수준

(가) 입상식 회전식 열회수환기장치 및 열교환 소자 기술



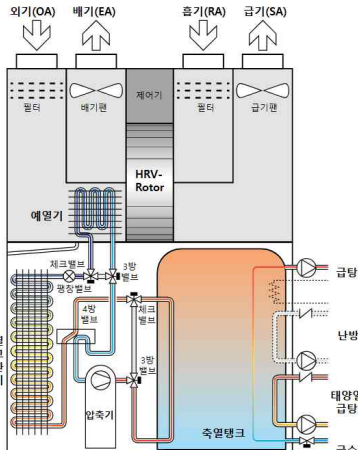
입상식 회전식 환기장치



열교환 소자 기술

- TRL 9 단계로 현재 제품화되어 판매되고 있음.
- 용량별 5개 제품군을 구성하여 주거, 업무시설, 숙박시설, 원예시설 등에 납품 중

(2) 본 연구를 통해 개발하고자 하는 “제로에너지주택용 콤팩트형 설비 통합 시스템” 기술 개발 성숙도로 단순 환산하면 TRL 3단계의 실험적 증명단계이며, 이미 상용화된 보유 기술과, 이미 개발된 다른 제품과의 융합을 통해 고도화 하는 연구개발로 각 연차별 기술 성숙도 예상 수준은 다음과 같다.¹⁾



구분	표기	연차별	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1 이론적 연구단계
	TRL 2	☐	
실험 단계	TRL 3	☐	TRL 3 실험적 증명 단계
	TRL 4	☐	
시작품 단계	TRL 5	☒	TRL 4 실험성 성능평가 단계
	TRL 6	☐	
실용화 단계	TRL 7	☒	TRL 5 유사환경 기술시험 단계
	TRL 8	☒	
사업화 단계	TRL 9		TRL 6 유사환경 기술시험 단계
			TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계
			TRL 9 현장적용/사업화 단계

1) 각 모듈에 따라 연차별 기술성숙도가 상이하며 상기된 연차별 기술성숙도는 개략적인 사항임.

(2) 연구개발 필요성

(가) 패시브/제로에너지건축에 과도한 설비 용량

- 현재 국내에 보급되고 있는 설비 시스템의 성능은 일반적인 단열 및 기밀 성능의 건물에 적합하게 개발되어, 에너지 부하가 작은 패시브·제로에너지 건물에 적용하는데 문제가 있음

구분	환기장치	보일러	히트펌프	에어컨
현재 보급되고 있는 제품	현열교환	16,000kcal/h 이상	5RT 이상	2,300W 이상
패시브·제로에너지건축	바이패스, 전열교환, 예열	8,500kcal/h 이하	3RT 내외	1,000W 내외
비고	면적 100m ² / 난방부하 각 10W/m ² / 급탕 0.7RT 기준			

현재 보급되고 있는 제품과 패시브·제로에너지 건축 요구 수준 비교

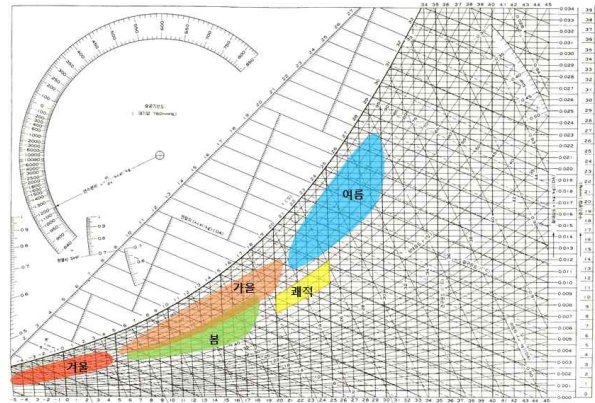
- 용량 산정시 최대 부하를 고려한다고 하더라도 패시브·제로에너지건축에서의 요구되는 장비의 용량은, 현재 보급되어있는 장비의 50%의 수준임
- 고용량의 제품을 구입 설치함으로써, 초기 투자비, 유지관리비(에너지 비용) 증가
- 용도에 적합한 정밀한 온도 제어가 불가하여 실내 열쾌적 성능 저하

(나) 기술 융합 미흡

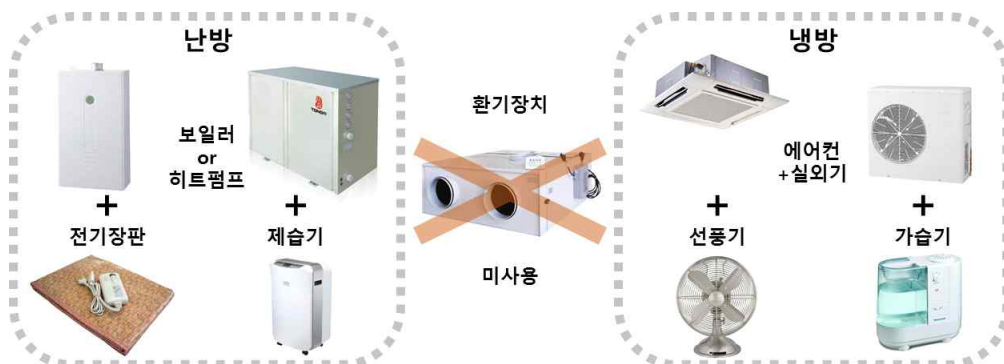
- 각 장비별 별도 개발 및 COP 등 핵심 기술 중심으로 기술 개발
- 장비의 설치 및 운영 중 발생하는 장비 발열, 환기 소요, 배관 열손실 등의 문제에 대한 기술 개발 미흡
- 인접하여 설치되는 타 장비의 영향에 대해서 고려할 수 없음
- 비용 증가
 - 초기투자비, 설치 및 유지관리 비용 증가
 - 기계실 등 공간 점유 면적 증가
- 중복, 간섭, 누락
 - 컨트롤러, 센서, 팬 등 동일 또는 유사 기능의 부품 중복 설치 불가피
 - 에어컨과 환기장치가 동시에 가동되는 경우 상호간 온도 보정 또는 풍량 제어 불가 장비별로 독자적으로 설계, 시공하므로 장비간의 간섭 또는 중복되는 부분이 발생

(다) 국내 사용자 특성을 고려한 시스템 필요

- 겨울철 난방
 - 실내온도가 쾌적 조건을 만족하더라도 약간 높은 바닥온도를 선호함
 - 겨울철 건조한 실내 환경을 보완하기 위해 난방시 별도의 가습기 사용
 - 전기장판, 온풍기 등 추가 열원 사용
- 여름철 냉방
 - 여름철 제습부하가 큼 (여름철 절대습도 15~20g/kg)
 - 실내 습도를 낮추기 위해 기준 온도보다 과도하게 낮은 온도로 냉방가동 (현재 보급되는 냉방장치는 현열 제어를 위주로 함)
 - 습도 제어를 위해 별도의 제습기 사용, 공기 순환 (에너지 절약 목적)을 위해 별도의 선풍기 사용.
- 환기
 - 환기의 필요성과 환기를 통한 에너지 손실에 대해서는 인지하지 못하고 있음.
 - 자연환기를 선호하여 난,냉방 가동과 무관하게 창호를 개방하여 환기 실시
 - 법적 규제에 의하여 환기장치가 설치되어 있으나, 성능 미흡, 소음, 불편함 등을 이유로 실제로 활용하지 않음
 - 국, 찌개 등 조리, 세탁물 실내 건조, 가습기 가동, 실내 식재 (화분) 등 실내에 다양한 가습원 존재



계절별 온습도조건



국내 사용자의 냉난방 시스템 사용 실태

- ▷ 공기난방 + 바닥난방으로 난방시스템 2원화 필요
- ▷ 제습부하가 큰 국내 기후에 맞게 습도를 제어할 수 있는 냉방 시스템 필요
- ▷ 상시가동하며 실내외 환경에 맞게 자동제어되는 환기시스템 필요

(3) 연구개발 중요성

(가) 패시브하우스, 제로에너지 주택 최적화 시스템

- COP21 대응을 위한 국내 제로에너지 주택 최적화 기술개발

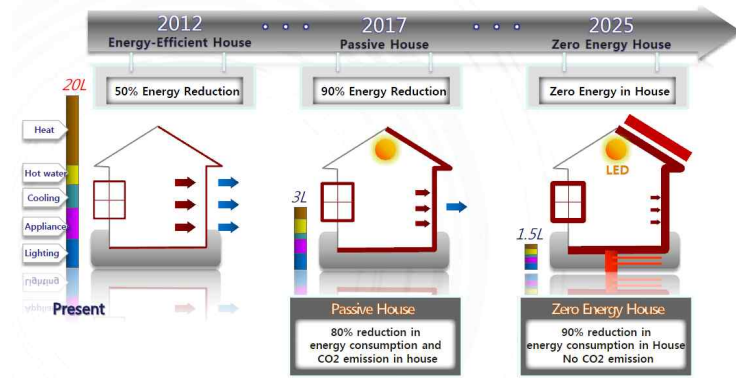
- 파리 COP21차 기후변화협약에 따라 국내는 2030년까지 BAU대비 37%의 CO2를 감축해야함.

- 이를 위해 국내 패시브하우스 및 제로에너지주택 보급화를 위한 전략을 수립

- 패시브하우스, 제로에너지주택은 기본적으로 패시브기술 요소를 적용하여 건

물의 부하를 최소화 하고, 남은 부하량은 신재생에너지를 통해 공급하는 에너지 절약적 개념임

- 현재 건축물을 패시브하우스, 제로에너지 주택으로 구현시 이에 적합한 시스템 부재



2030년 BAU대비 37% CO2 감량을 위한 국내 전략

경기도 설악 패시브하우스단독주택

PHPP 난방 부하량 계산

		P _G 1		P _G 2
Heating power (gains) P _G		W		W
P _T + P _I	=	1602	or	897
P _L - P _G	=	1028	or	1257
Heating load P _H	=	1257	W	
Area specific space heating load P _H / A _{TFA}	=	10.2	W/m ²	

난방부하: 1.26kW

5RT 지열히트펌프 설치



난방부하: 17.5kW

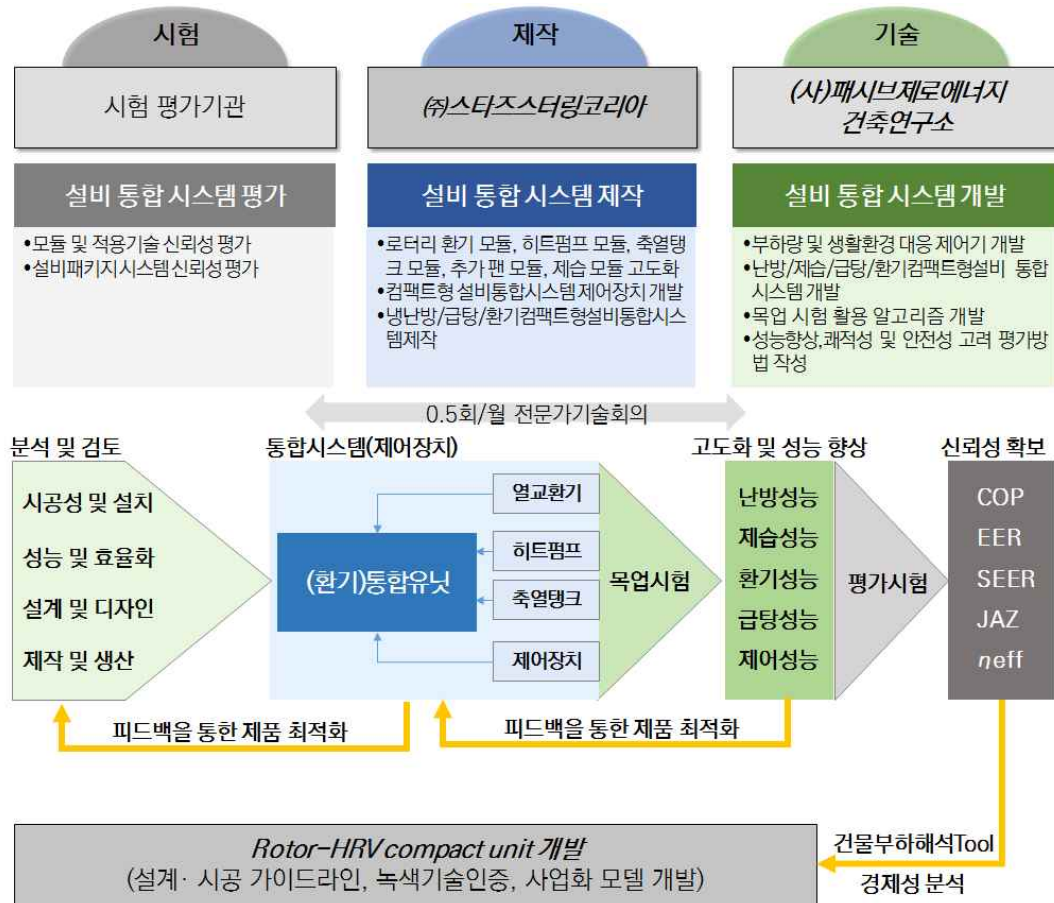
- 패시브하우스에 적합한 난방설비가 없음. 과도한 설비투자비 발생
- 정부보조금 사업으로 3RT 또는 5RT 규모가 일반적으로 보급되고 있으며, 건물을 패시브하우스 또는 제로에너지 하우스로 최적화 할 경우 문제 발생됨
- 계약전력으로 인한 건물의 유지관리비 증가

- 본 연구과제는 이러한 문제점을 해결하는 제로에너지 주택 최적화 시스템으로 설비 패키지 기술을 개발하여 비용 절감 및 부하 대응 솔루션 제공
- 본 기술은 패키지 방식으로 설치가 용이하며, 천공 및 그라우팅 작업이 필요없어 토양의 오염을 최소화함
- 천공으로 인한 기계장비의 사용 등 과도한 비용발생이 없으며. 정부기관과 연계시 최소한의 계약전략비로 유지가 가능함

2. 연구수행내용 및 성과

2-1. 연구개발 추진전략 · 방법 및 추진체계

(1) 기관간의 협업방법



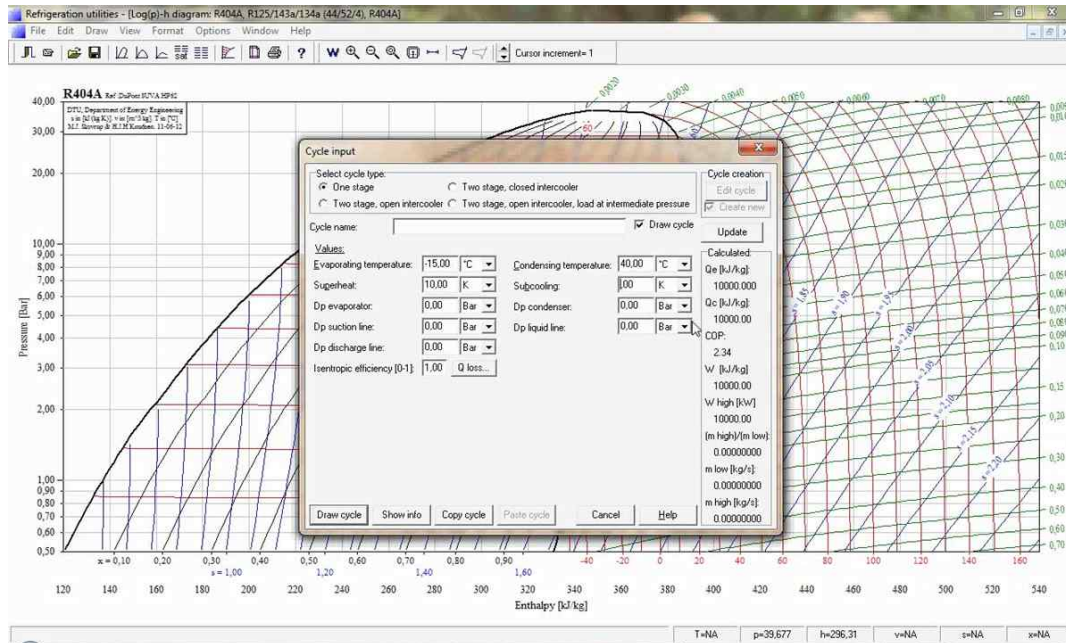
기관협업 관계 및 연구 프로세스

- 협 업: 정기적인 회의와 기술 협의를 통해 상호 관련 정보 교류 및 고도화 사항 체크
- 제 작: 환기를 중심으로 히트펌프, 축열 탱크, 열교환기 및 제어장치를 통합한 통합시스템 제작을 목표로 함. 환기장치는 성능확보를 위한 제품 개발에 중점을 두며, 그 외의 장치(모듈)는 조합형 제품으로 제어가능하며, 성능 향상이 가능한 요소기술로서 검토 및 분석을 진행하였음



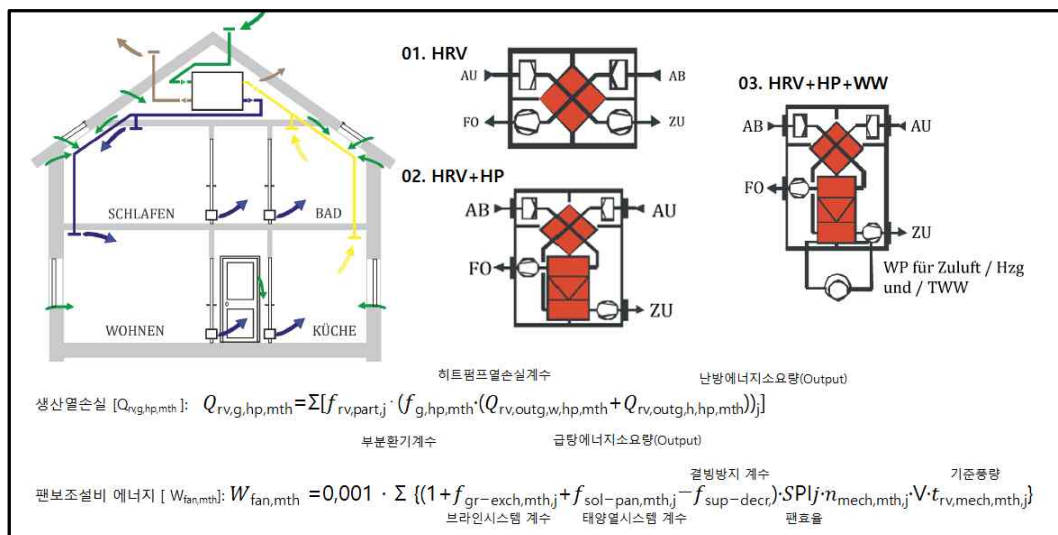
외부용역과의 협업 및 기술개발 도식

- 기 술: 성능 목표 및 성능 향상 기술을 위한 기술개발 항목 검토 및 분석 진행. 국내 아파트형 건물을 대상으로 난방, 제습, 급탕 및 환기에너지에 대한 분석과 히트 펌프 최적 운전 조건을 맞추기 위한 필요 풍량 및 열교환기 용량에 대한 성능 분석 진행하였음
 - 효율적 난방운전을 위한 보조열원 하이브리드 운영 방안 검토 (증발기, 응축기 용량)
 - 냉방 운전 모드에서의 부하대응 검토
 - 급탕탱크와 보조열원 하이브리드 운영 방안



R410A ph 선도를 통한 유효 온도조건 및 압력조건 분석

- 평 가: 건물에너지에 필요한 요소에 대한 시험 평가방법을 작성하여, 향후 건물에너지평가 시 해당 제품에 대한 성능 기입이 가능하도록 진행. 기술파트와 협업하여 해당 성능항목 분석 진행하였음



DIN V 18599-6:2016 통합유닛시스템 에너지 성능 계산 기준

(2) 연구개발 추진체계

연구개발과제			총 참 여 연 구 원
과제명	Rotor-HRV 고도화 제로에너지주택용 컴팩트형 설비 통합 시스템 개발 및 사업화		주관연구책임자 김황호 외 15명
기 관 별 참 여 현 황			
구 분	기관수	인원수	총인원 수
산 업 계	1	11	16
대 학			
국공립(연)			
출 연 (연)	1	5	
기 타			
주 관 연 구 기 관		협동(공동) 연 구 기 관	
(주)스타즈스터링코리아		(사)패시브제로에너지건축연구소	
참 여 연 구 원		참 여 연 구 원	
주관연구책임자 김황호 외 10명		공동연구책임자 박성중 외 4명	
책임급 4명, 선임급 4명, 원급 3명		책임급 2명, 선임급 2명, 원급 1명	
담당연구개발내용		담당연구개발내용	
과제명	핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비 통합시스템개발 사업화 방안		국내 환경 대응 에너지 절약형 제어방식 개발 컴팩트형 설비 통합 시스템 시험측정 및 평가
회전형 환기 모듈, 히트펌프 모듈, 축열탱크 모듈, 열교환기 모듈, 보조열원 모듈 고도화 컴팩트형 설비 통합시스템 제어장치 개발 냉방/난방/급탕/환기 컴팩트형 설비 통합시스템 제작 사업화 방안 수립 (경제성 확보 방안 및 설계/시공 지원기술 방안 수립)		부하량 및 생활환경 대응 제어 방식 개발 난방/급탕/환기 컴팩트형설비 통합시스템의 성능 기준 및 평가방법 작성 목업 시험 활용 알고리즘 개발 및 고도화 성능향상, 쾌적성 및 안전성 고려 인증기준 작성 및 시험 평가 진행	
참여기업		해당사항 없음	

(3) 추진 일정

수행 기관	관련 성과목표/지표			세부추진내용 (연구수행 Activity)	Activity별 산출물	소요 연구비 (백만원)	1차년도			2차년도				3차년도			
	핵심 성과	단위 성과	성과 지표				1분 기	2분 기	3분 기	1분 기	2분 기	3분 기	4분 기	1분 기	2분 기	3분 기	4분 기
						1,407.375	134			606.375				667			
SSK	A	A-1	①	PHI인증 제품 자료 조사 및 분석	연차보고서		3										
			②	필터 부품화 적용 개발	시작품	3	3										
			③	기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구	연차보고서	3		3									
			④	로터리형 회전수 조절 시험에 따른 열효율 최적화 연구	시험성적서	3		3									
			⑤	온습도 센서 및 압력센서 적용 환기유닛개발	시작품	3			3								
		A-2	①	4방밸브 제품 자료조사 및 성능 평가	연차보고서	3	3										
			②	증발기, 응축기 자료조사 및 성능 분석	연차보고서	3	3										
			③	부하대응 히트펌프 자료조사 및 비교 분석	연차보고서	3		3									
			④	통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출	연차보고서	3			3								
			⑤	히트펌프 모듈 연결방식 및 부품 개발(제어포함)	시작품	27.3				27.3							
			⑥	히트펌프 모듈 고도화 (성능, 열원확보를 위한 추가 OA팬 제어)	시제품	30								30			
		A-3	①	축열 탱크 용량 및 저장 열손실량 자료조사 및 성능 분석	연차보고서	3	3										
			②	국내외 제품의 기술조사 및 성능 검토	연차보고서	3		3									
			③	통합시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출	연차보고서	3			3								
			④	축열탱크 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어, 펌프포함)	시작품	27.3				27.3							
			⑤	축열탱크 모듈 고도화 (성능, 보조열원 하이브리드 운전방법)	시제품	30								30			
		A-4	①	(수/공기)열교환기 제품 자료조사 및 분석	연차보고서	3	3										
			②	재정압취득 방안 연구	연차보고서	3		3									
			③	열교환기 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어포함)	시작품	27.3				27.3							
			④	열교환기 모듈 고도화 (성능, 열량 밸런싱 운전)	시제품	30									30		

IPA ZEB	B	A-5	①	보조 전기열원 모듈 연결 및 제어 방식, 부품 개발	시제품	9.1					9.1				
		A-6	①	제어장치 사용자 환경 조사 및 적용 항목 도출	연차보고서	9.1				9.1					
			②	온습도, 압력센서와 결합한 팬제어 PCB 설계 및 제작	시작품	27.3					27.3				
			③	추가 모듈 설치가 가능한 PCB설계 및 제작	시제품	27.3					27.3				
			④	제어디스플레이 디자인 고도화	시제품	25							25		
			⑤	피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화	시제품	80								80	
		A-7	①	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계	연차보고서	10		10							
			②	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작	시작품	30			30						
			③	컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 설계	연차보고서	36.4					36.4				
			④	컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 제작	시제품	44.975						44.975			
			⑤	컴팩트형 설비 통합 시스템 보완 설계	연차보고서	30								30	
			⑥	피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합 시스템 고도화 제작	시제품	150									150
	B	B-1	①	제로에너지주거부하 (환기,냉방,난방,급탕,제습)계산 및 분석: 패시브표준주택, 제로에너지아파트	연차보고서	2	2								
			②	기후 데이터에 따른 최대 냉난방 부하 분석	연차보고서	3	3								
			③	해외 유사제품의 부하 조사 및 분석	연차보고서	2	2								
		B-2	①	필요 풍량 (환기량, 추가외기도입량) 분석	연차보고서	2		2							
			②	히트펌프 필요 용량 연구	연차보고서	1		1							
			③	축열탱크 필요 용량 연구	연차보고서	1		1							
			④	열교환기 필요 용량 연구	연차보고서	1		1							
			⑤	추가열원 필요 용량 연구	연차보고서	1		1							
		B-3	①	해외 통합 시스템 조사 및 분석	연차보고서	3			3						
		B-4	①	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	연차보고서	9.1				9.1					
			②	단계별 제어 알고리즘 설계	연차보고서	27.3					27.3				
			③	열교환소자 회전수제어 재열성능 분석 및 평가	연차보고서	18.2						18.2			
		B-5	①	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	연차보고서	9.1				9.1					
			②	단계별 제어 알고리즘 설계	연차보고서	27.3					27.3				
			③	예열/재열 성능 분석 및 평가	연차보고서	9.1					9.1				

IPA ZEB	C	B-6	④	최대부하 대응 필요 풍량 조정 성능 분석 및 시험	연차보고서	18.2						18.2				
			⑤	추가 열원 연계 알고리즘 설계	연차보고서	9.1						9.1				
			①	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	연차보고서	9.1				9.1						
			②	단계별 제어 알고리즘 설계	연차보고서	27.3					27.3					
			③	엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계	연차보고서	18.2						18.2				
		B-7	①	각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출	연차보고서	9.1						9.1				
			②	오작동 대응 표기방법 및 대응방안 가이드 작성	연차보고서	9.1							9.1			
		B-8	①	실증을 통한 현장 시험 및 평가	연차보고서	20								20		
			②	각 기간별 제어방식 알고리즘 고도화	연차보고서	10									10	
			③	데이터모니터링 개발	연차보고서	10										10
		B-9	①	주거형 건물 부하계산 시뮬레이션 소프트웨어 개발	S/W	25								25		
			②	프로그램 매뉴얼 작성	매뉴얼	15										15
	C	C-1	①	히트펌프 성능평가항목 도출	연차보고서	3	3									
			②	히트펌프 모듈 성능 분석 및 평가	연차보고서	18.2				18.2						
			③	축열탱크 성능평가 항목 도출	연차보고서	3		3								
			④	축열탱크 모듈 성능 분석 및 평가	연차보고서	15.2					15.2					
			⑤	열교환기 성능평가 항목 도출	연차보고서	3		3								
			⑥	열교환기 모듈 성능 분석 및 평가	연차보고서	15.2						15.2				
		C-2	①	독일 PHI 통합 시스템 평가 방법 조사 및 분석	연차보고서	3		3								
			②	시험 평가 방법 드래프트 작성	평가방법	4			4							
			③	시험평가방법 보완	연차보고서	15.2				15.2						
			④	기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가	연차보고서	20					20					
			⑤	시제품의 신뢰성 평가	연차보고서	20						20				
			⑥	컴팩트형 설비 통합시스템 평가방법 작성	연차보고서	20								20		
			⑦	평가방법 기술자문 및 보완	연차보고서	20									20	
			⑧	컴팩트형 설비 통합시스템 시험측정 및 평가(각 기간별)	연차보고서	30									30	
			⑩	녹색인증 추진	연차보고서	10										10

SSK	D	D-1	①	통합시스템 설치실 조건 검토(크기, 운습도, 법적요구사항)	연차보고서	5	5													
			②	해외 설치실 조건 검토	연차보고서	5		5												
		D-2	①	해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사	연차보고서	5		5												
			②	난방분배기, 급탕연결, 덕트시스템 등 연동방안 연구	연차보고서	5			5											
			③	난방분배기 연결 부품개발 (시공성, 설치공간 고려)	시제품	15.2				15.2										
			④	덕트시스템 부품 개발 (시공성, 설치공간 고려)	시제품	15.2					15.2									
		D-3	①	해외 유사 시스템 비용분석 및 평가	연차보고서	9.1				9.1										
			②	모듈별 경제성 평가, LCC 평가	연차보고서	15.2					15.2									
			③	통합 시스템 경제성 평가	연차보고서	15.2						15.2								
			④	사업화를 위한 비용 산정 및 분석	연차보고서	10								10						
			⑤	세미나 및 홍보	연차보고서	5											5			
			⑥	컨설팅을 통한 디자인 전략 및 사업화 계획수립	보고서	40									40					
		D-4	①	시공비 절감을 위한 기술조사 (시공방법 연구)	연차보고서	30								30						
			③	설계/시공 가이드라인 작성	가이드라인	30									30					
			④	설계 도면지원 라이브러리 작성	라이브러리	15											15			
						1,407.375	134			606.375				667						

2-2. 연차별 연구수행내용 및 연구결과

(1) 연구범위 및 연구수행방법

(가) 1차연도

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
A1-1	PHI인증 제품 자료 조사 및 분석	- 문헌조사 및 자료 분석	- 독일 패시브하우스 연구소에서 인증한 환기장치 연계형 컴팩트 유닛 5개 제품 조사 및 분석
A1-2	필터 부품화 적용 개발	- 아이디어 도출 및 현장 활용성 검토	- 환기장치와 별개로 설치할 수 있는 필터박스 제작, 양산 보급 중 OA, EA, RA, SA 4개소에서 2가지 필터를 동시에 착탈할 수 있도록 기존제품을 개선 - 신형 케이스의 OA, RA 2개소에서 필터를 착탈할 수 있도록 설계 반영 및 제작
A1-3	기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구	- 국외 우수제품 벤치마킹 - 시제품 제작, 평가	- EPP 소재 보온 및 기밀 일체형 케이스 시제품 제작 - 폴리카보나이트 소재 분리층 설치
A1-4	로터리형 회전수 조절 시험에 따른 열효율 최적화 연구	- 제품 개발 - 성능 시험을 통한 보완 방향 도출	- 0 ~ 25 RPM으로 열교환 소자 회전수를 제어할 수 있도록 제품 개선 - 온도 / 습도 교환 효율 최적 회전수(18 RPM)도출
A1-5	온습도 센서 및 압력센서 적용 환기유닛개발	- 시제품 제작	- OA, EA, RA, SA 4개소에 온습도 센서 설치 - 압력센서 설치를 위한 시스템 schema 구성
A2-1	4방밸브 제품 자료조사 및 성능 평가	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 시중 유통되는 제품 5건 조사
A2-2	증발기, 응축기 자료조사 및 성능 분석	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 열교환 방식별 제품 5건 조사
A2-3	부하대응 히트펌프 자료조사 및 비교 분석	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 시중 유통되는 제품 5건 조사

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
A2-4	통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출	- 요구 성능, 비용 효율성 검토	- 컴팩트형 설비 통합 시스템 구현을 위한 최적 모듈 도출
A3-1	축열 탱크 용량 및 저장 열손실량 자료조사 및 성능 분석	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 시중유통되는 제품 5건 조사
A3-2	국내외 제품의 기술조사 및 성능 검토	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 시중 유통되는 제품 5건 조사
A3-3	통합시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출	- 요구 성능, 비용 효율성 검토	- 컴팩트형 설비 통합 시스템 구현을 위한 최적 모듈 도출
A4-1	열교환기 제품 자료조사 및 분석	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 시중 유통되는 제품 5건 조사
A4-2	재정압취득 방안 연구	- 이론 조사 - 시작품 설계	- 양흡입 팬 적용 - EPP소재 일체형 케이스 시작품 제작
A7-1	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계	- 시작품 설계	- 냉난방, 환기, 급탕 공급이 가능한 컴팩트형 설비 통합 시스템 설계 - 기존의 환기, 냉방, 난방 기술과 연계 가능한 배관 규격 및 회로 구성
A7-2	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작	- 시작품 제작 - 성능 측정	- 60℃ 급탕수, 15℃ 냉방 순환수 공급이 가능한 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작
B1-1	제로에너지주거부하 (환기, 냉방, 난방, 급탕, 제습) 계산 및 분석: 패시브표준주택, 제로에너지아파트	- 2020 준공예정인 실제 제로에너지 공동주택을 바탕으로 부하 계산	- 제로에너지 주거의 환기, 냉방, 난방, 급탕, 제습에 대한 부하 도출
B1-2	기후 데이터에 따른 최대 냉난방 부하 분석	- 국내 기후데이터의 극값을 활용한 부하계산	- 20개 지역 기후데이터를 바탕으로 최대 냉난방 부하량 계산
B1-3	해외 유사제품의 부하 조사 및 분석	- 문헌조사 및 자료 분석	- 제조사 제공 데이터를 바탕으로 해외 제품의 공급 가능 부하 조사
B2-1	필요 풍량 (환기량, 추가외기 도입량) 분석	- 필요 풍량 산정을 위한 이론 조사	- 필요 용량 산출을 위한 이론 검토

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
B2-2	히트펌프 필요 용량 연구	- 필요 용량 산정을 위한 이론 조사	- 필요 용량 산출을 위한 이론 검토
B2-3	축열탱크 필요 용량 연구	- 필요 용량 산정을 위한 이론 조사	- 필요 용량 산출을 위한 이론 검토
B2-4	열교환기 필요 용량 연구	- 필요 용량 산정을 위한 이론 조사	- 필요 용량 산출을 위한 이론 검토
B2-5	추가열원 필요 용량 연구	- 필요 용량 산정을 위한 이론 조사	- 필요 용량 산출을 위한 이론 검토
B3-1	해외 통합 시스템 조사 및 분석	- 문헌조사 및 자료 분석	- 해외 설비 통합 시스템 5건에 대한 구성 방식 및 제어 방식 조사
C1-1	히트펌프 성능평가항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석	- 성능 평가 항목 도출
C1-3	축열탱크 성능평가 항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석	- 성능 평가 항목 도출
C1-5	열교환기 성능평가 항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석	- 성능 평가 항목 도출
C2-1	독일 PHI 통합 시스템 평가 방법 조사 및 분석	- 문헌조사 및 자료 분석	- 독일 평가기준 분석 - 평가 기준에 따른 제품 평가 사례 5건 분석
C2-2	시험 평가 방법 드래프트 작성	- 문헌조사 및 자료 분석	- 컴팩트형 설비 통합 시스템 성능 기준 및 시험 평가 방법 초안 작성
D1-1	통합시스템 설치실 조건 검토 (크기, 온습도, 법적요구사항)	- 현장조사 및 실제 시공사 면담 - 문헌제조사 및 자료 분석	- 설치실 최소 폭 1.2m 500 kg/m2 하중 검토 필요
D1-2	해외 설치실 조건 검토	- 문헌조사 및 자료 분석	- 하중 및 운송, 조립을 고려한 설계 추진 - 설치실 및 장비 기밀 중요
D2-1	해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사	- 문헌조사 및 자료 분석	- 모듈화 또는 전용 캐리어개발 - 화재 및 장비 고장에 대비한 여유 공간 확보
D2-2	난방분배기, 급탕연결, 덕트 시스템 등 연동방안 연구	- 문헌조사 및 자료 분석	- 전용 소켓 개발 필요 - 모듈화, 전용 소켓등 설치 방법 도출

(나) 2차연도

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
A2-5	히트펌프 모듈 연결방식 및 부품 개발(제어포함)	- 시제품 제작	- 통합시스템용 실외기용 축류팬 설치(시로코 흡입팬 250CMH) - 실내기 용 열교환기 제작 (크기:W860*H132*D450, 냉매종류:R410a) - 실외기용 열교환기 제작 (크기:W770*H545*D288, 냉매종류:R410a) - 압축기 제작 (고효율인버터 BLDC압축기) - 열교환기 및 팬 관련 부품 개발 및 통합시스템 적용
A3-4	축열탱크 모듈 연결방식 및 부품개발	- 시제품 제작	- 축열탱크 모듈 부품 및 축열탱크 시제품 제작 - 축열탱크 온수생산용 판형 열교환기 시제품 제작 - 축열탱크 시제품 제작 - 팽창탱크 설계 및 제작 - 통합시스템 시제품에 적용
A4-3	열교환기 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어포함)	- 시제품 제작	- 열교환기 모듈(증발기용, 응축기용, 축열탱크 온수공급용) 시제품 제작 - 통합시스템 시제품에 적용
A5-1	보조 전기열원(보일러) 모듈 연결 및 제어방식, 부품개발	- 시제품 제작	- 보조열원별 모듈 연결 기술 정리 - 보조 전기열원(보일러) 모듈 연결 및 제어방식, 부품개발 - 축열탱크내 보일러 연결 온수관 설계 및 시제품 제작 - 축열탱크 외측 보일러 연결 온수관 연결 부품 및 개폐 밸브 제작 - 개발 제품 적용항목 도출
A6-1	제어장치 사용자 환경 조사 및 적용항목 도출	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 국내외 보일러 및 히트펌프 제어방식 정리 - 개발제품 적용항목 도출
A6-2	온습도, 압력센서와 결합한 팬 제어 PCB 설계 및 제작	- 시제품 제작	- 온, 습도, 압력 측정용 아누이노 활용 데이터로거 제작 및 설치

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
			- HRV 제어용 컨트롤러 및 PCB 개발 진행중
A6-3	추가모듈 설치가 가능한 PCB 설계 및 제작	- 시제품 제작	- 추가모듈용 PCB 설계 및 개발중
A7-3	컴팩트형 설비통합시스템 시제품 설계	- 시제품 제작	- 통합시스템 시제품 설계완료 - 설계도, 계통도, 제어일람표 장비구성 내역
A7-4	컴팩트형 설비통합시스템 시제품 제작	- 시제품 제작	- 통합시스템 시제품 제작완료 - 성능측정을 위한 센서설치 완료
B4-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 해외 유사제품 5건에 대한 냉방기간 운전용 알고리즘 분석 완료
B4-2	단계별 제어 알고리즘 설계	- 알고리즘 설계	- 냉방기간 운전용 단계별 제어 알고리즘 설계완료
B4-3	열교환 소자 회전수 제어 제어 열 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 냉방운전시 최적 열교환 소자 회전수 도출(40 RPM) - 최적 냉방운전시 SA 온도 22~24℃ 수준(RA보다 유사하거나 낮음)
B5-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 해외 유사제품 5건에 대한 난방기간 운전용 알고리즘 분석완료
B5-2	단계별 제어 알고리즘 분석 및 평가	- 알고리즘 분석 및 평가	- 난방기간 운전용 단계별 제어 알고리즘 설계완료
B5-3	예열/재열 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 난방운전시 운전모드별 평가 결과 도출 - 급기 예열/재열 모드 또는 온수사용 없을 때 SA온도 24~25℃ 수준 - 급기 예열/재열과 온수공급할 경우 SA온도 19~20℃ 수준
B5-4	최대부하 대응 필요 풍량 조정 성능 분석 및 시험	- 시제품 성능 분석	- 냉방 최대부하시 풍량별 성능 평가 결과 - 최적열교환모드(열교환소자 회전수 4RPM)에서 풍량별 SA 온도는 풍량이 줄수록 높아지며 24~25℃ - 바이패스모드(열교환소자 회전수 0RPM)에서 풍량별 SA 온도는 풍량이 낮아지며

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
			22~23℃ 수준 - 증발기 후단 공기 및 SA 온도를 더 낮추기 위해 증발기 성능 개선 예정
B5-5	추가 열원 연계 알고리즘 설계	- 알고리즘 설계	- 축열탱크 온수 및 난방수용의 추가 열원용 보일러 연결 계획 수립
B6-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 해외 유사제품 5건의 중간기(환기모드) 제어 알고리즘 분석 완료
B6-2	단계별 제어 알고리즘 설계	- 시제품 성능 분석 - 알고리즘 설계	- 단계별 제어 알고리즘 설계완료
B6-3	엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계	- 시제품 성능 분석 - 알고리즘 설계	- 엔탈피 바이패스 제어용 알고리즘 설계완료
B7-1	각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출	- 상용화된 제품 조사 및 분석	- 운전모드별(난방, 냉방, 환기) 오작동 예측항목 정리
B7-2	오작동 대응 표기방법 및 대응방안 가이드 작성	- 문헌조사 및 시제품 분석	- 통합 시스템에 대한 오작동 대응 표기방법 및 대응방안 가이드 작성완료
C1-4	히트펌프 모듈 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 1차 통합유닛의 난방조건 급기 예열성능 평가결과 - 히트펌프의 응축기는 온수사용이 없을 경우 OA 온도를 예열하여 평균 12K 상승시키고 온수 사용시 OA 온도를 예열하여 평균 7.3K 상승시킴 - 2차 통합유닛의 냉방조건 급기 제습/냉각성능 평가결과 증발기는 OA온도를 평균 8.6K 낮춰줌
C1-5	축열탱크 모듈 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 1차 통합유닛의 난방조건에서 축열탱크 온수 생산성능 평가 결과 - 온수사용이 없을 경우 축열탱크 내 온수온도는 55℃, 온수사용시 35℃ 도달 - 2차 통합유닛의 냉방조건에서 축열탱크 온수 생산 - 성능 평가 결과 온수사용이

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
			없는 조건에서 온수온도 39℃ 도달
C1-5	열교환기 모듈 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 1차 통합유닛의 난방조건에서 실외기측 열교환기 성능평가 결과 실외기측 열교환기는 온수미사용시 EA2로부터 열회수하여 EA2온도를 13.8K 낮추고 온수사용시에는 EA2 온도를 11K 낮춤 - 2차 통합유닛 냉방조건에서 열교환기(증발기) 성능평가 결과 SA풍량에 따라 현열제거열량이 평균 732~1.185 W 수준
C2-3	시험평가방법 보완	- 문헌조사 및 자료 분석	- 통합 유닛에 대한 기밀성능시험방법 보완 - 현열교환기 및 전열교환기 온도교환효율 평가방법정리 - 소음, 전기소비량, 착빙방지 쾌적성, 필터 시험방법 정리 - 히트펌프 난방성능 (COP) 시험방법 정리 - 히트펌프 냉방성능 (EER) 시험방법 정리
C2-4	기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가	- 시제품 성능 분석	- 난방조건 및 냉방조건에 대하여 SA 온도 및 축열조 내 온수온도 분포 정리
C2-5	시제품의 신뢰성 평가	- 시제품 성능 분석	- 오작동 해결 및 추가기밀작업으로 누기해결
D2-3	난방분배기 연결부품 개발	- 상용화된 제품 조사 - 시제품 제작	- 난방분배기 시제품 제작 및 통합유닛시스템 시제품 적용
D2-4	덕트시스템 부품 개발	- 상용화된 제품 조사 - 시제품 제작	- 덕트시스템 시제품 제작 및 통합유닛시스템 시제품 적용
D3-1	해외 유사 시스템 비용 분석 및 평가	- 상용화된 제품 조사 - 문헌조사 및 자료 분석	- 국내외 제품 및 공사비 분석완료
D3-2	모듈별 경제성 평가, LCC 평가	- 문헌조사 및 자료 분석	- 개발 제품의 초기투자비용 및 수선주기, 교체주기 정리완료
D3-3	통합 시스템 경제성 평가	- 분석 및 평가	- 통합시스템 20년 사용 기준

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
			기존대비 연간 22만 4천원 절감시 - 통합시스템의 적정 가격은 1,300만원~1,500만원 수준

(다) 3차연도

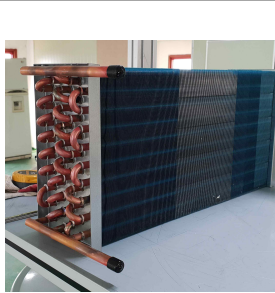
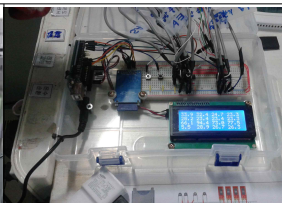
연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
A2-6	히트펌프 모듈 고도화(성능, 열원확보를 위한 추가 OA팬 제어)	- 시제품 제작	- 사업화전략에 부합하는 경제적인 히트펌프 모듈 구성정리 냉매(R410A) 적정주입량 및 주입압력 도출 - 운전 풍량 단계별 추가외기도 입량 변경할 수 있는 OA2팬 제작
A3-5	축열탱크 모듈 고도화(성능, 보조 열원 하이브리드 운전 방법)	- 시제품 제작	- 40℃~60℃의 온수 140L를 공급할 수 있는 축열탱크 모듈 제작 - 설치 및 유지관리가 용이한 배관 입출구 설계 - 보조 열원(보일러) 연계 또는 단독 운전이 가능한 난방수 순환방식 적용
A4-4	열교환기 모듈 고도화(성능, 열량 밸런싱 운전)	- 시제품 제작	- 제습부하에 최적화된 열교환기 제작 - 성능개선, 유지관리를 위해 탈부착 가능한 모듈 구성
A6-4	제어디스플레이 디자인 고도화	- 시제품 제작	- 통합설비 시스템 기능 구현이 가능한 제어시스템 제작 - 사용자 편의를 고려한 디스플레이 제작
A6-5	피드백을 통한 콤팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화	- 시제품 제작	- 장비, 환경상태를 점검, 확인, 저장할 수 있는 모니터링 시스템 구현
A7-5	콤팩트형 설비 통합 시스템 보완 설계	- 시제품 설계	- 환기, 난방, 난방, 급탕이 가능한 설비통합 시스템 제작
A7-6	피드백을 통한 콤팩트형 설비	- 시제품 제작	- 누기율 10%미만의 설비 통합

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
	통합 시스템 고도화 제작		시스템 제작 - 사업화를 고려한 디자인 적용
B8-1	실증을 통한 현장 시험 및 평가	- 시험 및 평가 실시	- 냉방, 난방, 중간기 시험을 위한 Mock-Up실 구축 - 주거공간을 구현하여 에너지 사용량 측정을 위한 계산식 구현한 후 검토 완료
B8-2	각 기간별 제어방식 알고리즘 보완	- 알고리즘 설계	- 모드 결정 알고리즘설계(결정한 온도 및 엔탈피조건 반영) - 쾌적성능 향상을 위해 제습 성능 최대화 운전 알고리즘 제작 - 최대 부하 대응 외기에열 및 바닥난방 최적 운전 알고리즘 제작 - 히트펌프의 난방모드, 냉방모드 각 단계에서 축열 가능한 알고리즘 설계
B8-3	데이터모니터링 개발	- 모니터링 설계	- 오작동 상황 발생시 시스템 정비(또는 대기) 후 사용자 디스플레이에 해당 상황에 대한 코드와 간략한 대처방법 표시 설계
B9-1	주거형 건물 부하계산 시뮬레이션 소프트웨어 개발	- 소프트웨어 개발	- 주거건물 대상(통합유닛 설비 시스템 적용가능한) 냉난방 부하 계산용 소프트웨어 개발 - 환기장치에 히트펌프 연계방식에 대한 건물에너지계산투입 - 국내 외기조건별 부하산출을 통해 최적운전모드 결정됨
B9-2	프로그램 매뉴얼 작성	- 매뉴얼 작성	- 설계 소프트웨어에 대한 사용자매뉴얼(알고리즘 포함)작성 DIN V 18599 기준 냉난방 부하 계산
C2-6	컴팩트형 설비 통합시스템 평가방법 작성	- 시험평가방법 작성	- 환기시스템 평가항목으로 기밀, 효율, 전력, 소음 및 쾌적성으로 기존 평가방법을 보완

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
			하여 작성하였고 기술 자문 및 해외기관 협력을 통한 평가방법 보완 및 고도화 반영함
C2-7	평가방법 기술자문 및 보완	- 기술 자문 실시	- 보완 완료 된 콤팩트형 통합 유닛 설비 시스템 평가방법에 대한 단체 표준 추진함
C2-8	컴팩트형 설비 통합시스템 시험측정 및 평가	- 통합시스템 시험	- 작성된 시험평가방법을 바탕으로 평가기관(Kolas 인증기관)의뢰 성능평가 실시
C2-10	녹색인증 추진	- 인증 추진	- 통합유닛에 대한 녹색인증 계획함
D3-4	사업화를 위한 비용 산정 및 분석	- 비용산정 및 분석	- 사업화 비용 분석에 따른 원가 계산 및 공급가 비용 분석 - LCC 기반 경제성 검토를 바탕으로 통합 유닛 자체비 경제성 확보 검토 - 품량 증가에 따른 추가 덕트 자체 및 디퓨저 등 설치비에 발생하는 비용검토 - 필터 교환 및 펌프 수명등 유지관리에 필요한 비용 검토 수행
D3-5	세미나 및 홍보	- 세미나 개최	- 통합유닛 개발관련 기술세미나를 통해 연구결과물 발표
D3-6	컨설팅을 통한 디자인 전략 및 제품화 양산 계획 수립	- 사업화 계획 수립	- 컨설팅 업체를 통한 통합유닛 기술의 개선 사항 및 사업화 방안 검토 - 고덕강일 제로에너지공동주택(약800세대)관련 기술적용을 위한 기반 마련함 - 급기 냉방이 적용된 고덕강일 제로에너지공동주택 적용시 양산화 계획 수립
D4-1	시공비 절감을 위한 기술조사(시공방법 연구)	- 시공 기술 조사	- 시공비 절감을 위한 공정별 절감 방안 분석
D4-3	설계/시공/유지관리 가이드라인	- 가이드라인 작성	- 해당 error발생 및 대응관련

연구 범위		연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	연구 결과
	인 작성		유지관리 (필터관리, 덕트관리, 팬관리, 열교환소자 관리, 축열탱크 마그네슘 스틱관리, 펌프관리, 제어장치 관리등) 가이드라인 작성
D4-4	설계 도면지원 라이브러리 작성	- 라이브러리 작성	- 설계용 도면 지원 라이브러리는 전문 건축설계사 위탁으로 작성하였으며 설계/시공 가이드라인 작성

(2) 최종연구수행내용에 따른 연구결과정리

1차년도		2차년도		
시작품 2건				
	필터 부품화 적용개발 : 장비내 프리 및 헤파 필터설치(시작품 1건)			
				
컴팩트형 설비 통합시스템개발(시작품 1건)				
시작품 4건 / 시제품 3건				
	히트펌프 모듈 부품개발 : 열교환기 실내기 코일(왼) 및 실외기코일(우) 개발 (시작품 1건)		축열탱크 부품개발 (시작품 1건)	
				
열교환기부품개발 : 판형열교환기제작 (시작품 1건)		데이터로거제작(위) /PCB(아래) 제작 (시작품 1건)		보조열원 연결부품개발(시제품 1건)
				
컴팩트형 설비통합시스템 개발 (시제품1건)				덕트시스템 연결부품개발 (시제품1건)

3차년도

시
제
품
2
건



‘a (1~5)’ 시제품 1건



‘b (1~5)’ 시제품 1건

(가) 핵심연구성과 A (핵심제품 고도화 및 콤팩트형 설비통합 시스템 개발)

A-1. R-HRV 고도화

[연구 수행 내용]

- ① PHI 인증 제품 자료 조사 및 분석: 인증제품 5건 수행
- ② 필터 부품화 적용 개발: 시작품 제작
- ③ 기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구: 침기율 5%미만
- ④ 로터리형 회전수 조절시험에 따른 열효율 최적화 연구: 회전수에 따른 효율최적화
- ⑤ 온습도 센서 및 압력센서 적용 환기 유닛개발: 시작품 제작

1차년도
:시작품 1건
(36페이지)
시험성적서 1건
(중빙자료19~
34페이지)

- PHI 인증제품 자료조사 및 분석
 - 5가지 유사제품의 예열방식, 탱크타입, 축열탱크 용량, 소비전력, 소음, 난방 · 급탕 · 냉방의 부하 출력값, 제품의 크기· 무게· 팬용량을 조사함
- 필터 부품화 적용 개발
 - 필터박스, 장비 DP500에 필터설치현황 및 개발 장비에 프리 및 헤파 필터 장착 적용 필터를 크기 및 종류별 현황 조사함
- 기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구
 - 기존장비 및 개발장비 케이싱 재질을 비교함
 - EPP(발포 폴리프로필렌) 보온재를 적용하였을 시 기밀누설 성능 확보방안을 연구함
- 로터리형 회전수 조절 시험에 따른 열효율 최적화 연구
 - 열교환소자의 기어드모터에 스피드변환장치를 설치하여 회전수를 변화하여 급기되는 온도 변화를 조사함.
 - 전문시험기관인 ECL(에너지인증연구소)에 시험을 의뢰하여 나온 결과치를 첨부함.
- 온습도 센서 및 압력센서 적용 환기 유닛개발
 - 환기유닛의 SA(급기), RA(환기)측에 온도센서를 설치한 시작품을 제작함
 - 습도센서 및 압력센서를 적용한 장비모니터링 시스템을 조사함.

[결 론]

- 통합시스템 개발을 위해 PHI 인증 제품자료 조사 및 분석을 위한 데이터를 도출함.
- 통합시스템에 장착할 필터의 종류 및 크기, 비용 조사를 함
- 침기율을 최소화 하기 위하여 내부기밀과 외부기밀을 위한 단열재의 조사를 함.
- 휠의 회전수 조절, 각종 센서를 통한 자동운전을 통하여 에너지절감 및 최적화 운전을 실시하며, 이에 따른 시험을 함.

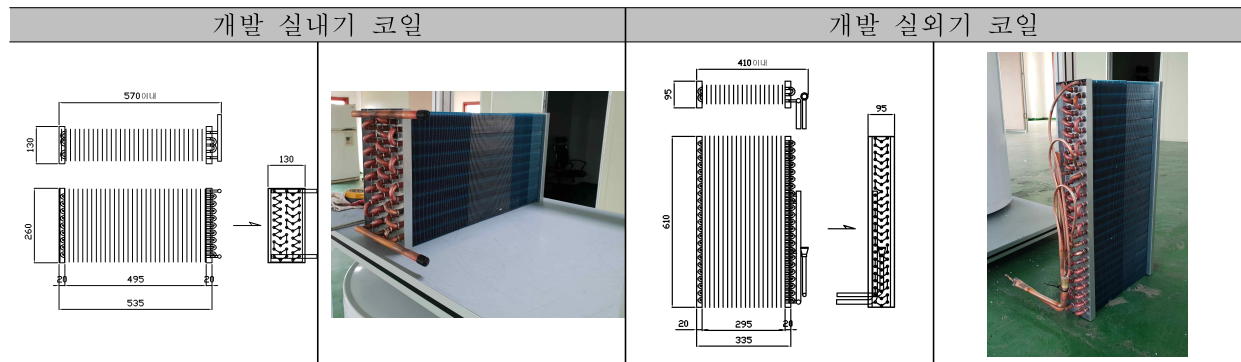
A-2. 히트펌프모듈 개발

[연구 수행 내용]

- ① 4방밸브 제품 자료조사 및 성능평가: 사례조사 5건 수행
- ② 증발기, 응축기 자료조사 및 성능분석: 사례조사 5건 수행
- ③ 부하대응 히트펌프 자료조사 및 성능분석: 사례조사 5건 수행
- ④ 통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출: 최적모듈 도출
- ⑤ 히트펌프 모듈 연결방식 및 부품개발: 시작품 제작
- ⑥ 히트펌프 모듈 고도화 (성능, 열원확보를 위한 추가 OA팬 제어): 시작품 제작

2차년도
:시작품 1건
3차년도
:시제품 a(1) 건
:시제품 b(1) 건
(36~37페이지)

- 4방밸브 제품 자료조사 및 성능평가
 - 6개 제작회사의 4방밸브의 특징 (작동온도범위 및 냉매종류)조사 및 4방밸브의 원리, 개념도를 조사함
 - 히트펌프의 냉방회로 및 난방회로 시스템 적용사례를 조사함
- 증발기, 응축기 자료조사 및 성능분석
 - 국내에서 사용 중인 열교환기 (증발기 및 응축기)의 형상 및 적용사항, 특징등을 조사함
 - 히트펌프, 냉동기 및 에어컨에 사용되는 열교환기의 자료를 조사함.
- 부하대응 히트펌프 자료조사 및 성능분석
 - 국내의 히트펌프업체 5개사의 히트펌프에 대한 압축기 종류 및 제어방식, 냉난방 효율을 조사함
 - 공랭식/수냉식 히트펌프 개념도 및 특징, 외기온도에 따른 난방성능변화 자료를 조사함
- 통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출
 - 통합시스템의 용량에 적합한 국내 히트펌프 제조사의 샘플 조사후 구입함
- 히트펌프 모듈 연결방식 및 부품개발
 - 통합유닛 히트펌프에 적용할 열교환기의 개발 및 샘플을 구입하여 시제품을 제작함.
 - 기성제품으로 사용 중인 국내 히트펌프 응축기웁인 액설(Axial)웁을 시로코웁으로 변경하여 시제품 제작함.



통합유닛용 실내기(응축기) 사양	통합유닛용 실외기(증발기) 사양
- 코일: 3/8", 5R*10S*515EL - P/P : 22*25.4mm F/P : 2.1mm - Header : IN ϕ 12.7 OUT ϕ 12.7 - CYCLE : 2 Pass 냉매: R410A	- 코일: 3/8", 3R*24S*355EL - P/P : 22*25.4mm F/P : 2.1mm - Header : IN ϕ 12.7 OUT ϕ 15.88 - CYCLE : 1/4" * 3 Pass 냉매: R410A

- 히트펌프 모듈 고도화 (성능, 열원확보를 위한 추가 OA웬 제어)
 - 사업화 전략에 부합하는 인버터 히트펌프의 모듈 조사 및 냉매(R410A)의 적정 주입량 및 주입압력에 관한 자료를 조사함
 - 기존 인버터 히트펌프는 제어에 대한 프로토콜 개방이 어려워, AC 히트펌프로 교체한 후 제어에 대한 알고리즘을 적용하여 개발함.
 - 운전 풍량 단계별 추가 외기도입량을 변경할 수 있는 OA2웬의 자료를 조사,개발을 하였고, 열량 밸런스를 고려한 판형 열교환기를 조사함.

[결 론]

- 히트펌프의 설계를 위하여 4방밸브, 증발기, 응축기 및 기타부속품의 성능평가를 위한 데이터를 도출함.
- 압축기 제어 방식등의 부하대응 히트펌프 자료조사를 위한 성능자료를 도출함.
- 통합시스템 크기 및 성능에 적합한 히트펌프 모듈 자료를 도출함.
- 소형주택용에 적합한 히트펌프 모듈 연결방식 및 부품개발을 위한 문제점 및 해결방안을 도출함.
- 히트펌프 모듈 고도화를 위한 인버터 히트펌프 및 제어기술 방식을 조사함.

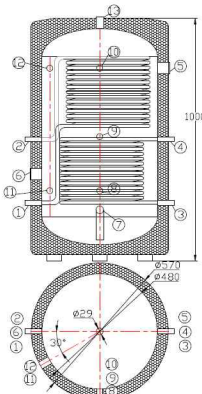
A-3. 축열탱크 모듈개발

[연구 수행 내용]

- ① 축열탱크 용량 및 저장 열손실량 및 성능 분석: 사례조사 5건 수행
- ② 국내외 제품의 기술조사 및 성능 검토: 사례조사 5건 수행
- ③ 통합 시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출: 최적모듈 도출
- ④ 축열탱크 모듈 연결방식 및 부품 개발: 시제품 제작
- ⑤ 축열탱크 모듈 고도화 (성능, 보조열원 하이브리드 운전방법): 시제품 제작

2차년도
:시제품 1건
3차년도
:시제품 a(2) 건
:시제품 b(2) 건
(36~37페이지)

- 축열탱크 용량 및 저장 열손실량 및 성능 분석
 - 국내 4개사 및 해외1개사에 대한 축열탱크의 자료 (탱크 재질 및 용량등)를 조사함
- 국내외 제품의 기술조사 및 성능 검토
 - 해외 축열탱크 제조업체 5개사에 대한 제품모델, 용량, 단열재 종류등을 조사함.
- 통합 시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출
 - 통합시스템 샘플제작에 필요한 냉방용 축냉탱크 (30리터) 및 난방용 축열탱크 (200리터)의 자료조사 및 샘플을 구입함.
- 축열탱크 모듈 연결방식 및 부품 개발
 - 축열탱크 제작사의 설계도면 및 내부에 열교환기가 삽입된 사진을 첨부함.
 - 공중주택의 난방부하 설계기준에 적합한 축열탱크 용량산정 자료를 조사 및 수배관에 설치되는 팽창탱크의 설계가이드를 조사함.
 - 상수 배관에 연결되는 전자밸브 자료 및 내용을 조사함.

축열탱크 제작사양	내부코일
 ①-Heat pump water inlet(1/2" Male) ②-Heat pump water outlet(1/2" Male) ③-Floor heating water inlet(1/2" Male) ④-Floor heating water outlet(1/2" Male) ⑤-Sanitary hot water outlet(1 1/4" Female) ⑥-City water inlet(1 1/4" Female) ⑦-Drain water pipe(3/4" Female) ⑧-Temperature meter 1 (1/2" Female) ⑨-Temperature meter 2 (1/2" Female) ⑩-Temperature meter 3 (1/2" Female) ⑪-Pipe for water level 1 (3/4" Female) ⑫-Pipe for water level 2 (3/4" Female) ⑬-Relief valve(3/4" Female)	

- 축열탱크 모듈 고도화 (성능, 보조열원 하이브리드 운전방법)
 - 40℃ ~ 60℃의 온수 140L 를 공급할 수 있는 축열탱크 모듈구성 자료 조사 및 탱크내의 물의 부식방지를 위한 마그네슘 아노드(스틱형)을 적용함.

부식방지스틱 적용 사진	마그네슘 아노드 사진
	 • 재질: 마그네슘 • 크기: $\phi 20$ x 길이 500mm

- 보조 열원(보일러) 연계 또는 단독 운전이 가능한 난방수 순환방식 적용에 관한 자료로 온수 교환용 판형 열교환기와 순환펌프 연계 및 모듈시제품 개발 조사 및 난방 순환용 순환펌프 설치 및 기존 보일러 제어와 연계방안 검토 및 축열탱크 온도 성층화와 보일러 운전방식에 대한 제어 및 운전방식조사, 기존제품과 연계방안을 조사함.

[결 론]

- 국내외 축열탱크 제조업체의 자료 분석을 통하여 최종 샘플제작 용량산정 및 해외 제작 발주함.
- 통합 시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출로 축냉탱크 및 축열탱크의 사양을 도출함.
- 축열탱크 모듈 연결방식 및 부품 개발조사로 온수 축열탱크의 수배관 방향을 확정함.
- 축열탱크 내부에 2단 열교환 수용코일을 설치하여 모듈 고도화

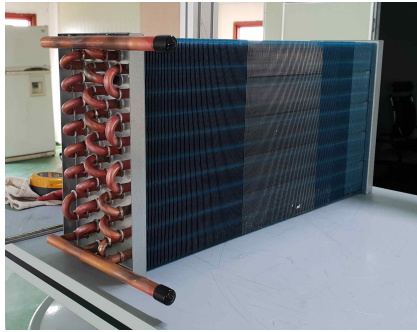
A-4. 예열/재열 열교환기 모듈개발

[연구 수행 내용]

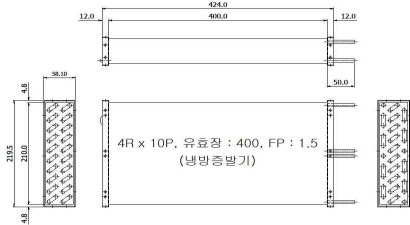
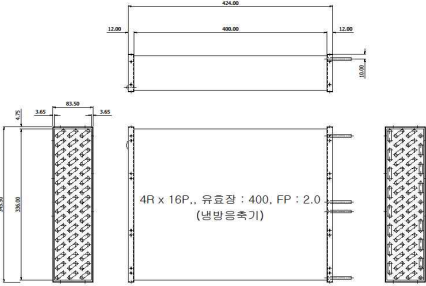
- ① 열교환기 제품 자료조사 및 분석: 사례조사 5건 수행
- ② 재정압 취득방안 연구: 최적안 도출
- ③ 열교환기 모듈 연결 방식 및 부품개발(제어포함): 시제품 제작
- ④ 열교환기 모듈 고도화 (성능, 열량 밸런싱 운전): 시제품 제작

2차년도
:시작품 1건
3차년도
:시제품 a(3) 건
:시제품 b(3) 건
(36~37페이지)

- 열교환기 제품 자료조사 및 분석
 - 냉매/수 열교환기 및 냉매/공기 열교환기의 국내 제조업체 5개사에 대한 열교환기의 타입별 특징 및 외형형상, 재질, 열원별 비교등을 조사함
- 재정압 취득방안 연구
 - 재정압 취득에 관한 설명 및 특징, 급기웁의 정압손실 및 동력계산의 사용례를 설명하여 최적안을 도출함.
- 열교환기 모듈 연결 방식 및 부품개발(제어포함)
 - 판형 열교환기의 형상 및 설계조건, 제품사양을 조사함.
 - 실내기 및 실외기 적용 열교환 면적기준의 예시를 각각 제시하였고, 국내코일업체의 코일 설계 기준서를 조사, 실내기 및 실외기 코일의 설계 및 주문제작을 함.

실외기 코일 외형사진	실내기 코일 외형사진
	

- 열교환기 모듈 고도화 (성능, 열량 밸런싱 운전)
 - 제습부하를 고려한 최적화된 열교환기의 제작을 하였고, 열교환기 (응축기 및 증발기)의 설계 프로그램에 의한 최적 사양설계를 조사 및 성능개선과 유지관리를 위해 탈부착 가능한 모듈구성을 조사함.

실외기 코일	실내기 코일
	
- 코일: 4R x 10P - 유효장 : 400 F/P : 1.5mm - 냉매: R410A	- 코일: 4R x 16P - 유효장 : 400 F/P : 2.0mm - 냉매: R410A

[결 론]

- 열교환기 제품 자료조사 및 분석을 위해 열교환기의 사양(재질, 사용온도 및 압력)을 조사함.
- 재정압 취득방안 연구를 위한 최적 안을 도출하여 웬의 사양 및 동력을 조사함
- 열교환기 모듈 연결 방식 및 부품개발로 샘플 유니트에 적합한 코일설치를 함.
- 열교환기 모듈 고도화로 제습부하를 처리하는 흰튜브 열교환기의 제작설치를 가능하게 함.

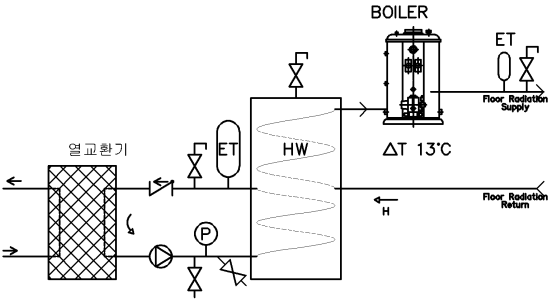
A-5. 보조열원 모듈분석

[연구 수행 내용]

① 보조 전기열원 모듈 연결 및 제어방식, 부품 개발: 시제품 제작

2차년도
:시제품 1건
(36페이지)

- 보조 전기열원 모듈 연결 및 제어방식, 부품 개발
 - 전기보일러, 태양광 이용등 열원확보 방안과 보일러를 사용하였을 시 연결 배관방법, 문제점을 조사함
 - 순환 온도차 개념을 설명함.

순환온도차 제어	적용사항
 The diagram illustrates a heating system. It includes a boiler at the top, a heat exchanger (HW) in the middle, and a floor radiation system at the bottom. The floor radiation system has a supply line and a return line. The temperature difference between the supply and return is indicated as $\Delta T 13^{\circ}\text{C}$. The system also includes a pump (P) and a control valve (ET).	. 온수 유량 감소로 반송동력 저감 . 온수 대온도차 $\Delta T=13^{\circ}\text{C}$ 적용
PTC HEATER	적용사항
	φ 18 x L300 x 400W * 3개

[결 론]

- 보조 전기열원 모듈 연결 및 제어방식, 부품 개발을 위하여 온돌난방의 제어방식분류 및 홈 네트워크 시스템과의 연동 등의 사양 도출함.

A-6. 통합시스템 제어장치 개발

[연구 수행 내용]

- ① 제어장치 사용자 환경 조사 및 적용항목 도출: 항목 도출
- ② 온습도, 압력 센서와 결합한 팬 제어 PCB 설계 및 제작: 시작품 제작
- ③ 추가 모듈 설치가 가능한 PCB 설계 및 제작: 시작품 제작
- ④ 제어 디스플레이 설계 및 제작: 시제품 제작
- ⑤ 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화: 시제품 제작

2차년도
:시작품 1건
3차년도
:시제품 a(4)건
:시제품 b(4)건
(36~37페이지)

▪ 제어장치 사용자 환경 조사 및 적용항목 도출

- 해외3개사의 제품에 대한 제어장치 기능 조사, 국내 보일러 및 히트펌프 업체 4개사 제어방식을 조사하였고, 적용항목 도출로 바이패스제어방식, 보일러 연계운영방식, 냉방운영방식, 축열탱크 운영방식 그리고 통신포인트 최적화 방안에 대하여 조사함

통신 포인트 최적화

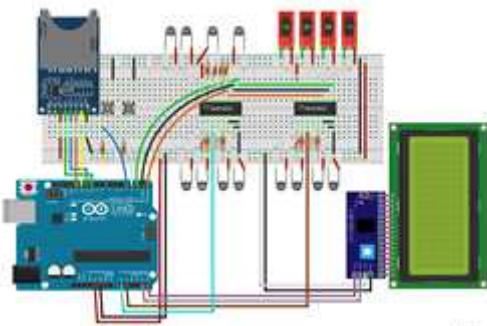
타입	포인트 명	상태	비고
DI	실내/외기 가동상태	가동/정지	2 포인트
DI	제상 운전경보	경보/정상	
DI	실내/외기 Trip경보	경보/정상	2 포인트
AI	현재온도	℃	
AI	경보 값	번호	각종 알람에 따른 번호표시
MSD	운전모드	냉방,난방,송풍,제습,자동	5가지 상태
MSD	풍량	자동,강,중,약	4가지 상태
AD	설정온도	℃	온도설정값

- 통합장비의 운영에 필요한 포인트들에 대한 정의를 표준화하고, 프로토콜 표준화에도 적용되도록 하여 불필요한 통신 부하를 줄일 수 있도록 하여야 한다.

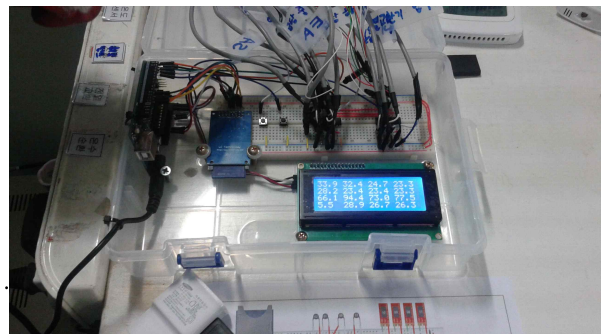
▪ 온습도, 압력센서와 결합한 팬 제어 PCB 설계 및 제작

- 아두이노를 이용한 데이터 로거제작에 관한 회로구성, 코드작성 자료 및 HRV 제어 컨트롤러와 PCB 시작품을 제작함

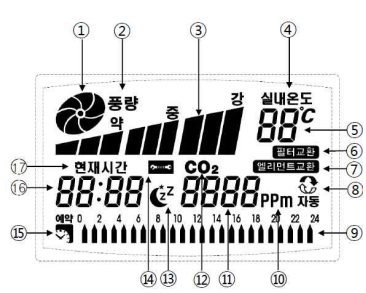
회로 구성



제작 사진



- 추가 모듈 설치가 가능한 PCB 설계 및 제작
 - 센서를 통한 월의 회전상태를 감시하는 컨트롤러의 자료조사 및 개발예정품의 PCB시작품의 자료조사를 함,
- 제어 디스플레이 설계 및 제작
 - 센서 인터페이스 및 제어기 개발, 통합설비시스템에서 기능구현이 가능한 제어시스템 제작관련 자료를 조사, 에너지 모니터링과 제어를 위한 온습도 센서, 풍량센서 연계 제어 장치 관련한 자료를 조사함
- 피드백을 통한 콤팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화
 - 사용자 편의를 고려한 터치패드, 장비와 환경 상태를 점검,확인,저장할 수 있는 모니터링 시스템 구현이 가능한 자료를 조사함

환기장치 룸 컨트롤러	내용 설명
	① [프로펠라] : 풍량가동 및 전열모드시표시. ② [풍량] : 전열모드와 Bypass모드 구분 표시. ③ [풍향바] : 풍향의 약/중/강 표시. ④ [실내온도] : 실내온도 구분. ⑤ [세그먼트] : 실내온도 표시. ⑥ [필터교란] : 필터교란 및 설정 시 표시. ⑦ [엘리먼트] : 엘리먼트교란 및 설정 시 표시. ⑧ [자동] : 자동모드 시 표시. ⑨ [스케줄 바] : 스케줄 모드 시 시간대 표시. ⑩ [PPM] : CO2농도 표시단위. ⑪ [세그먼트] : CO2값, 스케줄, VSP 설정 등 표시. ⑫ [CO2] : CO2모드 동작 시 표시. ⑬ [취침] : 취침모드 표시. ⑭ [점검] : 에러발생 시 표시. ⑮ [예약] : 스케줄모드 동작 시 표시. ⑯ [세그먼트] : 시간 표시. ⑰ [현재시간] : 현재시간을 표시.

· 기능조작 : 환기 ON/OFF, 시간설정, 모드설정. 전열모드 Bypass모드설정, 풍량 설정, CO2자동모드, 스케줄모드, 엘리먼트 필터 잔여시간, 에러점검 기능포함

[결 론]

- 제어장치 사용자 환경 조사 및 적용항목 도출을 위하여 해외 3개사의 제어장치 기능을 조사함.
- 온습도, 압력 센서와 결합한 팬 제어 PCB 설계 및 제작을 위한 아두이노를 이용한 데이터 자료 도출함.
- 추가 모듈 설치가 가능한 PCB 설계 및 제작을 전문 업체에 의뢰하여 개발함.
- 제어 디스플레이 설계 및 제작을 위한 각종 센서류 및 차압 스위치, 온습도 센서등의 자료 도출함.
- 피드백을 통한 콤팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화를 전문업체에 의뢰하여 개발함.

A-7. 컴팩트형 설비 통합시스템개발

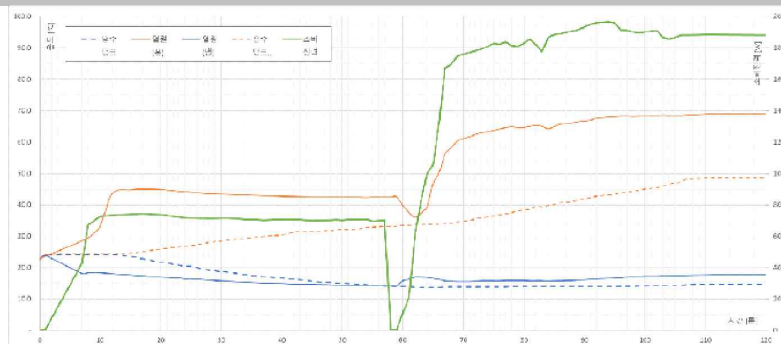
[연구 수행 내용]

- ① 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계: 시작품 설계
- ② 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작: 시작품 제작
- ③ 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 설계: 시제품 설계
- ④ 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 제작: 시제품 제작
- ⑤ 컴팩트형 설비 통합 시스템 보완 설계: 시제품 설계
- ⑥ 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합 시스템 고도화 제작: 시제품 제작

1차년도
:시작품 1건
2차년도
:시제품 1건
:특허출원 1건
3차년도
:시제품 a(5)건
:시제품 b(5)건
(36~37페이지)

- 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계
 - 통합시스템의 계통도 설계 및 샘플 장비 및 부속품 사양을 조사함
- 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작
 - 샘플장비 제작관련 시제품제작 및 온도센서 부착 후 시작품 성능측정 (냉방모드시 냉온수 출력, 히트펌프 소비전력, 열교환 이전 및 이후의 제습성능)을 실시함

히트펌프 소비전력 그래프



- 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 설계
 - 통합시스템의 계통도 설계 및 샘플 장비 및 부속품 사양을 조사함
- 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 제작
 - 샘플장비 제작관련 시제품 구매, 제작 및 온도센서 부착 후 시작품 성능을 측정함.
- 컴팩트형 설비 통합 시스템 보완 설계
 - 증발기 코일위치 및 열회수 환기장치 재질을 포함한 기존 제작한 샘플유니트의 문제점을 파악하여 2회에 걸쳐 시제품을 보완설계 함.

컴팩트형 설비통합시스템 장비사양

전기사항

항목	단위	내용
전원 (Ph.V.Hz)		1-220-60Hz
소비전력(압축기)	W	1,125
소비전력(환기팬)	W	115
소비전력(펌프)	W	94 / 대

환기

항목	단위	내용
풍량	m³/h	250
풍량(OA2)	m³/h	500
전열교환효율	%	82.7
필타 (OA2)		미들
필타 (OA)		프리 +헤파
필타 (RA)		프리

성능

항목	단위	내용
난방능력	KW	3.7
냉방능력	KW	3.2

장비크기

항목	단위	내용
크기(Wx H x D)	mm	870x1830x647
무게 (환기모듈)	kg	70
무게 (히트펌프모듈)	kg	60
무게 (온수탱크모듈)	kg	170
합계무게	kg	300

연결부위

항목	단위	내용
순환코일		1/2"
급탕		1.1/4"
드레인		3/4"
안전밸브		3/4"
급기 환기 배기 외기	mm	150
외기2	mm	150

기타

항목	단위	내용
냉매		R410A
온수탱크 용량	ℓ	150
팽창탱크 용량	ℓ	2

- 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합 시스템 고도화 제작
 - 샘플장비 제작관련 시제품 구매, 제작을 하였고, 공인테스트 측정기관에 시험을 의뢰함.

[결 론]

- 컴팩트형 설비 통합 시스템 1차년도 시작품 설계를 위한 사양 조건을 도출함
- 컴팩트형 설비 통합 시스템의 1차년도 시작품 제작과 성능테스트를 함.
- 컴팩트형 설비 통합 시스템의 2차년도 시제품 설계를 함.
- 컴팩트형 설비 통합 시스템의 2차년도 시제품 제작과 성능테스트를 함.
- 컴팩트형 설비 통합 시스템 3차년도 보완 설계를 2회에 걸쳐 함.
- 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합 시스템 고도화 제작을 통하여 3차년도 시제품 제작 완료함.

(나) 핵심연구성과 B (국내환경 대응 에너지절약형 제어방식 개발)

B-1. 제로에너지 주거건물 부하분석

【 연구 수행 내용 】

- ① 제로에너지 주거부하(환기, 냉방, 난방, 급탕, 제습) 계산 및 분석:10건 수행
- ② 기후 데이터에 따른 최대 냉난방 부하 분석: 지역별 부하량 평가 20건 수행
- ③ 해외 유사제품의 부하 조사 및 분석 : 부하 조사

1차년도
:분석보고서
1건
(증빙자료148~
308페이지)

▪ 타입별 냉난방부하 계산 및 분석

세대 타입별 난방부하 [W]

	개별건물	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 5	TYPE 6	서울대비
서울	1392.01	1058.78	894.93	1095.19	945.88	782.04	982.29	100%
춘천	1498.35	1139.65	963.29	1178.85	1018.14	841.78	1057.33	108%
부산	1063.04	808.79	683.63	836.60	722.55	597.39	750.36	76%
전주	1237.37	941.13	795.50	973.50	840.78	695.14	873.15	89%
제주	870.01	661.73	559.33	684.49	591.18	488.77	613.93	62%
개별대비	100%	76%	64%	79%	68%	56%	71%	

세대 타입별 냉방부하 [W]

	개별건물	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 5	TYPE 6	서울대비
서울	436.23	363.40	342.43	389.53	342.93	321.93	369.11	100%
춘천	421.64	353.03	339.21	384.51	334.57	320.71	366.10	97%
부산	473.46	390.49	370.65	425.50	365.97	346.10	401.05	107%
전주	490.85	402.14	379.57	437.74	377.01	354.39	412.67	111%
제주	492.5	396.44	371.66	434.14	369.51	344.69	407.29	109%
개별대비	100%	82%	78%	90%	77%	73%	85%	

▪ 해외 유사제품의 부하 조사 및 분석

- 5가지 유사제품의 풍량범위, 열회수환기 온도교환율, 소비전력, 소음, 난방 · 급탕 · 냉방의 부하 출력값, 축열탱크의 열손실량과 용량, 제품의 크기 · 무게 · 팬 최대용량을 조사함

【 결 론 】

- 제로에너지 주거 부하 조사를 위해 개별 주택, 공동주택의 지역별 기후데이터를 적용하여 환기, 냉방, 난방, 급탕, 제습에 대한 부하를 도출함
- 해외 제조사 제공 데이터를 바탕으로 해외 제품의 공급가능 부하를 조사됨

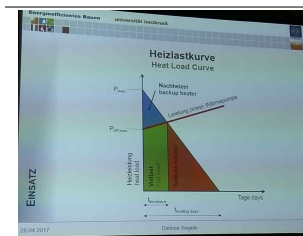
B-2. 부하대응 필요열원 검토 및 분석

[연구 수행 내용]

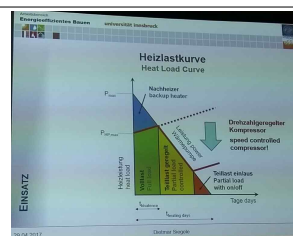
- ① 필요 풍량(환기량, 추가외기도입량) 분석 : 최적 용량을 도출함
- ② 히트펌프, 축열탱크, 열교환기, 추가열원 필요 용량 연구 : 최적 용량을 도출함

1차년도
:분석보고서
1건
(중빙자료309~
319페이지)

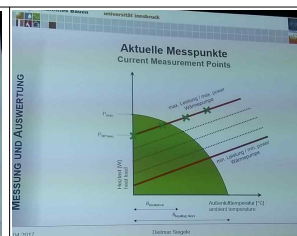
- 필요 환기량 및 추가 외기도입량 분석
 - 주거의 경우 DIN 1946-6 기준에 따라 급기량 150CMH, 흡기량 160CMH산정함
 - 비주거의 경우 EN 13779 기준에 따라 급기량, 흡기량의 CMH산정함
 - DIN 1946 기준의 환기량 배분율을 바탕으로 환기장치의 1일 운전시간 프로필을 작성하는 방법은 매우 다양함. 소비전력, 과도한 환기로 인한 실내 공기 건조, 여름철 추가 환기량 확보, 긴급 환기를 위한 예비율 등을 복합적으로 고려할 때 본 연구에서는 계산된 242 ~ 286CMH를 환기량의 평균인 250CMH를 설계 환기량으로 결정함
 - 응축기 팬 풍량은 응축기의 전열면적과 온도에 따라 달라질 수 있으므로, 제품 개발 과정에서 최적화 시킬 수 있지만, 최적화된 응축기 전열면적과 온도가 확정되기 전까지는 추가 외기 도입량을 1,000m³/h로 설정하고 연구를 진행하되, 국외의 유사 제품 사례를 참조하여 설계 환기량의 2배인 500m³/h, 3배인 750m³/h에 대해서도 지속적인 검토가 필요함.
- 필요 용량 연구
 - 히트펌프



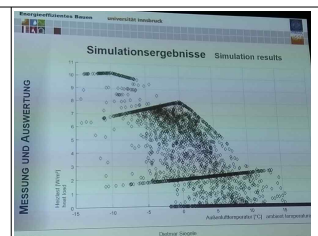
1. 난방부하와 시간(일)의 그래프에서 히트펌프의 출력은 $P_{HP,max}$ 에서 시작해서 난방부하가 줄어들수록 역으로 증가함



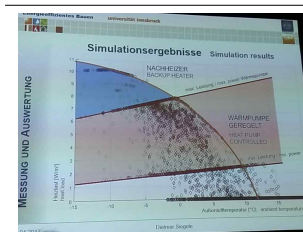
2. 중간 부분운전은 히트펌프의 회전수를 제어한다면, 난방부하에 맞춰 히트펌프의 출력을 제어가능함



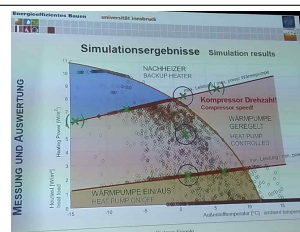
3. EN 14825 기준에 따르면 5~6개의 지점을 측정하도록 되어 있고, 독일 PHI 기준에 따르면 2~3개의 지점을 측정하여야함



4. 시뮬레이션 결과는 히트펌프의 최대출력, 최소 출력부하/온도에 따른 운전범위의 경계를 보여줌

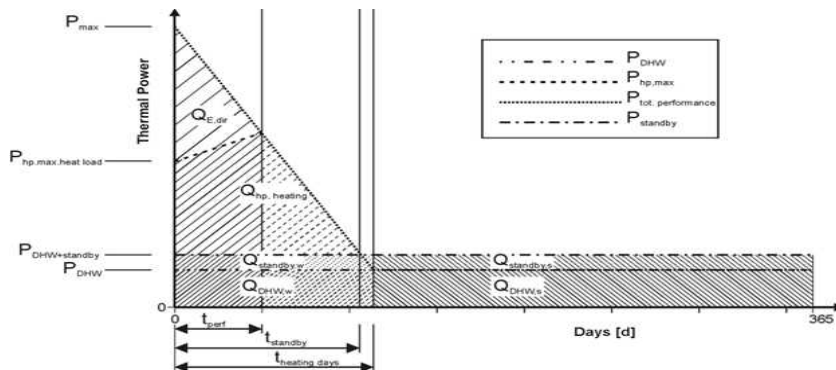


5. 히트펌프 최대 출력, 중간 출력, 최소 출력 3개소에서 COP 결정이 필요함



6. 외기온도의 부하조건에 따라 COP가 결정됨

- 축열탱크 : 급탕의 용량 산정은 인원에 의한 방법과 설치 기구수에 의한 방법이 있음
급탕용 탱크 및 급탕기기는 내열·내식성이 있고 수질에 악영향을 주지 않는 재료를 사용하며 견고하고 완전한 수밀성을 가진 구조가 되어야함
급탕탱크에는 급수의 보급으로 온도가 저하되므로 이용할 수 있는 온수는 60%~ 80%이나 설계에 따라서는 90%까지 이용가능하여 탱크용량은 열효율을 고려하여 선정하여야 함
- 열교환기 : 열교환기(응축기, 증발기)에서의 열교환은 관을 중심으로 관 내부와 외부에서 유동하는 유체 사이에서 이루어지며 한쪽에서는 상변화 다른 한쪽에서는 유체의 온도변화가 발생함
관 유동에서의 열전달 계산과 핀에 의한 열전달을 고려하여 용량을 산정함
- 추가열원 : 급탕과 난방의 일평균 부하가 크기에 따라 그려진다면 부하곡선은 아래 그림과 유사하게 나타남
통합유닛은 설계 조건에서 히트펌프의 열 출력이 급탕과 난방 요구량을 전부 충족시키지는 않는 방식으로 치수를 설계, 최대 부하는 전기 난방장치에서 직접 담당하며(그림의 삼각형 상부 모서리 부분, $Q_{E,dir}$). 1차에너지소요량을 줄이기 위해 직접가열방식의 전기히터 담당 부하 부분은 5~10%로 유지되어야함



◀ 패시브하우스
통합유닛의 연간 부하
곡선

P_{DHW}	급탕 부하	$Q_{Standby,Summer}$	여름철 대기 열손실량
$P_{Standby}$	대기 열손실 부하	$Q_{HP,Heating}$	히트펌프 공급열량
$P_{HP,max}$	난방과 급탕의 일평균 최대부하	$Q_{E,dir}$	전기난방장치 공급열량
$Q_{DHW,Winter}$	겨울철 급탕 공급열량	t_{perf}	하이브리드 운전기간
$Q_{DHW,Summer}$	여름철 급탕 공급열량	$t_{standby}$	난방공급 운전 기간
$Q_{Standby,Winter}$	겨울철 대기 열손실량	$T_{heatingdays}$	난방기간

[결 론]

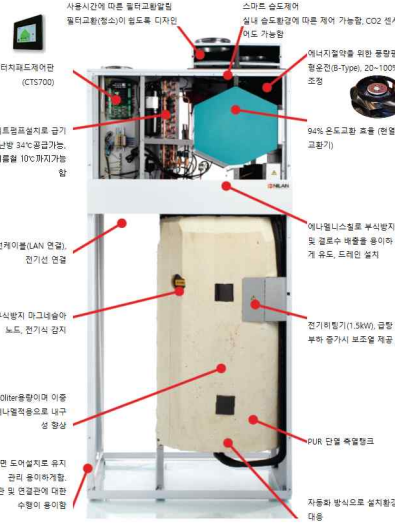
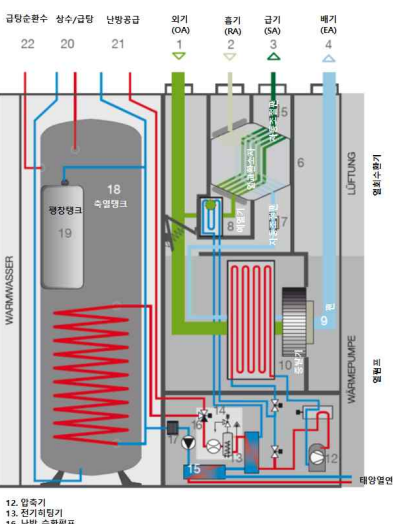
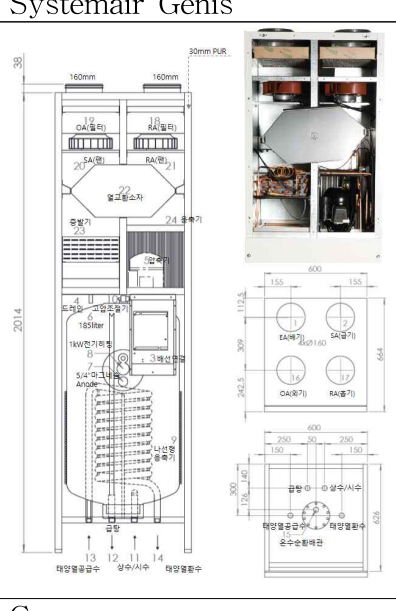
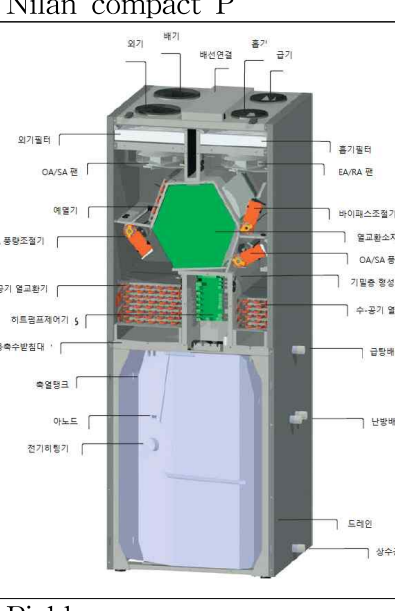
- 난방과 급탕 공급이 가능한 통합 히트펌프 유닛의 성능계수(COP)는 사용된 개별 유닛뿐 아니라 계획된 건물의 난방부하(난방+급탕에너지요구량)에 따라서 달라진다. 건물과 그 건물의 용도에 적합한 장치를 선정해야함

B-3. 유사시스템 제어방식 연구조사

[연구 수행 내용]

① 해외 통합 시스템 조사 및 분석 : 해외 시스템 조사 5건 수행

■ 해외시스템 조사

 외기 추가 흡기 급기 환기모듈 - 열회수환기장치 - 급기방향 및 난방 배기 외기 히트펌프모듈 - 인버터압축기 적용 - 수·공기 열교환 급탕탱크모듈 150liter 급탕용량 - 냉난방운전시 동시 급탕순환 모듈	 사용시간에 따른 물리크립/열팽창 물리크립(형소)이 압도출 디자인 터치패드제어면 (CTST00) 히트펌프압력측 급기 난방 34°C공급가능, (저출력 10°C까지가능 함) 선제이탈(SAN) 연결, 전기선 연결 부식방지 마그네슘아노드, 전기식 급지 80liter용량이며 이중 에너지절약으로 내부 수질 향상 전면 도어설치로 유지 관리 용이하게 할, 관련 연결관에 대한 수정이 용이함 스마트 온도제어 실내 온도회전에 따른 제어 가능함, CO2 센서제어 온도 가능함 에너지절약을 위한 물량량 감속전도-type, 20~100% 조정 94% 온도교환 효율 (열교환기) 에너지절약을 위한 부식방지 및 절로수 배출을 용이하게 유도, 도려진 설치 전기히팅기(1.5kW), 급탕 부하 증가시 보조열 제공 PUR 단열 속열장크 자동화 방식으로 설치환경 대응	 급탕순환수 상수/급탕 난방공급 외기 (OA) / 흡기 (RA) / 급기 (SA) / 배기 (EA) 12. 압축기 / 13. 전기히팅기 / 16. 난방 순환펌프 WARMSWASSER / KÜHLWASSER / LÜFTUNG / WÄRMEPUMPE
Systemair Genis	Nilan compact P	Stiebe eltron 304
 30mm PUR 160mm / 160mm 150liter 급탕용량 방난방온전시 동시 급탕순환 모듈 히트펌프압력측 급기 난방 34°C공급가능, (저출력 10°C까지가능 함) 선제이탈(SAN) 관열, 전기선 연결 부식방지 마그네슘아노드, 전기식 급지 80liter용량이며 이중 에너지절약으로 내부 수질 향상 전면 도어설치로 유지관리 용이하게 할, 관련 연결관에 대한 수정이 용이함	 외기 / 배기 / 흡기 / 급기 외기필터 / 배기필터 / 흡기필터 / 급기필터 OA/SA 팬 / 배기팬 / 흡기팬 / 급기팬 히트펌프압력측 급기 난방 34°C공급가능, (저출력 10°C까지가능 함) 선제이탈(SAN) 관열, 전기선 연결 부식방지 마그네슘아노드, 전기식 급지 80liter용량이며 이중 에너지절약으로 내부 수질 향상 전면 도어설치로 유지관리 용이하게 할, 관련 연결관에 대한 수정이 용이함	
Genvex compa	Pichlers	

[결 론]

· 해외시스템의 운전 모드, 장비의 구성, 모듈화 요소 등을 검토하여 설계되어야 할 통합유닛의 구성방식과 제어방식의 이해도를 높임

B-4. 냉방기간 제어 알고리즘 개발

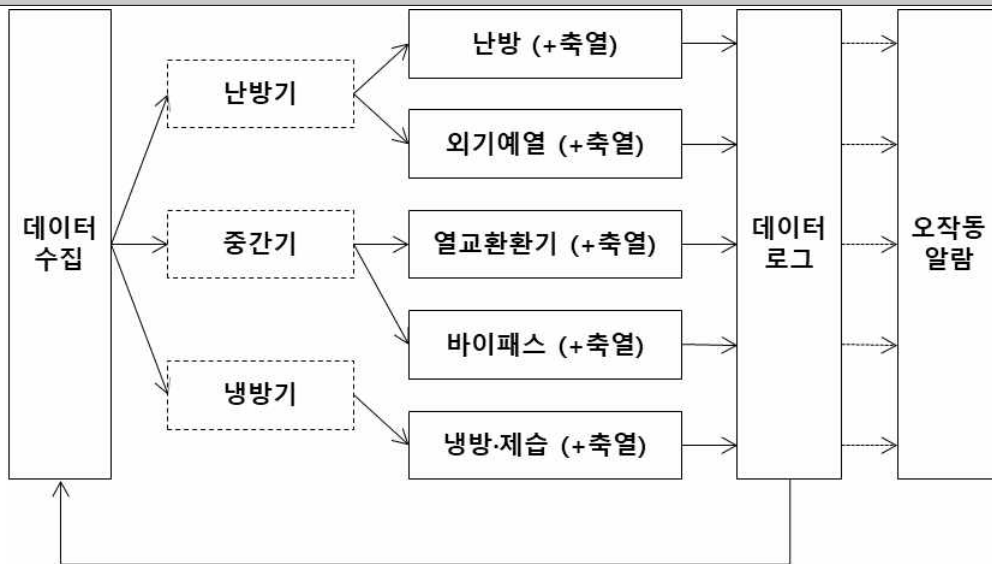
[연구 수행 내용]

- ① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 : 알고리즘 분석
- ② 단계별 제어 알고리즘 설계 : 알고리즘 설계
- ③ 열교환소자 회전수제어 재열성능 분석 및 평가 : 성능 분석 및 평가

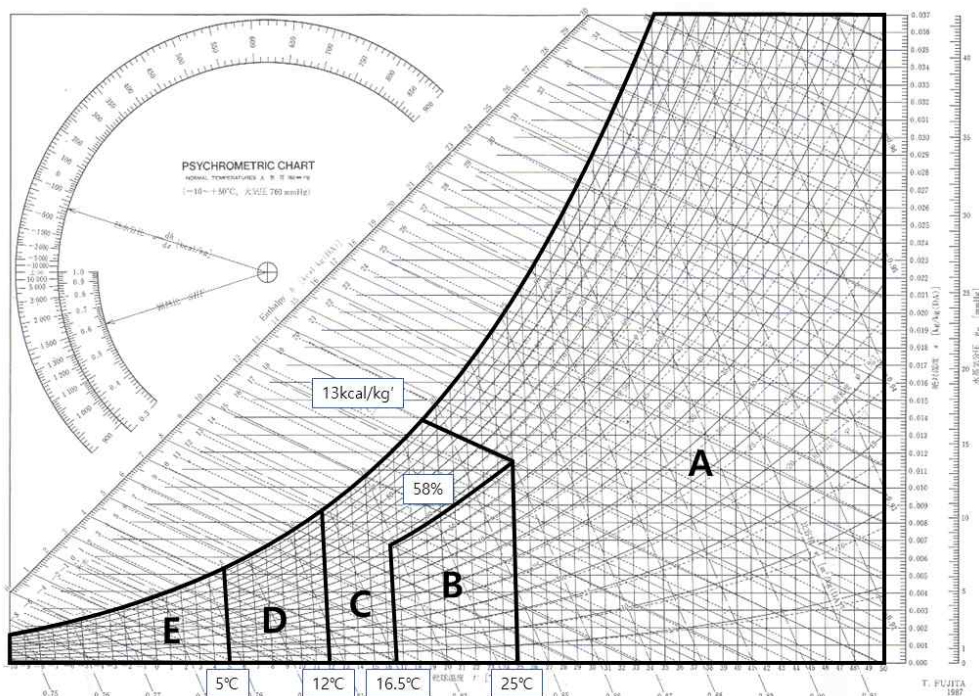
2차년도
:제어알고리즘
1건
(중빙자료338~
367페이지)

▪ 단계별 제어 알고리즘 설계

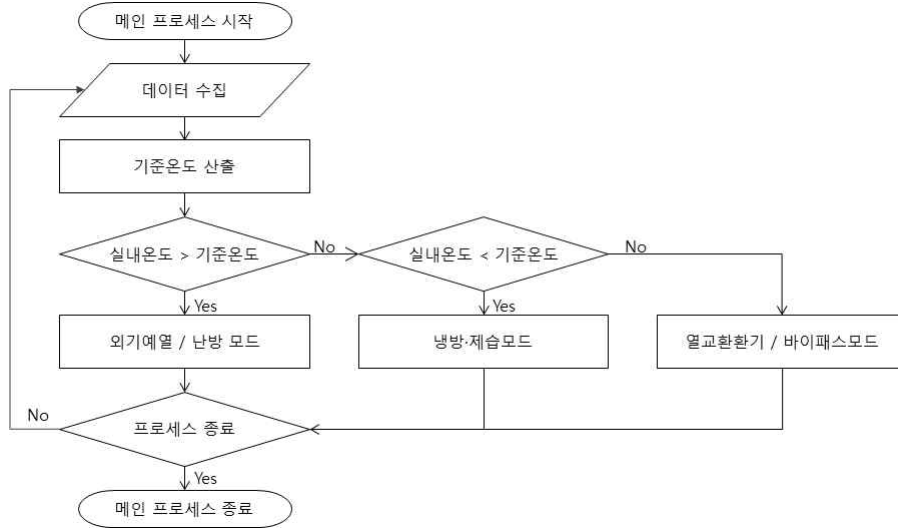
1. 컴팩트형 설비통합시스템의 운전모드



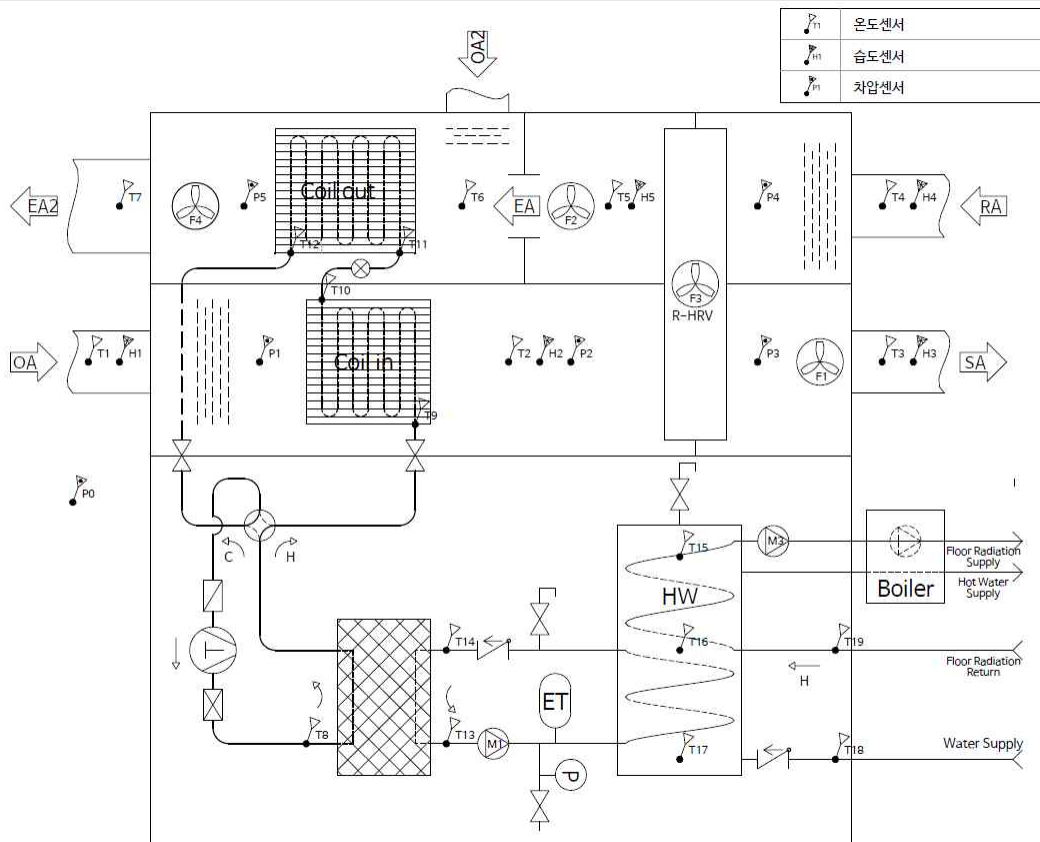
2. 외기 조건에 따른 모드 구분



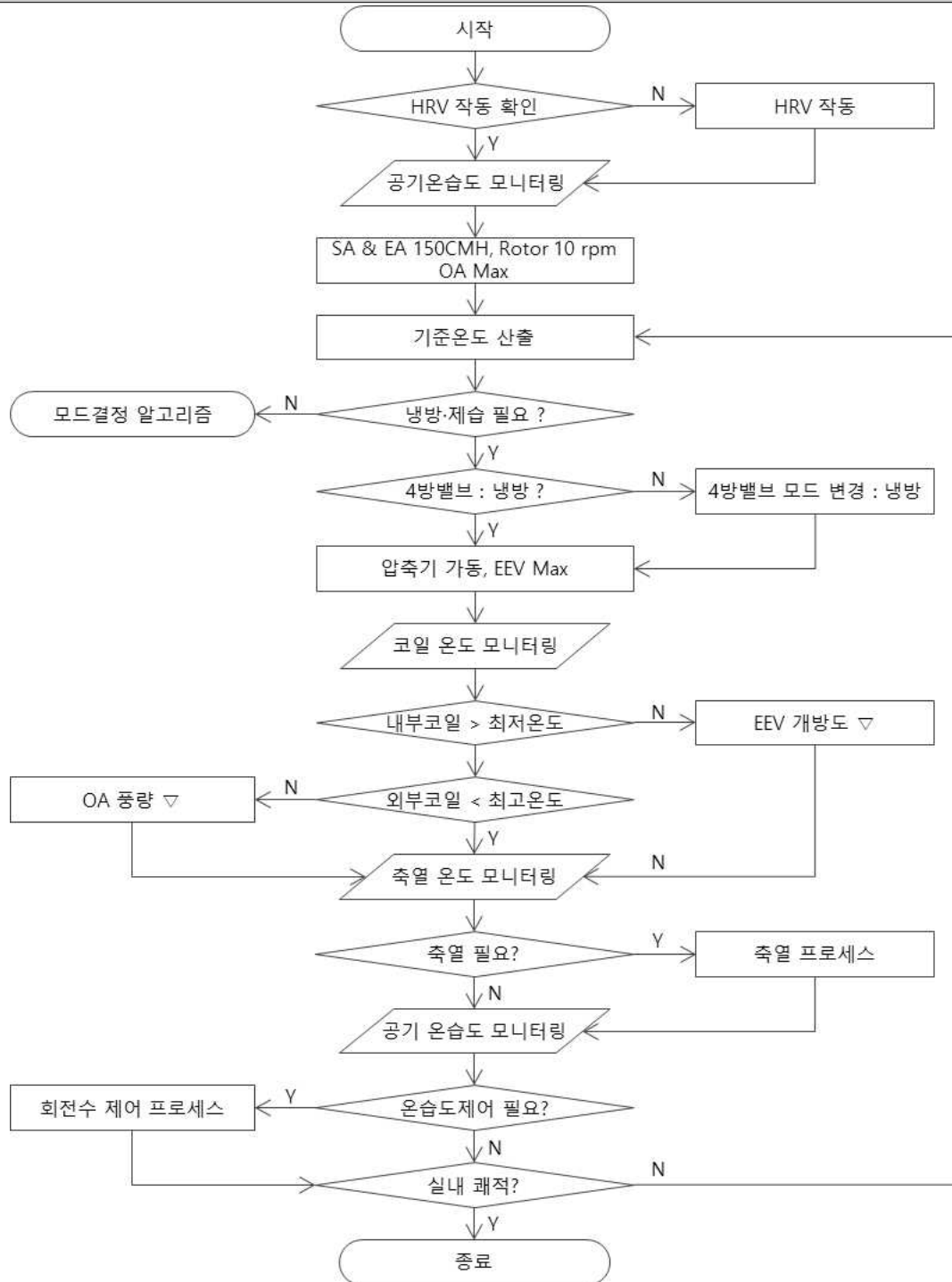
3. 모드 결정 알고리즘



4. 데이터 수집용 센서 위치 및 종류



5. 냉방·제습 모드 알고리즘



【 결 론 】

- 수집된 데이터를 바탕으로 5가지 운전모드 중 적합한 모드로 운전하며 운전결과 데이터를 바탕으로 다시 모드결정, 운전모드의 구분은 열교환, 예열, 제습 등의 조치가 완료되고 실내로 공급되는 공기(SA)가 온도 18℃ ~ 25℃, 상대습도 45 ~ 60%의 쾌적범위에 포함될 수 있도록 구분함.
- 시스템에 전원이 공급되고 기본설정이 완료되어 실제 시스템이 운전을 시작하고 운전을 위한 데이터들을 수집 후 냉방, 제습 알고리즘에 따라 실내 쾌적 달성 및 지속여부를 판단함

B-5. 난방기간 제어 알고리즘 개발

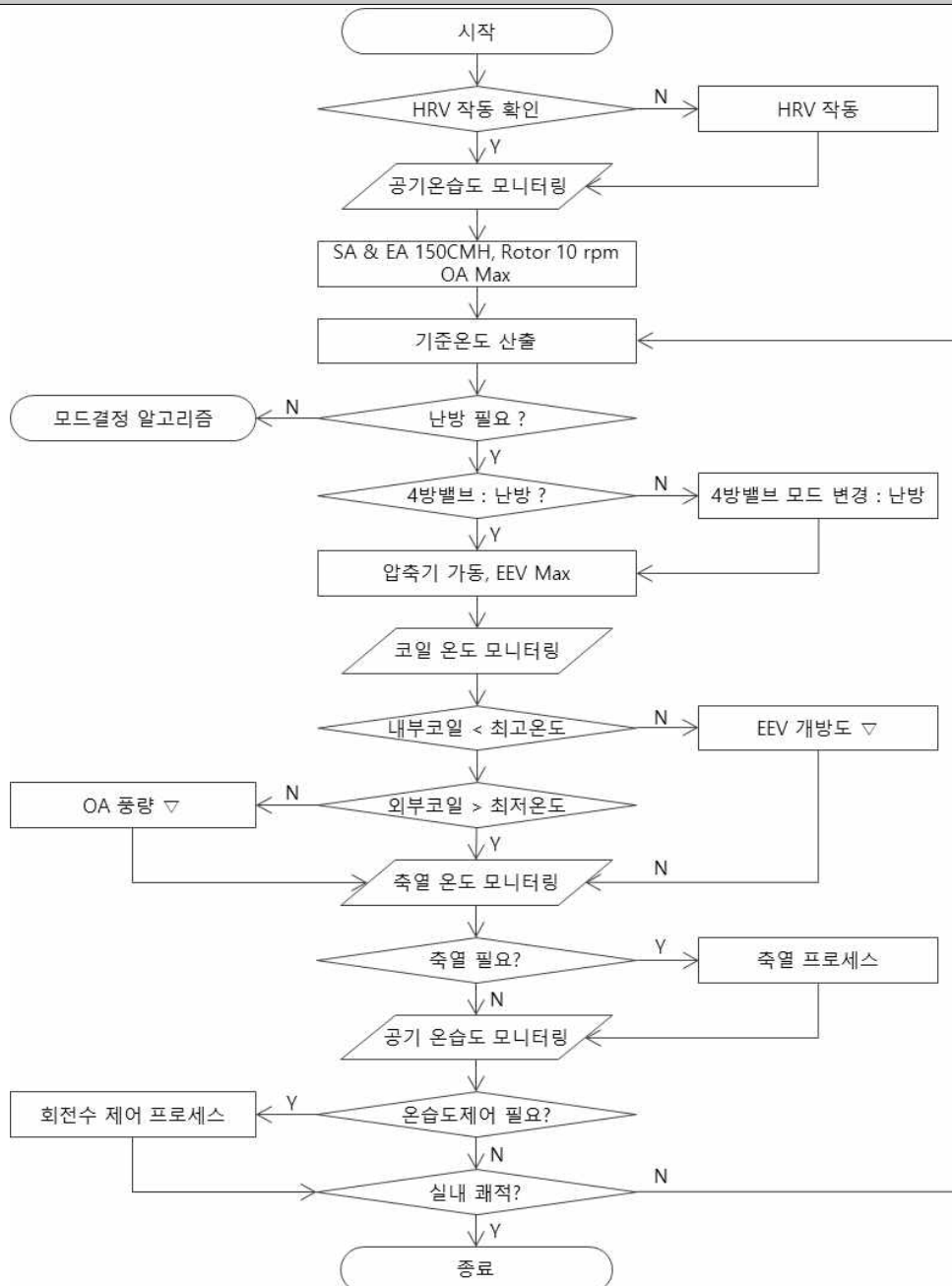
[연구 수행 내용]

- ① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 : 알고리즘 분석
- ② 단계별 제어 알고리즘 설계 : 알고리즘 설계
- ③ 예열/제열 성능 분석 및 평가 : 성능 분석 및 평가
- ④ 최대부하 대응 필요 풍량 조정 성능 분석 및 시험 : 성능 분석 및 평가
- ⑤ 추가 열원 연계 알고리즘 설계 : 알고리즘 설계

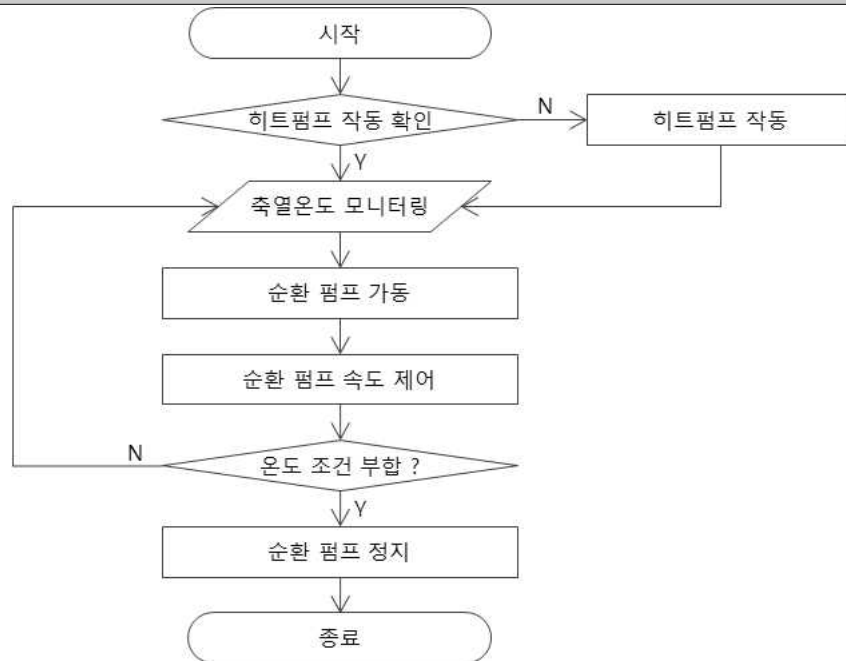
2차년도
: 제어 알고리즘
1건
(증빙자료 368~
383페이지)

■ 단계별 제어 알고리즘 설계

1. 외기 예열모드 알고리즘



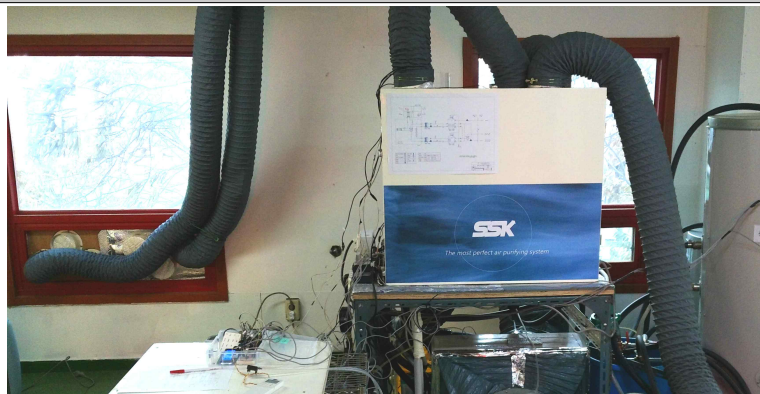
2. 축열 프로세스



▪ 예열/재열 성능 분석 및 평가

- 평가내용: 개발한 2차년도 1차시제품을 대상으로 난방조건에서 운전모드별 예열 및 재열 성능 평가
- 평가목적: 통합 유닛의 운전모드별 예열/재열성능, 축열조의 온수 및 냉수 생산 능력을 평가하여 2차 시제품 제작시 적용 항목 도출

2차년도 1차시제품 난방모드 예열/재열 성능 평가 모습



- 평가 결과 : SA 온도는 급기 예열/재열만 하거나 온수사용없이 온수온도 유지하는 경우에는 24~25℃ 유지하고 급기 예열/재열과 난방용 온수공급이 동시에 이루어지는 경우 19~20℃를 나타냄

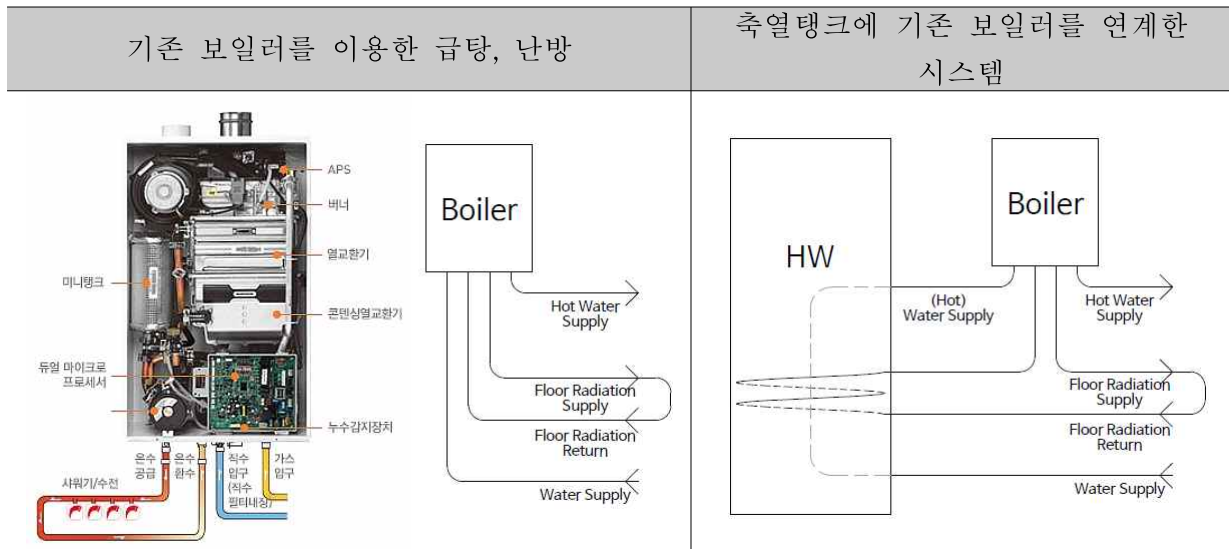
▪ 최대부하 대응 필요 풍량 조정 성능 분석 및 시험

- 평가목적: 개발한 2차년도 2차시제품을 대상으로 최대부하시 풍량별 성능 분석
- 평가내용: 2차년도 2차시제품을 대상으로 냉방 최대부하조건에서 풍량 및 열교환소자 회전수에 따른 증발기의 현열제거 성능 및 공급 SA 온도 분포를 평가하였으며 추가로 극서 조건에서 성능 평가 (난방 최대부하 평가는 3차년도 OA 챔버 구축 후 평가예정)
- 평가방법: 증발기의 현열제거 열량 산출을 위해 OA, 증발기 후단 공기, SA, RA에 대하여 공기온도 및 상대습도를 측정함
- 평가결과 : 최대부하조건에서 풍량별 통합유닛 시스템의 성능분석을 위하여 냉방 최대 부하 조건인 외기온도 31.2℃ 수준에서 공급풍량별 공급온도 분포 및 증발기의 냉방성능을 분석한결과 본 통합 유닛시스템의 냉방성능은 풍량이 작을수록, 외기온과의 온도차가 클수록 커지는 것으로 나타남

3차년도에는 실외기(응축기)의 열교환 성능을 높이기 위하여 OA2측에 풍량조절이 가능한 팬을 추가로 설치하여 시스템 성능을 개선코자 함

▪ 추가 열원 연계 알고리즘 설계

- 추가 열원은 기본적으로, 보일러와 연계된 개별실의 룸컨트롤러에서 온도 조건을 입력받아 보일러 단독으로 운전하는 기존의 방식과 동일하며, 본 연구과제에서 개발하는 시스템과의 직접적인 통신 또는 제어 연결은 없음.



[결 론]

- 급기 예열/재열 모드 또는 온수사용 없을 때 SA온도 24~25℃수준, 급기 예열/재열과 온수공급시 SA온도 19~20℃ 수준으로 난방운전시 운전모드별 평가결과 도출
- 냉방 최대부하시 풍량별성능 평가 결과 도출하여 증발기 후단 공기 및 SA온도를 더 낮추기 위해 증발기 성능 개선
- 축열탱크 온수 및 난방수용의 추가 열원용 보일러 연결계획을 수립함

B-6. 중간기간 제어 알고리즘 개발

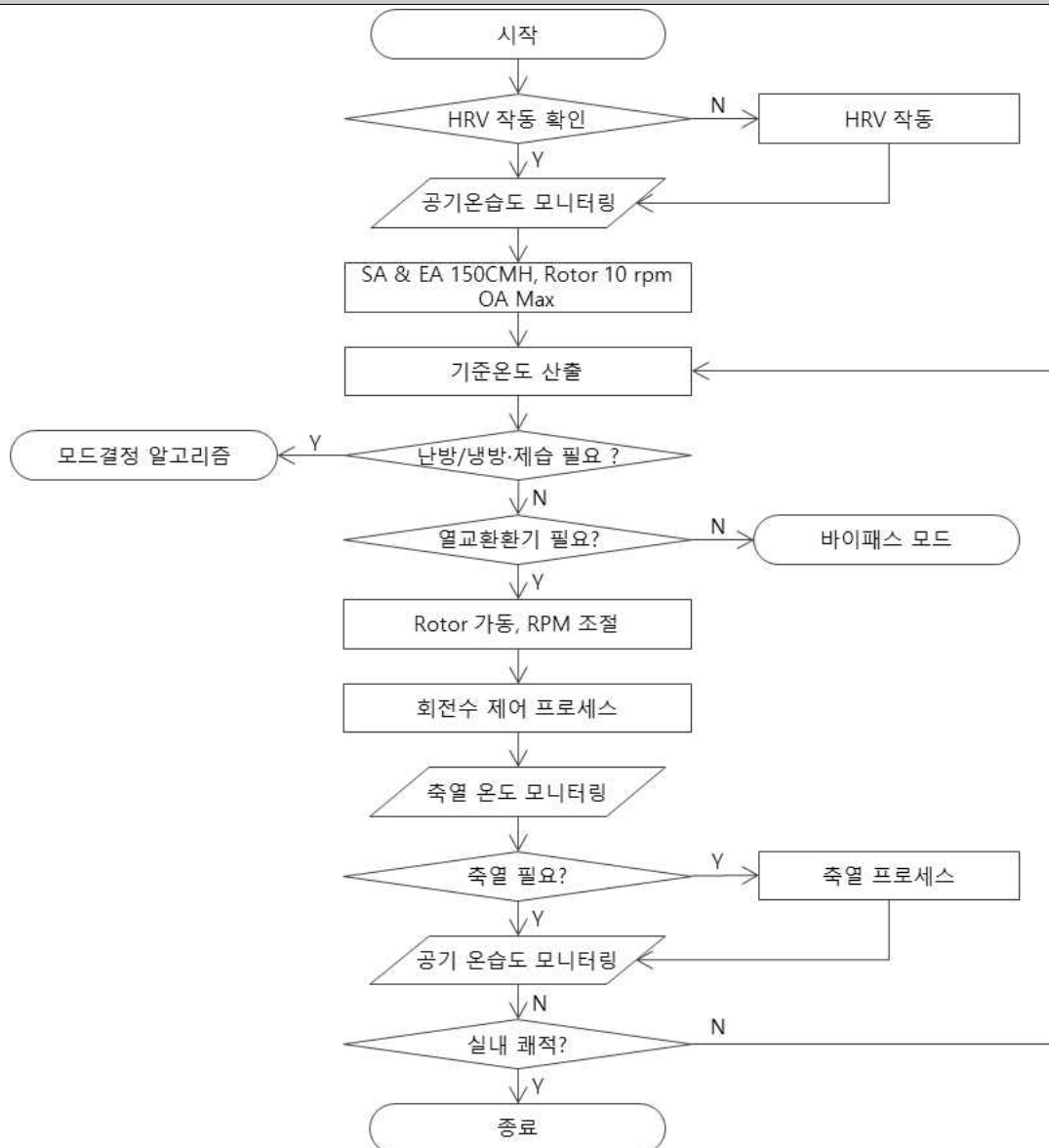
[연구 수행 내용]

- ① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가 : 알고리즘 분석
- ② 단계별 제어 알고리즘 설계
- ③ 엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계

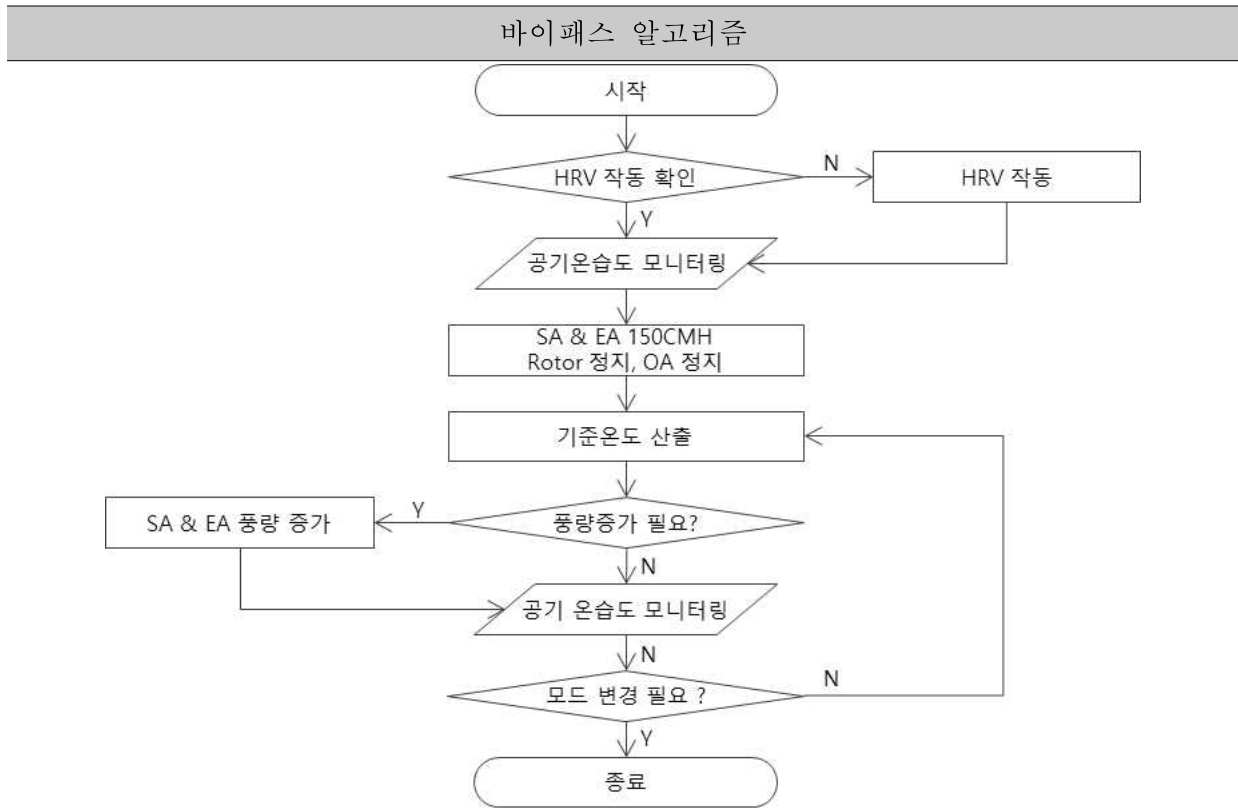
2차년도
: 제어알고리즘
1건
(중빙자료384~
386페이지)

▪ 단계별 제어 알고리즘 설계

열교환 환기모드 알고리즘



엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계



[결 론]

· 단계별 제어 알고리즘 설계 완료 및 엔탈피 바이패스 제어용 알고리즘 설계도 완료함

B-7. 오작동 대응 제어환경 구축

[연구 수행 내용]

2차년도
:매뉴얼 1건
(중빙자료408~
412페이지)

- ① 각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출
- ② 오작동 대응 표기방법 및 대응 방안 가이드 작성

- 각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출
 - 국내외 유사시트메 제어 오작동 예측항목 조사하여 운전모드별 (난방, 냉방, 환기) 오작동 예측항목을 정리
- 오작동 대응 표기방법 및 대응 방안 가이드 작성
 - 오작동 상황, 점검내용 및 대응방안 정리
 - 가이드라인 (매뉴얼) 작성

[결 론]

- 통합 시스템에 대한 오작동 대응 표기방법 및 대응 방안 가이드라인 (매뉴얼) 작성 완료함

B-8. 제어고도화

[연구 수행 내용]

- ① 실증을 통한 현장시험 및 평가
- ② 각 기간별 제어방식 알고리즘 보완
- ③ 데이터 모니터링 개발

3차년도
:특허출원 2건
:알고리즘 1건
(증빙자료437~
450페이지

▪ 특허 출원 2건

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2019.06.10
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 창조번호(DP190226)
출원번호 10-2019-0067756 (원수번호 1-1-2019-0586788-95)
출원인명칭 (주)스다즈티링크리아(1-2008-012687-8) 외 1명
대리인성명 이창재(9-2015-001621-9)
발명자성명 김형호 박성중
발명의명칭 원기 가능한 온도조절장치 및 그 제어방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마달-PCT/마드리드>
※ 우선권 인정기간 : 특허 실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교원하기서(PTO/SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 정확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

관인생략 출원번호통지서

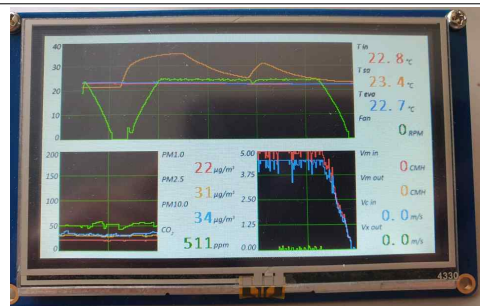
출원일자 2019.06.10
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 창조번호(DP190275)
출원번호 10-2019-0067759 (원수번호 1-1-2019-0586812-04)
출원인명칭 (주)스다즈티링크리아(1-2008-012687-8) 외 1명
대리인성명 이창재(9-2015-001621-9)
발명자성명 박성중
발명의명칭 공기조화장치 및 그 제어방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr/특허마달-PCT/마드리드>
※ 우선권 인정기간 : 특허 실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교원하기서(PTO/SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 정확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

▪ 알고리즘을 반영한 제어장치 개발



아두이노를 이용한 제어장치 개발



환기유닛 + 에어컨 결합형 제품개발

[결 론]

- 냉방성능, 제습성능 모두 향상이 필요하였으며 특히 제습 성능을 향상시킬수있도록 열회수 로터에 제습 성능을 갖춘 제품의 적용을 고려함
- 기간별 제어 방식과 관련된 특허 출원 2건 수행함
- 사업화 제품 개발 관련 데이터 모니터링 기반 제어 장치의 알고리즘 개발함

B-9. 콤팩트형 설비 통합 시스템 설계용 부하계산 S/W개발

[연구 수행 내용]

- ① 주거형 건물 부하계산 시뮬레이션 소프트웨어 개발
- ② 프로그램 매뉴얼 작성

3차년도
:S/W 1건
:매뉴얼 1건
(중빙자료457~
590페이지)

- 소프트웨어 개발 및 매뉴얼 작성
 - 개발된 냉난방 에너지요구량 시뮬레이션 소프트웨어는 DIN18599:2016을 기반으로 한 건물 에너지요구량 해석 알고리즘 해석 및 코어엔진 프로그램으로서, 계산과정을 공개하여 사용자가 에너지 해석의 결과 확인 및 오류에 대한 검토가 용이하도록 함
 - 건물 전반에 걸쳐 건물 구조체 특성에 의한 에너지흐름의 상호작용을 종합적으로 고려하여 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기에 소요되는 에너지요구량을 정량적으로 분석함
 - 주거에 통합유닛을 적용시 에너지소요량 계산이 가능한 시뮬레이션 소프트웨어 개발함

Input / Calc

통합유닛

통합유닛 정보

- 통합유닛 공급존
- 히트펌프 종류
- 공급방식
- 공급기 설치위치
- 재열기 여부
- 인버터 제어방식
- 자동제어 방식
- 기준공률
- 추가 외기 도입량
- 공급 면적 및 공급 층수

연결덕트 정보

- 단열외피 내부 외기덕트
- 단열외피 내부 배기덕트
- 단열외피 외부 급기덕트
- 단열외피 외부 흡기덕트
- 덕트 열손실

배기 히트펌프 특성값

- 급탕시험값
- 난방시험값
- 급기난방 시험값

입력값

01 통합유닛 정보

02 연결덕트 정보

03 배기 히트펌프 시험값

계산값

01 통합유닛 공급-분배-저장 열손실

02 분배-저장에 의한 내부 발열

03 배기 히트펌프 특성값

■ 통합유닛

: 통합유닛 입력

용어	설명	단위	기호	수식(있는경우)	DIN 식번호	a 난방/급탕 설비1
4. 통합유닛 정보 입력						
통합유닛 설치 존	해당 통합유닛이 설치된 존	[-]			=	A. 110동 204호
해당 존의 순바닥면적	해당 통합유닛이 설치된 존의 순바닥면적	[m ²]	A _{UE}		=	77.15
해당 존의 천장고	해당 통합유닛이 설치된 존의 천장고	[m]	h _{CE}		=	3.0
해당 존의 급기횟수		[m-1]			=	0.50
해당 존의 배기횟수		[m-1]			=	0.50
난방/급탕 설비						
통합유닛 선택		[Type]			=	배기-급기/수 히트펌프
통합유닛 공급방식	해당 통합유닛의 가동종류	[Type]	nG		=	급기냉난방+선택가동: 급탕/수방식 냉난방
공급기 설치위치	외피면(외벽) 설치, 내피면(내벽, 천장 등) 설치 여부	[Type]			=	내피공급
재열기 여부 및 급기온도	급기난방 장치 등	[°C]			=	35°C
통합유닛 제어방식	해당 통합유닛의 인버터 제어방식	[Type]			=	제어가능(다단 제어)
통합유닛 자동제어방식	해당 통합유닛이 개별 실내 자동제어 방식	[Type]			=	중앙 온제어-P 제어(1K)
통합유닛 설치위치	제어기 설치 대수	[EA]			=	1
시험 기준 배기 풍량	해당 통합유닛 설치 위치	[m ³ /h]	q _{0.57A}		=	단열외피 외부(케이스단)
추가 외기 도입량	기준 풍량 이외의 추가 외기도입량	[m ³ /h]	q _{0.57B (1)}		=	300
통합유닛이 공급하는 면적	해당 통합유닛이 공급하는 실의 총 면적	[m ²]			=	76.18
통합유닛이 공급하는 층수	해당 통합유닛이 공급하는 층수	[-]			=	1
입력 손실						

[결 론]

- 주거건물 대상 냉난방 부하 계산용 S/W 개발함
- 환기장치에 히트펌프 연계방식으로 구성된 건물에너지 계산툴임
- 설계 S/W에 대한 사용자 매뉴얼 (알고리즘 포함) 작성됨

(다) 핵심연구성과 C (컴팩트형 설비통합시스템 신뢰성 확보 및 검증)

C-1. 모듈별 성능평가 방법구축

[연구 수행 내용]

- ① 히트펌프 성능평가항목 도출
- ② 히트펌프 모듈 성능분석 및 평가
- ③ 축열탱크 성능평가 항목 도출
- ④ 축열탱크 모듈 성능분석 및 평가
- ⑤ 열교환기 성능평가 항목 도출
- ⑥ 열교환기 모듈 성능분석 및 평가

2차년도
:분석보고서
a (1~3) 권
(증빙자료592~
608페이지)

■ 2차년도 1차 시제품 난방조건성능평가

- 히트펌프

- 히트펌프의 성능평가항목은 소음, 에너지효율, 쾌적성, 대기전력, 위생기준항목이 있음
- 평가목적 : 동절기 난방조건에서 운전모드별 온도차 분석을 통해 히트펌프 성능평가
- 평가방법 : 응축기를 통과하는 OA 공기온도와 예열 공기온도 측정
- 평가결과 : 급기 예열/재열 조건에서 난방용 온수사용이 없을 경우 OA온도를 예열하여 평균 12K 상승시키며 난방용 온수사용이 있을 경우 7.3K상승시키는 것으로 나타남

- 축열탱크

- 평가목적 : 동절기 난방조건에서 운전모드별 온수온도 분석을 통해 축열조 성능평가
- 평가방법 : 축열조 내 온수온도 분포 측정
- 평가결과 : 축열조 내 온수온도는 온수 미사용시 55℃, 난방용 온수 사용시 평균 33℃

- 열교환기

- 평가목적 : 동절기 난방조건에서 운전모드별 온도차 분석을 통해 열교환기 성능평가
- 평가방법 : 증발기를 통과하는 EA 공기온도와 EA2 공기온도 측정
- 평가결과 : 급기 예열/재열 조건에서 난방용 온수사용이 없을 경우 증발기에서 EA 공기의 열을 흡수하여 EA2온도를 평균 13.8K 낮춰주며 난방용 온수사용이 있을 경우 평균 11.0K낮추는 것으로 나타남

■ 2차년도 2차 시제품 냉방조건성능평가

- 히트펌프

- 평가목적 : 하절기 냉방조건에서 공급 풍량별 온도차 분석을 통해 히트펌프 성능평가
- 평가방법 : 증발기 입구배관온도 및 증발기 출구 배관온도 측정과 증발기를 통과하는 OA공기온도 및 증발기 후단 공기온도 측정을 통해 냉방조건시 냉방성능 평가
- 평가결과 : 증발기 입출구 배관표면 온도차는 평균 -1.6K , OA공기온도는 증발기를 통과하며 제습/냉방되어 평균 -8.6K 낮아짐

- 축열탱크

- 평가목적 : 하절기 냉방조건에서 축열조 내 온수온도 분석을 통해 축열조 성능평가
- 평가방법 : 축열조 내 온수온도 분포 측정
- 평가결과 : 축열조 내 온수온도는 39℃유지

- 열교환기

- 평가목적: 난방조건에서 공급 풍량별 소비전력 및 현열제거열량 측정을 통해 냉각열교환기(증발기) 난방 성능 평가
- 평가방법: 통합유닛의 공급 풍량별 온습도, 히트펌프 소비전력 측정과 공급되는 OA 온도와 냉각된 증발기 후단 공기온도를 통해 현열제거열량 산출하고 평가 조건별 시간당 소비전력 대비 현열제거열량을 통해 COP 산출
- 평가결과 : SA풍령 ‘강’모드에서는 현열제거열량이 1,185W, ‘중’모드 1,021W, ‘약’모드 732W로 나타남

[결 론]

- 2차년도 1차 통합유닛 시제품을 대상으로 난방조건에서의 각 모듈별 성능평가를 하였고 2차 통합유닛 시제품으로 난방조건에서의 성능 평가를 하여 결과값 도출함

C-2. 콤팩트형 설비통합시스템 시험측정 및 평가

[연구 수행 내용]

- ① 독일 PHI 통합시스템 평가 방법 조사 및 분석
- ② 시험평가방법 드래프트 작성
- ③ 시험평가방법 보완
- ④ 기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가
- ⑤ 시제품의 신뢰성 평가
- ⑥ 콤팩트형 설비통합시스템 평가방법 작성
- ⑦ 평가방법 기술자문 및 보완
- ⑧ 콤팩트형 설비 통합시스템 시험측정 및 평가
- ⑩ 녹색인증 추진

1차년도
:평가방법 2건
2차년도
:학술발표 1건
3차년도
:평가방법(안) 1건
:시험성적서 1건
:학술발표 1건
(증빙자료629~
762페이지/첨부)

- 연구기간중 작성된 평가방법을 바탕으로 시험 측정을 진행하였으며, SA측과 EA측에 풍동 장치를 연결하였고, OA와 RA는 각 풍량 및 온습도를 별도로 측정함
- 실외측 챔버실은 해당 온습도 조건으로 셋팅하여 각 온도 조건별 측정을 진행하였으며, 시험 평가 기간은 총 4일간(6월13일 ~ 6월16일) 진행됨
- 제한된 장비 조건으로 인해 시험이 불가능한 부분은 현장에서 장비 구입 및 대안을 찾아 각 값이 평가되도록 구축(급탕탱크 성능 평가)하여 진행함
- 열회수환기장치 관련된 온도교환효율, 누기율 및 풍량에 대해서는 시험 성적서가 발급되었으며, 그 외 COP, EER 및 급탕탱크 평가는 시험 보고서로 발급됨



[결 론]

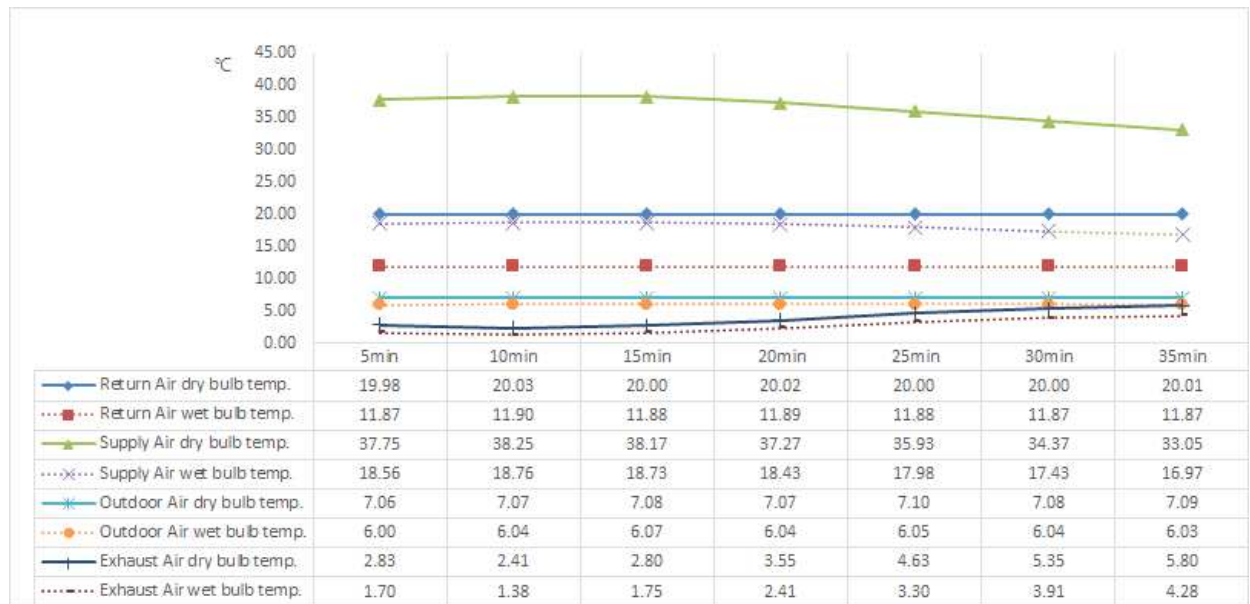
- 콤팩트형 통합유닛 설비시스템 평가방법을 작성 후 이 평가방법을 바탕으로 평가기관(Kolas인증기관)의뢰하여 성능평가를 실시하여 시험성적서가 발급됨

(1) 급기난방 성능[COP] 시험 : A7

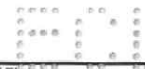
급기난방시험		환기성능				SA		OA		
		P_{HR}	$q_{m,22}$	h_{22}	h_{21}	p	V	SA엔탈피	OA엔탈피	
		kW	kg/s	kJ/kg	kJ/kg	kg/m ³	m ³ /h	kcal/kg	kcal/kg	s
1	A7	0.96	0.083998	32.03362548	20.56891104	1.1957	252.9	7.6511	4.9128	2100



A7	$q_{m,21}$	kg/s	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	p	kg/m ³	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13
	V	m ³ /h	257.50	257.50	257.40	257.30	257.00	256.80	256.60	256.60
	h_{22}	kJ/kg	52.00	52.64	52.53	51.61	50.21	48.58	47.22	47.22
	h_{21}	kJ/kg	20.56	20.65	20.69	20.65	20.66	20.65	20.63	20.63
	W	kW	1.01	1.00	0.98	0.94	0.90	0.86	0.84	0.84



히트펌프 동시 운전													
5분 간격으로 측정함 (2.5k미만 조건임)							충단방성능				냉/난방성능		
$P_{AH,1}$	$P_{AH,2}$	$P_{AH,3}$	$P_{AH,4}$	$P_{AH,5}$	$P_{AH,6}$	$P_{AH,7}$	$P_{AH,average}$	Q_{AH}	$W_{el,V,all}$	$COP_{V,AH}$	$W_{el,V}$	$Q_{HR,AH}$	COP_{AH}
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	kWh	W/W	kWh	kWh	W/W
2.51	2.55	2.53	2.47	2.36	2.24	2.14	2.40	1.40	0.54	2.573	0.067	0.562	1.76



승인자	
기술책임자	

Certification No.

ERV _ 효율

Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet

접수 번호

[Observer

[Maker

[Rated Voltage

[Rated Phase

[Rated Frequency

[Model Name

[Memo

] 박성준

] SSK 250

] 220V

] 1P

] 60 Hz

] ROTOR-HRV

] 패시브 연구소, SA(330) / EA(220)

[Test Method

[Date of Test

[Filename

[ID SP(DB/WB)

[OD SP(DB/WB)

[Test Name

] 효율 시험

] 2019-06-14 오후 4:36:47

] 20190614_07.resx

] 20.0 / 12.0 ℃

] 7.0 / 6.0 ℃

] 난방 성능 A7

2019.06.14

Essential particular

MEASURING DATA	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average
[Efficiency]								
SHR Efficiency %	237.54	240.6	240.54	233.21	223.4	211.17	201.01	226.78
LHR Efficiency %	-135.98	-268.81	-142.81	-202.28	-185.08	-124.9	-157.31	-173.88
THR Efficiency %	241.72	246.11	246.75	238.43	228.18	216.18	205.32	231.81
VALID THR Efficiency %	255.7	260.53	261.23	252.08	240.83	227.65	215.71	244.82
VALID SHR Efficiency %	251.107	254.467	254.401	246.356	235.571	222.137	210.979	239.288
ENERGY Coef.	2.398	2.46	2.503	2.536	2.532	2.498	2.449	2.482
[Power]								
Voltage V	219.9	219.9	219.9	220	219.9	220	220	220
Current A	4.57	4.63	4.53	4.35	4.17	4	3.9	4.32
Power W	1009.9	1000.3	978.6	940.3	899.7	863.7	839.6	933.2
Frequency Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor %	98.26	98.28	98.24	98.18	98.11	98.03	97.97	98.15
[Indoor Side]								
Indoor Side dry bulb temp. ℃	19.39	19.44	19.46	19.48	19.48	19.47	19.46	19.45
Indoor Side wet bulb temp. ℃	11.58	11.62	11.61	11.61	11.61	11.6	11.6	11.6
Return Air dry bulb temp. ℃	19.98	20.03	20	20.02	20	20	20.01	20.01
Return Air wet bulb temp. ℃	11.87	11.9	11.88	11.89	11.88	11.87	11.87	11.88
Return Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
Return Air enthalpy kcal/kg (da)	8.0184	8.0361	8.0248	8.0325	8.0278	8.0177	8.0209	8.0255
Supply Air dry bulb temp. ℃	37.75	38.25	38.17	37.27	35.93	34.37	33.05	36.4
Supply Air wet bulb temp. ℃	18.58	18.76	18.73	18.43	17.98	17.43	16.97	18.12
Supply Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055
Supply Air enthalpy kcal/kg'(da)	12.4206	12.5722	12.5477	12.3258	11.0913	11.6024	11.2785	12.1055
Supply Air density kg/m3	1.1147	1.1127	1.1129	1.1162	1.1211	1.1268	1.1317	1.1194
Supply Air flowrate m3/hr	257.5	257.5	257.4	257.3	257.0	256.8	256.6	257.2
Supply Air nozzle d-press. Pa	186.87	186.63	186.59	186.05	187.36	187.94	188.4	187.25
Supply Air static pressure Pa	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-
Test Unit dP Pa	20.63	20.45	19.85	19.11	18.44	18.1	18.05	19.23
[Outdoor Side]								
Outdoor Side dry bulb temp. ℃	7.32	7.3	7.3	7.3	7.3	7.28	7.3	7.3
Outdoor Side wet bulb temp. ℃	5.98	6.02	6.04	6.01	6.02	6.02	5.99	6.01
Outdoor Air dry bulb temp. ℃	7.0641	7.0657	7.0825	7.069	7.0954	7.0787	7.0889	7.0778
Outdoor Air wet bulb temp. ℃	6.0018	6.0421	6.0652	6.0411	6.0509	6.0443	6.0344	6.04
Outdoor Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054
Outdoor Air enthalpy kcal/kg (da)	4.9118	4.9315	4.9427	4.931	4.9357	4.9326	4.9277	4.9304
Exhaust Air dry bulb temp. ℃	2.83	2.41	2.8	3.55	4.63	5.35	5.8	3.91
Exhaust Air wet bulb temp. ℃	1.7	1.38	1.75	2.41	3.3	3.91	4.28	2.68
Exhaust Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0038	0.0037	0.0039	0.004	0.0042	0.0044	0.0045	0.0041
Exhaust Air enthalpy kcal/kg (da)	2.9605	2.8225	2.9793	3.2637	3.6581	3.9311	4.0985	3.3877
Exhaust Air flowrate m3/hr	249.7	247.7	245.1	241.8	239.1	237.6	237.0	242.5
Exhaust Air nozzle d-press. Pa	187.75	194.89	190.5	184.96	180.18	177.49	176.31	186.01
Exhaust Air static pressure Pa	0.03	0.02	0	0	-0.07	0.04	0.12	0.02
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-
Test Unit dP Pa	7.61	8.19	8.74	9.46	10.46	10.74	11.17	9.48

(2) 급기냉방 성능[EER] 시험 : A27

급기냉방시험		환기성능				SA		OA			
						밀도	풍량	SA엔탈피	OA엔탈피		
		P_{HR}	$q_{m,22}$	h_{22}	h_{21}	ρ	V	h_{22}	h_{21}		
	단위	kW	kg/s	kJ/kg	kJ/kg	kg/m ³	m ³ /h	kcal/kg	kcal/kg	s	kW
2	A27#3	0.03	0.079769	54.37313424	53.95696632	1.1496	249.8	12.9868	12.8874	2100	0.1129



A27 #3	$q_{m,21}$	kg/s	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	ρ	kg/m ³	1.1652	1.1659	1.1659	1.1661	1.1663	1.1663	1.1663	1.1662
	V	m ³ /h	252.7	252.5	252.3	252.3	251.1	252.1	251.8	251.8
	h_{22}	kJ/kg	44.91	44.74	44.73	44.68	44.57	44.50	44.50	44.50
	h_{21}	kJ/kg	71.80	71.69	71.68	71.71	71.69	71.71	71.68	71.68
	W	kW	1.13	1.14	1.14	1.14	1.16	1.14	1.14	1.14



히트펌프 동시 운전													
5분 간격으로 측정함 (25K미만 조건임)							중난방성능				냉/난방성능		
$P_{AH,1}$	$P_{AH,2}$	$P_{AH,3}$	$P_{AH,4}$	$P_{AH,5}$	$P_{AH,6}$	$P_{AH,7}$	$P_{AH,average}$	Q_{AH}	$W_{el,V,all}$	COP_{V-AH}	$W_{el,V}$	$Q_{HR,AH}$	COP_{AH}
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	kWh	W/W	kWh	kWh	W/W
2.20	2.20	2.20	2.21	2.21	2.22	2.22	2.21	1.29	0.67	1.935	0.066	0.019	2.12



승인자	
기술책임자	

Certification No.

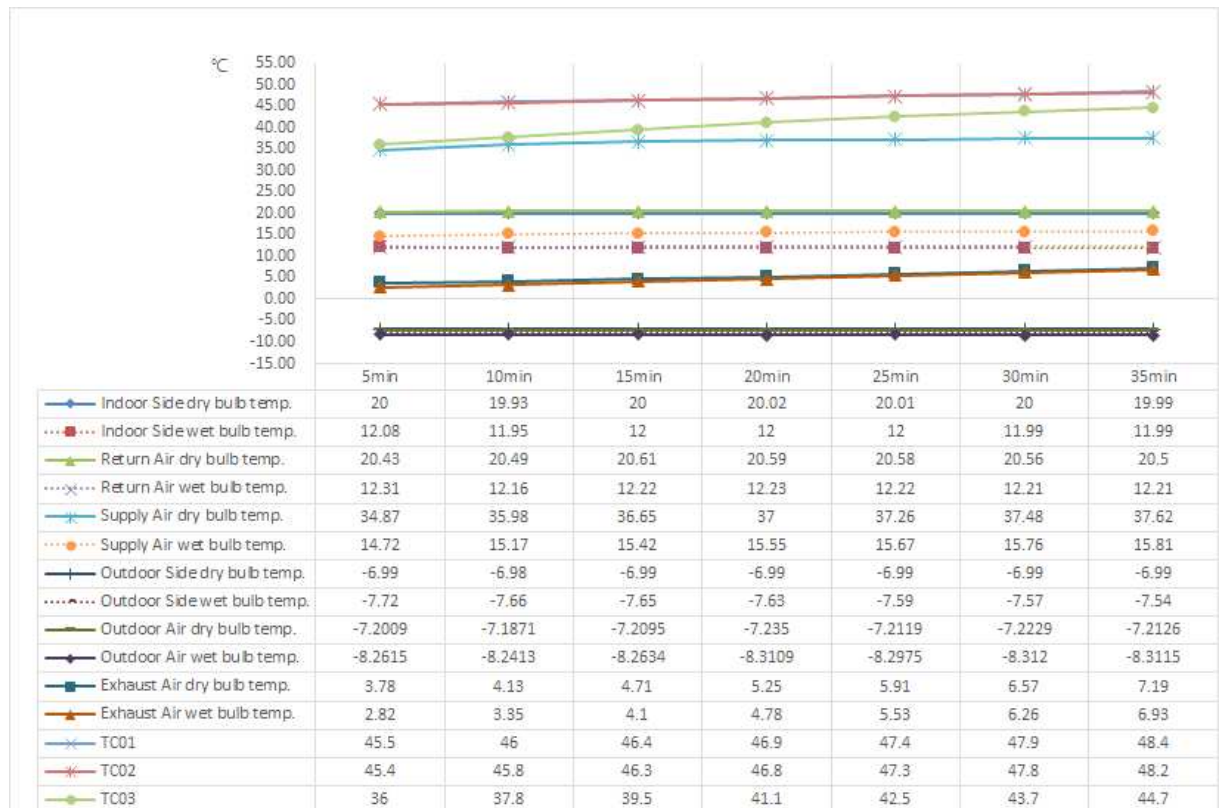
Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet									
ERV_효율									
접수 번호									
[Observer	] 박성준			[Test Method	] 효율 시험				
[Maker	] SSK 250			[Date of Test	] 2019-06-15 오후 2:10:08				
[Rated Voltage	] 220V			[Filename	] 20190615_03.resx				
[Rated Phase	] 1P			[ID SP(DB/WB)	] 27.0 / 19.0 °C				
[Rated Frequency	] 60 Hz			[OD SP(DB/WB)	] 35.0 / 24.0 °C				
[Model Name	] ROTOR-HRV			[Test Name	] 냉방 성능 A27 #3				
[Memo	] 패시브 연구소, SA(330) / EA(220)								
Essential particular									
MEASURING DATA		5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average
[Efficiency]									
SHR Efficiency	%	185.11	186.93	188.06	188.45	187.93	190.35	188.65	187.92
LHR Efficiency	%	118.85	119.73	119.09	119.17	119.91	120.07	120.2	119.57
THR Efficiency	%	148.91	150.56	150.63	150.75	151.06	152.03	151.5	150.78
VALID THR Efficiency	%	153.73	155.55	155.62	155.76	156.09	157.17	156.58	155.79
VALID SHR Efficiency	%	193.507	195.508	196.745	197.174	196.606	199.264	197.393	196.6
ENERGY Coef.	-	1.824	1.824	1.819	1.825	1.813	1.833	1.83	1.824
[Power]									
Voltage	V	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9
Current	A	5.27	5.28	5.29	5.29	5.39	5.3	5.3	5.3
Power	W	1133.9	1137.8	1139.2	1139.4	1155.4	1141.9	1141.2	1141.3
Frquency	Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor	%	97.92	97.91	97.92	97.92	97.82	97.93	97.92	97.9
[Indoor Side]									
Indoor Side dry bulb temp.	°C	26.82	26.83	26.83	26.81	26.79	26.81	26.81	26.81
Indoor Side wet bulb temp.	°C	18.97	18.98	18.98	18.97	18.97	18.95	18.96	18.97
Return Air dry bulb temp.	°C	26.99	26.99	27.02	27	26.95	27.04	26.97	27
Return Air wet bulb temp.	°C	18.99	19.01	19.01	19	18.99	19.01	18.99	19
Return Air abs.humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0104	0.0105	0.0104	0.0104	0.0105	0.0104	0.0104	0.0104
Return Air enthalpy	kcal/kg'(da)	12.8365	12.8484	12.8472	12.8454	12.8348	12.8527	12.8353	12.8429
Supply Air dry bulb temp.	°C	20.16	20	19.96	19.92	19.87	19.84	19.84	19.94
Supply Air wet bulb temp.	°C	16.07	16.01	16.01	15.99	15.95	15.93	15.93	15.99
Supply Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097
Supply Air enthalpy	kcal/kg'(da)	10.7276	10.687	10.6844	10.6724	10.6461	10.6284	10.6285	10.6670
Supply Air density	kg/m3	1.1652	1.1659	1.1659	1.1661	1.1663	1.1663	1.1662	1.166
Supply Air flowrate	m3/hr	252.7	252.5	252.3	252.3	251.1	252.1	251.8	252.1
Supply Air nozzle d-press.	Pa	322.74	322.48	321.91	321.81	318.84	321.44	320.63	321.41
Supply Air static pressure	Pa	0.01	0.01	0.02	-0.01	-0.04	0.07	0.02	0.01
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)		O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/
Test Unit dP	Pa	41.04	40.73	40.64	40.43	37.79	40.51	39.39	40.07
[Outdoor Side]									
Outdoor Side dry bulb temp.	°C	35.19	35.2	35.19	35.17	35.17	35.18	35.18	35.18
Outdoor Side wet bulb temp.	°C	23.85	23.81	23.81	23.81	23.8	23.8	23.79	23.81
Outdoor Air dry bulb temp.	°C	35.0213	35.0417	35.0323	35.0124	35.0083	35.0252	35.0126	35.022
Outdoor Air wet bulb temp.	°C	24.0333	24.0073	24.0033	24.0109	24.0057	24.012	24.0052	24.0111
Outdoor Air abs. humidity rati	kg/kg'(da)	0.0143	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
Outdoor Air enthalpy	kcal/kg'(da)	17.1485	17.1232	17.1194	17.127	17.122	17.1278	17.1215	17.127
Exhaust Air dry bulb temp.	°C	47.79	48.3	48.57	48.7	48.76	48.83	48.9	48.55
Exhaust Air wet bulb temp.	°C	26.39	26.49	26.55	26.59	26.59	26.62	26.62	26.55
Exhaust Air abs. humidity rati	kg/kg'(da)	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128
Exhaust Air enthalpy	kcal/kg'(da)	19.3961	19.4982	19.5611	19.6033	19.6	19.6302	19.6297	19.5598
Exhaust Air flowrate	m3/hr	350.4	350.6	350.5	350.8	352.5	350.6	351.7	351.0
Exhaust Air nozzle d-press.	Pa	163.69	163.66	163.39	163.6	165.22	163.35	164.32	163.89
Exhaust Air static pressure	Pa	0.06	0.05	0.05	0.05	0.08	0.03	0.05	0.05
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)		O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/	O/-/O/-/
Test Unit dP	Pa	-15.5	-15.08	-15.03	-14.83	-11.28	-14.75	-13.46	-14.28

(3) 급탕 성능[COP] 시험 : A-7

급탕시험		급기									
		가열시간	소비전력	5분 간격으로 측정함							
		t_{AH}	$W_{el,Val}$	PHR _{,2}	PHR _{,3}	PHR _{,4}	PHR _{,5}	PHR _{,6}	PHR _{,7}	$P_{HR,average}$	Q_{AH}
	단위	s	KWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh
8	급탕A-7	1800	0.573								

	급탕 A-7	$q_{m,21}$	kg/s	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		ρ	kg/m ³	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12
		V	m ³ /h	56.00	54.70	54.80	54.40	54.00	53.60	53.10	
		h_{22}	kJ/kg								
		h_{21}	kJ/kg								
		W	kW	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.13	
		T1	°C	45.50	46.00	46.40	46.90	47.40	47.90	48.40	
		T2	°C	45.40	45.80	46.30	46.80	47.30	47.80	48.20	
		T3	°C	36.00	37.80	39.50	41.10	42.50	43.70	44.70	

급탕										성능
용량	비열	5분 간격으로 측정함								
m	C	PHR _{,1}	PHR _{,2}	PHR _{,3}	PHR _{,4}	PHR _{,5}	PHR _{,6}	P _{HR,average}	Q _{AH}	COP _{HR}
liter(=kg)	W/kgK	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	
150	1.16	0.31	0.30	0.28	0.24	0.21	0.17	3.03	1.52	2.649





승인자	
기술책임자	

Certification No.

Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet									
ERV_ 효율									
접수 번호									
[Observer]	박성준	[Test Method]	효율 시험						
[Maker]	SSK 250	[Date of Test]	2019-06-16 오후 2:44:49						
[Rated Voltage]	220V	[Filename]	20190616_05.resx						
[Rated Phase]	1P	[ID SP(DB/WB)]	20.0 / 12.0 ℃						
[Rated Frequency]	60 Hz	[OD SP(DB/WB)]	-7.0 / - 8.0 ℃						
[Model Name]	ROTOR-HRV	[Test Name]	급탕 A-7						
[Memo]	패시브 연구소, SA(330) / EA(220)								
Essential particular									
MEASURING DATA	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average	
[Efficiency]									
SHR Efficiency	%	152.28	155.99	157.67	158.97	160.03	160.91	161.75	158.23
LHR Efficiency	%	15.32	16.68	16.94	17.28	18.17	18.41	18.4	17.31
THR Efficiency	%	115.91	120.22	121.59	122.41	123.47	124.15	124.52	121.75
VALID THR Efficiency	%	117.48	122.21	123.72	124.62	125.78	126.53	126.94	123.9
VALID SHR Efficiency	%	157.436	161.511	163.356	164.784	165.95	166.921	167.842	163.972
ENERGY Coef.	-	0.413	0.404	0.411	0.412	0.409	0.407	0.405	0.409
[Power]									
Voltage	V	219.9	219.9	219.9	219.8	219.9	219.9	219.9	219.9
Current	A	5.25	5.3	5.29	5.27	5.27	5.26	5.21	5.27
Power	W	1142.6	1152.6	1151.1	1146.2	1146.4	1143.7	1134.1	1145.3
Frequency	Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor	%	98.93	98.93	98.93	98.93	98.92	98.92	98.92	98.93
[Indoor Side]									
Indoor Side dry bulb temp.	℃	20	19.93	20	20.02	20.01	20	19.99	19.99
Indoor Side wet bulb temp.	℃	12.08	11.95	12	12	12	11.99	11.99	12
Return Air dry bulb temp.	℃	20.43	20.49	20.61	20.59	20.58	20.56	20.5	20.54
Return Air wet bulb temp.	℃	12.31	12.16	12.22	12.23	12.22	12.21	12.21	12.22
Return Air abs.humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0056	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054	0.0054
Return Air enthalpy	kcal/kg'(da)	8.2806	8.1939	8.2281	8.2355	8.2235	8.2197	8.2194	8.2287
Supply Air dry bulb temp.	℃	34.87	35.98	36.65	37	37.26	37.48	37.62	36.69
Supply Air wet bulb temp.	℃	14.72	15.17	15.42	15.55	15.67	15.76	15.81	15.44
Supply Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0023	0.0023	0.0023	0.0023
Supply Air enthalpy	kcal/kg'(da)	9.7198	10.0067	10.1727	10.2594	10.3393	10.3969	10.4305	10.1893
Supply Air density	kg/m3	1.1348	1.1309	1.1285	1.1273	1.1262	1.1254	1.1249	1.1283
Supply Air flowrate	m3/hr	56.0	54.7	54.8	54.4	54.0	53.6	53.1	54.4
Supply Air nozzle d-press.	Pa	159.91	152.34	152.12	150.04	147.5	145.17	142.63	149.96
Supply Air static pressure	Pa	-0.08	-0.15	0.05	-0.06	-0.04	-0.05	-0.02	-0.05
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)		-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-	-/O/-/-/-/-
Test Unit dP	Pa	46.15	44.91	44.99	44.43	43.98	43.74	43.26	44.49
[Outdoor Side]									
Outdoor Side dry bulb temp.	℃	-6.99	-6.98	-6.99	-6.99	-6.99	-6.99	-6.99	-6.99
Outdoor Side wet bulb temp.	℃	-7.72	-7.66	-7.65	-7.63	-7.59	-7.57	-7.54	-7.63
Outdoor Air dry bulb temp.	℃	-7.2009	-7.1871	-7.2095	-7.235	-7.2119	-7.2229	-7.2126	-7.2114
Outdoor Air wet bulb temp.	℃	-8.2615	-8.2413	-8.2634	-8.3109	-8.2975	-8.312	-8.3115	-8.2854
Outdoor Air abs. humidity rati	kg/kg'(da)	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
Outdoor Air enthalpy	kcal/kg'(da)	-0.78	-0.7733	-0.7806	-0.7964	-0.792	-0.7968	-0.7966	-0.7879
Exhaust Air dry bulb temp.	℃	3.78	4.13	4.71	5.25	5.91	6.57	7.19	5.36
Exhaust Air wet bulb temp.	℃	2.82	3.35	4.1	4.78	5.53	6.26	6.93	4.82
Exhaust Air abs. humidity rati	kg/kg'(da)	0.0042	0.0045	0.0048	0.0051	0.0054	0.0058	0.0061	0.0051
Exhaust Air enthalpy	kcal/kg'(da)	3.4436	3.6786	4.0159	4.332	4.688	5.0395	5.37	4.3668
Exhaust Air flowrate	m3/hr	268.3	267.6	265.9	265.0	263.7	263.2	262.2	265.1
Exhaust Air nozzle d-press.	Pa	227.86	226.46	223.02	221.08	218.42	217.07	214.92	221.26
Exhaust Air static pressure	Pa	0.03	0.02	0.02	-0.15	0.19	0.02	0.02	0.02
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)		O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-
Test Unit dP	Pa	-21.3	-19.96	-19.98	-19.63	-18.97	-18.53	-17.99	-19.48
TC									
[01] :	℃	45.5	46	46.4	46.9	47.4	47.9	48.4	46.9
[02] :	℃	45.4	45.8	46.3	46.8	47.3	47.8	48.2	46.8
[03] :	℃	36	37.8	39.5	41.1	42.5	43.7	44.7	40.8

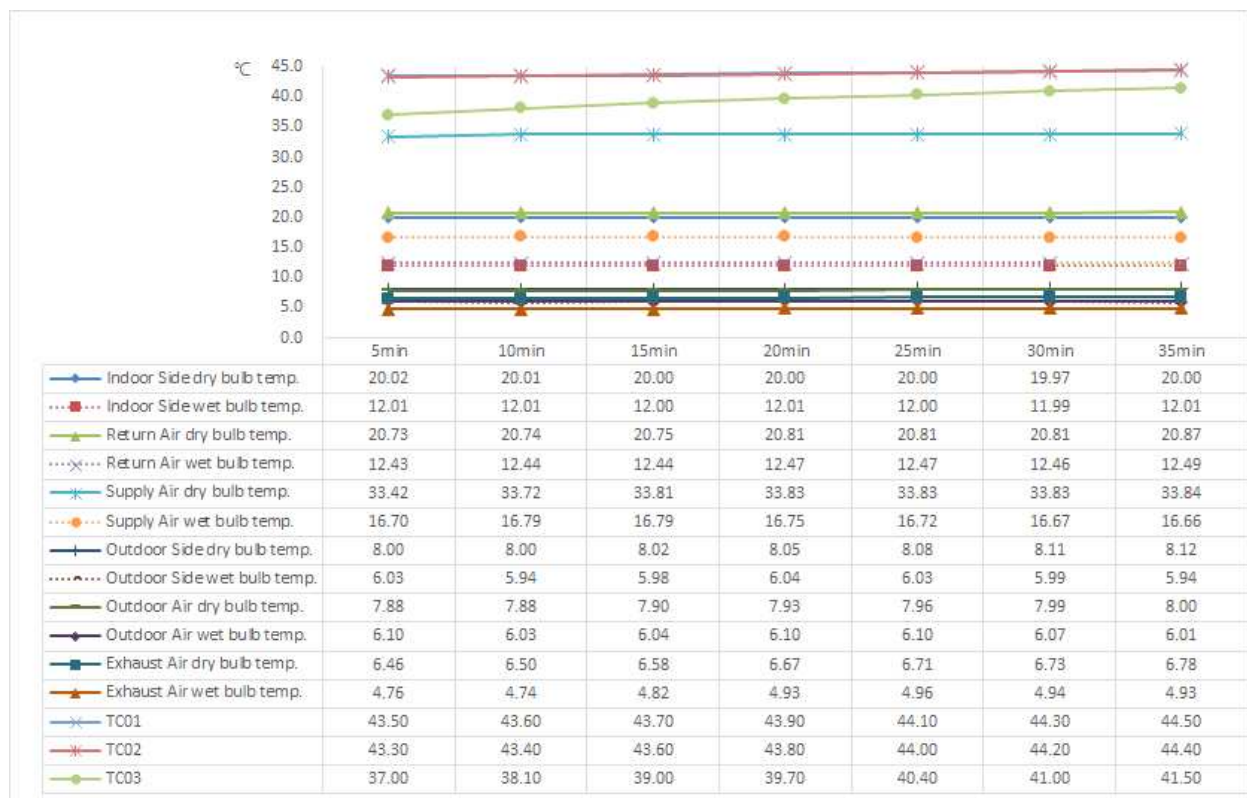
(4) 급기난방 + 급탕성능[COP] 시험 : A7

급기난방/급탕시험		급기									
		가열시간	소비전력	5분 간격으로 측정함							
		t_{AH}	$W_{el,V,all}$	$PHR_{,2}$	$PHR_{,3}$	$PHR_{,4}$	$PHR_{,5}$	$PHR_{,6}$	$PHR_{,7}$	$P_{HR,average}$	Q_{AH}
	단위	s	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh
5	급기난방 A7 급탕	1800	0.575	2.29	2.29	2.27	2.26	2.25	2.26	2.27	1.14



급탕 A7	$q_{m,2,1}$	kg/s	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	p	kg/m³	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
	V	m³/h	47.70	47.20	47.20	46.90	46.70	46.50	46.20	46.00	44.20
	h_{22}	kJ/kg	52.00	45.94	46.09	46.24	46.34	46.53	45.14		
	h_{21}	kJ/kg	20.97	20.99	21.07	20.98	21.02	20.95	20.97		
	W	kW	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12		
	$T1$	°C	28.50	29.20	29.90	30.50	31.20	31.80	32.00		
	$T2$	°C	28.30	29.00	29.70	30.40	31.00	31.70	32.30		
	$T3$	°C	26.70	27.40	28.00	28.70	29.30	30.00	30.50		

급탕										성능
용량	비열	5분 간격으로 측정함								
m	C	PHR _{,1}	PHR _{,2}	PHR _{,3}	PHR _{,4}	PHR _{,5}	PHR _{,6}	P _{HR,average}	Q _{AH}	COP _{HR}
liter(=kg)	W/kgK	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	
150	1.16	0.19	0.16	0.12	0.12	0.10	0.09	1.57	0.78	3.339





승인자	
기술책임자	

Certification No.

Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet									
ERV_ 효율									
접수 번호									
[Observer]	박성준			[Test Method]	효율 시험				
[Maker]	SSK 250			[Date of Test]	2019-06-15 오후 8:42:40				
[Rated Voltage]	220V			[Filename]	20190615_11.resx				
[Rated Phase]	1P			[ID SP(DB/WB)]	20.0 / 12.0 °C				
[Rated Frequency]	60 Hz			[OD SP(DB/WB)]	7.0 / 6.0 °C				
[Model Name]	ROTOR-HRV			[Test Name]	급기난방 A7 - 급탕				
[Memo]	패시브 연구소, SA(330) / EA(220)								
Essential particular									
MEASURING DATA		5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average
[Efficiency]									
SHR Efficiency	%	198.83	201.03	201.64	201.11	201.28	201.53	200.74	200.88
LHR Efficiency	%	-22.23	-12.08	-20.07	-38.95	-42.82	-44.12	-33.27	-30.51
THR Efficiency	%	180.43	181.04	181.09	180.14	179.2	178.22	176.52	179.52
VALID THR Efficiency	%	188.37	189.04	189.09	188.05	187.02	185.94	184.07	187.37
VALID SHR Efficiency	%	208.576	211	211.669	211.081	211.269	211.553	210.683	210.833
ENERGY Coef.	-	1.525	1.546	1.544	1.53	1.524	1.519	1.524	1.53
[Power]									
Voltage	V	220	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9
Current	A	5.46	5.47	5.46	5.46	5.45	5.45	5.45	5.46
Power	W	1150.4	1152.3	1151.1	1150.2	1149.4	1149.1	1148.3	1150.1
Frequency	Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor	%	95.84	95.86	95.85	95.86	95.84	95.84	95.85	95.85
[Indoor Side]									
Indoor Side dry bulb temp.	°C	20.02	20.01	20	20	20	19.97	20	20
Indoor Side wet bulb temp.	°C	12.01	12.01	12	12.01	12	11.99	12.01	12
Return Air dry bulb temp.	°C	20.73	20.74	20.75	20.81	20.81	20.81	20.87	20.79
Return Air wet bulb temp.	°C	12.43	12.44	12.44	12.47	12.47	12.46	12.49	12.46
Return Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056
Return Air enthalpy	kcal/kg'(da)	8.3499	8.3585	8.3579	8.3752	8.3794	8.3717	8.3895	8.3689
Supply Air dry bulb temp.	°C	33.42	33.72	33.81	33.83	33.83	33.83	33.84	33.75
Supply Air wet bulb temp.	°C	16.7	16.79	16.79	16.75	16.72	16.67	16.66	16.73
Supply Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.005	0.005	0.0049	0.0049	0.0049	0.0048	0.0048	0.0049
Supply Air enthalpy	kcal/kg'(da)	11.0796	11.1441	11.1401	11.1143	11.0898	11.0554	11.0497	11.0901
Supply Air density	kg/m3	1.1246	1.1236	1.1234	1.1235	1.1236	1.1238	1.1239	1.1238
Supply Air flowrate	m3/hr	232.2	232.2	232.1	231.9	231.9	231.8	231.7	232.0
Supply Air nozzle d.-press.	Pa	896.27	895.16	894.08	893.25	892.79	892.14	891.57	893.61
Supply Air static pressure	Pa	97.07	96.9	96.82	96.7	96.68	96.37	96.15	96.67
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-	O/O/-/-/-/-
Test Unit dP	Pa	38.72	38.1	37.8	37.11	36.7	36.01	35.42	37.12
[Outdoor Side]									
Outdoor Side dry bulb temp.	°C	8	8	8.02	8.05	8.08	8.11	8.12	8.05
Outdoor Side wet bulb temp.	°C	6.03	5.94	5.98	6.04	6.03	5.99	5.94	5.99
Outdoor Air dry bulb temp.	°C	7.8812	7.8802	7.8978	7.9274	7.9629	7.9867	8.0033	7.9342
Outdoor Air wet bulb temp.	°C	6.0971	6.0253	6.0367	6.0995	6.0999	6.066	6.0093	6.062
Outdoor Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0051	0.005	0.005	0.0051	0.0051	0.005	0.005	0.0051
Outdoor Air enthalpy	kcal/kg'(da)	4.9563	4.9213	4.9268	4.9573	4.9575	4.9409	4.9132	4.939
Exhaust Air dry bulb temp.	°C	6.46	6.5	6.58	6.67	6.71	6.73	6.78	6.63
Exhaust Air wet bulb temp.	°C	4.76	4.74	4.82	4.93	4.96	4.94	4.93	4.87
Exhaust Air abs. humidity ratio	kg/kg'(da)	0.0046	0.0046	0.0046	0.0047	0.0047	0.0046	0.0046	0.0046
Exhaust Air enthalpy	kcal/kg'(da)	4.3183	4.3104	4.3505	4.4004	4.4153	4.4062	4.4011	4.3717
Exhaust Air flowrate	m3/hr	537.0	535.6	534.2	532.8	531.2	529.8	528.6	532.7
Exhaust Air nozzle d.-press.	Pa	439.44	437.06	434.77	432.33	429.84	427.55	425.53	432.36
Exhaust Air static pressure	Pa	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05	0.02	0.04	0.04
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-
Test Unit dP	Pa	-12.76	-12.24	-11.6	-10.96	-10.48	-9.55	-9	-10.94
TC									
[01] :	°C	43.5	43.6	43.7	43.9	44.1	44.3	44.5	44
[02] :	°C	43.3	43.4	43.6	43.8	44	44.2	44.4	43.8
[03] :	°C	37	38.1	39	39.7	40.4	41	41.5	39.5

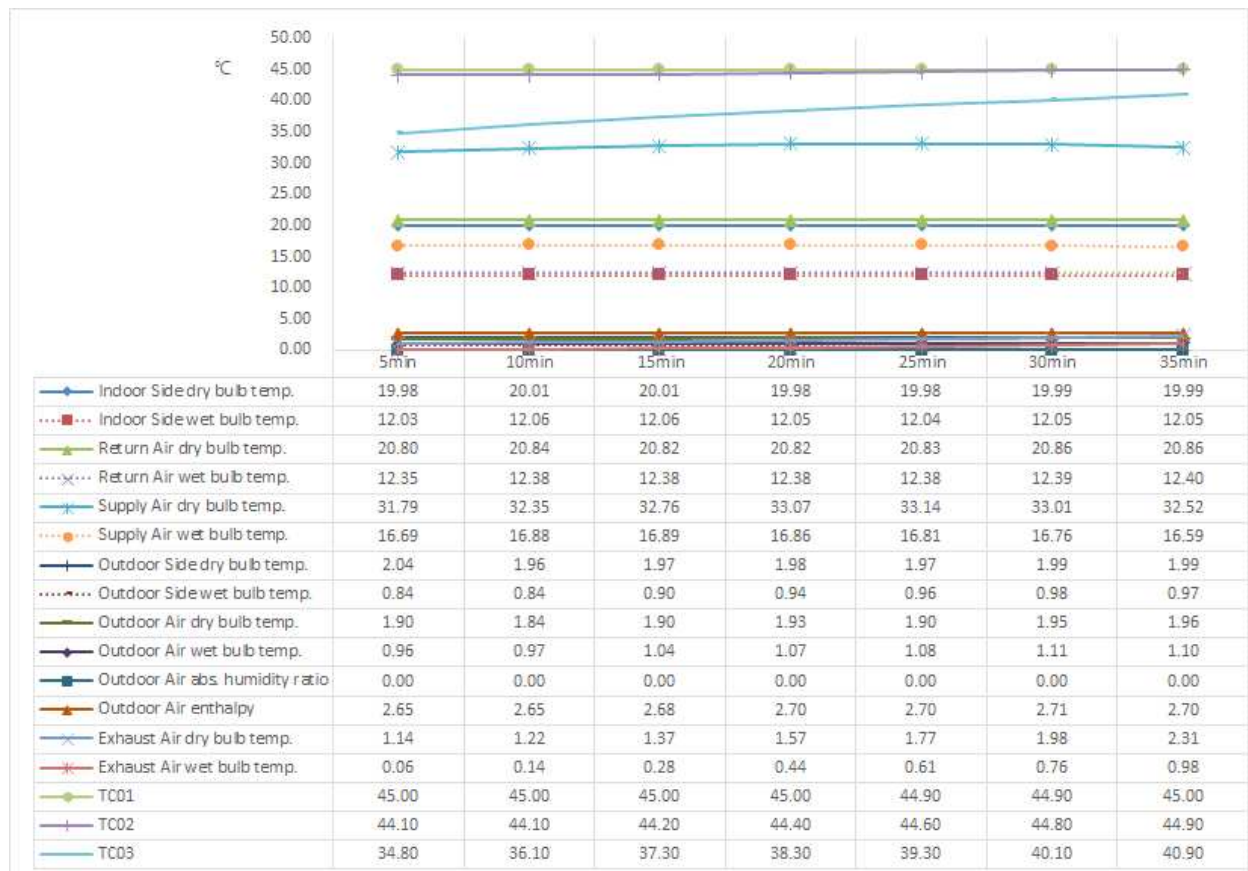
(5) 급기난방 + 수방식 난방성능[COP] 시험 : A2

급기난방/수방식난방		급기									
		가열시간	소비전력	5분 간격으로 측정함							
		t_{AH}	$W_{oil V, all}$	$PHR_{,2}$	$PHR_{,3}$	$PHR_{,4}$	$PHR_{,5}$	$PHR_{,6}$	$PHR_{,7}$	$P_{HR,average}$	Q_{AH}
	단위	s	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh
6	급기난방 A2 수방식난방	1800	0.543	3.18	3.17	3.16	3.14	3.12	3.08	3.14	1.57



급기난방 A2 수방식난방	$q_{m,21}$	kg/s	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
	ρ	kg/m ³	1.138	1.136	1.135	1.134	1.134	1.135	1.136	
	V	m ³ /h	280.70	281.30	281.50	281.50	281.40	281.30	281.10	
	$h_{,22}$	kJ/kg	46.41	46.96	46.98	46.87	46.72	46.58	46.07	
	$h_{,21}$	kJ/kg	11.09	11.09	11.23	11.28	11.30	11.34	11.32	
	W	kW	1.08	1.09	1.09	1.10	1.09	1.08	1.07	
	$T1$	°C	45.00	45.00	45.00	45.00	44.90	44.90	45.00	
	$T2$	°C	44.10	44.10	44.20	44.40	44.60	44.80	44.90	
	$T3$	°C	34.80	36.10	37.30	38.30	39.30	40.10	40.90	

급량										성능
용량	비열	5분 간격으로 측정함								
m	C	PHR _{,1}	PHR _{,2}	PHR _{,3}	PHR _{,4}	PHR _{,5}	PHR _{,6}	P _{HR,average}	Q _{AH}	
liter(=kg)	W/kgK	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	
150	1.16	0.23	0.21	0.17	0.17	0.14	0.14	2.13	1.06	4.854





승인자	
기술책임자	

Certification No.

ERV_ 효율

Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet

접수 번호

[Observer]	박성준	[Test Method]	효율 시험
[Maker]	SSK 250	[Date of Test]	2019-06-16 오전 10:54:17
[Rated Voltage]	220V	[Filename]	20190616_02.resx
[Rated Phase]	1P	[ID SP(DB/WB)]	20.0 / 12.0 ℃
[Rated Frequency]	60 Hz	[OD SP(DB/WB)]	2.0 / 1.0 ℃
[Model Name]	ROTOR-HRV	[Test Name]	급기난방 A2 - 수방식난방
[Memo]	패시브 연구소, SA(330) / EA(220)		

Essential particular

MEASURING DATA	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average
[Efficiency]								
SHR Efficiency %	158.16	160.65	163.06	164.88	165.04	164.29	161.62	162.53
LHR Efficiency %	110.85	109.48	100.55	91.09	86.34	85.98	85.78	95.73
THR Efficiency %	149.23	151.06	151.39	151.13	150.55	149.81	147.5	150.1
VALID THR Efficiency %	154.08	156.1	156.46	156.17	155.53	154.72	152.19	155.04
VALID SHR Efficiency %	163.899	166.637	169.285	171.281	171.454	170.637	167.705	168.7
ENERGY Coef. -	2.765	2.787	2.76	2.741	2.735	2.739	2.749	2.754
[Power]								
Voltage V	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9	219.9
Current A	5.08	5.12	5.15	5.16	5.14	5.11	5.02	5.11
Power W	1077.5	1086.8	1093.4	1095.1	1091.5	1084.4	1065.3	1084.9
Frquency Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor %	96.47	96.52	96.56	96.57	96.57	96.54	96.44	96.52
[Indoor Side]								
Indoor Side dry bulb temp. ℃	19.98	20.01	20.01	19.98	19.98	19.99	19.99	19.99
Indoor Side wet bulb temp. ℃	12.03	12.06	12.06	12.05	12.04	12.05	12.05	12.05
Return Air dry bulb temp. ℃	20.8	20.84	20.82	20.82	20.83	20.86	20.86	20.83
Return Air wet bulb temp. ℃	12.35	12.38	12.38	12.38	12.38	12.39	12.4	12.38
Return Air abs.humidity ratio kg/kg'(da)	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055
Return Air enthalpy kcal/kg'(da)	8.3015	8.3209	8.3221	8.3198	8.3188	8.3278	8.3315	8.3203
Supply Air dry bulb temp. ℃	31.79	32.35	32.76	33.07	33.14	33.01	32.52	32.66
Supply Air wet bulb temp. ℃	16.69	16.88	16.89	16.86	16.81	16.76	16.59	16.78
Supply Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0057	0.0056	0.0055	0.0053	0.0052	0.0052	0.0052	0.0054
Supply Air enthalpy kcal/kg'(da)	11.0846	11.2165	11.2209	11.1955	11.1592	11.1263	11.0045	11.1439
Supply Air density kg/m3	1.1383	1.1362	1.135	1.1341	1.134	1.1345	1.1364	1.1355
Supply Air flowrate m3/hr	280.7	281.3	281.5	281.5	281.4	281.3	281.1	281.3
Supply Air nozzle d-press. Pa	226.26	226.87	226.89	226.7	226.48	226.52	226.57	226.61
Supply Air static pressure Pa	0.02	0.03	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-
Test Unit dP Pa	42.04	41.99	41.68	41.15	40.59	40.04	39.39	40.98
[Outdoor Side]								
Outdoor Side dry bulb temp. ℃	2.04	1.96	1.97	1.98	1.97	1.99	1.99	1.98
Outdoor Side wet bulb temp. ℃	0.84	0.84	0.9	0.94	0.96	0.98	0.97	0.92
Outdoor Air dry bulb temp. ℃	1.9006	1.8443	1.9028	1.9289	1.9043	1.9511	1.9552	1.9124
Outdoor Air wet bulb temp. ℃	0.9613	0.9658	1.041	1.0741	1.0846	1.1083	1.0963	1.0473
Outdoor Air abs. humidity rati kg/kg'(da)	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
Outdoor Air enthalpy kcal/kg'(da)	2.648	2.6499	2.6813	2.6952	2.6996	2.7095	2.7045	2.684
Exhaust Air dry bulb temp. ℃	1.14	1.22	1.37	1.57	1.77	1.98	2.31	1.62
Exhaust Air wet bulb temp. ℃	0.06	0.14	0.28	0.44	0.61	0.76	0.98	0.47
Exhaust Air abs. humidity rati kg/kg'(da)	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0035	0.0035	0.0035	0.0034
Exhaust Air enthalpy kcal/kg'(da)	2.2773	2.311	2.3668	2.4319	2.5026	2.5656	2.6549	2.4443
Exhaust Air flowrate m3/hr	496.6	495.2	493.3	491.5	489.1	486.1	484.1	490.8
Exhaust Air nozzle d-press. Pa	386.45	384.22	381.12	377.99	374.13	369.18	365.75	376.98
Exhaust Air static pressure Pa	0.01	-0.01	0	0.01	-0.01	-0.02	0	0
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-
Test Unit dP Pa	-16.75	-16.62	-16.08	-15.53	-14.96	-14.32	-13.63	-15.41
TC								
[01] : ℃	45	45	45	45	44.9	44.9	45	45
[02] : ℃	44.1	44.1	44.2	44.4	44.8	44.8	44.9	44.4
[03] : ℃	34.8	36.1	37.3	38.3	39.3	40.1	40.9	38.1

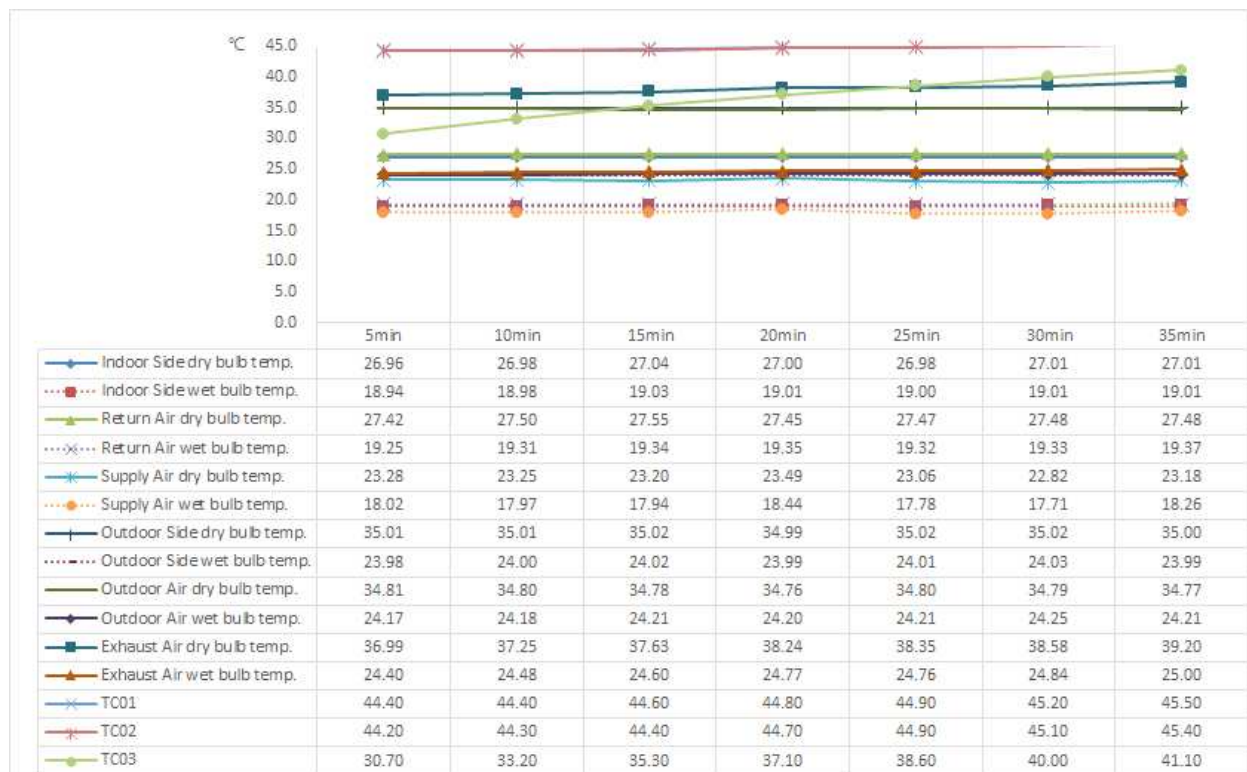
(6) 급기냉방 + 급탕성능[EER] 시험 : A35

급기냉방+급탕시험		급기									
		가열시간	소비전력	5분 간격으로 측정함							
		t_{AH}	$W_{el(V,all)}$	$PHR_{,2}$	$PHR_{,3}$	$PHR_{,4}$	$PHR_{,5}$	$PHR_{,6}$	$PHR_{,7}$	$P_{HR,average}$	Q_{AH}
	단위	s	KWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh
1	A35	1800	0.550	1.71	1.73	1.54	1.77	1.79	1.58	1.69	0.84



A35	$q_{m,21}$	kg/s	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	p	kg/m ³	1.16	1.16	1.16	1.15	1.16	1.16	1.16	1.16
	V	m ³ /h	245.10	244.70	244.50	234.80	243.90	243.70	234.10	
	h_{22}	kJ/kg	50.73	50.58	50.49	52.07	49.98	49.78	51.52	
	h_{21}	kJ/kg	72.34	72.39	72.53	72.50	72.54	72.67	72.52	
	W	kW	1.09	1.09	1.10	1.08	1.12	1.12	1.10	
	$T1$	°C	44.4	44.4	44.6	44.8	44.9	45.2	45.5	
	$T2$	°C	44.2	44.3	44.4	44.7	44.9	45.1	45.4	
	$T3$	°C	30.7	33.2	35.3	37.1	38.6	40.0	41.1	

급탕										성능
용량	비열	5분 간격으로 측정함								
m	C	PHR _{,1}	PHR _{,2}	PHR _{,3}	PHR _{,4}	PHR _{,5}	PHR _{,6}	P _{HR,average}	Q _{AH}	COP _{HR}
liter(=kg)	W/kgK	kWh	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kWh	
150	1.16	0.44	0.37	0.31	0.26	0.24	0.19	3.63	1.81	4.829





승인자	
기술책임자	

Certification No.

ERV_ 효율

Heat Recovery Ventilator Test Data Sheet

접수 번호

[Observer]	박성준	[Test Method]	효율 시험
[Maker]	SSK 250	[Date of Test]	2019-06-16 오전 12:36:27
[Rated Voltage]	220V	[Filename]	20190615_14.resx
[Rated Phase]	1P	[ID SP(DB/WB)]	27.0 / 19.0 ℃
[Rated Frequency]	60 Hz	[OD SP(DB/WB)]	35.0 / 24.0 ℃
[Model Name]	ROTOR-HRV	[Test Name]	급기냉방 A35 - 급탕
[Memo]	패시브 연구소, SA(330) / EA(220)		

Essential particular

MEASURING DATA	5min	10min	15min	20min	25min	30min	35min	Average
[Efficiency]								
SHR Efficiency %	156.14	158.25	160.15	154.12	160.11	163.9	159.04	158.81
LHR Efficiency %	96.02	98.35	99.37	87.8	102.99	102.57	90.53	96.8
THR Efficiency %	121.64	123.77	124.89	116.13	127.17	128.27	119.75	123.09
VALID THR Efficiency %	123.77	126.12	127.35	117.72	129.85	131.06	121.69	125.37
VALID SHR Efficiency %	161.678	163.994	166.079	159.459	166.042	170.2	164.86	164.616
ENERGY Coef. -	1.447	1.453	1.458	1.311	1.471	1.49	1.322	1.422
[Power]								
Voltage V	220	220	220	220	220	220	220	220
Current A	5.13	5.15	5.18	5.05	5.25	5.26	5.15	5.17
Power W	1087.4	1092.4	1099.7	1079.3	1115.2	1117.3	1100.1	1098.8
Frquency Hz	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99	59.99
Power factor %	96.43	96.46	96.49	97.16	96.56	96.6	97.21	96.7
[Indoor Side]								
Indoor Side dry bulb temp. ℃	26.96	26.98	27.04	27	26.98	27.01	27.01	27
Indoor Side wet bulb temp. ℃	18.94	18.98	19.03	19.01	19	19.01	19.01	19
Return Air dry bulb temp. ℃	27.42	27.5	27.55	27.45	27.47	27.48	27.48	27.48
Return Air wet bulb temp. ℃	19.25	19.31	19.34	19.35	19.32	19.33	19.37	19.32
Return Air abs.humidity ratio kg/kg'(da)	0.0106	0.0106	0.0107	0.0107	0.0107	0.0107	0.0107	0.0107
Return Air enthalpy kcal/kg'(da)	13.0343	13.0811	13.109	13.1161	13.0891	13.0954	13.1329	13.094
Supply Air dry bulb temp. ℃	23.28	23.25	23.2	23.49	23.06	22.82	23.18	23.18
Supply Air wet bulb temp. ℃	18.02	17.97	17.94	18.44	17.78	17.71	18.26	18.02
Supply Air abs. humidity ratio kg/kg'(da)	0.0107	0.0107	0.0107	0.0112	0.0105	0.0106	0.0111	0.0108
Supply Air enthalpy kcal/kg'(da)	12.1161	12.0803	12.0601	12.4364	11.9378	11.8906	12.3046	12.118
Supply Air density kg/m3	1.156	1.1562	1.1564	1.1546	1.1574	1.1583	1.1562	1.1564
Supply Air flowrate m3/hr	245.1	244.7	244.5	234.8	243.9	243.7	234.1	241.5
Supply Air nozzle d-press. Pa	176.61	175.97	175.7	162.25	175.07	174.85	161.6	171.72
Supply Air static pressure Pa	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Supply Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-	O/O/O/-/-/-
Test Unit dP Pa	9.29	9.17	9.46	-6.06	9.12	8.97	-6.13	4.83
[Outdoor Side]								
Outdoor Side dry bulb temp. ℃	35.01	35.01	35.02	34.99	35.02	35.02	35	35.01
Outdoor Side wet bulb temp. ℃	23.98	24	24.02	23.99	24.01	24.03	23.99	24
Outdoor Air dry bulb temp. ℃	34.8104	34.8015	34.7844	34.761	34.8021	34.7879	34.766	34.7876
Outdoor Air wet bulb temp. ℃	24.1654	24.1784	24.2117	24.2039	24.2141	24.2458	24.2082	24.2039
Outdoor Air abs. humidity rati kg/kg'(da)	0.0146	0.0146	0.0147	0.0146	0.0146	0.0147	0.0147	0.0146
Outdoor Air enthalpy kcal/kg'(da)	17.2784	17.2912	17.3237	17.3163	17.3257	17.3567	17.3204	17.3161
Exhaust Air dry bulb temp. ℃	36.99	37.25	37.63	38.24	38.35	38.58	39.2	38.03
Exhaust Air wet bulb temp. ℃	24.4	24.48	24.6	24.77	24.76	24.84	25	24.69
Exhaust Air abs. humidity rati kg/kg'(da)	0.014	0.014	0.0141	0.0141	0.014	0.0141	0.0141	0.0141
Exhaust Air enthalpy kcal/kg'(da)	17.4859	17.5596	17.6708	17.8335	17.8271	17.9039	18.0602	17.763
Exhaust Air flowrate m3/hr	491.2	490.6	490.1	389.6	491.5	490.7	388.6	461.8
Exhaust Air nozzle d-press. Pa	331.76	330.73	329.66	223.19	330.79	329.52	221.89	299.65
Exhaust Air static pressure Pa	0.39	0.06	0.05	0.05	0.08	-0.07	0.2	0.11
Exhaust Air nozzle (30,35,55,80,125,125)	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-	O/-/-/O/-/-
Test Unit dP Pa	20.72	20.79	20.71	49.27	20.81	21.16	49.41	28.98
TC								
[01] : ℃	44.4	44.4	44.6	44.8	44.9	45.2	45.5	44.8
[02] : ℃	44.2	44.3	44.4	44.7	44.9	45.1	45.4	44.7
[03] : ℃	30.7	33.2	35.3	37.1	38.6	40	41.1	36.6

(라) 핵심연구성과 D (사업화 방안)

D-1. 통합시스템 적용 환경분석

[연구 수행 내용]

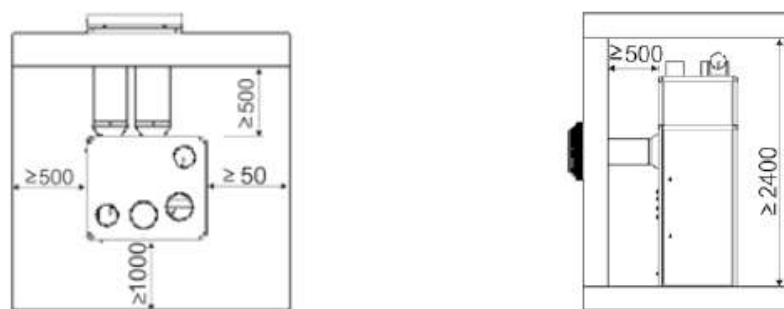
- ① 통합시스템 설치실 조건 검토(크기, 온습도, 법적요구사항): 조건 검토
- ② 해외 설치실 조건 검토: 조건 검토

- 통합시스템 설치실 조건 검토(크기, 온습도, 법적요구사항)
 - 아파트등 공동 주택 여건 검토를 위하여 아파트내 베란다의 치수, 천장고, 환기횟수를 고려한 필요 환기량을 조사함.
 - 해외 유사 제품 5개사의 급탕탱크 용량을 포함한 제품 사이즈와 베란다 설치시 필요한 유지보수 공간을 조사함

해외 제품명	가로(mm)x세로(mm)	높이(mm)	비고
Stiebel eltron304	812 x1430	2200	급탕탱크 235liter/230m ³ /h
Genvex	600 x 604	2014	급탕탱크 185liter/150m ³ /h
PKOM4	741 x 734	2012	급탕탱크 212liter/157m ³ /h
Nilan Compact P	900 x 610	2065	급탕탱크 180liter/220m ³ /h
Systemair	865 x 750	2072	급탕탱크 150liter/190m ³ /h

- 해외 설치실 조건 검토
 - 해외제품 3개사 (Stiebel eltron 제품, Systemair Genis 제품, Nilan Compact P 제품)의 설치 조건시 필요한 덕트 사이즈, 벽체 이격거리, 최소 설치면적 및 설치실 소음조건을 조사함

Systemair Genis제품의 설치 조건 예



[결 론]

- 통합시스템 설치실 조건 검토를 위해 아파트의 도면검토를 통하여 설치가능위치의 조건을 도출함.
- 해외 유사 제품의 크기를 바탕으로 제품 설치 유지보수공간을 조사함.

D-2. 시공 및 설치방안 검토

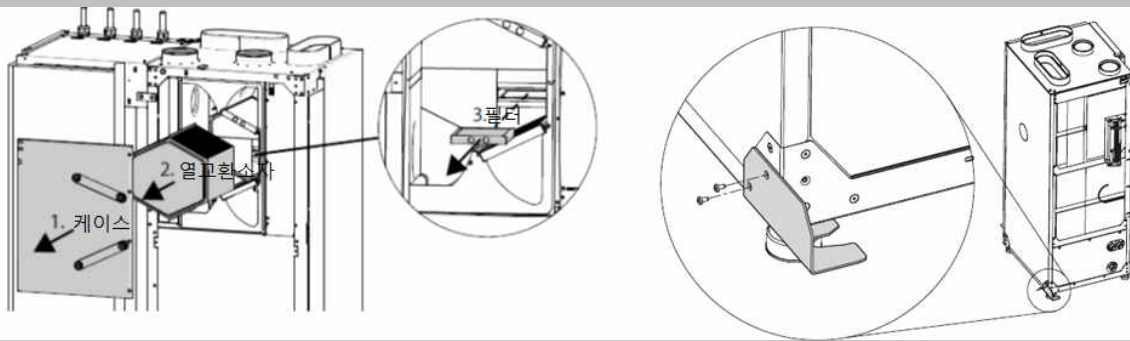
[연구 수행 내용]

- ① 해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사: 사례조사 3건
- ② 난방분배기, 급탕연결, 덕트시스템 등 연동방안 연구: 사례조사 3건
- ③ 난방분배기 연결 부품개발(시공성, 설치공간 고려): 시제품 제작
- ④ 덕트시스템 부품 개발(시공성, 설치공간 고려): 시제품 제작

2차년도
:시제품 1건
(36페이지)

- 해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사
 - 해외제품 3개사 (Stiebel eltron 제품, Systemair Genis 제품, Nilan Compact P 제품)의 시공 및 설치에 필요한 제품의 운반방법, 충격흡수 수평을 맞추기 위한 방법, 수배관 연결방법등의 자료를 조사함

Stiebel eltron 시스템 시공 예

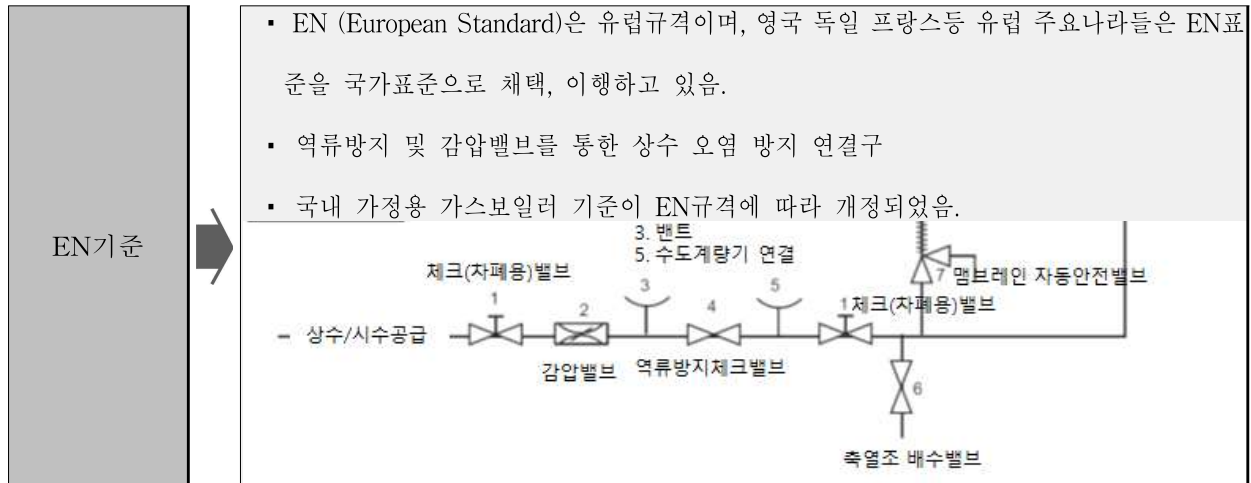


- 난방분배기, 급탕연결, 덕트시스템 등 연동방안 연구
 - 해외제품 3개사 (Stiebel eltron 제품, Systemair Genis 제품, Nilan Compact P 제품)의 시스템 배관 및 덕트 연결에 필요한 덕트 단열두께, 난방 및 급탕배관 연결방법, 연결소켓 및 부품등의 자료를 조사함

Nilan Compact P 제품 급탕탱크 연결 소켓 시공 예



- 난방분배기 연결 부품개발(시공성, 설치공간 고려)
- 상수연결관의 유럽규격(EN)기준, 국내기준의 자료조사 및 난방온수 분배기의 종류 조사, 해외제품 5개사 (Aerex PHK, Picher PKOM, Genvex, Stiebel eltron, Nilan Compact P 제품)의 배관 연결구의 해외사례조사 및 분석을 함



난방 온수분배기의 종류

구분	종류		
실별제어+수동밸런싱			
실별제어+자동밸런싱			



- 실별제어+ 수동밸런싱 , 실별제어+자동밸런싱의 그림

- 덕트시스템 부품 개발(시공성, 설치공간 고려)
- 덕트시스템 부품 개발을 위하여 사용 중인 6구 분배기, 외기댐퍼, 보온덕트, 소음관, 연결관, 플렉시블 호스등 시제품관련 내용 조사 및 온습도센서 고정용 덕트 연결재와 코너용 차압측정 튜브의 자료를 조사함.

구 분	적 용
6구분배기	풍량을 분배한다
외기댐퍼	한방향으로 공기흐름을 흐르게 한다
보온덕트	'OA,RA측에 설치하며 열손실을 줄여줌 (50mm 흡음재적용, 차음성능(RdB): 32)
소음관	실내소음방지를 위해 PE관과 디퓨저 연결 소켓 금형 제작함
연결관	φ 65 호스관 연결할 때 사용
호스관	분배기에서 디퓨저를 연결



[결 론]

- 해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사를 위하여 해외제조사의 시스템 시공사례를 도출함.
- 난방분배기, 급탕연결, 덕트시스템 등 연동방안을 위하여 해외제조사의 연동방안사례를 도출함.
- 난방분배기 연결 부품개발을 위한 국내외 기준조사 및 해외제조사의 시공사례를 도출함.
- 덕트시스템 부품 개발을 하기 위하여 국내 사용 중인 덕트 및 연결재등의 자료를 조사함.

D-3. 경제성 평가 및 사업화 전략 수립

[연구 수행 내용]

- ① 해외 유사 시스템 비용분석 및 평가: 해외사례 평가
- ② 모듈별 경제성 평가, LCC 평가: 모듈별 경제성 평가
- ③ 통합시스템 경제성 평가: 통합시스템 경제성 평가
- ④ 사업화를 위한 비용 산정 및 분석: 비용 산정 및 분석
- ⑤ 세미나 및 홍보: 세미나 개최
- ⑥ 컨설팅을 통한 디자인 전략 및 사업화 계획 수립: 사업화 계획 수립

3차년도
:세미나 1건
:컨설팅
보고서 1건
(중빙자료819~
892페이지)

■ 해외 유사 시스템 비용분석 및 평가

- 해외제품 3개사 (Aerex PHK, Stiebel eltron, Nilan Compact P 제품)의 시스템 가격조사 및 국내제품 공사비 분석, 독일 Systemair사의 샘플 공급가격 조사 및 국내 대응 전략을 조사함

구분	사양	수량	공사비	비 고
시스템보일러	HT2500B2A . 8HP	1	10,000,000	LG워센. 25평기준. 일반전기사용 난방기준. 실외기포함
멀티V연결형 시스템보일러	LBD-L2500B. 8HP	1	7,980,000	LG워센. 고온용(80℃). 냉난방. 급탕가능. 실외기 제외
배기폐열회수 환기장치	SD-350. 350CMH	1	3,000,000	㈜스타즈스터링코리아. 로타리식.
가스보일러	20,000Kcal/h	1	690,000	경동나비엔. 콘덴싱 에너지절약형
전기히트펌프	냉방4.0KW.난방5.0KW	1	701,000	엘지전자. LTUW403SUI
전기히트펌프	냉방4.0KW.난방5.0KW	1	624,000	삼성전자. AC040IX1PBH1PP

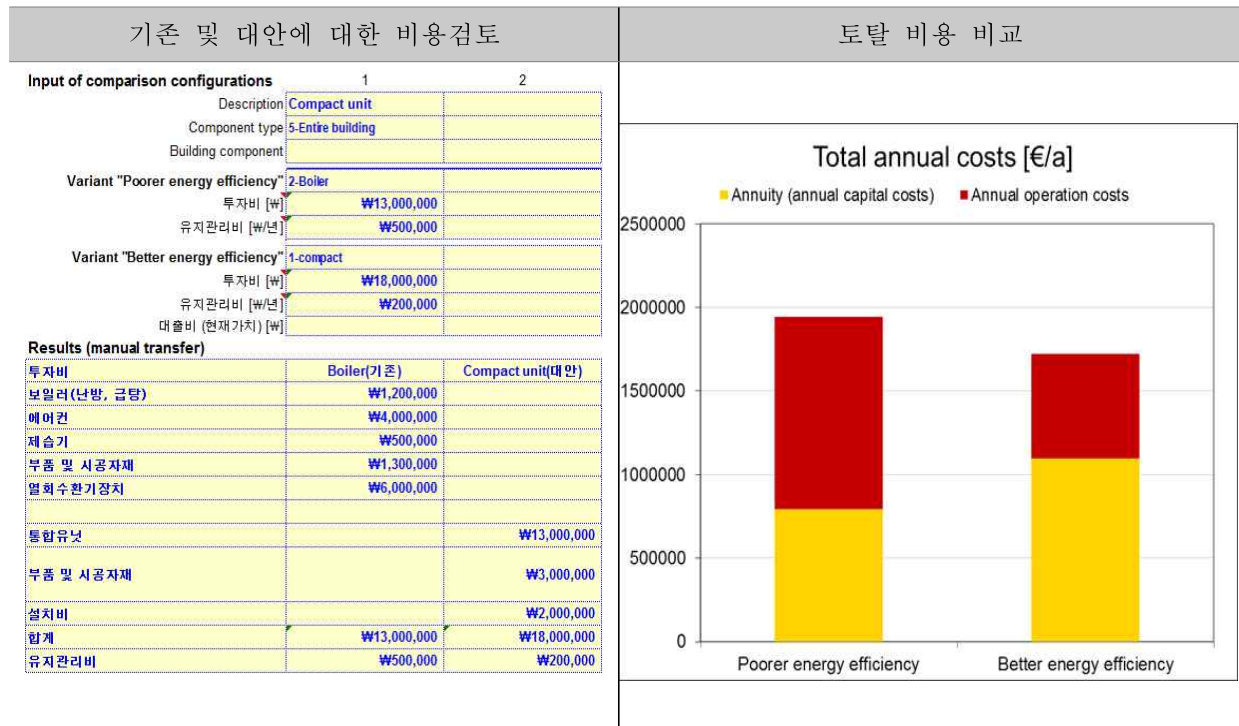
■ 모듈별 경제성 평가, LCC 평가

- 시설물의 초기투자, 운영, 유지관리 그리고 최종적으로 폐각되기까지 필요한 생애 주기 비용인 LCC 평가를 통하여 모듈별 경제성 평가를 하였으며, 현재 개발 되고 있는 컴팩트형 통합유닛시스템의 자재별 수명과 비용을 조사함.

자재금액 조사				유지보수비 조사				
구분	수량/단위	공사비	비 율	구분	수선주기(년)	수선율(%)	교체주기(년)	교체율(%)
히트펌프	1개	1,100,000	11.26%	히트펌프	5	-	15	100%
열회수장치	1개	3,000,000	34.90%	열회수장치	4	-	15	100%
실내외기 코일	1개	372,000	4.19%	실내외기 코일	6	-	15	100%
축열탱크	1개	1,600,000	18.01%	축열탱크	6	-	15	100%
순환펌프	1개	342,000	3.85%	순환펌프	4	-	15	100%
판형열교환기	1개	450,000	5.07%	판형열교환기	6	-	15	100%
평창탱크	1개	136,000	1.53%	평창탱크	6	-	15	100%
외각프레임	1식	562,000	6.33%	외각프레임	10	-	15	100%
케이싱 및 보온	1식	620,000	6.98%	케이싱 및 보온	10	-	15	100%
조립배관	1식	700,000	7.88%	조립배관	8	-	15	100%
공사비 합계		8,882,000	100%	평균 주기율		-	15	100%

▪ 통합시스템 경제성 평가

- 아파트 건물중 옥상 측면부에 위치한 세대를 대상으로 통합시스템에 대한 투자비 및 절감비를 평가하여 LCC경제성을 평가하였으며, 건물에 대한 에너지 분석과 기존 설비방식 적용대비 변경 설비상식적용 검토결과를 분석 및 최종 경제성분석을 함.



▪ 사업화를 위한 비용 산정 및 분석

- 최종 사업화를 위한 원가계산과 공급가 비용분석, 필터교환 및 펌프 수명등 유지관리에 필요한 비용을 조사함.

원가계산

구분	수량/단위	제작비용(원)	비율
히트펌프			
(압축기, 팽창밸브, 사방밸브, 체크밸브, 증발기, 응축기, 드라이어필터, PTC히터)	1개	1,100,000	12.3%
열회수장치			
(로타, 급배기휠, 필터)	1개	1,200,000	13.4%
보조 코일	1개	100,000	1.1%
축열탱크	1개	1,600,000	17.9%
순환펌프	3개	300,000	3.4%
판형 열교환기	1개	200,000	2.2%
팽창탱크	1개	140,000	1.6%
프레임 케이싱 및 보온	1식	1,500,000	16.8%
조립배관	1식	800,000	9.0%
제어장치	1식	2,000,000	22.3%
제작비 합계		8,940,000	100%

▪ 유지관리 비용

구분	보수주기(년)	보수율(%)	보수비(원)	교체주기(년)	교체율(%)
히트펌프	1	10	110,000	15	100%
열회수장치	1	10	120,000	15	100%
필터	1	-	100,000	-	100%
보조 코일	1	6	6,000	15	100%
추열탱크	1	6	96,000	15	100%
순환펌프	1	10	30,000	15	100%
판형 열교환기	1	6	12,000	15	100%
팽창탱크	1	6	8,400	15	100%
프레임 케이싱 및 보온	1	4	60,000	15	100%
조립배관	1	4	32,000	15	100%
제어장치	1	6	120,000	15	100%

▪ 세미나 및 홍보

- 제로에너지 주택용 설비 통합시스템 기술을 주제로 2019년 6월21일 건축사회관 1층 대강당에서 기술세미나를 개최하였으며, 패시브 주거건물을 위한 통합유니트, 열펌프 평가 방법 및 동향, 설비통합시스템 기술개발, 설비통합시스템 시험평가방법을 주제로 강의함.

기술세미나 공지문



2019 IPAZEB 기술세미나
주제 : 제로에너지 주택용 설비통합시스템 기술

2019 Passive Zero Energy Building Conference

한국건축환경설비학회와 부산연구수업 패시브제로에너지건축연구소에서는 IPAZEB 스타디움과 함께 제로에너지 주택용 설비통합시스템 기술이라는 주제로 기술세미나를 6월 21일(금) 건축사회관에서 진행합니다.

올해로 여덟 번째인 2019 IPAZEB 기술세미나는 Radiant Heat를 고도화 하고, 추가 열을 공급을 위한 히트펌프, 열회수장치, 보온, 에어컨 및 열교환기 모듈을 분석하고 개발한 뒤, 통합시스템 제어장치와 함께 집합적으로 집합형 설비 통합 시스템을 개발하고 있습니다. 이를 통해 냉기, 냉방, 난방, 공기의 개별적인 모듈을 하나의 제품으로 통합한 시스템을 개발 및 제작하고자 합니다.

또한 앞으로 국내 설비통합시스템 기술개발에 도움을 제공하고자 IPAZEB에서는 다양한 모듈이 조합된 설비 통합 시스템의 특성을 반영해 중요 모듈에 따른 성능 평가방법을 작성하고 통합된 시스템에 대한 평가방법을 제시하여 후속 개발할 유사 시스템에 대한 선도적인 기준을 세우려 합니다. 이에 여러분의 많은 참여와 관심을 부탁드립니다.

2019 IPAZEB 기술세미나 행사일정

C1. 공동주택에서의 통합유닛 적용
C2. 설비통합시스템 기술개발
C3. 설비통합시스템 시험평가방법
C4. 국내 히트펌프 시험평가방법

※ 세부 일정은 첨부된 PPT 자료 참고

□ 일시 및 장소
일시 : 2019년 6월 21일(금) 12:00 ~ 17:30
장소 : 건축사회관 1층 대강당, 서울시 서초구 영등포로 317

□ 등록 한도
참가비는 무료입니다.
* 6월 14일(수) 18:00까지 신청서 제출기간을 끝까지 작성해주셔야 합니다.

* 6월 21일 기술세미나 자료는 사전등록자에 한하여 배포됩니다. 사전등록을 저속의 주시기 바랍니다.

□ 신청서 제출 방법
1. 신청서 제출은 홈페이지에서 신청할 수 있습니다.
신청 링크 : www.ipazeb.org
문의 : 박재원 ipazeb@ipazeb.org / 전화: 070-4349-3621

신청서 바로가기

한국건축환경설비학회

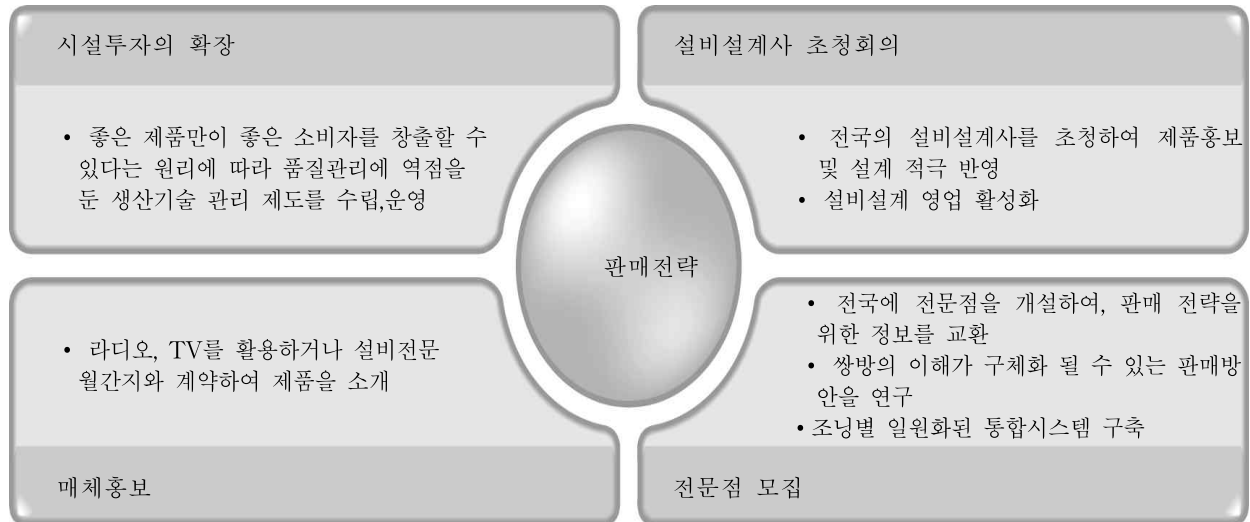
세미나 행사사진 및 참가자 명명부



2019 IPAZEB 기술세미나 참석자 명단

번호	이름	소속	연락처	이메일	비고
01	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	상동현
02	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
03	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
04	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
05	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
06	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
07	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
08	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
09	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
10	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
11	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
12	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
13	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
14	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
15	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
16	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
17	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
18	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
19	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
20	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
21	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
22	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
23	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
24	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
25	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
26	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
27	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
28	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
29	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
30	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
31	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
32	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
33	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
34	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
35	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
36	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
37	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
38	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
39	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
40	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
41	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
42	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
43	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
44	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
45	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
46	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
47	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
48	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
49	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	
50	김민준	한국건설기술연구원	010-4349-3621	kimminjun@kict.go.kr	

- 컨설팅을 통한 디자인 전략 및 사업화 계획 수립
 - 통합시스템의 국내외 시장규모와 전망, 제품경쟁력 수준 조사 및 제품의 판매 전략을 SWOT분석과 4P Mix전략을 통하여 분석하였고, 또한 연도별 판매계획을 조사함
 - 통합유닛 제품의 제작비용 절감을 위한 전략조사 및 외부컨설팅을 통한 기술자문을 시행하고, 히트펌프 유지관리 점검기준을 조사함.



구분	전 략	비 고
2019년	- 신제품의 지면광고 등 홍보에 주력 - 건축박람회 등 참여	준비단계
2020년	- 완성된 본 제품을 설치한 홍보관 개설 - 25-50평형 패시브하우스를 중심으로 시장개척 - 한국패시브건축협회 표준주택 적용 - 난방/급탕/환기/냉방 설비 통합시스템 공급가: 1500만원 예측 - 태양열 이용 난방/급탕/환기/냉방 설비 통합시스템 공급가:1800 만원 예측	초기 진입단계
2021년	- 시장 확장기를 위한 적극적 마케팅 : 전시회, 패시브/ 제로에너지 주택관련 세미나 참여 - 조달청 등록 추진 및 신기술,녹색기술 인증 - 실증 프로젝트에 따른 효율과 경제성에 대한 홍보 - 국내 표준주택과 단독주택 보급 - 해외진출을 위한 건설사/ 엔지니어링회사/ 종합상사와 전략적 제휴	성장기 단계
2022년	- 제품 이미지 제고 및 향상으로 매출 증대 - 패시브제로에너지 주택 보급화 과제와 연계하여 설치 - 기술 보완 및 해당 모듈 제품 성능향상 - 동남아, 중국등 아시아를 대상으로한 파일럿 프로젝트 추진	성장기 단계
2023년	- 기술의 안정화와 숙련도를 통해 시장 확대 강화	안정기 단계

	- 지속적인 전시회 및 세미나를 통해 적용 프로젝트 홍보 - 안정적 성장기속의 신모델 개발을 통해 기술수준 증대 - 해외 프로젝트 홍보 및 기관협의로 매출 확대 - 기업의 이미지 제고를 통한 사회적 기반 조성	
2024년	- 제로에너지주택 표준화 모델 마케팅 - 화석연료 제로 기반의 자립형 표준 모델 개발 (신재생에너지 이용확대 프로젝트 추진) - 제로에너지 주택 의무화와 연계한 세미나 및 전시회 참여 - 지속적인 A/S를 통한 유지보수 관리로 소비자의 호응도 증대	확장기 단계

▪ 2020년 공급가의 예측근거

1) 1500만원 예측근거

D-3-4. 사업화를 위한 비용 산정 및 분석의 1) 사업화비용 분석에 따른 원가계산 및 공급가 비용분석의 가)원가분석에서 설비통합시스템 (난방/급탕/환기/냉방)의 제작비용을 8,940,000원 제시하였음

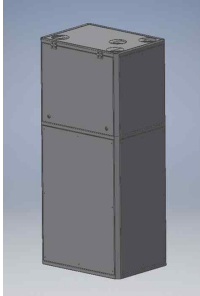
	내용	금액 (원)	비고
1	제작비용	8,940,000	
2	개발비용	2,682,000	제작비용 x 30%
3	마케팅비용 (홍보비포함)	894,000	제작비용 x 10%
4	마진	2,235,000	제작비용 x 25%
5	기타비용	249,000	제작비용 x 2.8%
	합계	15,000,000	

2) 1800만원 예측근거

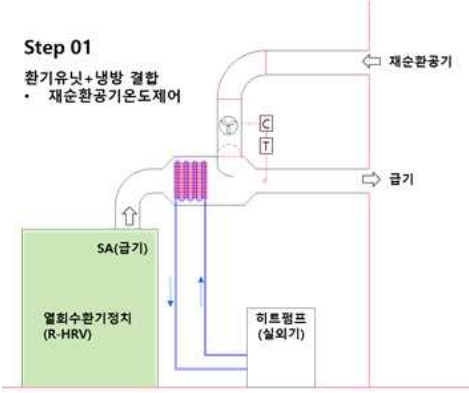
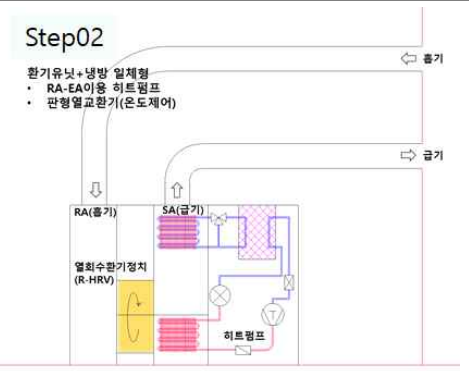
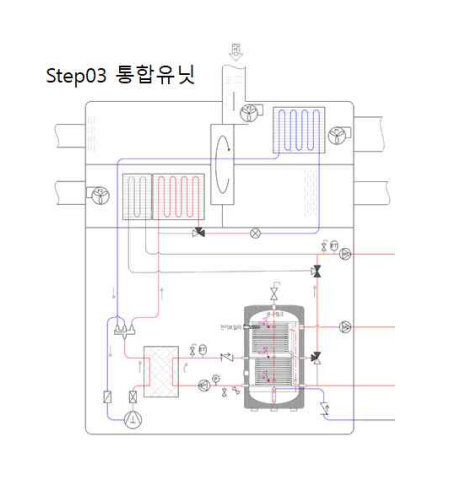
설비통합시스템 (난방/급탕/환기/냉방)의 제작비용 8,940,000원에서 추가로 태양열 집열기, 탱크 및 순환펌프금액이 추가됨

	내용	금액 (원)	비고
1	제작비용 (태양열집열기/소형탱크/순환 펌프 포함)	10,800,000	
2	개발비용	3,240,000	제작비용 x 30%
3	마케팅비용 (홍보비포함)	1,080,000	제작비용 x 10%
4	마진	2,700,000	제작비용 x 25%
5	기타비용	180,000	제작비용 x 1.7%
	합계	18,000,000	

2) 타제품과의 비교

업체/모델	(주)_스타즈스터링코리아	Systemair/ Combi unit Genius	Stiebel / Eltron304
형상			
예상가격	15,000,000원	18,000Euro/ 24,000,000원	25,000Euro/ 33,000,000원
크기mm (WxHxD)	870 x 1830 x 647	865 x 2070 x 750	1430 x 1850 x 750
시스템구성	환기유니트(로터리형),히트 펌프,축열탱크	환기유니트(로터리형),히트 펌프,축열탱크	환기유니트(판형),히트펌프, 축열탱크
장점	- 가격경쟁력이 있음 - 국내환경 대응에 적합한 에너지 절약형 장비 - 냉난방,환기 및 급탕, 바닥 난방이 가능 - 신속한AS및 비용절약	- 모듈 분리형으로 AS용이 - 많은 설치사례가 있어, 제품신뢰성 향상 - 급탕모듈은 냉난방 운전시에 동시운전이 가능함. - 성능 출력값을 위해 별도 외기도입이 가능함	- 모듈 분리형으로 AS용이 - 부하의 안전성확보가 우수하고,에너지성능계수(COP)가 높다 - 낮은 실외온도에서도 안전성있는 난방출력이 가능하다. - 히트펌프는 4단계운전으로 안정성 있다
단점	- 국내설치사례가 전무상태로, 제품의 신뢰성 저하	- 전량 수입품으로 유지보수시 가격 상승 및 기동성 결여 - 장비 높이가 커서 장비실높이에 제한을 받음.	- 장비의 크기가 커서 설치면적이 크다 - 전량 수입품으로 유지보수시 가격 상승 및 기동성 결여
초기투자 비용	100%	160%	220%
원산지	대한민국	독일	독일
비 고	- 컴팩트형 설비통합제품은 국내최초로 개발하였으며, 기존의 보일러,에어컨등 개별 제품을 한 개로 통합하여 에너지를 공급하는 제품으로, - 유럽산 제품과 비교하여 기술적인 우위에서 다소 떨어지나, 지속적인 개선을 통하여 장기적으로 기술력을 향상시켜, 안정적인 제품의 품질유지가 필요한 것으로 판단되며 - 가격경쟁력 및 유지관리비를 최적화하여 비용을 절감할수 있는 시스템입니다.		

▪ 시장 개척을 위한 단계별 사업화 전략

1단계	Step 01 환기유닛+냉방 결합 · 재순환공기온도제어 	- 초기 사업화 모델 (공동주택 실외기 결합 개별형) - 재순환 공기 이용방식으로 급기풍량증가로 인한 소음방지기술 - 온도센서 이용 재순환공기 팬 제어방식 - SA덕트 단열없이 냉방(제습 최적화)제공
2단계	Step02 환기유닛+냉방 일체형 · RA-EA이용 히트펌프 · 판형열교환기(온도제어) 	- 보급형 사업화 모델 (환기냉방일체형) - RA-EA이용 히트펌프 가동방식 - 판형열교환기 이용 급기냉방제어 - SA덕트 단열없이 냉방(제습 최적화)제공
3단계	Step03 통합유닛 	- 단계별 (1~3단계)로 시장을 확보한 후 최종 통합 유닛의 시장확대

연도별 판매계획

단위: 백만원

연 도 별		2020 년	2021 년	2022 년	2023 년	2024 년
난방/급탕/환기/ 냉방 통합	국내	15	75	150	450	1,000
	해외	-	-	75	150	300
냉방/난방/환기 통합 (추가 시제품)	국내	36	90	180	360	720
	해외	-	-	-	180	360
합 계		51	165	405	1,140	2,380

컨설팅을 통한 기술자문

기술자문 신청 내역

나의 상담신청 내역

[이덕수]님은 2019년 07월 17일 현재까지 총 1건의 기술상담이 등록되었습니다.

접수일자	2019-06-17 ~ 2019-07-17
처리상태	☐ 전체 ☐ 접수중 ☐ 자원중 ☐ 자원완료
공개유무	☐ 전체 ☐ 공개 ☐ 비공개
접수구분	구분
상담유형	대분류 중분류 소분류 선택

[검색](#)

Total: 1건

번호	접수구분	상담유형	상담번호	상담문의 제목	신청자	접수일	진행상태
1	올패이지	기계	51001899	BLDC 압...	이덕수	2019-07-16	지원완료

- 상담신청내용: BLDC압축기(인버터 압축기)의 드라이버(Driver) 개발관련 기술 지원상담
 - 압축기의 ON OFF제어가 아닌 외부조건(온도,습도등)의 신호를 받아 압축기의 운전조건이 설정값으로 운전되는 자동 제어문의

기술전문가 답변 내역

- 답변내용:
 - Driver PCB 개발 및 마이컴 프로그래밍이 가장 중요
 - 마이컴에 입력되는 데이터를 얻기 위하여 많은 시험을 통해야만 개발이 가능함.
 - 본 시험을 진행하기 위해서 필요한 장비는
 - ①풍동 시험실 ②온도조건별 Data를 확보할 수 있는 측정시스템
 - 국내 가전회사인 L회사의 경우 히트펌프 건조기 개발에 3년 정도 개발기간이 필요한 만큼 충분한 개발기간이 필요함. 건조기에 히트펌프가 적용되어 있고 역방향으로 동작 시키면 에어컨과 유사함.
 - 건조기 원리 등 웹사이트 공유
 - ①인버터 기술 ②건조기 원리에 대한 이미지 ③히트펌프 건조기의 원리
 - ④ 유튜브 동영상 (히트펌프)

[결 론]

- 국내의 대응전략을 위하여 해외 유사 시스템의 비용분석 및 공사비분석을 도출함.
- 모듈별 경제성 평가, LCC 평가를 실시하여 자재별 수명과 비용 산정을 도출함.
- 통합시스템 경제성평가를 위하여 건물에 대한 에너지 분석과 기존 설비방식 대비 변경 설비방식의 검토를 함.
- 사업화를 위한 비용 산정 및 분석을 통하여 원가계산 및 유지관리비용을 도출함.
- 세미나 및 홍보를 위하여 세미나 개최를 2019년 6월21일 함.
- 기술자문기관에 기술에 관한 자문을 받아 디자인 전략 및 사업화 계획을 수립함.

D-4. 설계 및 시공 가이드라인 작성

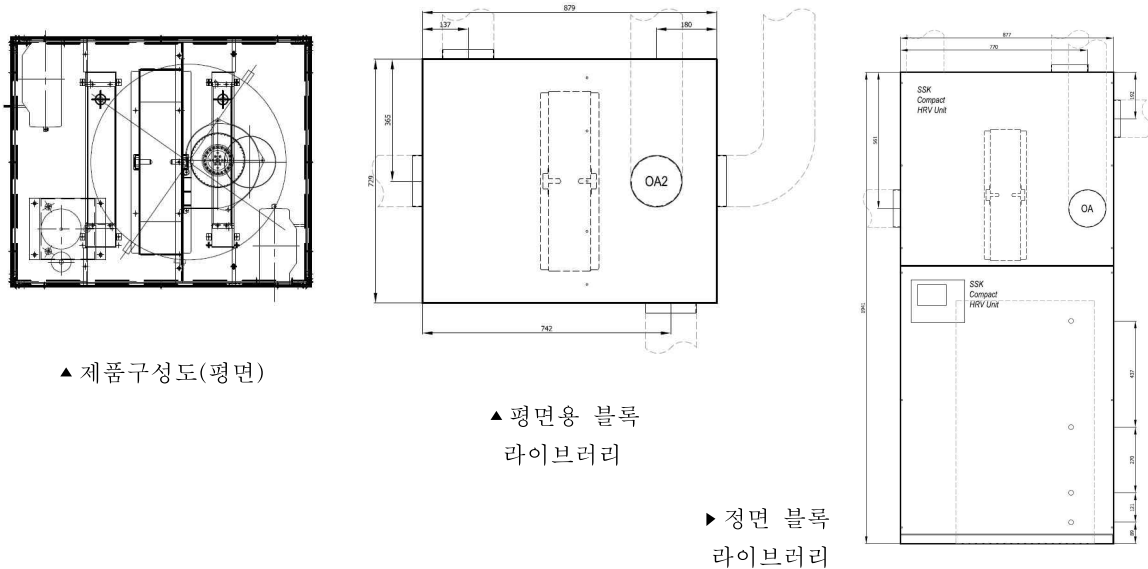
[연구 수행 내용]

- ① 시공비 절감을 위한 기술조사(시공방법 연구): 시공기술 조사
- ③ 설계/시공/유지관리 가이드라인 작성: 가이드라인 작성
- ④ 설계 도면지원 라이브러리 작성: 라이브러리 작성

3차년도
:가이드라인 1권
(중방자료908~
921페이지)

- 시공비 절감을 위한 기술조사(시공방법 연구)
 - 해외제품 4개사 (Stiebel eltron, Systemair Genis, Nilan Comact P, Drexel und weiss) 제품의 시스템 시공 및 설치기술과 급수/급탕 배관, SA덕트와 RA덕트 연결방식을 포함한 덕트 배관 연결 기술을 조사함.
- 설계/시공/유지관리 가이드라인 작성
 - 환기 및 풍량 계획, 설치공간 계획, TAB 계획을 포함한 설계가이드라인과 설치장소의 선정, 운반 및 배치, 수배관 및 덕트 배관 연결, 컨트롤러 연결 및 시운전을 포함한 시공 가이드라인, 그리고 설치자 설정기능, 필터 교체 및 청소, 수질관리 기준표, 에러코드 및 대응방법, PCB 에러 표시방법을 포함한 유지관리 가이드라인을 조사함
- 설계 도면지원 라이브러리 작성
 - 평면용 제품구성도, 좌측면/정면 및 우측면/후면 블록이 포함된 라이브러리 및 시제품의 제어유닛/ 디스플레이 구성과 제어 유닛 케이스 제작과 제어알고리즘이 표시되는 라이브러리를 작성함.

설계도면 지원 라이브러리 작성



[결 론]

- 시공비 절감을 위하여 해외제품 4개사의 시스템 시공 및 설치기술 자료를 조사함.
- 설계/시공/유지관리 가이드라인 작성을 위하여 각 가이드라인별 중요 요소 필요 항목을 도출함.
- 설계 도면지원 라이브러리 작성을 위하여 구성도 및 제어 알고리즘 항목을 도출함.

2-3. 연구수행의 개발성과

가. 국내외 논문 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호

나. 국내 및 국제학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국생태건축학회 2018년도 춘계학술발표대회	박성중	2018.05.25	한국과학기술회관	대한민국
2	한국건축친환경설비학 회2018년도 추계학술발표대회	유정연	2018.11.16	인천 인하대학교 60주년 기념관	대한민국

다. 지식재산권

(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원				등록				기 여 율
			출원 인	출원 일	출원 번호	등록 번호*	등록 인	등록 일	등록 번호	등록번 호*	
1	공 기 조 화 장 치 (특허)	공 기 조 화 장치	김 황 호	2018 05-29	10-201 8-0060 847		김 황 호	2018 -12- 11	10-192 9734		
2	환기 가능한 온 도조절장치 및 그 제어방법		김 황 호 박성 중	2019- 06-10	10-201 9-0067 756						
3	공 기 조 화 장 치 및 그 제어방법		박성 중	2019- 06-10	10-201 9-0067 759						

라. 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

마. 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

바. 기술 거래(이전) 등

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

사. 사업화 투자 실적

번호	연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격

아. 사업화 현황

번호	사업화 방식	사업화 형태	지 역	사업화 명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내	국외		

자. 표준화

번호	수행 기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련 번호	제출(채택) 일	국가

차. 기술요약정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호

카. 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

타. 기타

- 포럼 발표 1건

- ① 한국그린빌딩협의회 월레포럼 2017년 5월 19일, 현대 힐스테이트 전시관 1층
“제로에너지하우스 최적화 R-HRV 통합 설비 시스템 기술개발, 김황호”
“패시브&제로에너지 건축용 통합유닛시스템 이해 및 세계 기술 동향, 박성중

- 세미나발표 1건

- “2019 IPAZEB 기술세미나 : 설비통합시스템 기술개발, 김황호
설비통합시스템 시험평가방법 , 박성중 ”

- 전문지 기고 3건

- ① 냉난방공조 신재생에너지 전문저널 KHARN 제21호
“ZEB용 냉난방급탕환기 통합유닛 개발 추진, 박성중”
- ② Rotor-HRV 통합시스템 기술과 건물에너지
(한국그린빌딩협의회 기고, Journal of th KGBC, Vol18, No 4)
- ③ 냉난방공조 신재생에너지 전문저널 KHARN 2019년 7월 제46호
“제8회 IPAZEB 기술세미나 냉난방, 환기, 제습 ‘한번에’
통합설비 유닛 개발 현황 공유“

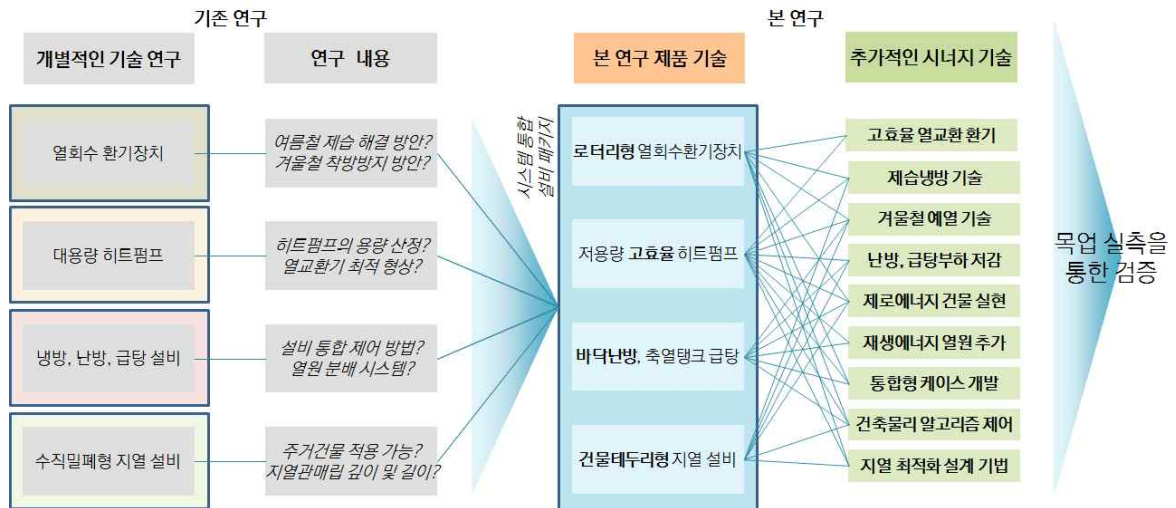
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 최종성과 목표 및 내용

구 분	내 용
최종 목표	본 연구 과제의 최종 목표는 기존에 보유하고 있는 Rotor형 HRV 기술을 고도화 하여, 국내 신축되는 제로에너지주택의 부하에 최적화된 컴팩트형 설비 통합 시스템 개발하는 것임
세부 목표	▪ 핵심성과 1. 핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비 통합 시스템개발 주관기관인 (주)스타즈스터링코리아가 보유하고 있는 Rotor형 HRV를 고도화 하고, 추가 열원 공급을 위해 히트펌프 모듈, 축열탱크 모듈, 예열/냉방 열교환기 모듈을 분석하고 개발한 뒤 이를 총괄하는 통합시스템 제어장치를 개발, 최종적으로 컴팩트형 설비 통합 시스템 개발하려고 함 이를 통해, 환기, 냉방, 난방, 급탕을 위한 개별적인 모듈을 하나의 제품으로 통합한 시스템을 개발 및 제작하고자 함 (시제품 수준) ▪ 핵심성과 2. 국내 환경 대응 에너지 절약형 제어방식 개발 해외 유사 제품의 알고리즘 분석 및 평가를 통해 통합유닛 시스템에 대한 단계별 알고리즘 설계 추진 (난방운전, 급탕운전, 냉방운전, 환기운전 및 바이패스 운전 등)압축기 제습운전 후 재열 시스템 성능 향상을 위해 기어모터 회전수 제어를 통한 재열 성능 분석 및 평가 최대 부하 대응을 위한 추가 팬 (OA)의 풍량 조정 성능 분석 및 시험 진행 각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출 ▪ 핵심성과 3. 컴팩트형 설비 통합 시스템 신뢰성 확보 및 검증 다양한 모듈이 조합된 설비 통합 시스템의 특성을 반영해 중요 모듈에 따른 성능 평가 방법을 작성하고, 통합된 시스템에 대한 평가방법을 제시하여 후속 개발될 유사 시스템에 대한 선도적 기준을 세우려 함. 통합유닛 평가방법은 학회 단체 표준을 통해 신뢰성을 확보하려고 함 컴팩트형 설비 통합시스템은 Mock-up을 통해 시험 및 평가를 진행하여 해당되는 성능을 검토 하고자 함 ▪ 핵심성과 4. 사업화 방안 컴팩트형 설비 통합 시스템을 설치할 수 있는 설치실의 조건과 환경을 검토하고, 기존 건축기술과 연계한 시공방법 및 관련 부품을 연구하고자 함 사업화를 위한 디자인 컨설팅과 세미나 등 홍보 진행 설계/시공/유지관리 가이드라인 작성으로 사업화 진행 준비 향후 컴팩트 설비 통합 시스템의 녹색기술 인증을 추진하고, 경제성 평가를 통한 사업화 전략을 수립하여 연구 개발 종료 후 개발된 제품을 확산 보급하려고 함

3-2. 연구개발의 창의성 · 혁신성 등

- 선행연구들의 보완 사항들을 본 설비 패키지 제품에서 발생하는 시너지 효과로 인해 창의적으로 해결할 수 있음
- 기존 시뮬레이션, 실험 위주의 연구를 벗어나 목업을 통한 실측 검증 실시



기존 유사연구와 본 연구의 차별화 방안

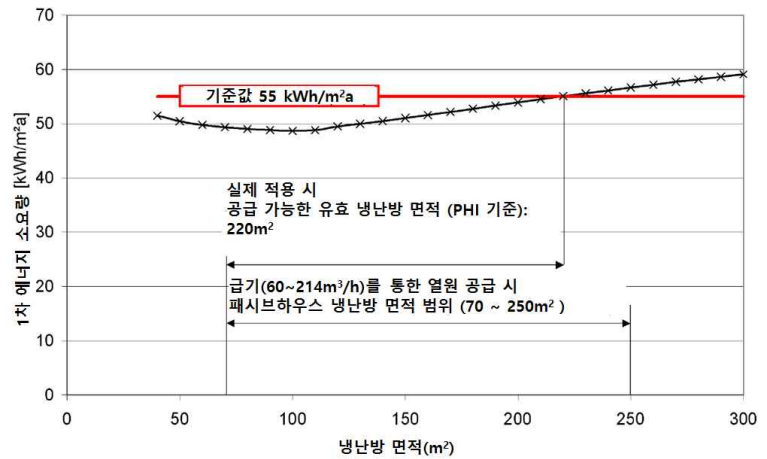
- 본 통합 설비 시스템 연구의 차별화 및 특징

제로에너지 건물용 설비 시스템 통합 패키지 제품		
실내 환기	제습 방식	환기장치의 0A측 증발기를 통해 1차 냉각제습 후 열교환소자를 통한 2차 제습으로 제습효율 향상
	예열 방식	환기장치 0A측의 공기열 히트펌프를 통해 겨울철 예열
난방 급탕	난방 방식	여름철, 히트펌프를 통해 외기 냉각제습 후 실내 유입
	난방, 급탕 방식	지열 및 태양열을 축열탱크에 저장 후 순환하여 이용 (옵션)
열원	히트펌프 운전	4방밸브를 적용하여 난방 제어에 따라 펌프 순환
	설치 유형	제로에너지 공동 주택을 위한 실외기실 설치형
	부하 계산	ISO 13790에 따른 부하계산
설비패키지	열원 종류	공기열을 기본으로 하며 태양열 추가 가능
	제어 방식	온·습도, 엔탈피에 따른 건축물리적 알고리즘 제어
패키지 제품	패키지 제어	온·습도, 엔탈피에 따른 건축물리적 알고리즘 제어
	패키지 제품	패키지 제품의 케이스 단열 및 기밀 기준 유의

가) 1차에너지 55kWh/m²a 미만 컴팩트형 설비 통합 시스템

- 1차에너지소요량 55kWh/m²a 미만의 냉난방면적 70m²~220m² 제로에너지 주택 최적화 기술

COP21 국내 CO₂ 저감 건물 효율화 기술로 1차에너지 소요량 (PE) 55kWh/m²a 미만이며, 제로에너지주택의 열원을 신재생 에너지로 자립화하는 방식임.

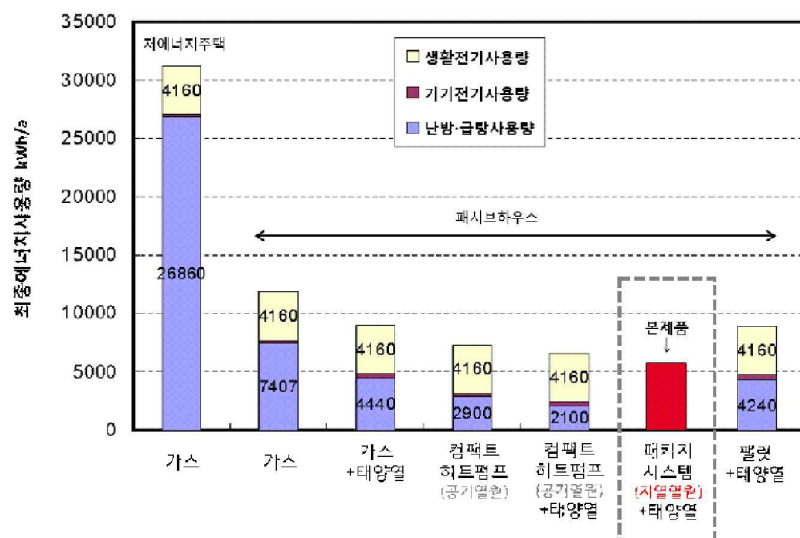


PHI 기준 패시브하우스 통합형 설비 시스템 용량 기준

- 본 기술 핵심은 SPF(seasonal performance factor) 성능과 난방 급탕 열원 공급시, 대기 운전시 시험 평가를 통해 기준 1차에너지 총량 (55kWh/m²a 미만)을 패시브하우스 성능으로 최적화 함.

- 컴팩트형 설비 통합으로 경제성 향상

저에너지 주택과 패시브하우스의 에너지사용량 비교
(5인 거주 200m² 기준)

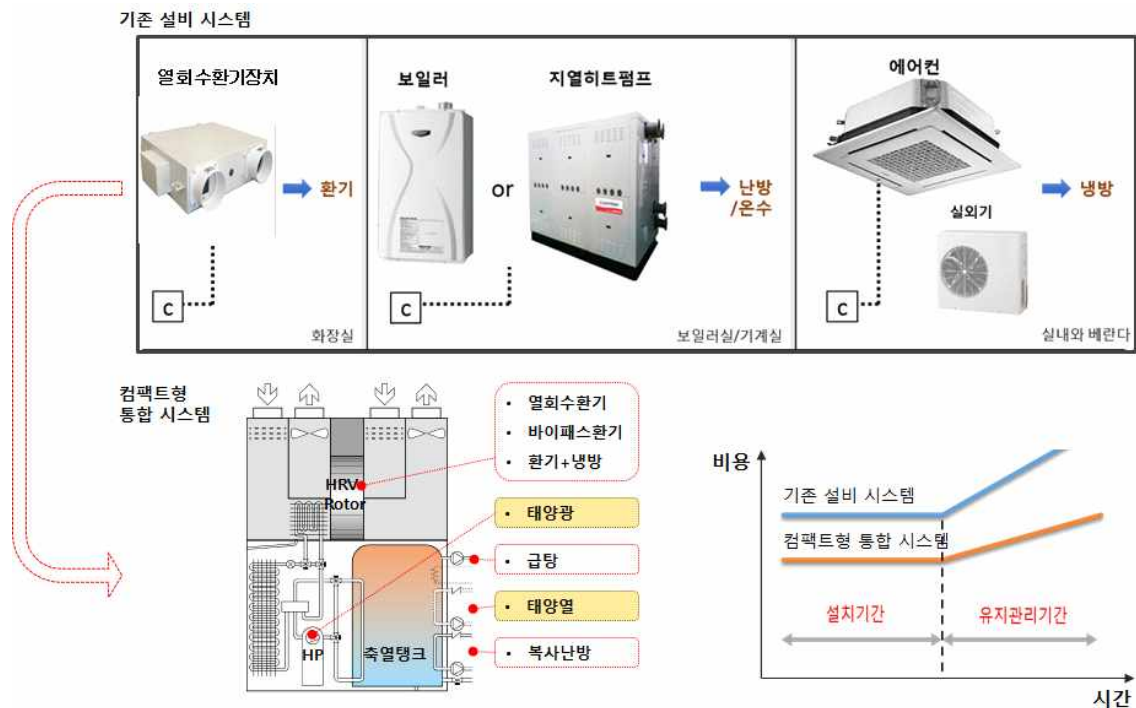


<자료출처: Vergleich Endenergie, Autor: Prof. Dr. Harald Krause, Haustechnik im Passivhaus, 2011>

- 본 기술은 설비 통합형 기술로 신재생에너지를 활용하여 경제성을 향상시킴

나) 콤팩트형 설비 통합 시스템

- 콤팩트화를 통한 최적화 기술
 - 기존에 환기, 급탕, 난방, 냉방시스템이 각각의 공정과 시스템으로 설치되어 설치비와 공사비 그리고 유지관리의 부담이 증가하나 본 콤팩트형 설비통합시스템은 1개의 제품으로 모든 설비를 통합화 함
 - 각각의 제어컨트롤이 필요하나 본 기술을 통해 한 개의 제어 컨트롤로 실내 쾌적성 유지 가능함.
 - 국내 환경을 고려하여 복사바닥난방과 급기 냉방을 적용하여 실내 쾌적한 환경제공

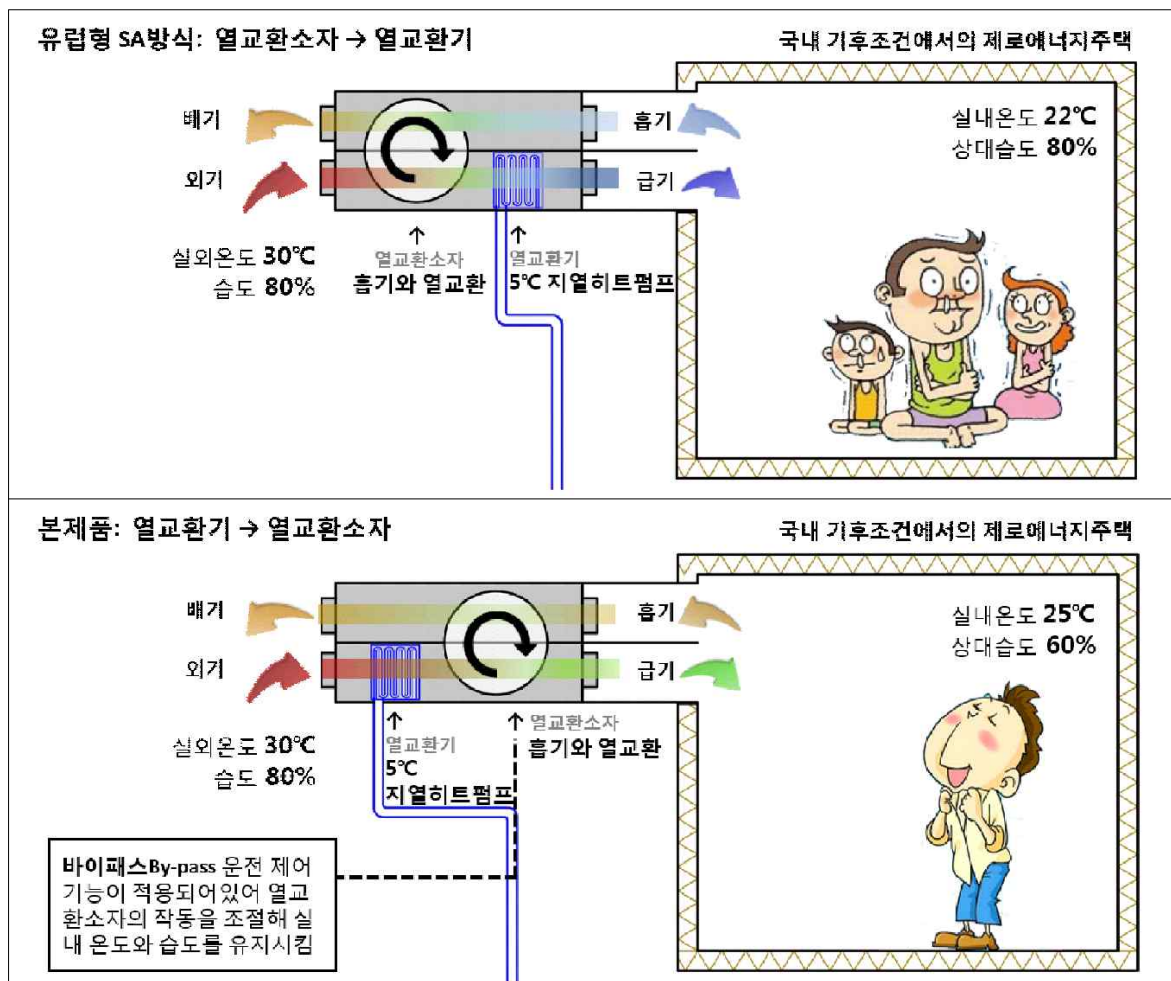


컴팩트형 설비 통합시스템 기능 및 경제성

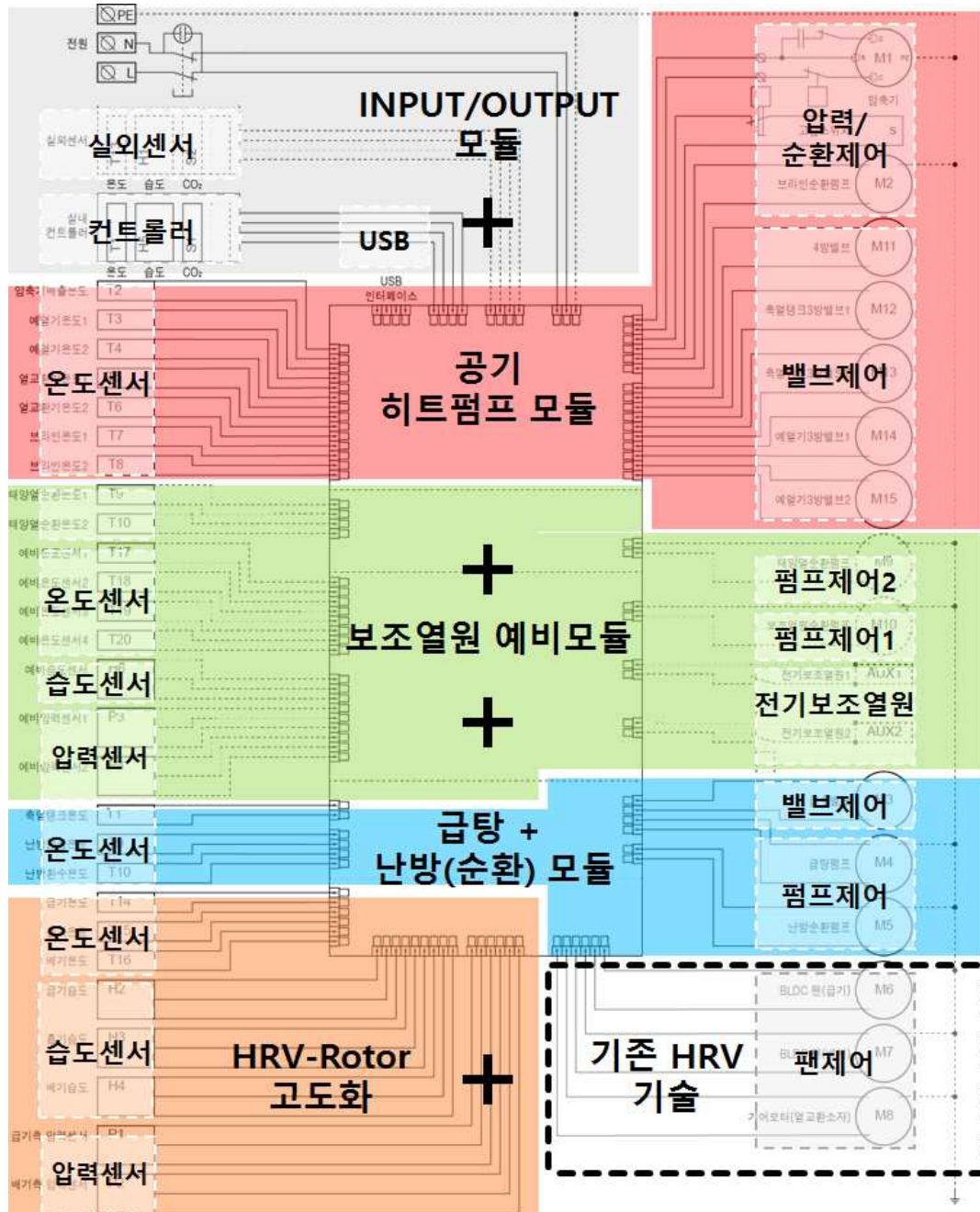
- 제로에너지 주택 부하 최적화 대응 기술
 - 기존 시스템은 패시브하우스, 제로에너지 주택의 성능을 고려하지 않아, 과부하 방식으로 적용됨. 본 기술개발은 부하 최적화로 에너지 절약적인 운전과 초기 투자비 최소화
 - 급기 냉방을 통한 실내 쾌적성(CO₂, 실내 공기질) 확보가 가능하며, 환기장치를 활용한 급기 방식으로 실내 전체 쾌적한 환경제공 가능
 - 태양열/태양광 시스템과 결합하여 화석연료 없이 건물의 자립이 가능한 CO₂ 저감 기술임
 - 제어의 최적화로 소형 지열 히트펌프의 효율적 운전이 가능하도록 개발하여 유지관리를 최소화함
 - 수평형 지열원을 활용한 히트펌프 COP 성능 향상 기술

다) 급기 냉방 시스템

- ‘냉방 열교환기 → 열교환소자’ 순서의 방식으로 실내측 맞춤 열원공급
 - 유럽은 잠열 부하가 크지 않고, 여름철 일사가 많아 급기(SA)에 냉방 측 배관이 열결됨. 이 경우 국내 제로에너지 주택은 장마로 인한 현열량 감소와 잠열 부하 증가로 문제가(실내온도저하, 상대습도증가) 발생됨
 - 본 제품은 OA측 냉방 배관을 연결하여 제습을 최대화 한 후 열회수를 통해 실내 공급 온도를 유지하는 방법임
- 열교환소자 구동시 인버터 기어모터를 활용한 운전 제어 기능으로 패시브하우스에 적합한 온·습도 조절가능
 - 패시브하우스, 제로에너지주택의 경우 단열성능과 외부차양장치 적용으로 여름철 외부열 획득이 적음
 - 환기장치를 통해 시원한 공기가 들어왔을 때 실내가 쉽게 차가워지므로 열교환소자의 세기조절을 통해 온·습도 조절 가능



라) 통합설비 모듈화 및 제어 기술

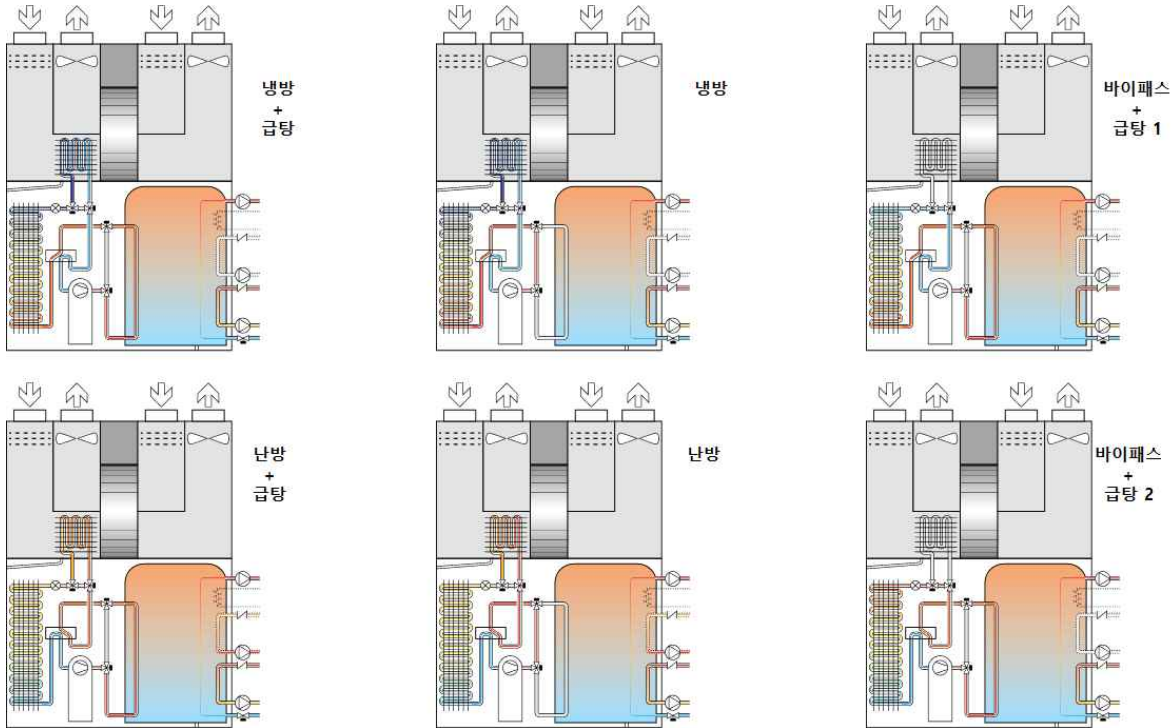


컴팩트 설비 통합 제어 다이어그램

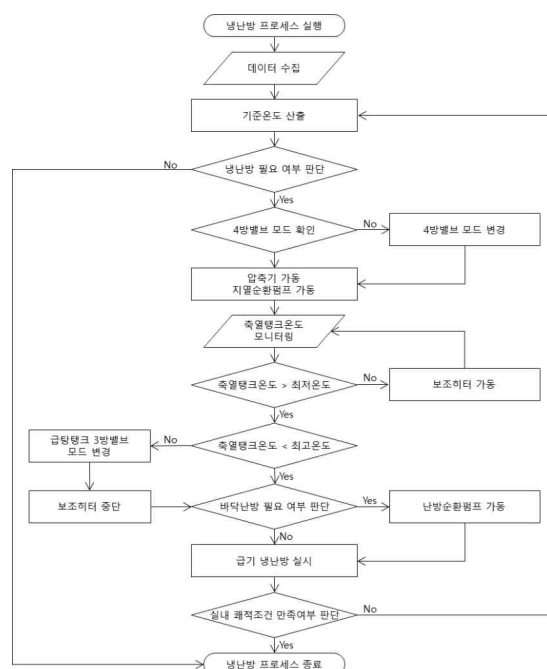
- 모듈화 제어
 - 기존 HRV 팬 제어 기술에 온·습도센서, 압력센서를 추가하여 HRV Rotor 고도화 + 모듈 제어
 - 공기형 히트펌프 모듈 제어
 - 태양광 급탕을 이용한 보조열원 모듈 제어
 - 전기히터 또는 기존 보일러를 이용하는 보조 열원 모듈 제어
 - 축열탱크, 급탕 및 난방순환 모듈 제어

마) 사용패턴별 프로세스 및 제어

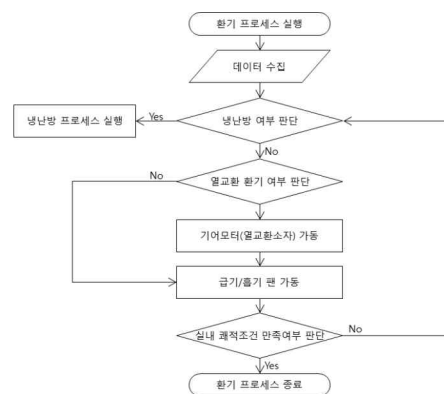
- 사용 패턴별 제어방법 분류 (난방기간, 냉방기간, 중간기간 운전 방법)



- 사용 패턴별 제어 프로세스



<냉 난방 제어 프로세스 순서도>



<환기 제어 프로세스 순서도>

3-3. 최종성과 목표 달성도 및 자체평가

(1) 연차별 연구개발 성과 및 평가방법

[1차년도]

핵심성과	단위성과	성과점검기준							양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치		
A 핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비통합 시스템 개발	A-1 R-HRV 고도화	① PHI인증 제품 자료 조사 및 분석	인증제품 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	시작품 1건 시험성적서 1건	
		② 필터 부품화 적용 개발	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	0.8		
		③ 기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구	침기율 5% 미만	100%	시험 여부	연차 보고서	1.7		
		④ 로터리형 회전수 조절 시험에 따른 열효율 최적화 연구	회전수에 따른 효율 최적화	100%	시험 여부	시험 성적서	1.7		
		⑤ 온습도 센서 및 압력센서 적용 환기유닛개발	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	2.5		
	A-2 히트펌프 모듈개발	① 4방밸브 제품 자료조사 및 성능 평가	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		② 증발기, 응축기 자료조사 및 성능 분석	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		③ 부하대응 히트펌프 자료조사 및 비교분석	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		④ 통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출	최적모듈 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	-	
	A-3 축열탱크 모듈개발	① 축열 탱크 용량 및 저장 열 손실량 자료조사 및 성능 분석	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		② 국내외 제품의 기술조사 및 성능 검토	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		③ 통합시스템에 적합한 최적화 축열탱크 모듈 도출	최적모듈 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	-	
	A-4 예열/재열 열교환기 모듈개발	① (수/공기)열교환기 제품 자료 조사 및 분석	사례조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-	
		② 재정압취득 방안 연구	최적안 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	-	
	A-7	① 컴팩트형 설비 통합 시스템	시작품	100%	설계	연차	0.8	-	

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수	
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치		
	컴팩트형 설비 통합 시스템 개발		시작품 설계	설계		여부	보고서		시작품 1건
		②	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 제작	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	0.8	
B 국내 환경대응 에너지 절약형 제어방식 개발	B-1 제로에너 지 주거건물 부하분석	①	제로에너지주거거부하 (환기,냉방,난방,급탕,제습)계산및분석: 패시브표준주택, 제로에너지아파트	제로에너지 주거 부하계산 10건	100%	조사 여부	연차 보고서	1.7	분석보고 서 1건
		②	기후 데이터에 따른 최대 냉난방 부하 분석	지역별 부하량 평가 20건	100%	평가 여부	연차 보고서	0.8	
		③	해외 유사제품의 부하 조사 및 분석	부하 조사	100%	조사 여부	연차 보고서	1.7	
	B-2 부하대응 필요열원 검토 및 분석	①	필요 풍량 (환기량, 추가외기 도입량) 분석	최적 용량도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	분석보고 서 1건
		②	히트펌프 필요 용량 연구	최적 용량도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
		③	축열탱크 필요 용량 연구	최적 용량도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
		④	열교환기 필요 용량 연구	최적 용량도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
		⑤	추가열원 필요 용량 연구	최적 용량도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
	B-3 유사시스 템 제어방식 연구 조사	①	해외 통합 시스템 조사 및 분석	해외 시스템 조사 5건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-
C 컴팩트형 설비통합 시스템 신뢰성 확보 및 검증	C-1 모듈별 성능 평가 방법 구축	①	히트펌프 성능평가항목 도출	성능평가 항목 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	-
		③	축열탱크 성능평가 항목 도 출	성능평가 항목 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
		⑤	열교환기 성능평가 항목 도 출	성능평가 항목 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.8	
	C-2 컴팩트형 설비통합	①	독일 PHI 통합 시스템 평가 방법 조사 및 분석	평가기준 및 사례분석	100%	분석 여부	연차 보고서	0.8	-

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
	시스템 시험측정 및 평가	② 시험 평가 방법 드래프트 작성	시험평가 방법작성	100%	작성 여부	평가 방법	0.8	평가방법 (안) 1건
D 사업화 방안	D-1 통합시스 템 적용 환경분석	① 통합시스템 설치실 조건 검토(크기, 온습도, 법적요구사항)	조건 검토	100%	검토 여부	연차 보고서	0.8	-
		② 해외 설치실 조건 검토	조건 검토	100%	검토 여부	연차 보고서	0.8	-
	D-2 시공 및 설치방안 검토	① 해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사	사례조사 3건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-
		② 난방분배기, 급탕연결, 덕트 시스템 등 연동방안 연구	사례조사 3건	100%	조사 여부	연차 보고서	0.8	-
	계						33.3	시작품 2건 시험성적 서 1건 평가방법 1건 분석보고 서 2건

[2차년도]

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
A 핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비통합 시스템 개발	A-2 히트펌프 모듈개발	⑤ 히트펌프 모듈 연결방식 및 부품 개발(제어포함)	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	1.5	시작품 1건
	A-3 축열탱크 모듈개발	④ 축열탱크 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어, 펌프포함)	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	1.5	시작품 1건
	A-4 예열/재열 열교환기 모듈개발	③ 열교환기 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어포함)	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	1.5	시작품 1건
	A-5	① 보조 전기열원 모듈 연결 및	시제품	100%	제작	시제품	0.7	시제품

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
	보조열원 모듈분석	제어 방식, 부품 개발	제작		여부			1건
	A-6 통합시스 템 제어장치 개발	① 제어장치 사용자 환경 조사 및 적용 항목 도출	항목 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.7	-
		② 온습도, 압력센서와 결합한 팬제어 PCB 설계 및 제작	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	1.5	시작품 1건
		③ 추가 모듈 설치가 가능한 PCB설계 및 제작	시작품 제작	100%	제작 여부	시작품	1.5	
	A-7 컴팩트형 설비 통합 시스템개 발	③ 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 설계	시제품 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.5	-
		④ 컴팩트형 설비 통합 시스템 시제품 제작	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	1.5	시제품 1건 특허출원 1건
	B-4 냉방기간 제어 알고리즘 개발	① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	알고리즘 분석	100%	분석 여부	연차 보고서	0.7	제어알고 리즘 1건
		② 단계별 제어 알고리즘 설계	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.5	
		③ 열교환소자 회전수제어 재열 성능 분석 및 평가	성능 분석 및 평가	100%	분석 여부	연차 보고서	1.0	
B 국내 환경대응 에너지 절약형 제어방식 개발	B-5 난방기간 제어 알고리즘 개발	① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	알고리즘 분석	100%	분석 여부	연차 보고서	0.5	제어알고 리즘 1건
		② 단계별 제어 알고리즘 설계	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.5	
		③ 예열/재열 성능 분석 및 평 가	성능 분석 및 평가	100%	분석 여부	연차 보고서	0.7	
		④ 최대부하 대응 필요 풍량 조 정 성능 분석 및 시험	성능 분석 및 평가	100%	분석 여부	연차 보고서	1.0	
		⑤ 추가 열원 연계 알고리즘 설 계	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	0.5	
	B-6 중간기간 제어 알고리즘	① 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	알고리즘 분석	100%	분석 여부	연차 보고서	0.5	제어알고 리즘 1건
		② 단계별 제어 알고리즘 설계	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.5	

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
	개발	③ 엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.0	
	B-7 오작동대응 제어환경 구축	① 각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출	항목 도출	100%	도출 여부	연차 보고서	0.5	-
		② 오작동 대응 표기방법 및 대응방안 가이드 작성	대응가이드 작성	100%	작성 여부	연차 보고서	0.5	매뉴얼 1건
C 컴팩트형 설비통합 시스템 신뢰성 확보 및 검증	C-1 모듈별 성능 평가 방법 구축	② 히트펌프 모듈 성능 분석 및 평가	모듈 성능 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	1.0	분석 보고서 1건
		④ 축열탱크 모듈 성능 분석 및 평가	모듈 성능 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	0.8	
		⑥ 열교환기 모듈 성능 분석 및 평가	모듈 성능 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	0.8	
	C-2 컴팩트형 설비통합 시스템 시험측정 및 평가	③ 시험평가방법 보완	시험 피드백	100%	시험 여부	연차 보고서	0.8	학술발표 1건
		④ 기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가	통합시스템 시험	100%	시험 여부	연차 보고서	1.5	
		⑤ 시제품의 신뢰성 평가	신뢰성 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	0.5	
D 사업화 방안	D-2 시공 및 설치방안 검토	③ 난방분배기 연결 부품개발 (시공성,설치공간 고려)	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	0.8	시제품 1건
		④ 덕트시스템 부품 개발 (시공성, 설치공간 고려)	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	0.8	
	D-3 경제성 평가 및 사업화 전략 수립	① 해외 유사 시스템 비용분석 및 평가	해외사례 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	0.7	-
		② 모듈별 경제성 평가, LCC 평가	모듈별 경제성 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	0.8	
		③ 통합 시스템 경제성 평가	통합시스템 경제성 평가	100%	평가 여부	연차 보고서	1.5	
	계							33.3

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
								출원 1건 학술발표 :1건 제어알고리즘: 3건 보고서: 1건 매뉴얼: 1건

[3차년도]

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
A 핵심제품 고도화 및 컴팩트형 설비통합 시스템 개발	A-2 히트펌프 모듈개발	⑥ 히트펌프 모듈 고도화(성능, 열원확보를 위한 추가 OA팬 제어)	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	1.7	시제품 2건 특허등록 1건
	A-3 축열탱크 모듈개발	⑤ 축열탱크 모듈 고도화(성능, 보조열원 하이브리드 운전방법)	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	1.7	
	A-4 예열/재열 열교환기 모듈개발	④ 열교환기 모듈 고도화(성능, 열량 밸런싱 운전)	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	0.8	
	A-6 통합시스 템 제어장치 개발	④ 제어디스플레이 디자인 고도화	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	1.3	
		⑤ 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합시스템 제어장치 고도화	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	1.7	
	A-7 컴팩트형 설비 통합 시스템개 발	⑤ 컴팩트형 설비 통합시스템 보완설계	시제품 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	1.3	
		⑥ 피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합시스템 고도화 제작	시제품 제작	100%	제작 여부	시제품	84 5.0	

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
B 국내 환경대응 에너지 절약형 제어방식 개발	B-8 제어고도 화	① 실증을 통한 현장시험 및 평가	시험 및 평가 실시	100%	실시 여부	연차 보고서	1.8	특허출원 1건
		② 각 기간별 제어방식 알고리즘 보완	알고리즘 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	2.2	알고리즘 1건 특허출원 1건
		③ 데이터 모니터링 개발	모니터링 설계	100%	설계 여부	연차 보고서	0.8	-
	B-9 컴팩트형 설비 통합 시스템 설계용 부하계산 S/W개발	① 주거형 건물 부하계산 시 뮬레이션 소프트웨어 개발	소프트 웨어 개발	100%	개발 여부	S/W	2.2	SW 1건
		② 프로그램 매뉴얼 작성	매뉴얼 작성	100%	작성 여부	매뉴 얼	1.3	매뉴얼 1건
C 컴팩트형 설비통합 시스템 신뢰성 확보 및 검증	C-2 컴팩트형 설비통합 시스템 시험측정 및 평가	⑥ 컴팩트형 설비 통합시스 템 평가방법 작성	시험평 가 방법 작성	100%	작성 여부	연차 보고서	1.7	평가방법 1건
		⑦ 평가방법 기술자문 및 보 완	기술자 문 실시	100%	실시 여부	연차 보고서	1.7	-
		⑧ 컴팩트형 설비 통합시스템. 시험측정 및 평가	통합시 스템시 험	100%	시험 여부	연차 보고서	2.2	시험성적 서 1건 학술발표 1건
		⑩ 녹색인증 추진	인증 추진	100%	추진 여부	연차 보고서	0.8	-
D 사업화 방안	D-3 경제성 평가 및 사업화 전략 수립	④ 사업화를 위한 비용산정 및 분석	비용 산정 및 분석	100%	분석 여부	연차 보고서	0.7	-
		⑤ 세미나 홍보	세미나 개최	100%	개최 여부	연차 보고서	1.0	세미나 1건
		⑥ 컨설팅을 통한 디자인 전 략 및 사업화 계획수립	사업화 계획 수립	100%	수립 여부	보고서	1.7	컨설팅보 고서 1건
	D-4	① 시공비 절감을 위한 기술 조사(시공방법 연구)	시공 기술	100%	조사 여부	연차	0.7	-

핵심성과	단위성과	성과점검기준						양적 성과건수
		질적성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치	
	설계 및 시공 가이드라 인 작성	③ 설계/시공/유지관리 가이드 라인 작성	조사 가이드 라인 작성	100%	작성 여부	보고서 연차 보고서	0.7	가이드라 인 1건
		④ 설계 도면지원 라이브러리 작성	라이브 러리 작성	100%	작성 여부	연차 보고서	0.7	-
계								33.4
								시제품: 2건 알고리즘 : 1건 특허 : 출원2건 특허 : 등록 1건 S/W : 1건 매뉴얼 : 1건 평가방법: 1건 시험성적서 : 1건 세미나 : 1건 컨설팅 보고서: 1건 가이드라인 : 1건

(2) 정량적 연구개발 성과 목표 및 달성도

구분		목표	달성도(%)	비고
특허 출원	국내	2	200	특허출원 3
	국외			
	계	2	200	
특허 등록	국내	-	100	특허등록 1
	국외			
	계	-	100	
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문			
	연구시설·장비			
	기술요약정보			
	생명자원	생명정보		
		생물자원		
		신품종		
	소프트웨어		1	100
기타	화학물			
	시작품		6	100
	시제품		4	200
	시제품 5건			
	알고리즘(제어포함)		4	100
	분석보고서		3	100
	매뉴얼		2	100
	세미나		1	100
	평가방법		2	100
	시험성적서		1	200
	시험성적서 2건			
	잡지기고		-	300
				월간지KHARN 2건 Journal of th KGBC 1건
	학술발표		1	200
	2인 학술발표			
	포럼 발표		-	100
				한국그린빌딩협 의회 월례포럼

(3) 최종성과 목표에 대한 자체평가

성과목표		자체평가
A1-1	PHI인증 제품 자료 조사 및 분석	- 제품 5건에 대한 사례조사 완료
A1-2	필터 부품화 적용 개발	- 목표 (시작품 1건)를 초과하여, 3건의 필터 부품화 적용 시작품 제작
A1-3	기기 내부기밀과 외부기밀 성능 확보방안 연구	- 기밀 확보를 위한 아이디어 도출 및 분리층이 포함된 보온/기밀 일체형 신형 케이스 제작 완료
A1-4	로터리형 회전수 조절 시험에 따른 열효율 최적화 연구	- 회전수 제어 가능한 모터를 장착한 시작품 개발 및 성능평가 완료(시험성적서 1건 완료) - 최적 온습도 효율 회전수 도출
A1-5	온습도, 압력센서 적용 환기유닛개발	- 온습도 센서를 설치한 시작품 제작 완료 - 압력 센서 설치를 위한 이론적 연구 완료
A2-1	4방밸브 제품 자료조사 및 성능 평가	- 제품 5건에 대한 사례조사 및 분석 완료
A2-2	증발기, 응축기 자료조사 및 성능 분석	- 제품 5건에 대한 사례조사 및 분석 완료
A2-3	부하대응 히트펌프 자료조사 및 비교 분석	- 제품 5건에 대한 사례조사 및 분석 완료
A2-4	통합시스템에 적합한 최적화 히트펌프 모듈 도출	- 최적 모듈 도출 완료
A2-5	히트펌프 모듈 연결방식 및 부품 개발(제어포함)	- 부품 시작품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A2-6	히트펌프 모듈 고도화(성능, 열원확보를 위한 추가 OA팬 제어)	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A3-1	축열 탱크 용량 및 저장 열손실량 자료조사 및 성능 분석	- 상용화된 제품 조사 및 분석
A3-2	국내외제품의 기술조사 및 성능검토	- 상용화된 제품 조사 및 분석
A3-3	통합시스템에 적합한 최적화 축열탱	- 요구 성능, 비용 효율성 검토

성과목표		자체평가
	크 모듈 도출	
A3-4	축열탱크 모듈 연결방식 및 부품개발	- 부품 시작품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A3-5	축열탱크 모듈 고도화 (성능, 보조열원 하이브리드 운전방법)	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A4-1	열교환기 제품 자료조사 및 분석	- 제품 5건에 대한 사례조사 및 분석 완료
A4-2	재정압취득 방안 연구	- 재정압 취득을 위한 이론적 배경 분석 완료 - 정압손실 최소화를 위한 보온/기밀 일체형 케이스 제작 완료
A4-3	열교환기 모듈 연결방식 및 부품개발 (제어포함)	- 부품 시작품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A4-4	열교환기 모듈 고도화 (성능, 열량 밸런싱 운전)	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A5-1	보조 전기열원(보일러) 모듈연결 및 제어방식, 부품개발	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
A6-1	제어장치 사용자 환경 조사 및 적용 항목 도출	- 사용자 환경별 적용항목 도출 완료
A6-2	온습도, 압력센서와 결합한 팬제어 PCB 설계 및 제작	- 아두이노 데이터로거 시작품 1건 제작 완료 - 팬제어 PCB 설계 및 시작품 1건 제작 완료
A6-3	추가모듈 설치가 가능한 PCB 설계 및 제작	- 추가모듈용 PCB 설계 및 시작품 1건 제작 완료
A6-4	제어디스플레이 디자인 고도화	- 시제품 1건 제작완료
A6-5	피드백을 통한 컴팩트형 설비 통합 시스템 제어장치 고도화	- 디스플레이(터치패드) 시제품 1건 제작완료
A7-1	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계	- 운전 모드 단순화, 실제 운용을 위한 제반 부속류를 포함한 컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품 설계 완료
A7-2	컴팩트형 설비 통합 시스템 시작품	- 설계를 바탕으로 시작품 1건 제작 완료

성과목표		자체평가
	제작	- 난방수 60℃, 냉방수 15℃, 제습 및 환기 성능 측정 완료
A7-3	컴팩트형 설비통합시스템 시제품 설계	- 통합시스템 시제품 설계 완료
A7-4	컴팩트형 설비통합시스템 시제품 제작	- 통합시스템 시제품 1건 제작 완료 - 통합시스템 특허출원 1건 완료
A7-5	컴팩트형 설비 통합시스템 보완설계	- 통합시스템 시제품 설계 보완 완료 - 통합시스템 특허등록 1건 완료(성과목표 외 추가사항)
A7-6	피드백을 통한 컴팩트형 설비통합시스템 고도화 제작	- 통합시스템 시제품 1건 제작 완료
B1-1	제로에너지주거부하 (환기,냉방,난방,급탕,제습)계산 및 분석: 패시브표준주택, 제로에너지아파트	- 2020년 준공예정인 제로에너지 공동주택의 평면을 바탕으로 환기, 냉방, 난방, 급탕 제습 부하계산 및 분석 완료
B1-2	기후 데이터에 따른 최대 냉난방 부하분석	- 국내 20개 지역의 기후데이터를 바탕으로 최대 냉난방 부하 분석 완료
B1-3	해외 유사제품의 부하 조사 및 분석	- 해외 유사제품이 공급 가능한 부하 조사 및 분석 완료
B2-1	필요 풍량 (환기량, 추가외기도입량) 분석	- 이론조사를 바탕으로 컴팩트형 설비 통합 시스템용 필요 환기량 연구 완료
B2-2	히트펌프 필요 용량 연구	- 이론조사를 바탕으로 컴팩트형 설비 통합 시스템용 히트펌프 필요용량 연구 완료
B2-3	축열탱크 필요 용량 연구	- 이론조사를 바탕으로 컴팩트형 설비 통합 시스템용 축열탱크 필요용량 연구 완료
B2-4	열교환기 필요 용량 연구	- 이론조사를 바탕으로 컴팩트형 설비 통합 시스템용 열교환기 필요용량 연구 완료
B2-5	추가열원 필요 용량 연구	- 이론조사를 바탕으로 컴팩트형 설비 통합 시스템용 추가열원 필요용량 연구 완료

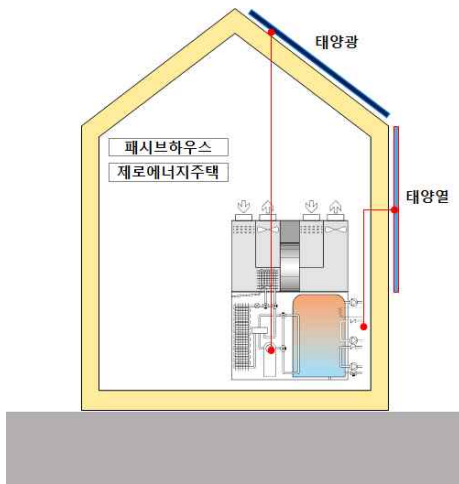
성과목표		자체평가
B3-1	해외 통합 시스템 조사 및 분석	- 문헌조사를 통해 해외 시스템의 허용 부하 조사 및 분석 완료
B4-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가완료
B4-2	단계별 제어 알고리즘 설계	- 단계별 제어 알고리즘 1건 설계 완료
B4-3	열교환 소자 회전수 제어 재열 성능 분석 및 평가	- 난방기간 열교환소자회전수 별 재열성능 평가 및 최적회전수 도출완료
B5-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가 완료
B5-2	단계별 제어 알고리즘 분석 및 평가	- 단계별 제어 알고리즘 분석 및 평가
B5-3	예열/재열 성능 분석 및 평가	- 난방기간 예열/ 재열 성능 분석 및 평가완료
B5-4	최대부하 대응 필요 풍량 조정 성능 분석 및 시험	- (기존) 난방기간 최대부하 평가 - (변경) 난방기간 최대부하 평가 수행 - 난방기간 최대부하는 3차년도 수행예정
B5-5	추가 열원 연계 알고리즘 설계	- 추가열원 연계 알고리즘 1건 설계 완료
B6-1	해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가	- 해외 유사제품의 알고리즘 분석 및 평가완료
B6-2	단계별 제어 알고리즘 설계	- 중간기 단계별 제어 알고리즘 1건 설계완료
B6-3	엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 설계	- 중간기 엔탈피 바이패스 제어 알고리즘 1건 설계완료
B7-1	각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출	- 각 기간별 제어 오작동 예측 및 항목 도출 완료
B7-2	오작동 대응 표기방법 및 대응방안 가이드 작성	- 오작동 대응 매뉴얼 1건 작성 완료
B8-1	실증을 통한 현장시험 및 평가	- 특허출원 1건(성과목표 외 추가사항)
B8-2	각 기간별 제어방식 알고리즘 보완	- 각 기간별 제어 알고리즘 1건 설계 보완 완료 - 특허출원 1건

성과목표		자체평가
B8-3	데이터 모니터링 개발	- 데이터 모니터링 개발
B9-1	주거형 건물 부하계산 시뮬레이션 소프트웨어 개발	- 주거건물 대상 냉난방 부하 계산용 소프트웨어 1건 개발
B9-2	프로그램 매뉴얼 작성	- 프로그램의 매뉴얼 1건 작성완료
C1-1	히트펌프 성능평가 항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석을 통해 성능평가 항목 도출
C1-2	히트펌프 모듈 성능 분석 및 평가	- 분석보고서 작성 완료
C1-3	축열탱크 성능평가 항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석을 통해 성능평가 항목 도출
C1-4	축열탱크 모듈 성능 분석 및 평가	- 분석보고서 작성 완료
C1-5	열교환기 성능평가 항목 도출	- 문헌조사 및 자료 분석을 통해 성능평가 항목 도출
C2-1	PHI 통합 시스템 평가 방법 조사 및 분석	- 문헌조사 및 자료 분석 완료
C2-2	시험 평가 방법 드래프트 작성	- 문헌조사 및 자료 분석 완료 - 평가 기준 및 환기장치용 시험 절차 및 방법 초안 작성 완료
C2-3	시험평가방법 보완	- 평가방법 보완완료 - 학술발표 1건
C2-4	기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가	- 냉방/난방기간별 통합시스템 성능 분석 및 평가 완료
C2-5	시제품의 신뢰성 평가	- 시제품 신뢰성 평가 완료
C2-6	컴팩트형 설비 통합시스템 평가방법 작성	- 평가방법 작성완료
C2-7	평가방법 기술자문 및 보완	- 평가방법 기술자문 실시 및 보완완료
C2-8	컴팩트형 설비 통합시스템 시험측정 및 평가	- 통합시스템 시험 후 시험성적서 1건 완료 - 학술발표 1건 (성과목표 외 추가사항)
C2-	녹색인증 추진	- 추후 녹색인증의 취득을 위한 기술 검토완료

성과목표		자체평가
10		
D1-1	통합시스템 설치실 조건 검토(크기, 온습도, 법적요구사항)	- 현장조사 및 실제 시공사 면담 - 문헌조사 및 자료 분석
D1-2	해외 설치실 조건 검토	- 문헌조사 및 자료 분석
D2-1	해외 유사 시스템 시공 및 설치 방안 조사	- 문헌조사 및 자료 분석
D2-2	난방분배기, 급탕연결, 덕트시스템 등 연동방안 연구	- 문헌조사 및 자료 분석
D2-3	난방분배기 연결부품 개발	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
D2-4	덕트시스템 부품 개발	- 부품 시제품 1건 제작 및 통합시스템 적용 완료
D3-1	해외 유사 시스템 비용분석 및 평가	- 해외 유사 시스템 비용 분석 및 평가
D3-2	모듈별 경제성 평가, LCC 평가	- 통합시스템 모듈별 경제성 평가 기초자료 정리 완료
D3-3	통합 시스템 경제성 평가	- 기존 대비 경제성 평가 및 적정 가격 도출 완료
D3-4	사업화를 위한 비용산정 및 분석	- 사업화 비용 분석에 따른 원가 계산 및 공급가 비용 분석완료
D3-5	세미나 홍보	- 세미나 1건 완료
D3-6	컨설팅을 통한 디자인 전략 및 사업화 계획수립	- 컨설팅 보고서 1건 완료
D4-1	시공비 절감을 위한 기술조사(시공 방법 연구)	- 기술 조사 완료
D4-3	설계/시공/유지관리 가이드라인 작성	- 가이드라인 1건 작성
D4-4	설계 도면지원 라이브러리 작성	- 전문 건축설계사에 의한 설계용 도면 지원 라이브러리 작성완료

4. 연구개발성과의 활용계획 등

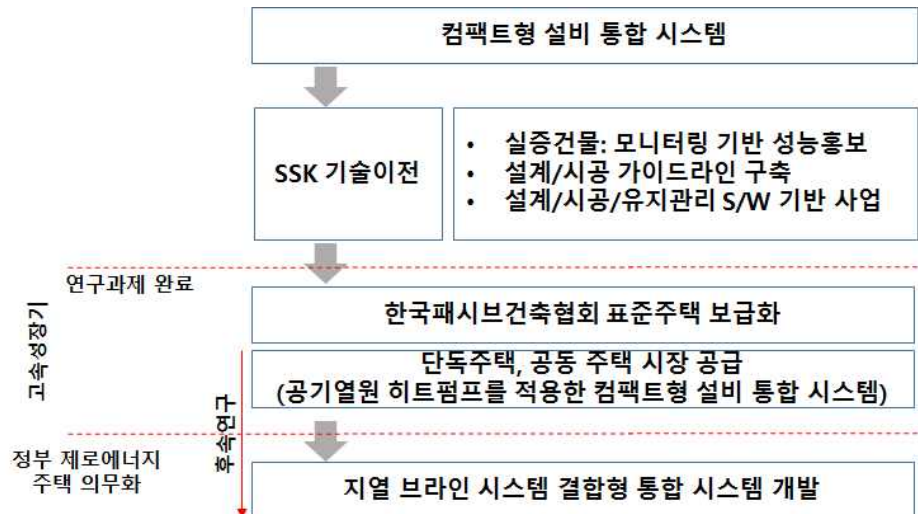
4-1. 연구개발성과의 활용방안



○ 패시브하우스, 제로에너지주택 최적화 시스템

- 국내 COP21 대응 전략으로 2025년 제로주택 의무화 사업 시 개발기술 연계를 통한 시장 보급화 잠재력이 높음
- 단독주택, 귀농주택, 전원주택등 한해 50,000채 정도의 시장 규모에서 현재 기술 개발 성공 적용할 수 있는 시장 확대가 큼
- 본 기술은 화석연료에 의존하던 기존 시스템에서 벗어나 신재생에너지로 에너지 자립형이 가능한 기술임
- 이를 통한 최적화 신재생에너지 시장이 활성화되며 부하 대응 기술 등 국내환경에 맞는 자립형 신재생 공급열원 모듈화 시장확대

- 기존에 문제시 되었던 여름철 냉방부하 (현열 및 잠열)에 대한 해결책을 제시해주며 실내 만족도와 주고환경의 쾌적성을 보장해주는 제로에너지 수준 유지 기술



○ 컴팩트형 설비 통합 시스템의 지속적 개발과 사업화 추진

- 시장에 보급 가능한 기술개발로 실증을 통해 제품의 성능 신뢰성 확보
- 초기 사업화 단계에서 부하가 안정적인 표준 주택 대상으로 사업화 추진, 지속적인 기술 보완으로설계 및 시공 관련 기술력 확보
- 안정적인 기술력 확보 후 단독주택(전원주택, 귀농주택 등) 공급화 확대
- 2025년 정부의 제로에너지 주택 의무화와 시기를 같이하여 공동 주택에도 공급가능하도록 후속 기술개발 추진
- 모듈화 기술 개발로 지열원/ 공기열원 히트펌프 대응이 가능하도록 기술개발

4-2. 사업화 추진 방안

구분	구체적인 내용
형태/규모	o 상용화 형태, 수요처, 예상 단가, 개발 투입 인력 및 기간 기재 (단위 : 호) 7만 6만 5만 4만 3만 2만 1만 1995년 2000년 2005년 2010년 2015년 2020년 2030년 □ 기존 설비방식 ■ 지열히트펌프 ■ 컴팩트형 설비통합

구분	구체적인 내용
상용화 능력 및 자원 보유	-2022년 시스템의 안전성과 기술력을 통해 해외시장 진출, 동남아시아 등 국제 전시회를 통한 발판 마련 -2023년 신기술과 녹색인증을 바탕으로 조달청 등록을 통한 판매, 정부 제로에너지 정책과 연계하여 공급 -2025년 제로에너지주택 의무화에 발맞추어 2024년 수요급증 예상. 점유율 5~10% 예상

구분	구분	전 략	비고
상용화 계 획 및 일 정	2019년	신제품의 지면광고 등 홍보에 주력 건축박람회 등 참여	준비 단계
	2020년	완성된 본 제품을 설치한 홍보관 개설 25-50평형 패시브하우스를 중심으로 시장개척 한국패시브건축협회 표준주택 적용 난방/급탕/환기/냉방 설비 통합시스템 공급가: 1500만원 예측 태양열 이용 난방/급탕/환기/냉방 설비 통합시스템 공급가: 1800만원 예측	초기 진입단계
	2021년	시장 확장기를 위한 적극적 마케팅 : 전시회, 패시브/제로에너지 주택관련 세미나 참여 조달청 등록 추진 및 신기술, 녹색기술 인증	성장기 단계

		실증 프로젝트에 따른 효율과 경제성에 대한 홍보 국내 표준주택과 단독주택 보급 해외진출을 위한 건설사/엔지니어링회사/종합상사와 전략적 제휴	
	2022년	제품 이미지 제고 및 향상으로 매출 증대 패시브제로에너지 주택 보급화 과제와 연계하여 설치 기술 보완 및 해당 모듈 제품 성능향상 동남아, 중국등 아시아를 대상으로한 파일럿 프로젝트 추진	성 장 기 단계
	2023년	기술의 안정화와 숙련도를 통해 시장 확대 강화 지속적인 전시회 및 세미나를 통해 적용 프로젝트 홍보 안정적 성장기속의 신모델 개발을 통해 기술수준 증대 해외 프로젝트 홍보 및 기관협의로 매출 확대 기업의 이미지 제고를 통한 사회적 기반 조성	안 정 기 단계
	2024년	제로에너지주택 표준화 모델 마케팅 화석연료 제로 기반의 자립형 표준 모델 개발 (신재생에너지 이용확대 프로젝트 추진) 제로에너지 주택 의무화와 연계한 세미나 및 전시회 참여 지속적인 A/S를 통한 유지보수 관리로 소비자의 호응도 증대	확 장 기 단계

- 연도별 판매계획

단위: 백만원

연 도 별		2020 년	2021 년	2022 년	2023 년	2024 년
난방/급탕/환기/ 냉방 통합	국내	15	75	150	450	1,000
	해외	-	-	75	150	300
냉방/난방/환기 통합 (추가 시제품)	국내	36	90	180	360	720
	해외	-	-	-	180	360
합 계		51	165	405	1,140	2,380

< 참고문헌 >

- Wolfram Pistohl. Christian Rechnauer. Birgit Scheuerer. (2013). Handbuch der Bebaudetechnik. Werner Verlag. Lueftung.
- Systemair. (2016). Installation, Operation and maintenace instructions Genius V-1.0. Systemair. Page 1-126
- Nilan(DE). (2016.10). Montageanleitung von Compact P/Compact P Polar Version2.00. Nilan. Page 4-42
- Stiebel Eltron. (2016.). Installation von zentrales Lueftungsgeraet mit Waermerueckgewinnung von LWZ 304 SOL. Stiebel Eltron. Page 4-57
- Mcquiston. Parker. Spitler. (202). 공기조화 및 냉동. 사이텍미디어.
- Pichler. (2016). Betriebs- und Montageanleitung system ventech PKOM4
- Pichler. (2016). System ventech PKOM4
- Nilan. (2016). Bedienungsanleitung von CTS700 touch
- Gencex. (2014). Optima 311 display ver.3,1/combi 185 S/LS
- Stiebel Eltron. (2016.). Installation von zentrales Lueftungsgeraet mit Waermerueckgewinnung von LWZ 304 SOL.
- Systemair. (2016). Installation, Operation and maintenace instructions Genius V-1.0. Systemair. Page 1-126
- ISO 5151:2010 Non-ducted air conditioners and heat pumps - Testing and rating for performance
- ISO 13253:2011 Ducted air-conditioners and air-to-air heat pumps - Testing and rating for performance
- E. Silberstein. 2016. Heat pumps. Sengage learning. page 126-281
- KIAEBS. 2016. 패시브제로에너지 열회수환기장치 인증 운영 규정. 한국건축친환경설비학회