

# 사무소건물의 에너지절약형 냉방시스템 적용 검토

박창봉 | 태영건설 기전팀 부장, park3188@taeyoung.com

에너지절약형 냉방시스템은 에너지절약효과에 대한 성능자료 부족 및 초기투자비 부담으로 적용이 미흡한 실정이다. 사무소 건물에 적용 검토한 냉방시스템을 소개하고자 한다.

## 서론

최근 건물이 대형화 및 초고층화됨에 따라 건축물에서 소비되는 에너지는 계속 증가하는 추세이다. 건물에서 발생하는 에너지 비용의 많은 부분이 실내 환경을 쾌적한 상태로 유지하기 위한 냉·난방 부분에 사용된다. 특히 실내 OA기기 증가에 따른 내부발열량 증가 및 외기도입량 증가에 따른 잠열부하 증가로 냉방부하는 날로 증가하는 추세이다. 냉방에너지 사용에 따른 이산화탄소 방출량 증가 및 에너지비용 증가로 에너지절약형 냉방시스템에 대한 검토가 필요하다. 본 연구에서는 전형적인 사무소건물을 모델건물로 선정하여 건물특성을 고려한 대안의 에너지절약형 냉방시스템의 하절기 냉방기간 동안의 에너지절약성능을 분석함으로써 냉방에너지 절감방안을 제시하였다.

## 에너지절약형 냉방시스템 이론고찰

### 에너지절약형 냉방시스템의 종류

IEA(International Energy Agency)가 규정한 에너지절약형 냉방시스템에는 다음과 같은 11가

지의 종류가 있다.

- ① 자연환기 및 기계환기에 의한 야간 냉방
- ② 바닥냉방(물)
- ③ 바닥냉방
- ④ 증발냉방
- ⑤ 건조제습 냉방
- ⑥ 천장복사 냉방
- ⑦ 저속치환 환기
- ⑧ 지열이용 냉난방
- ⑨ 지하수 이용 냉방
- ⑩ 해수 / 하천수 / 호수열 이용 냉방(물)
- ⑪ 해수 / 하천수 / 호수열 이용 냉방

### 분석대상 공조방식 선정

분석대상 건물의 공조방식을 선정하는데 있어서 건물의 특성과 공조시스템의 에너지 소비요소를 고려하여 에너지 절약형 공조방식을 결정하는 것이 매우 중요하다. 최근 사무소 건물에 야간냉방, 천장복사 냉방, 슬리브 냉방, 증발냉방, 건조제습 냉방, 저속치환환기를 적용하여 건물의 공조에너지 절약을 도모하는 사례가 증가하고 있다. 본 연구는 위에 열거한 방식 중에서 대상 건물의 용도에 적합하고 적용이 가능한 야간냉방과 천장복사 냉방 2가지 공조방식을 선정하였다.

### 에너지절약형 냉방시스템의 특성

IEA가 규정한 에너지절약형 냉방시스템중에서 대상건물에 적용한 2가지 시스템의 특성에 대해

여 조사하였다.

환기를 이용한 야간냉방은 실내온도보다 실외 온도가 낮은 경우 환기를 이용하여 건물의 야간 축열부하를 낮추는데 사용된다. 이것은 직접적으로 야간동안에 냉방효과를 가져올 뿐만 아니라, 건물구조물을 냉각시킴으로써 다음날 주간의 피크부하를 저감시킨다.

이 시스템의 효율은 풍량(air flow rate)과 실내외공기의 온도차, 외기온의 일교차, 건물내부의 유효축열용량(effective thermal mass)에 의해 결정된다.

천장복사냉방 시스템은 인테리어의 개념이 가미된 천정패널에 덕트와 배관을 포함한 기존의 기계·전기설비 모든 공종의 공사를 집합하여 모듈화 한 것으로 천정으로 유인되는 실내공기와 노즐에서 분사되는 신선외기가 일정한 흐름을 형성하여 드래프트가 없는 쾌적한 실내환경을 제공한다. 냉수의 열용량이 공기에 비하여 4배 이상의 냉각열량을 이송할 수 있고 실내의 소음이 적은 장점이 있다.

## 대상건물 선정 및 에너지 성능 모델링

### 분석 대상건물 개요

본 연구에서 분석 대상건물 선정은 일반적인 공조시스템이 적용된 냉방에너지 부하가 많은 업무용 건물로서 각 대안별 공조시스템이 적용될 수 있는 연구센터 건물을 대상으로 하였다.

분석 대상으로 선정된 모델 건물은 경기도 수원시 소재 경기R&DB 센터로 2007년 4월 준공한 지하 2층 지상 7층의 업무용 건물이다. 철골 철근 콘크리트조(SRC)로 이루어져 있으며, 분석 대상건물의 개요는 표 1과 같다.

### 분석 대상건물의 에너지 소비현황

분석 대상건물의 연도별 에너지소비량과 2009년 전기, 가스에너지 소비량을 그림 1, 표 2에 나타냈다. 건물에서 소비하는 에너지는 크게 전기에너지와 가스에너지로 구분되며, 전기에너지는 주로 펌프, 팬 등의 모터류, 조명기구, 사무기기 등

<표 1> 분석대상 건물의 개요

건물명		경기 R&DB 사무소
건물개요	용도	사무, 연구, 교육복지시설
	연면적	32,388 m <sup>2</sup>
	구조	RC + Steel-frame
	높이	33.5 m
	층고(천정고)	4.2 m(2.6 m)
	준공년월	2007. 04
	층수(지하층/지상층)	2 / 7
장비개요	열원장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>보일러(급탕) - 0.8 Ton/hr 2 set</li> <li>가스흡수식냉온수기 (냉방 &amp; 난방) - 330 USRT 3 set</li> </ul>
	계약 수전용량	3,150 kW
	냉방용량	990 USRT
	난방용량	2,993 Mcal/h
	냉방가동시간	1,713 h/year
난방가동시간	2,104 h/year	

<표 2> 대상건물의 연간 실제 에너지소비량

연도		2008	2009
에너지 소비량	전기(MWh)	3,363	3,177
	가스(Nm <sup>3</sup> )	244,843	236,001
1차 에너지 소비량	전기(Mcal/year)	7,230,117	6,830,238
	가스(Mcal/year)	2,693,273	2,596,011
연간 총에너지소비량 (Mcal/m <sup>2</sup> year)		306.39	291.04
연간 총에너지소비량 (KWh/m <sup>2</sup> year)		356.3	338.4

에 이용되고, 가스에너지는 냉, 난방 관련하여 흡수식 냉온수기, 보일러, 급탕용 온수생산 등에 이용되고 있다.

### 분석 대상건물의 에너지성능 모델링

본 연구에서 이용한 에너지해석프로그램과 기상 데이터는 EnergyPlus와 TRNSYS에서 제공하는 TMY-2를 이용하였으며, 대상건물이 위치한



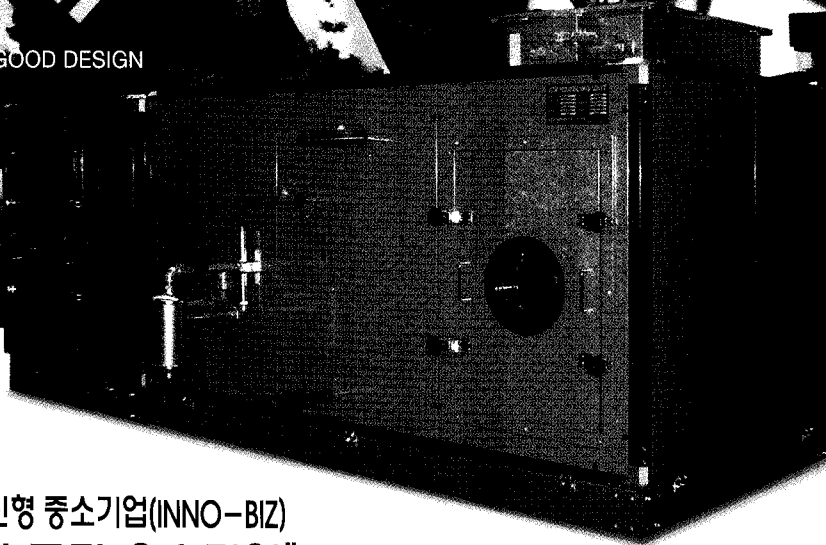
ISO 9001 ISO 14001

# 21세기 산업환경의 리더

## 국내 최초 공조기 GD마크 획득!



GOOD DESIGN



### 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ) "서비스품질 우수기업"

인간을 위한 비전 창조,  
과학과 자연의 조화를 통해  
끊임없이 진보하는 환경 메이저 기업!

- 삼화에이스

21세기 쾌적한 첨단 산업환경과 만나보십시오.



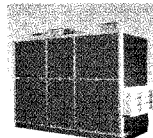
"동력이 줄어듭니다."

- 에너지
- 소음
- 스페이스
- A/S 불필요

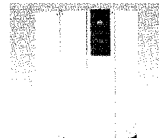


#### SYSTEM RANGE

- 전력이 부족한 곳의 냉·난방
- 저렴한 유지비
- 학교, 사무실의 냉·난방
- 장려금 지급
- 설계지원금 지급



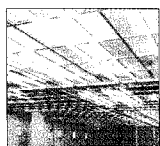
컴팩트 공기조화기



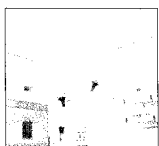
항온항습 및 제습시스템



탈티시스템 에어컨(설외기)



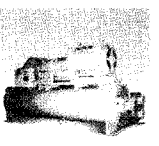
울트라 크린 시스템 실링



MEDICAL CLEAN ROOM



HEAT PUMP 공조기



스크류 냉동기



냉각탑



환경시험장비

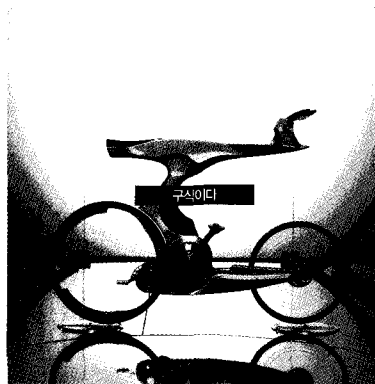
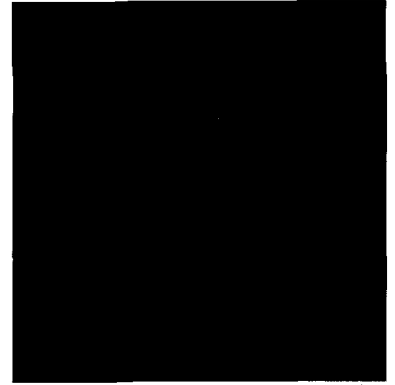
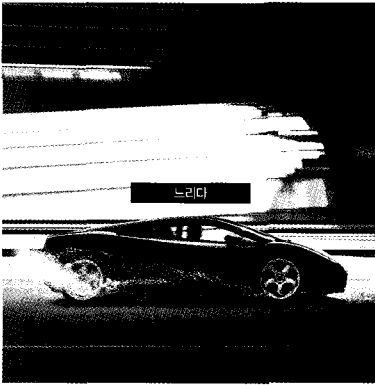
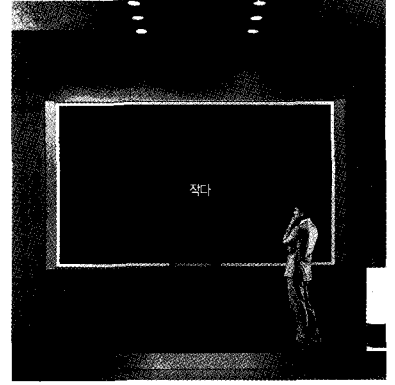
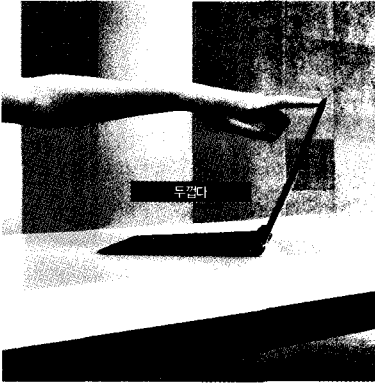
[기타생산품목] • 제습기(Dehumidifier) • 바이오 크린룸 시스템(Bio Clean Room System) • 냉동냉장 시스템(Refrigeration and Cold Storage System)



품질로 고객만족  
주식회사 삼화에이스  
www.samhwaace.com

■ 본 사 : 서울특별시 서초구 서초동 1558-20  
 ■ 공 장 : 경기도 안성시 중리동 124-12  
 ■ 광주지사 : TEL. 062-971-2241 FAX. 062-971-2243  
 ■ 부산지사 : TEL. 055-331-4821 FAX. 055-331-4822

TEL. 02-523-2242 FAX. 02-3472-9992  
 TEL. 070-7507-2673 FAX. 031-676-3401  
 ■ 대전지사 : TEL. 042-670-6595 FAX. 042-670-7476  
 ■ 수원지사 : TEL. 031-200-8919 FAX. 031-200-9146



# 만족하지 말라

더 앞을 수는 없을까 더 빠를 수는 없을까  
 더 크고 더 강할 수는 없을까  
 오늘의 최고에 만족하지 말라!  
 이것이 I'PARK의 이노베이션 정신입니다  
 I'PARK, INNOVATE!

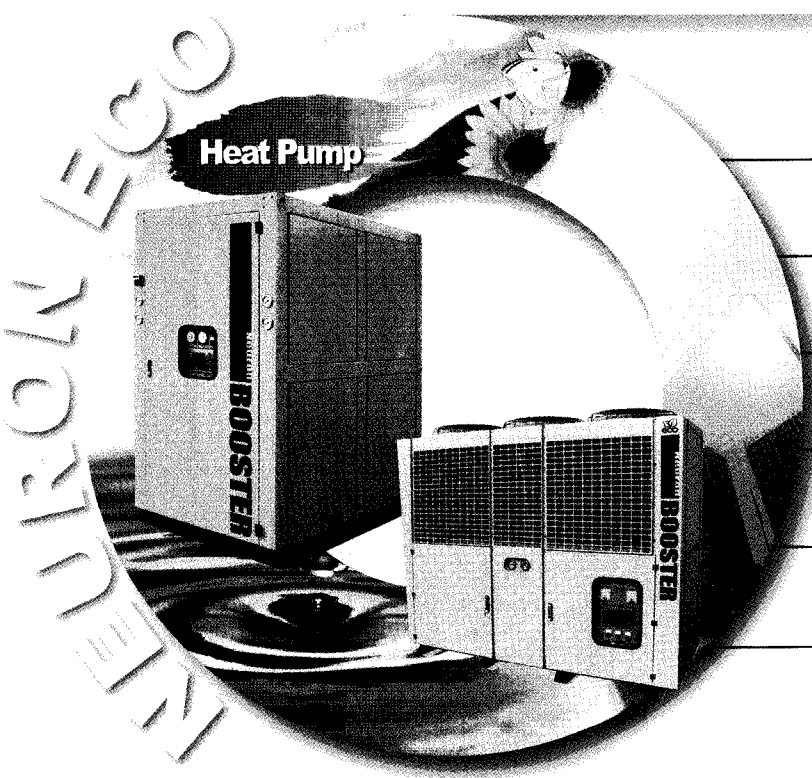


# “NEURON ECO”

## 부-스타 HEAT PUMP탄생!

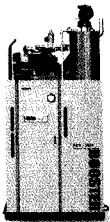
“최고의 기술은 자연! 깨끗한 환경 부-스타가 책임지겠습니다.”

**HEAT PUMP** 는 자연의 미활용에너지 (공기열,수열,지열)및 폐열의 열에너지를 흡수하여 고온의 온수 및 공기를 생산하고 방출하는 고효율, 친환경적인 시스템입니다.

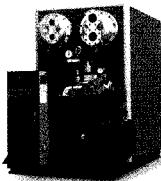


Heat Pump

- **운전효율**  
운전효율이 높습니다. (동시 사용 COP 6 이상)
- **에너지 절감**  
높은 효율로 운전비용이 절감됩니다.
- **편리성**  
조작이 간편하고, 사용이 편리합니다.
- **신재생에너지**  
전기의 사용으로 깨끗하고 친환경적입니다.
- **ONE시스템**  
냉·난방 및 급탕이 1대로 가능합니다.
- **A/S**  
전국 직영화로 365일 24시간 A/S 가능합니다.



▲스크림보일러



▲진공온수보일러



▲BMCT  
[Booster Multi Control Tower]

**환경친화적 에너지시스템으로서의 경쟁기법**

- 세계 최고 수준 (초 저NOx 버너)
- 환경지원금 정액제 지원
- 설치면적 50% 감소
- 연료비 절감
- 일상점검의 간소화

대표전화 : 02)3665-9600

• 전국 서비스 문의는 국번없이 1588-3838 [삼팔삼팔] • 긴급서비스전화 (032)674-8272 [빨리처리]

고객 만족을 추구하는 기업-  
**(주) 부-스타**

▶ 상담 및 문의전화 02)3665-9600



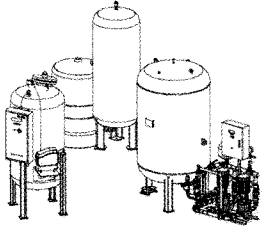
드 애니메이션 아티스트 '페렝카코' 作



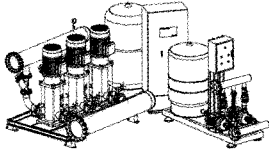
# 더 큰 대한민국을 짓습니다! GS건설

대한민국을 새로운 아파트가 아니라 새로운 생활로 이끌었습니다  
 불가능으로 가득한 바다 위에도 대한민국의 가능성을 세웠습니다  
 당신이 모르는 세계 곳곳에서 우리의 자부심을 쌓아왔습니다  
 우리의 하늘과 땅, 바람과 물을 깨끗하게 지키는 일까지 -  
 고품격 아파트 자이는 물론 토목, 건축, 플랜트, 환경사업 전반에 걸친  
 더 큰 대한민국 건설! 그 뒤에는 초우량 종합건설기업 GS건설이 있습니다

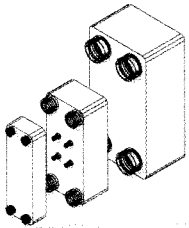




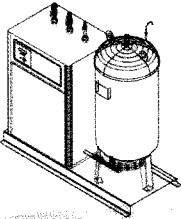
EXPANSION TANKS & AIR REMOVAL SYSTEM



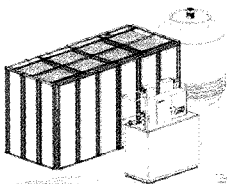
INTELLIGENT BOOSTER PUMP



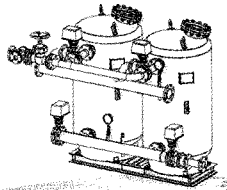
COMPACT BRAZED HEAT EXCHANGERS



PUMP CONTROLLED CLOSED EXPANSION TANK



ICE STORAGE COOLING SYSTEM



ULTRASAND FILTER SYSTEM



“나는 고객을 사랑합니다”  
이것은 장한의 변함없는 약속입니다.



ISO 9001 품질인증

벤처기업

ESCO

기술혁신기업

**장한기술(주)**  
JANG HAN ENGINEERS, INC.

본사 | 충남 당진군 송악면 한진리 408-12 Tel. 041)359-2100 Fax. 041)359-2121 | 기술본부 | 서울특별시 금천구 가산동 481-11 (대림테크노타워8차 1501호) Tel. 02)2163-8731 Fax. 02)2163-8737

<서울영업소>

- 장한피엠에스 : TEL. (02)2686-8919(대) FAX. (02)2060-7181
- 토달앤지니어링 : TEL. (02) 412-8154(대) FAX. (02) 412-8210
- (주)PM기술 : TEL. (02)3409-0437(대) FAX. (02)3409-0422

<대전영업소>

- 동원엔지니어링 : TEL. (042)670-7112(대) FAX. (042)670-7111
- 장한이엘티 : TEL. (042)489-5084(대) FAX. (042)489-5086

<인천·경기영업소>

- 위 터 텍 : TEL. (032)514-8657(대) FAX. (032)514-8659
- 장한이엔지 : TEL. (031)495-9114(대) FAX. (031)492-5982
- 장 한 테 크 : TEL. (031)479-4540(대) FAX. (031)441-4672
- 플로우테크(주) : TEL. (032)623-7566(대) FAX. (032)623-6636
- (주)한발기술 : TEL. (032)556-1570(대) FAX. (032)556-1574

<광주영업소>

- 네 오 테 크 : TEL. (062)381-5040(대) FAX. (062)381-5041

<부산영업소>

- 연우기술(주) : TEL. (051)266-6989(대) FAX. (051)266-7709

<대구영업소>

- 장한엔지니어링 : TEL. (053)744-4512(대) FAX. (053)744-3870

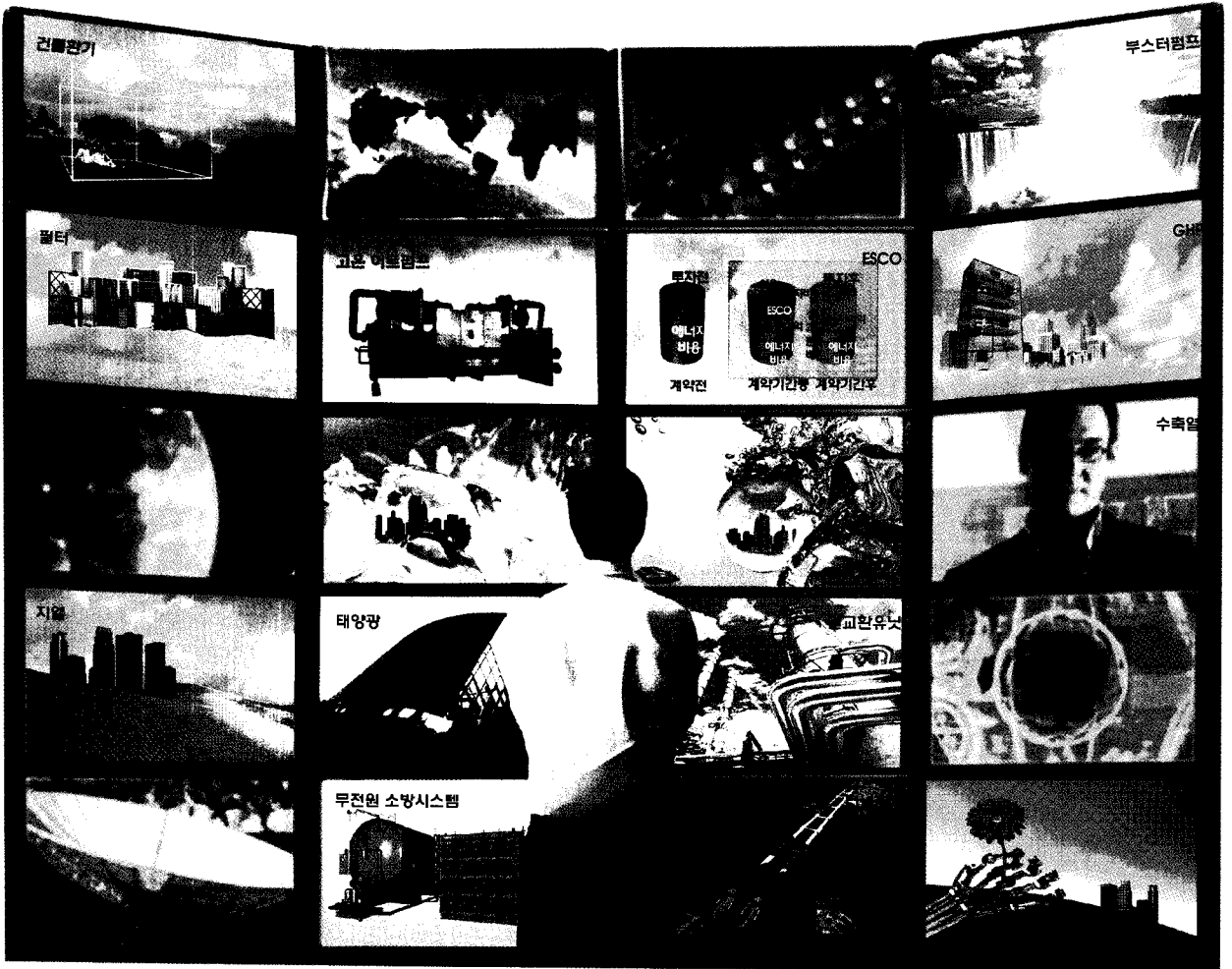
<제주영업소>

- 한성건설재상사 : TEL. (064)744-8017(대) FAX. (064)747-8017



국내 유일 「방축열시스템 NeP인증」  
「수축열 온도 성층화」 원천기술 보유

(주)에프티이앤이



# 이 땅의 숨은 에너지 누가 찾아내겠습니까?

에프티이앤이는 에너지 절감을 통해  
대한민국의 숨은 에너지를 찾아 키우고 있습니다.

■ Thermal Energy Storage 분야  
방축열/수축열/축열식 히트 펌프

■ 신재생에너지 분야  
태양광 발전 설비/지열시스템(GSHP)

■ ESCO 분야  
공장, 일반건물 (1·2층 보유)

■ 에너지 환경기기  
GHP(SANYO)/각종 필터류/전기 집진기(터널용, 공조용)



해외지사 ■ 두바이: ALSERKAL Building M Floor 133-25, Hor Al Anz East, P.O. BOX : 98049, Dubai, UAE +971-(0)50-816-1977 ■ 싱가포르: EnE SEA 51 Anson Road #08-59 Anson Center, Singapore 079904 +65-6324-1505

지사 ■ 대구: 053-604-2626 ■ 부산: 051-610-1588 ■ 대리점 ■ 대전: 가교테크 042-861-8603 ■ 광주: 대하산업 062-512-0237 ■ 전주: 선이앤씨 063-251-5157

본사 (137-060) 서울시 서초구 방배동 475-31 / Tel : 02-523-0543 / Fax : 02-523-0544 www.ftene.com

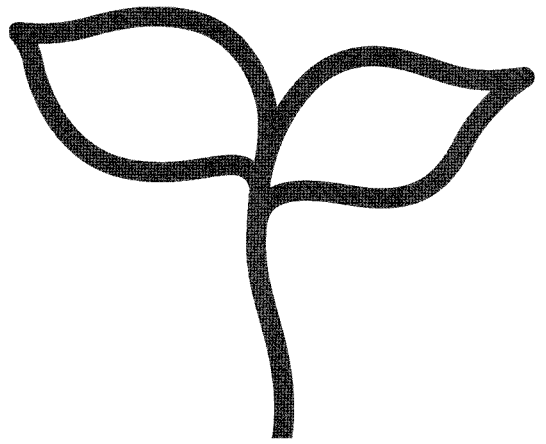


# 대우건설의 비능

**대우건설과 산업은행이 만났습니다. 글로벌 건설리더로 꽃을 피웁니다.**

지금은 융합의 시대 건설과 금융이 하나 되어야 글로벌 경쟁에서 앞서가고, 더 큰 만족을 드릴 수 있습니다. 대한민국 메가뱅크 산업은행을 만나 더 튼튼해진 대우건설! 대한민국 1등 건설의 믿음을 심어드리겠습니다. 고객의 마음 속에 희망의 향기를 채워드리겠습니다. 기대하세요! 건설과 금융의 하나된 시너지로, 더 큰 도전으로 세계 속에서 대한민국 건설을 활짝 꽃피우겠습니다.

*It's Possible* **대우건설**

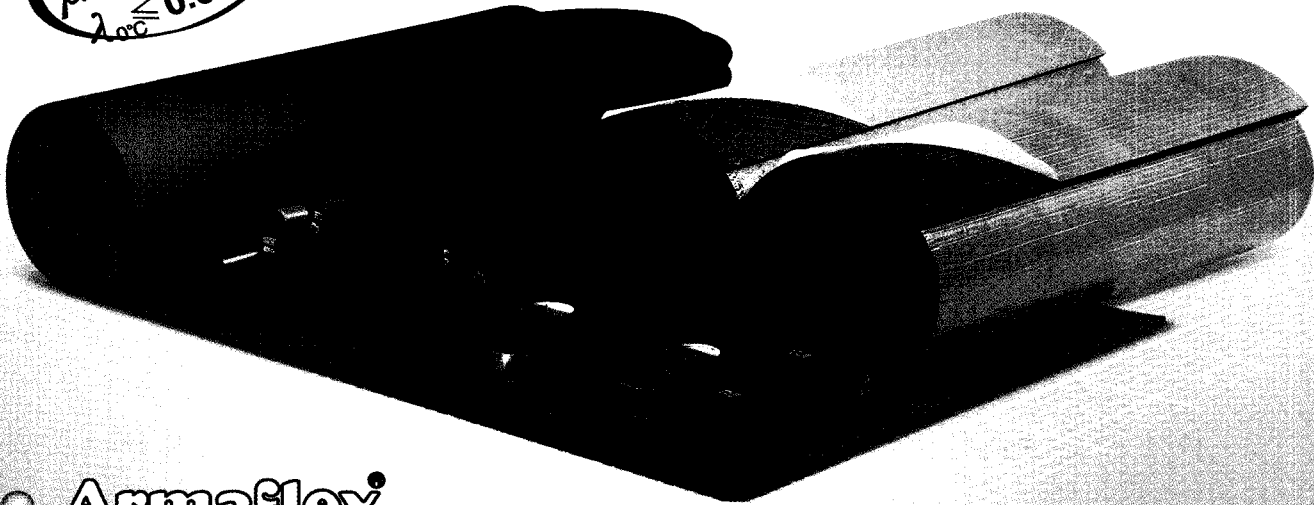


# Armatech

친환경 고무발포단열재



new  
 $\mu \geq 10,000$   
 $\lambda_{acc} \leq 0.034$



## ○ Armaflex<sup>®</sup>

Armaflex는 1954년 미국의 **Armstrong** 회사에서 세계 최초로 개발되어 전 세계에 공급 하였으며, 최근(2000년) 기계산업의 중추지인 독일로 본부를 옮김과 동시 회사명을 **Armacell**로 변경하여 독립운영하고 있습니다.

Armaflex는 최근에 독일 기술 개발팀의 **Nano-Foaming Technology** 개발로 Grade 1 제품(Armaflex Class 1)의 단열성과 수증기저항성이 향상 되었습니다.

## ○ Armaflex<sup>®</sup>의 특징

- 세계 최초 발명(1954년)으로 전세계 20개 공장에서 생산공급
- 세계 최초 환경선언문 발표(2000년)
- 최고의 난연성 및 가스유해성
- 용도에 맞는 기초소재 사용
  - Grade 1 : 냉매, 급수, 온수라인 및 덕트보온 : (NBR 소재) Class 1 Armaflex
  - Grade 2 : 고온, 스팀라인 및 태양열시스템 : (EPDM 소재) HT Armaflex
  - Grade 3 : 선박 및 지하철 등 밀폐구간 : (NBR 소재) NH Armaflex

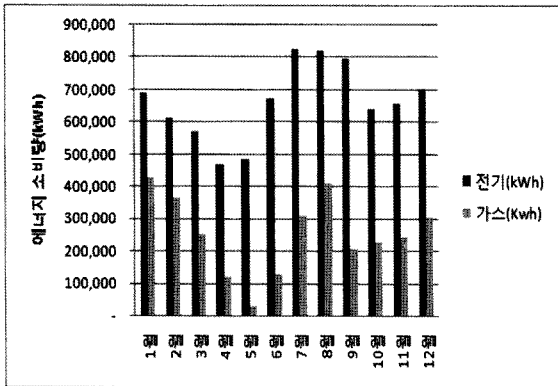
**최고의 난연성(유럽, 미국 기준) 및 단열성은  
 아마플렉스 고무발포단열재!**

ISO 9001 & ISO 14001  
 CERTIFIED

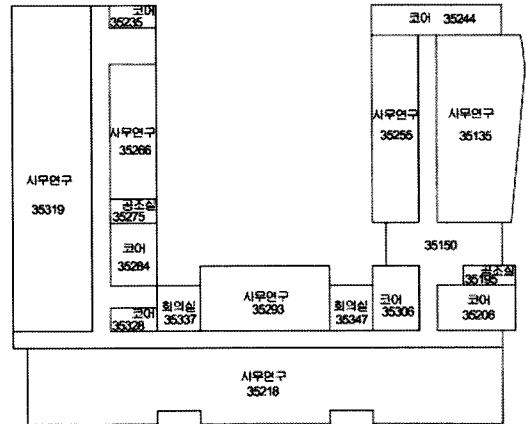


## Armatech (주) 아 마 텍

본사 : 서울시 송파구 가락동 2-2 영성빌딩 3층  
 TEL : 02-3401-8563(代) FAX : 02-430-8518  
<http://www.armatech.co.kr>  
 한글주소 : [www.아마텍](http://www.아마텍) 또는 고무발포보온재



[그림 1] 분석 대상건물의 월별 실제 에너지 소비량(2009년)



[그림 2] 분석대상 건물 조닝 (4 ~ 6층)

수원과 인접한 서울지역의 기상자료를 이용하여 에너지사용량을 해석하였다. 컴퓨터시뮬레이션을 위한 냉방기간은 5월 1일 ~ 9월 30일까지 5개월간으로 설정하였다.

본 연구에서 대상으로 하고 있는 전형적인 사무소 건물에 적용이 가능한 야간냉방 시스템과 천장복사냉방 시스템에 대하여 성능 시뮬레이션을 실시하였다.

본 연구의 대상건물에 대한 Zone의 구분 기준은 실제로 AHU가 담당하는 구역으로 그 기준을 두었으며, 각 층별로 좌측, 우측 각각 2개의 Zone 씩 크게 14개 Zone으로 구분하였고, 사무연구실, 회의장, 교육실, 식당, 전산실, MDF실 공간 등의 용도로 대략 층별 6 ~ 8개 Zone으로 구분하여 52개 세부 존으로 구분 설정하였다(그림 2 참조).

### 컴퓨터 시뮬레이션의 신뢰도 검증

컴퓨터 시뮬레이션 예측값의 보정은 시뮬레이션의 정확한 입력 자료를 요구하는 것인데, 건물에서 진행되고 있는 주요한 변동사항(거주자, 실내장치, 냉·난방관련 기기의 운전 스케줄 등)을 모니터링을 통하여 얻는다. 데이터 보정시 발열량과 침기량, 환기량의 수준은 모니터링을 통한 실제 측정된 값을 입력하여 정확한 부하를 예측하는 것이 필요하다고 판단된다.

에너지사용량해석 대상건물 선정은 일반적인

공조시스템이 적용된 사무연구시설 용도의 관공서 건물로 야간 및 주말 근무자에 대한 부분부하 대응운전을 고려한 정풍량+팬코일유닛 방식으로 계획하였다. 내부존의 환기량은 시간당 3회로 계획하여 환기부하와 내부부하를 담당하는 공조기 용량 및 덕트 규격 축소설계로 초기투자비를 절감하였고, 주말 및 야간 근무시 부분부하에 대응토록 외주부 부하는 팬코일유닛(FCU)이 담당하는 것으로 계획하였다.

대상 건물에 대하여 관리사무소로부터 제공받은 가스 및 전기 사용대장을 분석 확인한 에너지 사용량 실측 데이터와 EnergyPlus를 이용한 연간 냉방부하 예측 데이터의 비교로 컴퓨터시뮬레이션 프로그램의 신뢰도를 검증하였다.

대표적인 입력 자료로는 해석대상 건물의 운전기간, 실내 가동조건, 실내 온도조건과 발열조건, 침입 외기량, 건물의 외피조건인 벽체(slab), 슬래브(slab), 창문(window) 등과 그 외에 건물의 실내부하로 작용하는 건물의 재실자수 및 근무스케줄, 조명기기의 용량 및 점등 스케줄, 침기량(Infiltration)의 정도 등이다. 실제 건물운영현황에 따라 입력 보정을 통하여 에너지소비량의 시뮬레이션을 재 수행한 결과 2008 ~ 2009년 평균 월별가스 소비량 실측치와 비교하여 표 3에서와 같이 냉방기간 중 월별로 75 ~ 98% 범위

<표 3> 월별 가스에너지 소비량(보정후) [단위 : MJ]

월 별	실 측 값			시뮬레이션	정확도 (%)
	2008년	2009년	평균		
5월	76,773	108,827	92,800	193,066	208.0
6월	399,756	453,870	426,813	346,145	81.1
7월	1,036,555	1,107,618	1,072,087	973,455	90.8
8월	1,094,354	1,478,129	1,286,241	1,265,661	98.4
9월	707,079	739,824	723,452	544,759	75.3
소 계	3,314,517	3,888,268	3,601,393	3,323,086	92.3

에서 평균 92.3%의 수준으로 예측하였다.

내부 열취득의 정확한 예측을 하는데 있어서 어려운 점은 거주자, 조명기기, 사무기기 등에 대한 정확한 사용 스케줄의 정보가 부족한 것이다. 이런 점을 보완하기 위하여 관리사무소장과의 면담을 통하여 관리실태 및 재실자, 기기, 조명 스케줄 및 장비운전 스케줄에 대한 정보를 확인하였다.

재실자의 근무환경에 대한 불만요소 유무 확인을 위한 관리 실태 면담 결과에서 에너지를 절약하기 위해 외기도입을 최소화하여 재실자들이 답답하다는 문제점을 확인하였다.

또한 방위별로 남측과 북측의 부하차이가 발생하고, 외주부를 담당하는 팬코일유닛(FCU)의 존별제어 어려움으로 실내온도 제어가 애로가 있다는 점을 확인하였다. 따라서, 대상건물에 대한 시스템을 적용시 면담결과에서 확인된 문제점을 반영한 설계안으로 계획하였고, 적용 대안시스템에 대한 성능시뮬레이션 및 경제성 검토를 실시하였다. 용도별 내부 발열량 산출기준은 표 4와 같다.

### 에너지절약형 냉방시스템 성능 시뮬레이션 및 경제성 검토

**대안 에너지 절약형 냉방시스템의 경제성 분석**  
대상건물의 대안별 공조방식의 에너지 사용량 및 비용 등 유지운전비와 초기투자비 검토를 통해 공조방식 대안별 경제성분석을 수행하였다.

<표 4> 용도별 내부 발열량 산출기준

실명 구분	인/m <sup>2</sup>	인체발열량 (kcal/h 인)		조명 부하 (W/m <sup>2</sup> )	기기 부하 (W/m <sup>2</sup> )	도입 외기량 (CMH/인)
		현열	잠열			
사무 연구실	0.2	56	56	25	15	25
회의실	좌석수	52	47	25	-	25
교육실	좌석수	52	47	25	10	25
전시/이벤트	0.3	56	76	30	-	25
지원 사무실	0.2	56	56	25	15	25
편의점	0.3	56	76	30	10	25
식당	좌석수	60	78	30	-	17
로비 및 복도	0.1	56	76	20	-	25

기본적으로 열원유형은 다양한 구성이 가능하지만 공조방식 대안별 에너지사용량을 상대적으로 분석하기 위해서 열원 방식은 2가지 대안 모두 모델건물 열원방식인 중온수 흡수식 냉온수기로 통일하였다.

### 대안시스템의 예측 시뮬레이션 결과비교

야간 냉방시스템의 에너지사용량을 측정하기 위해 환기조건 모드를 구성하였다. 야간냉방 기간 중에 환기가동조건은 외기온도가 실내평균 복사 온도보다 낮으면( $\Delta T$  1℃ 이상) 계속 가동하고, 실내평균 복사온도보다 높으면 팬이 정지하는 것



으로 정하여 에너지 절감량을 분석하였다. 여름철 기후데이터를 참고하여 외기온도 변화에 따른 실내평균 복사온도가 26℃ 이하로 유지하는 경우에도 공조기 운전을 정지하는 운전모드 조건을 지정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 3 ~ 5는 야간냉방시스템의 작동모드와 기준일의 외기온도, 야간냉방 기간중 외부 최고, 최저 온도를 나타낸 것이다.

천장복사냉방시스템을 상대습도가 높은 하절기에 적용시 침입외기에 의한 결로발생의 우려가 있어, 재실자의 현관문 출입이 빈번한 1층을 제외한 기준층에 대하여 적용하는 것으로 계획하였다. 각층 존 별로 천장복사냉방 유닛의 냉수유량 및 공조기의 풍량을 입력 시뮬레이션을 실시하여 에너지사용량을 확인하였다.

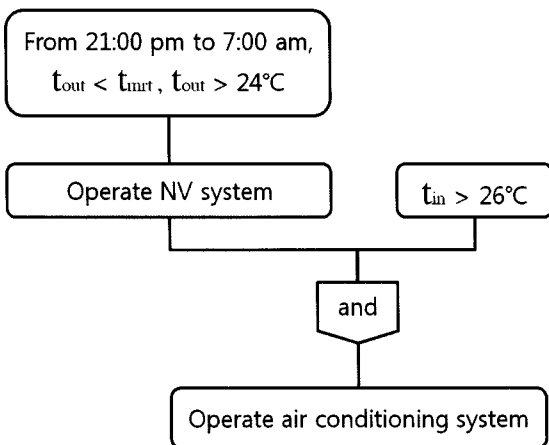
### 공조방식별 에너지 소비량

공조방식 대안별 냉방시스템부하 절감율은 대상 건물의 공조방식인 정풍량+팬코일유닛 시스템과 비교하여 정풍량+팬코일유닛+야간냉방(ALT1) 시스템은 5.06%, 천장복사냉방(ALT2) 시스템은 36.04%로 나타났다. 정풍량+팬코일유닛 시스템과 비교하여 천장복사냉방 시스템은 열원장치인 냉동기의 에너지부하와 팬의 반송동력이 절감되는 것을 확인하였다. 정풍량+팬코일유닛+야간냉

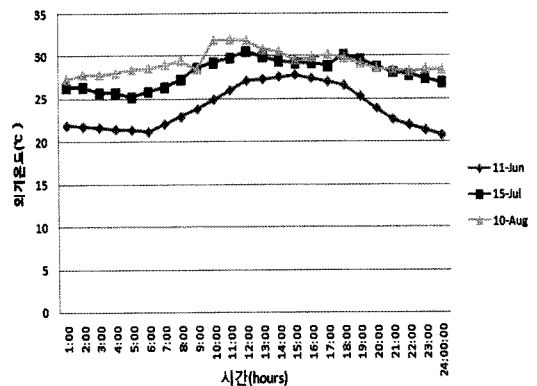
방 시스템의 경우 팬 동력이 큰 비율을 차지하고 있다.

열원 및 공조시스템의 에너지비용은 천장복사냉방(ALT2) 시스템 < 정풍량+팬코일유닛+야간냉방(ALT1) 시스템 < 대상건물의 공조방식인 정풍량+팬코일유닛 시스템의 순으로 에너지비용이 증가하는 것으로 나타났다. 에너지비용 절감액과 절감율은 대상건물의 공조방식인 정풍량+팬코일유닛 시스템과 비교하여 정풍량+팬코일유닛+야간냉방(ALT1) 시스템은 연간 330천원이 절감되어 0.4%의 절감율을 나타냈고, 천장복사냉방(ALT2) 시스템은 연간 25,797천원이 절감되어 32.3%의 절감율을 나타냈다.

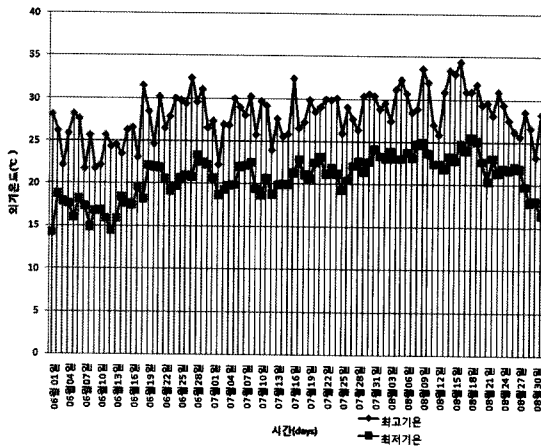
대상건물의 공조방식 대안별 경제성 분석을 수행하기 위해 선정된 공조방식의 초기투자비, 유지보수비 검토를 통해 공조방식 대안별 경제성 분석을 수행하였다. 초기투자비와 유지보수비에서는 대상건물의 공조방식인 정풍량+팬코일유닛 시스템(976,535천원)에 비하여 천장복사냉방(ALT2) 시스템은 1,349,669천원으로 증가하는 것으로 나타났다. 경제성분석 결과 대상 건물의 공조방식인 정풍량+팬코일유닛 시스템과 비교하여 천장복사냉방(ALT2) 시스템의 에너지비용은 연간 25,797천원이 절감되어 초기투자비 회수 기간이 17년 소요되는 것으로 나타났다.



[그림 3] 야간 냉방시스템의 작동 모드



[그림 4] 기준일의 외기온도



[그림 5] 야간냉방 기간중 외부최고, 최저 기온

정풍량+팬코일유닛+야간냉방(ALT1) 시스템은 실내의 온도차에 의한 야간환기 운전으로 축열부하 저감에 따른 에너지비용 절감이 야간환기 팬 가동시간에 따른 전기료에 비해 적어 에너지절감 효과가 크게 나타나지 않았다.

천장복사냉방시스템(ALT2)시스템은 현재 수입에 의존하는 Chilled Beam Unit와 전용외기시스템(DOAS; Dedicated Out Air System) 장비의 국산제품 개발로 초기투자비를 줄이는 방안을 검토하여 경제성을 확보하는 것이 필요한 것으로 판단된다(표 5 참조).

### 대안 에너지절약형 냉방시스템 적용 제안

#### 야간냉방 시스템 대안 적용 검토

축열용량을 갖춘 중량 구조체 건물에 적용하여 타임랙(time lag)에 의한 열전달의 지연효과로 송풍기의 잦은 기동정지를 줄여야 반송동력을 절감시킬 수 있을 것으로 판단된다.

여름철 해당기간의 최고, 최저기온과 일간 온도변화량, 외부온도 변화에 따른 실내온도의 변화상태를 모니터링 또는 예측하고, 야간냉방 환기모드 조건을 가장 효율적으로 적용하여 불필요한 공조기팬의 가동시간을 줄여야 할 것으로 판단된다.

<표 5> 공조방식 대안별 경제성 분석

구 분	대안별 경제성 분석 [단위:천원]		
	CAV+FCU	ALT 1	ALT 2
초기투자비	930,034	930,034	1,285,399
에너지비용	80,001	79,671	54,204
유지보수비	46,501	46,501	64,270
(투자회수기간)			17년

대상건물 : CAV + FCU 시스템

ALT 1 : CAV+ Night Ventilation 시스템

ALT 2 : Chilled Beam 시스템

하절기 외기온의 일교차가 큰 지역에 사용시 경제성이 있는 것으로 판단된다.

#### 천장복사냉방 시스템의 적용 검토

외기공기가 전열교환기를 거쳐 배기공기와 열교환하며 외기부하를 감소시켜 냉방에너지를 저감하고, 전열교환기를 거친 외기공기는 냉각코일을 거쳐 냉각된 후에 제습기를 거쳐 실내에 공급된다. 다량의 외기를 동시에 공급하는 동안 실내 습도를 효과적으로 제어하는 효율적인 에너지 방식의 시스템으로 판단된다.

이 방식은 일반 공조 방식에 비하여 30~50% 에너지를 절감하는 것과 동시에 낮은 절대습도를 유지할 수 있어 쾌적한 환경을 이룰 수 있는 장점이 있다.

경제성 분석을 통하여 얻은 결과에서 보듯이 현재로는 초기투자비가 크게 나타났으나 지속적인 기술발전을 통한 제품의 국산화로 초기투자비를 낮추고, 냉방기간이 많은 건물 및 지역에 적용시 초기투자비 회수기간이 짧아져 경제성이 확보될 것으로 판단된다.

#### 결론

건물에서 발생하는 에너지 비용의 많은 부분이



실내 환경을 쾌적한 상태로 유지하기 위한 냉·난방 부분에 사용된다. 에너지소비량의 증가와 에너지 변환과정에서 배출되는 환경오염물질로 인하여 건물에 적용되고 있는 공기조화설비는 건물의 설계에서 중요한 분야 중 하나로 자리 잡고 있다. 공조시스템 계획에서 가장 중요한 사항은 건축물에 적합한 공조방식을 결정하는 것이다. 본 연구에서는 건물의 에너지소비에 영향을 미치는 요소를 파악하고, 전형적인 사무소건물을 모델로 선정하여 건물특성을 고려한 대안의 에너지절약형 냉방시스템의 하절기 냉방기간동안의 에너지절약성능을 분석함으로써 냉방에너지 절감 방안을 제시하였다.

### 참고문헌

1. Norman Bourassa, Philip Haves, and

Joe Huang., 2002, A Computer Simulation Appraisal of Nonresidential Low Energy Cooling Systems in California, pp1

2. Seo, K. J., 2001, Analytical Study on the Effects of Energy Use Factors on the Energy Consumption of a Building, Ph.D. thesis, Korea University, Seoul, Korea.

3. Moon, H. J., 2009, Building Energy Analysis & BIM Application using EnergyPlus. Journal of Korean Association of Air Conditioning and Refrigerating and Sanitary Engineers, Vol. 26, No. 9.

4. K. Fraser et al., 1995, Review of Low Energy Cooling Technologies, IEA BCS Annex 28. 