



DATA CENTER ENERGY EFFICIENCY

삼화에이스 | 연구개발팀 최병남 팀장
2017. 11. 24



TABLE OF CONTENTS



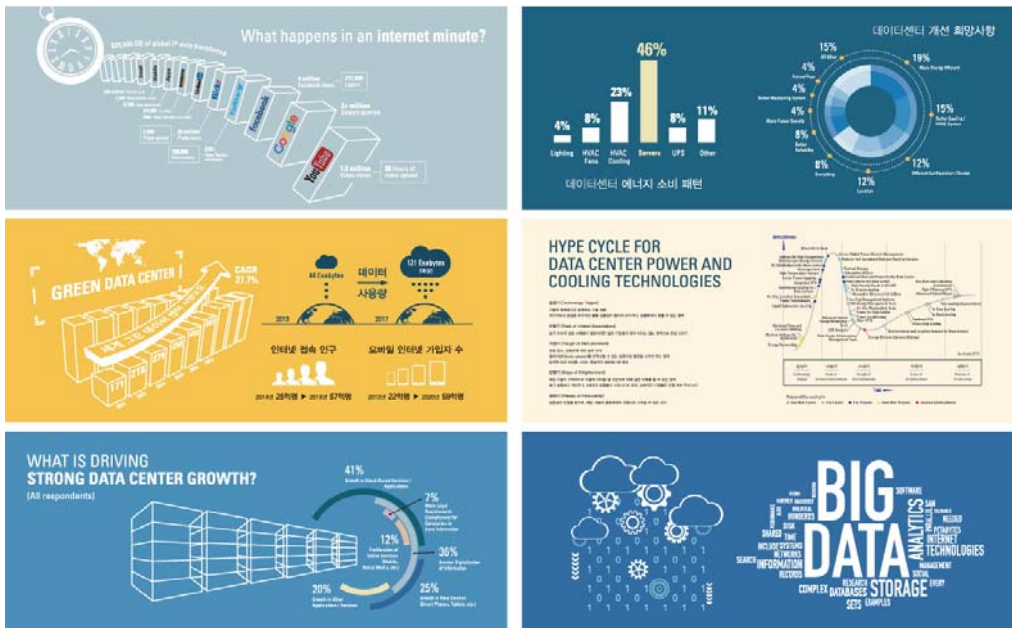
1. D/C(Data Center) Trend
2. Requirements of Economizer System
3. Reference of Economizer System
4. D/C(Data Center) Mock-up

Chapter 1 | D/C(Data Center) Trend

D/C(Data Center) Trend



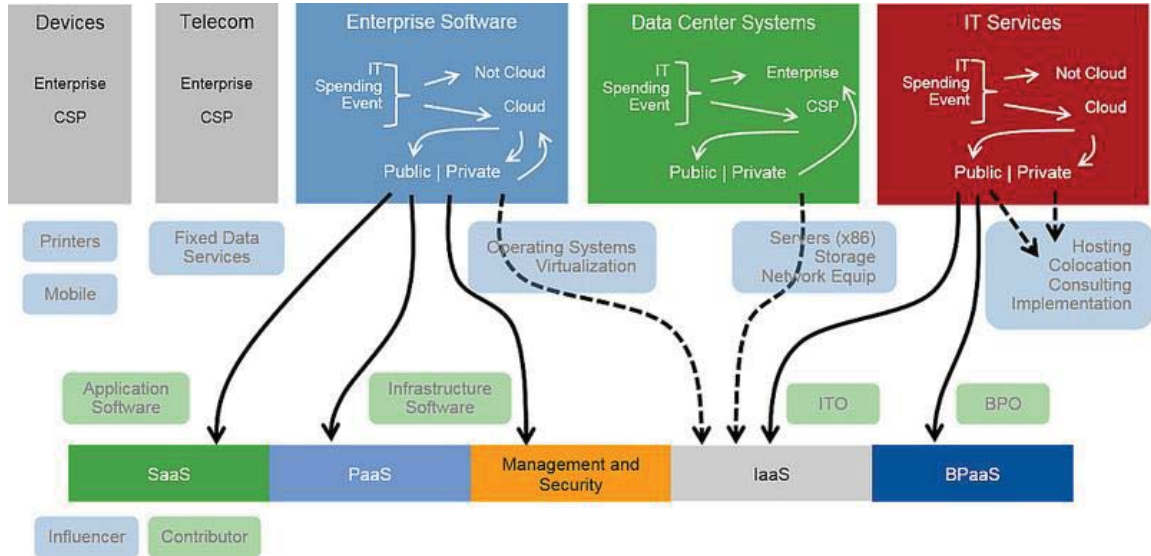
데이터센터 시장 | 디지털 시대를 맞아 모바일 기기, SNS 활성화로 데이터가 폭증함에 따라 데이터 센터 증가



D/C(Data Center) Trend



클라우드 서비스



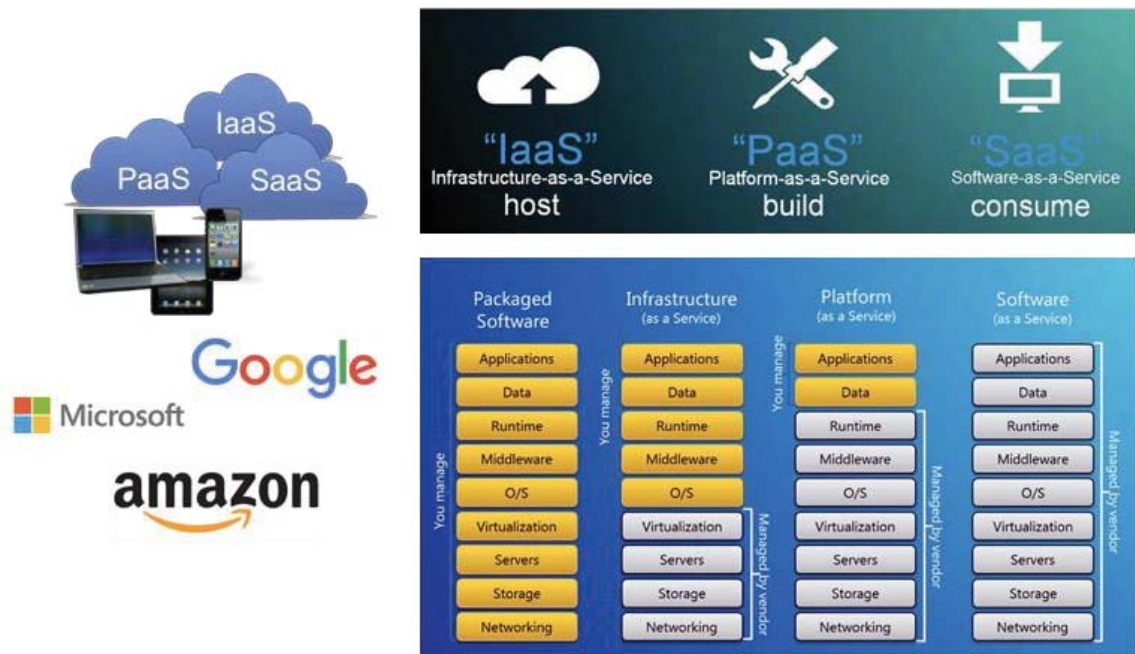
2020년까지 클라우드 전환 1조 달러 이상

Source: Gartner (July 2016)

D/C(Data Center) Trend



클라우드 서비스



D/C(Data Center) Trend

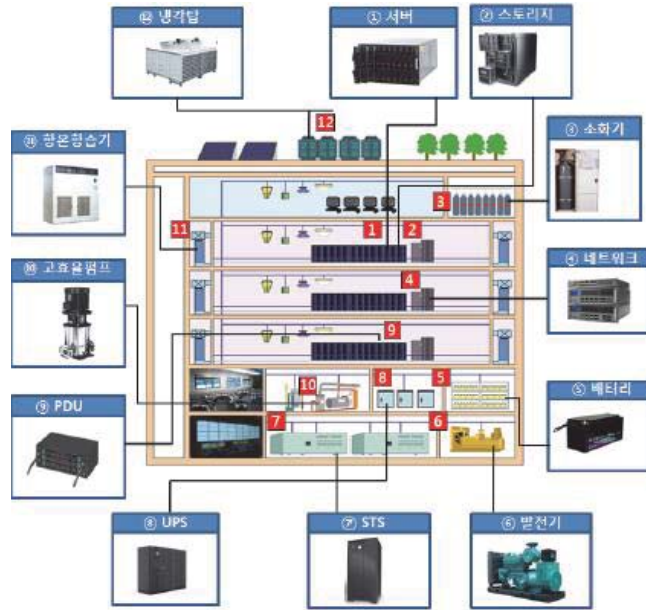


Data Center의 구성

Data center의 개념

데이터센터는 서버, 스토리지 등의 ICT 장비를 건물 공간에 집적시켜 IT 서비스 제공에 필요한 장비를 통합 관리 및 운영하는 시설

- ICT(Information and Communication Technology) 장비 (서버, 스토리지, 네트워크 장치, 워크스테이션 등)
- 기반시설(UPS/배터리, 발전기, 항온항습기, 발전기 등)
- 운영/유지 서비스(DCIM: Data Center Infrastructure Management)로 구성

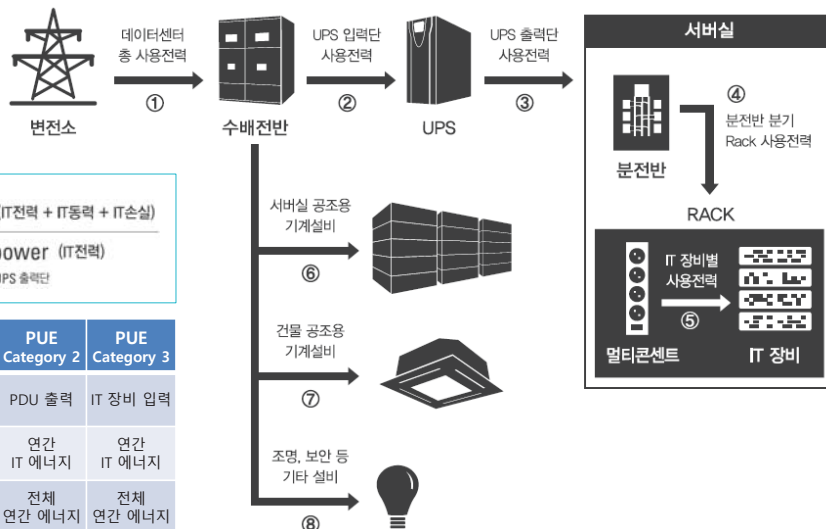


D/C(Data Center) Trend



PUE PUE (Power Usage Efficiency)

- 데이터센터의 대표적 기준인 Tier 등급을 제외하고도 미국의 DOE 와 EPA의 Energy Star, USGBC의 LEED 기준이 있다
- 국내에서 시행중인 그린 데이터센터 인증의 에너지 효율 평가기준인 PUE는 다음과 같다.



$$PUE = \frac{\text{① total facility power (IT전력 + IT동력 + IT손실)}}{\text{③ IT equipment power (IT전력)}}$$

* IT equipment power : UPS 출력단

	PUE Category 0*	PUE Category 1	PUE Category 2	PUE Category 3
IT 에너지 측정 위치	UPS 출력	UPS 출력	PDU 출력	IT 장비 입력
IT 에너지 정의	IT 피크 전기 요구량	연간 IT 에너지	연간 IT 에너지	연간 IT 에너지
전체 에너지 정의	전체 피크 전기 요구량	전체 연간 에너지	전체 연간 에너지	전체 연간 에너지



국내 Data center 인증 그린데이터센터 인증

- 데이터센터의 효율을 가장 대표할 수 있고, 신뢰받고 있는 PUE 기반의 인증
- PUE외에 정성적인 요소 평가
 - IT장비의 효율성, DC에너지 효율 관리 설비, 건물의 친환경성, DC생산성, DC의 그린활동, 그린데이터센터 구축 지침에 따른 수준 진단 시행
- PUE 및 정성적인 평가를 수치화 하여 점수를 매김

✓ 인증기준: 총점 100점 기준 60점 이상 일 경우 인증 부여

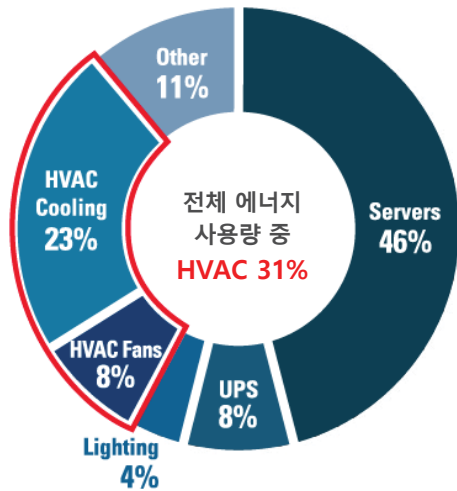


Chapter 2 | Requirements of Economizer System

Requirements of Economizer System



Energy consumption



고집적, 고밀도 컴퓨터 장비 시장 증대
연평균 6.67% 성장(2012년 D/C 자료)



<p>국내 111개 데이터센터 연간 총 적산전력사용량</p> <p>약 26억 kWh</p>	<p>국내 1개 원자력발전소 연간발전량</p> <p>약 70억 kWh</p>
---	---

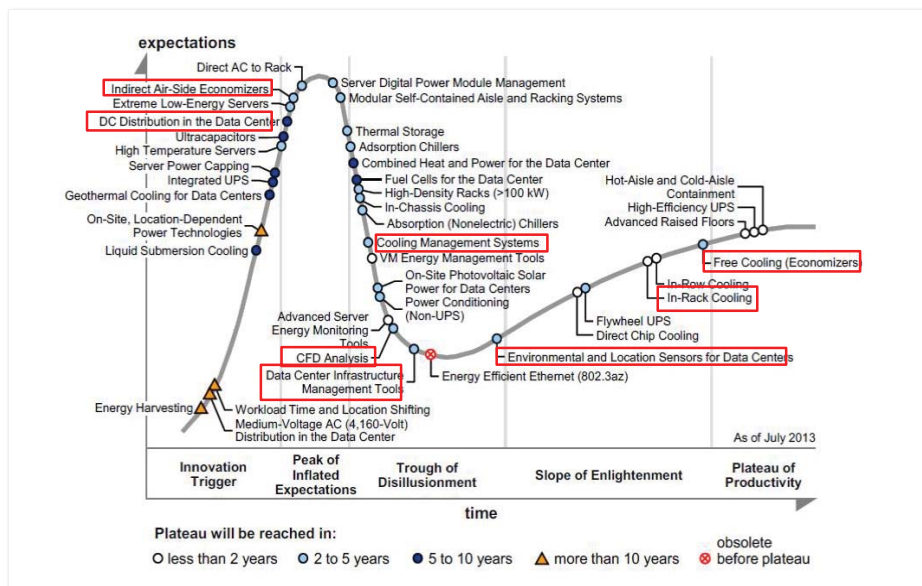
D/C의 전기 소비량 중 31% HVAC

출처 : ITSA 2012 국내 데이터센터 현황조사/ 한국원자력문화재단 '국내 원자력 발전 현황'

Requirements of Economizer System



가트너 그린데이터센터 Hype Cycle



그린 데이터센터 Hype Cycle(Gartner, 2013)과 제안 목표 기술 관계

Requirements of Economizer System



Containment

	CACS Cold Aisle Containment System	HACS Hot Aisle Containment System
System		
작업환경 온도 22~24°C	☹️ • HACS 사용시, 작업 환경 온도를 22~ 24° C로 유지하면서 냉각 설정 포인트를 더 높게 지정할 수 있으므로 절약 모드시간이 증가 • CACS에서 냉각 설정 포인트를 높이면 데이터 센터 온도가 상승하여 덥고 불편한 환경 발생	😊
절약모드시간 최대활용	☹️ • CACS를 사용할 경우 열기 통로(작업 환경)의 최대 작업 환경온도와 랙에 장착되지 않은 IT 장비의 온도 제한으로 인해 절약 모드 시간이 한정	😊
랙에 장착되지 않는 장비에 대한 허용 온도	☹️ • CACS에서는 냉기 통로가 차폐되므로 데이터 센터의 나머지공간에서 온도가 상승 • 차폐 영역 밖의 주변 IT장비(테이프 라이브러리 등)가 상승된 온도에서 작동 가능한지 검사, 냉기 누출이 감소되면 IT 장비가 과열될 위험	😊
장비실 냉각 구축 용이성	😊 • CACS는 실내에서 순환되는 더운 공기를 끌어오는 만액식(Flooded return) 냉각 시스템을 사용하는 이중 바닥 데이터 센터를 개조할 때 선호 • 줄 기반 냉각이 아니거나 보조 천장이 없는 환경에서 HACS를 사용할 경우, 특수 순환 덕트 필요	☹️
새 데이터 센터 설계	☹️ • CACS, HACS 구분없이 새 데이터 센터를 구축하는 비용은 비슷함 • 새 데이터 센터에 HACS 사용시, 전반적인 효율성과 작업 환경의 향상 및 운영 비용의 절감	😊

ISO (International Organization for Standardization) 7243, "열 환경 - WBGT 자수에 따른 근로자의 열 스트레스 추정" (WBGT = .7 NWB + .3 GT)
OSHA (Occupational Safety & Health Administration) 테크니컬 매뉴얼 부절 4장

😊 상 😊 중 ☹️ 하

13

Requirements of Economizer System



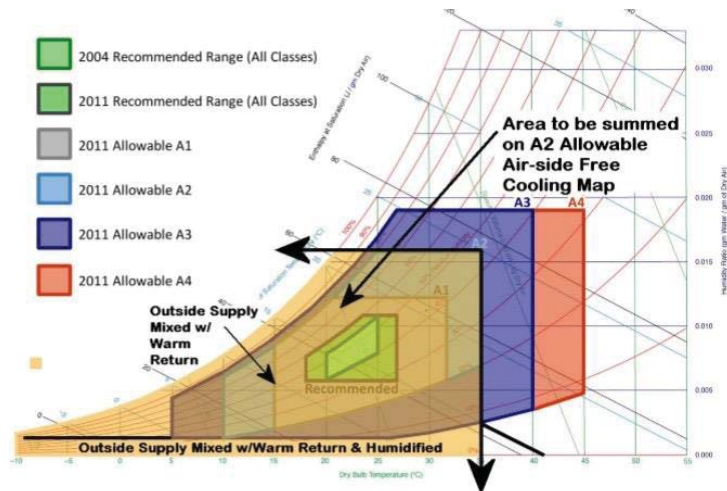
환경조건 (온도, 습도)

ASHRAE Environmental Classes for Data Centers_ASHRAE TC 9.9

IT 장비의 유입공기 조건에 대해 권고 (Recommended)와 허용 (Allowable) 기준으로 구분

권고기준: 에너지를 절약하면서도 장비의 안정적 운전이 우선적으로 보장되는 기준

허용기준(A1 Area): 제조사에 의해 장비의 정상 작동이 시험된 영역이나, 이 기준에서의 지속적인 운영은 서버의 성능과 수명 저하를 유발할 수 있음



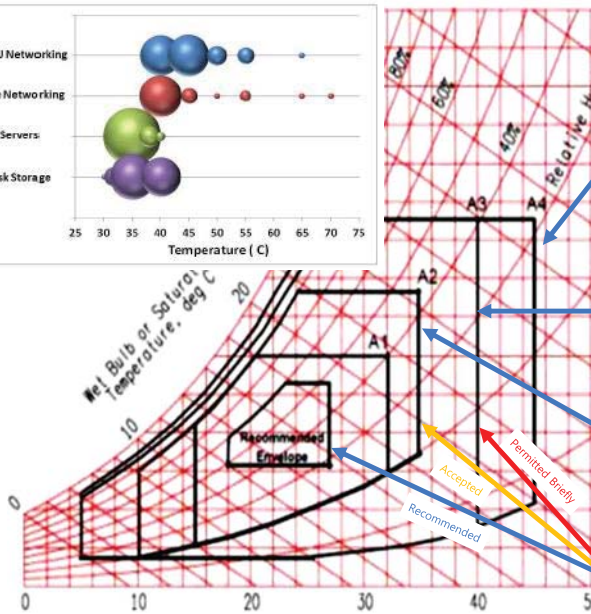
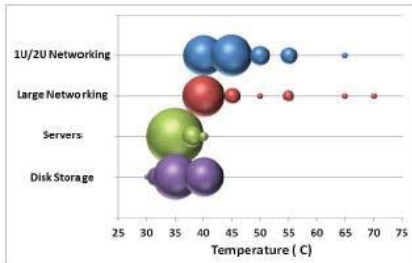
American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Technical Committees 9.9 (ASHRAE TC 9.9)

14

Requirements of Economizer System



Server



Product	Cold Aisle Temp	Cold Aisle RH
CommScope LxS-16016 QAM Chassis (~A4)	0°C - 45°C	5% - 95%
Cisco 9000 Nexus Switch (~A3)	0°C - 40°C	5% - 95%
IBM Lenovo Blade Center H Server (~A2)	10°C - 35°C	8% - 80%
EMC VNX Storage (~RE/A2, A3)	18°C - 27°C (10°C - 35°C permitted, 5°C - 40°C if <10% annual)	5.5°C DP - 60% RH & 15°C DP (20% - 80% permitted, 8% - 85% if <10% annual)

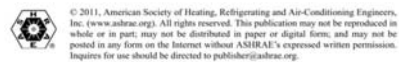


Requirements of Economizer System



데이터센터 공기 기준(먼지) ASHRAE는 2011 데이터센터의 가스 및 먼지 오염물질의 대한 가이드 라인을 발표함. 데이터센터 내부의 공기 청정도를 ISO 8로 유지해야 한다고 권고하고 있음

- 데이터센터 내부를 MERV 8 등급의 필터를 통해 연속적으로 처리함. (ASHRAE Standard 127-2007)
- 데이터센터 내부로 들어가는 공기를 MERV 11 또는 MERV 13 등급의 필터를 통해 처리함. ASHRAE (2009b)



2011 Gaseous and Particulate Contamination Guidelines For Data Centers¹

ISO 14644-1 Cleanroom Standards

Class	maximum particles/m ³						FED STD 209E equivalent
	>=0.1 μm	>=0.2 μm	>=0.3 μm	>=0.5 μm	>=1 μm	>=5 μm	
ISO 1	10	2					
ISO 2	100	24	10	4			
ISO 3	1,000	237	102	35	8		Class 1
ISO 4	10,000	2,370	1,020	352	83		Class 10
ISO 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29	Class 100
ISO 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293	Class 1,000
ISO 7				352,000	83,200	2,930	Class 10,000
ISO 8				3,520,000	832,000	29,300	Class 100,000
ISO 9				35,200,000	8,320,000	293,000	Room Air

Particulate (dust) contamination is characterized by its quantity and its corrosivity. The quantity of dust contamination can normally be identified by visual inspection of the IT equipment and by the filter replacement frequency. The corrosivity of the dust can be estimated by determining the deliquescent relative humidity, which is the relative humidity at which the dust becomes wet and, therefore, conductive (see Appendix B). Dust with high deliquescent relative humidity is generally more benign; dust with low deliquescent relative humidity is generally more corrosive. ASHRAE recommends that data centers be kept clean to ISO Class 8, which may be achieved simply by specifying the following means of filtration:

- The room air may be continuously filtered with MERV 8 filters, as recommended by ASHRAE Standard 127 (ASHRAE 2007).
- Air entering a data center may be filtered with MERV 11 or MERV 13 filters as recommended by ASHRAE (2009b).

Requirements of Economizer System



데이터센터 공기 기준(가스) ISA (International Society for Automation) Standard 71.04-1985는 부식이 전자 장비에 미치는 영향을 아래와 같은 등급으로 나누어 표시하였으며, 각 등급은 다음과 같다.

- > Mild – 환경이 상당히 잘 관리되고 있으며 부식이 장비의 신뢰성을 판단하는데 영향을 미치지 않는 정도
- > Moderate – 장비의 신뢰성을 판단하는데 부식이 발생할 수도 있어 부식에 대한 영향을 고려해야 할 수도 있는 정도
- > Harsh – 높은 확률로 부식에 의한 장애가 발생할 수 있는 정도
- > Severe – 부식에 대한 방안을 설계에 포함한 제품이나 밀봉된 제품만이 유지될 수 있는 정도

G1 Mild	300	An environment sufficiently well-controlled such that corrosion is not a factor in determining equipment reliability.
G2 Moderate	300-1000	An environment in which the effects of corrosion are measurable and may be a factor in determining equipment reliability.
G3 Harsh	1000-2000	An environment in which there is high probability that corrosive attack will occur.
GX Severe	>2000	An environment in which only specially designed and packaged equipment would be expected to survive.

Severity Level	G1 Mild	G2 Moderate	G3 Harsh	GX Severe
Copper Reactivity Level (in angstroms, Å)	< 300	< 1000	< 2000	2000

The gas concentration levels shown below are provided for reference purposes. They are believed to approximate the Copper Reactivity Levels stated above, providing the relative humidity is less than 50%. For a given gas concentration, the Severity Level (and Copper Reactivity Level) can be expected to be increased by one level for each 10% increase in relative humidity above 50% or for a relative humidity rate of change greater than 6% per hour.

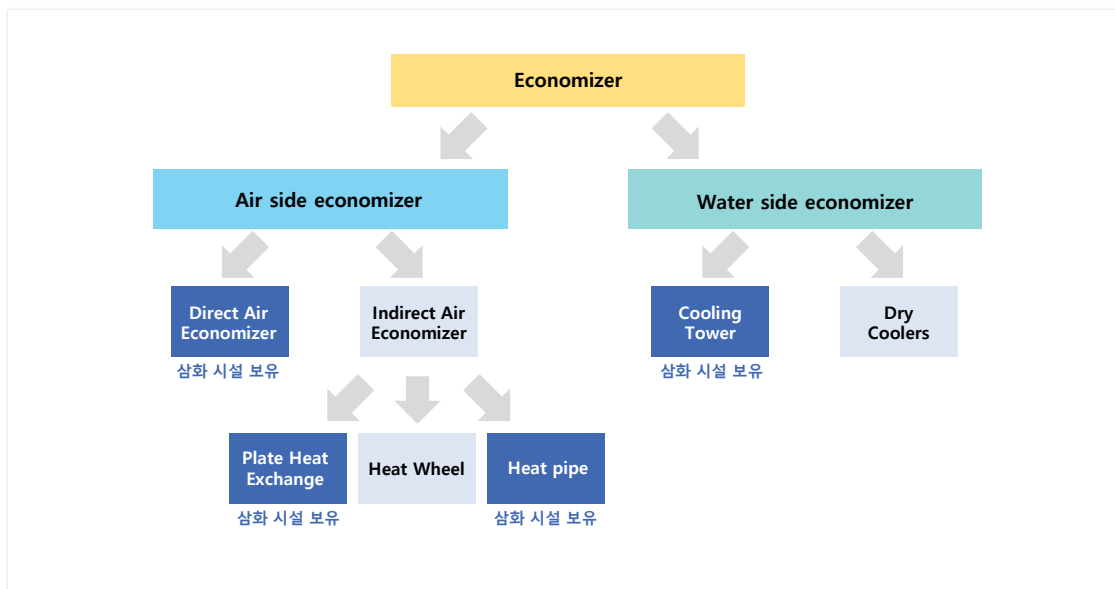
부식물질	ISA 기준	비고
	G1 (MILD)	
	0-300 Å	
H2S (황화수소)	3 ppb	
SO2 (아황산가스)	10 ppb	
NO2 (이산화질소)	50 ppb	
O3 (오존)	2 ppb	

✓ 안정적인 데이터센터 운영을 위해 G1 등급의 환경이 유지되어야 함

Requirements of Economizer System



Economizer 분류 Economizer 모드는 실외 차가운 공기를 활용함으로써 냉동기 및 압축기와 같은 냉매 기반 냉각 장치들의 사용량을 줄여 에너지를 절약할 수 있는 솔루션으로 외기(Air side economizer)를 이용하는 방식과 냉각수(Water side economizer)를 이용하는 방식 분류



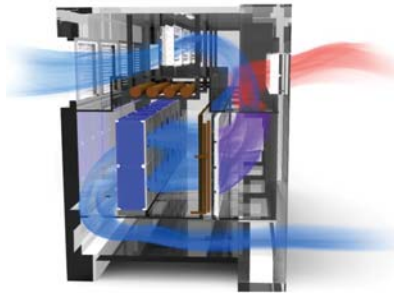


Package VS Built-up Change the paradigm



Package type

- 주위 환경이 복잡해지고 유지보수공간 확보가 어려움
- 공기유속이 빨라져 소음 및 진동이 발생가능
- 대용량의 가습량을 처리하기 어려움
- 공간부족으로 작업이 어려움
- 토출측에 FAN을 설치하므로 토출기류 난류 발생



Built-up type

- 유지보수 공간 및 동선이 여유로움
- 외주부 전체를 사용하여 공기저항을 줄여 동력절감
- 기류 안정화로 소음, 진동 최소화
- 장비 수명도 증가
- 기계실 공간 최대한 활용

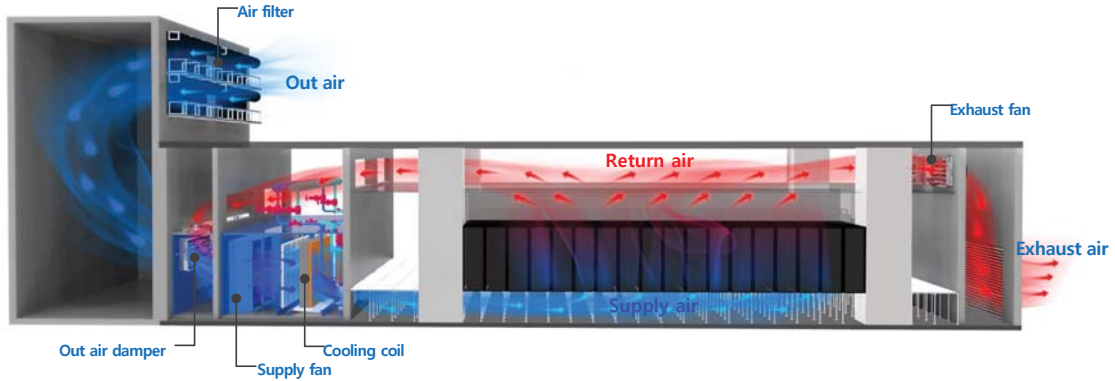
Chapter 3 | Reference of Economizer System

Reference of Economizer System



Direct Air Economizer 외기를 직접 이용한 Cooling system

- 외기의 조건이 설정점 내에 있을 때 팬, 댐퍼를 조절하여 일정량의 찬 외기를 필터를 통해 데이터센터 내부로 바로 도입하는 방식
- 외기 도입부에 보조적 증발냉각장치와 함께 사용 가능하나 실내 습도가 상승하는 문제점발생



21

OO센터

- 서울시
- 규모(연면적): 50,288㎡
- D/C면적: 3,580㎡

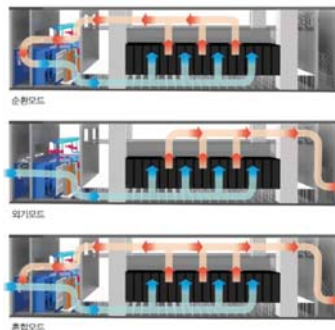
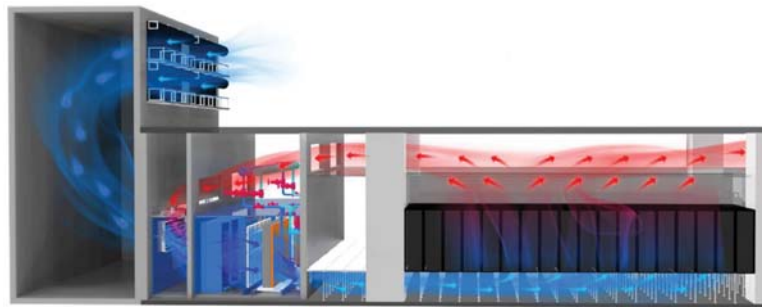


Direct Air Economizer 도심형 친환경 센터로 외기냉방전용 에어터널 적용 축벽 외기도입 중앙상부 배기 구조

전산실 평면도

IDC 개요

- IT부하 2.4kW/㎡
- PUE 1.34



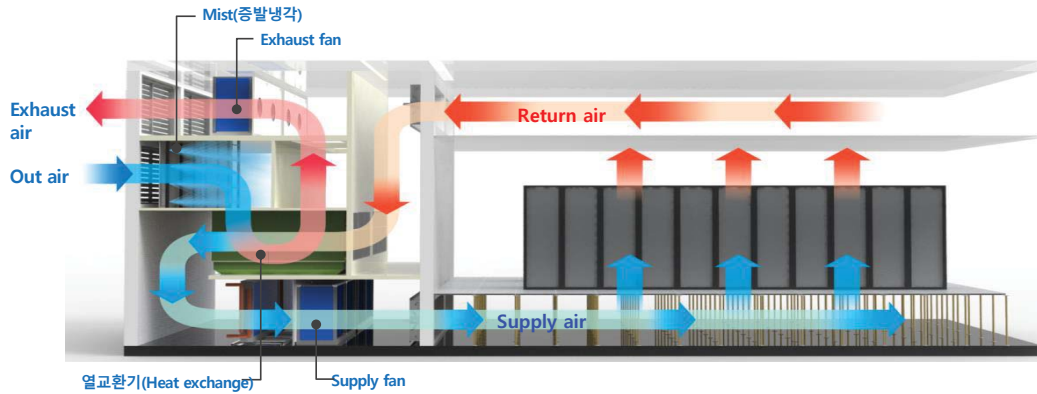
주요 사양	
fan	EC Fan
Exhaust fan	EC Fan
Containment	Hot
Server	8kW x 44EA

22



Indirect Air Economizer 간접증발냉각

- 외기조건이 설정점 내에 있을 때 외기로 데이터센터 공기를 간접적으로 냉각하는 방식
- 열교환기를 사용 외기와 데이터센터 공기를 열교환하며 추가적으로 물의 증발 냉각 활용시 추가 에너지 절감



OO센터

- 경기도 성남시
- 규모(연면적): 13,798㎡
- D/C면적: 2,000㎡

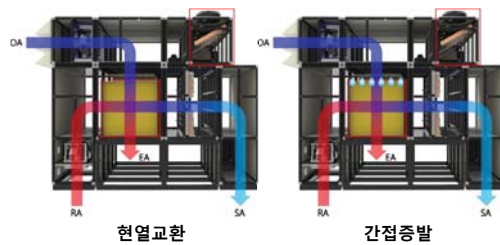
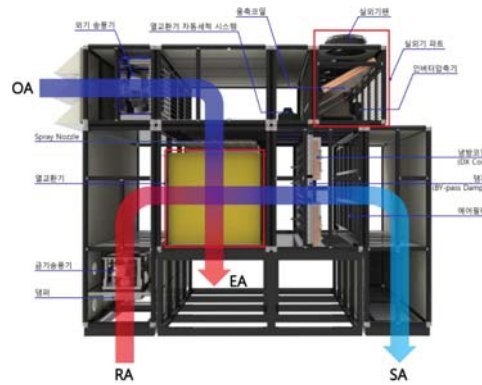


Indirect Air Economizer 간접 외기도입 및 직접외기도입 병용시스템 상부 급기 상부 환기

전산실 평면도

IDC 개요

- IT부하 6.4kW/㎡
- 공랭식 일체형 냉동기
- PUE 1.2



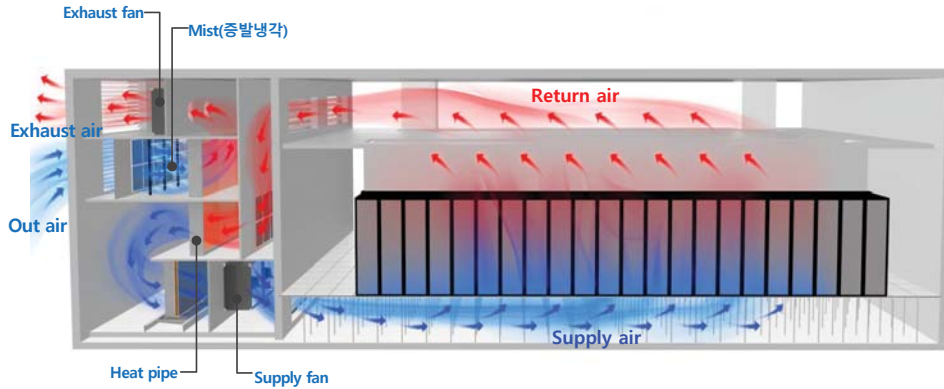
주요 사양	
fan	EC Fan
Exhaust fan	EC Fan
Containment	Cold & Hot
Server	8.8kW x 18EA

Reference of Economizer System



Indirect Air Economizer Heat pipe 냉각

- 외기조건이 설정점 이내에 있을 경우 Heat pipe 통한 외기와 환기의 간접 열교환을 통한 환기 냉각
- 외기 조건이 설정점 이상인 경우 외기 측 미스트 분사를 통한 물의 증발 냉각 효과를 이용하여 외기를 추가 냉각하여 열교환 효율 증대



25

OO센터

- 대구시
- 규모(연면적): 23,076㎡
- D/C면적: 2,000㎡



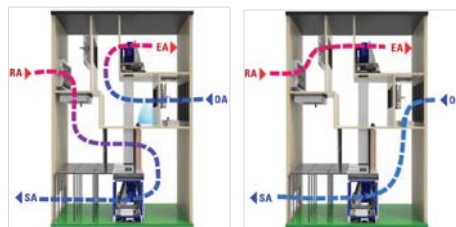
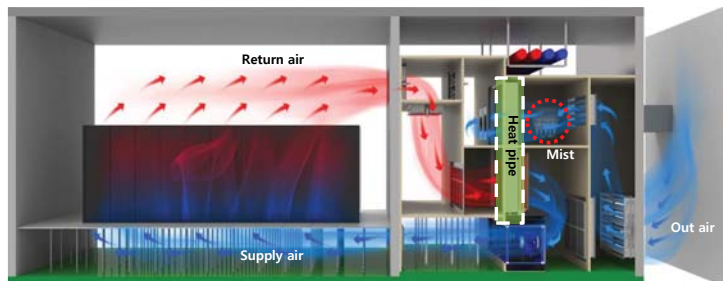
Indirect Air Economizer 대구시 동구 이시아폴리스 첨단산업단지 내 위치하며, 에너지 효율 평가 기준인 PUE 수준 1.3 이하로 설계

전산실 평면도



IDC 개요

- IT부하 1.4kW/㎡
- PUE 1.3



간접 외기냉방

직접 외기냉방

주요 사양

fan	EC Fan
Exhaust fan	EC Fan
Containment	Cold
Server	4.4kW x 20EA

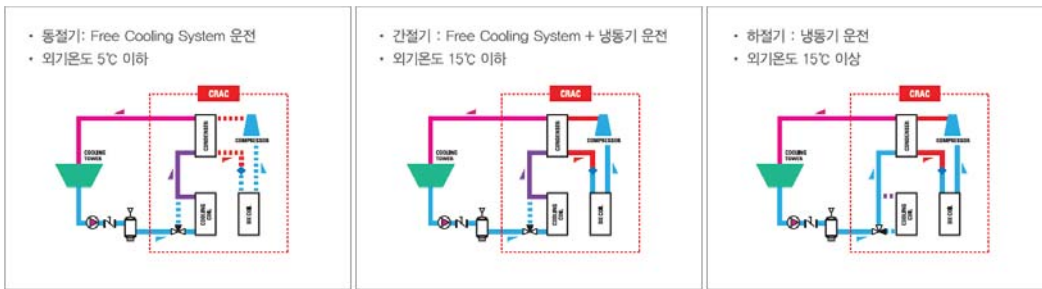
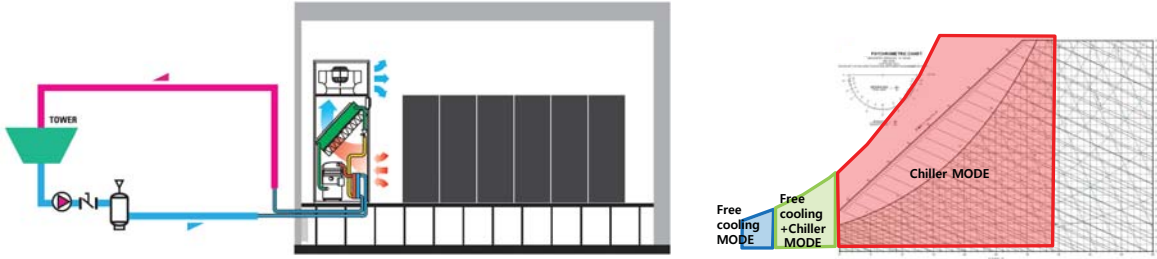
26

Reference of Economizer System



Water side Economizer 냉각수를 이용한 Free cooling system

- 찬공기와 냉각수를 열교환하여 냉방하는 방식



27

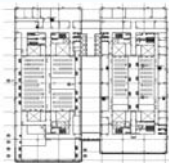
OO센터

- 서울시
- 규모(연면적): 10,665㎡
- D/C면적: 6,446㎡



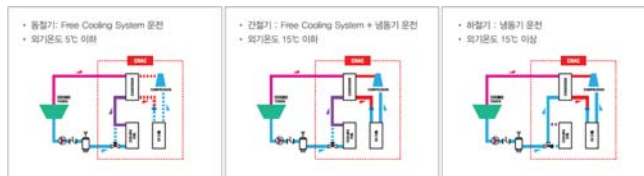
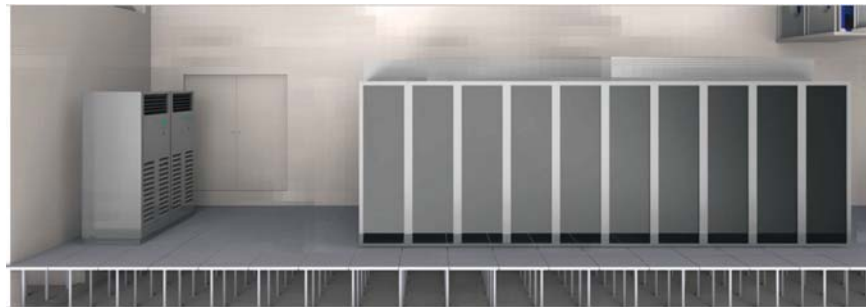
Water side Economizer 도심형 친환경 센터로 외기냉방전용 적용 측벽 외기도입 중앙상부 배기 구조

전산실 평면도



IDC 개요

- IT부하 2.0kW/㎡
- PUE 1.4



주요 사양

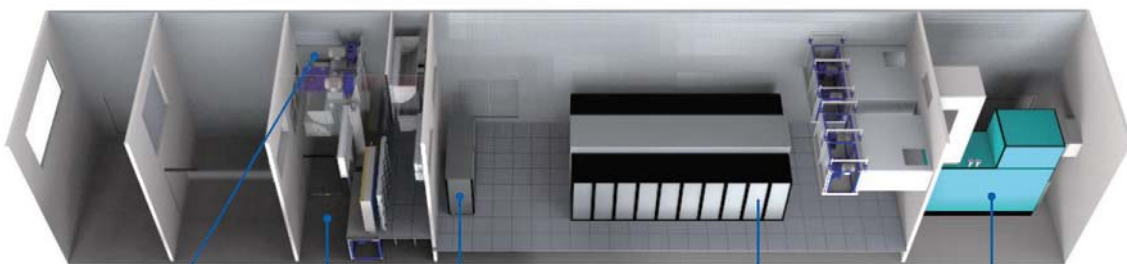
fan	EC Fan
Exhaust fan	EC Fan
Containment	-
Server	6.07kW x 26EA

Chapter 4 | D/C(Data Center) Mock-up

D/C(Data Center) Mock-up



Mock-up 개요 실증 가능한 테스트 설비 구축_주요 구성 설비



히트파이프 시스템



외기냉방 시스템



외기 냉수 냉방 시스템



발열시뮬레이터



간접증발 냉각기

D/C(Data Center) Mock-up

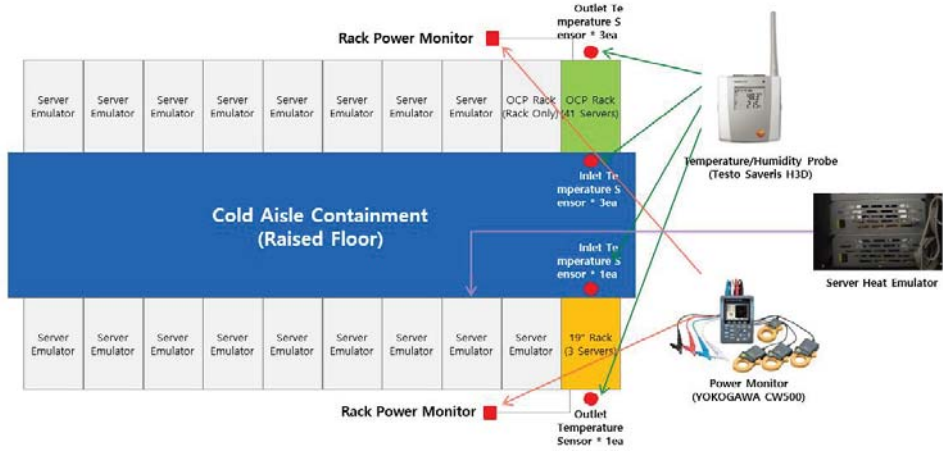


OCP 설비제공 SK Telecom OCP Server 시험

SK Telecom에서 OCP시험을 위해 안성 Mock-up 설비를 TEST Bed로 활용함.



Testbed Design – Top View



31

D/C(Data Center) Mock-up



Mock-up 활용 SK Telecom OCP시험

안성 Mock-up 설비를 TEST Bed로 활용하여 전력소모 및 성능을 검증함.



CRAC Server Room



32



Thank You



(주)삼화에이스 | 본사 서울시 서초구 반포대로22길 53 | TEL 02.523.2242 FAX 02.3472.9992 | E-Mail shseoul@chol.com | www.samhwaace.com