

데이터 센터 pPUE 1.03X 달성을 위한 액침 냉각 시스템

데이터센터의 냉각 효율화와 지속 가능성을 위한 최고의 솔루션



GRC코리아
솔루션 아키텍트 - 최동훈 부장

효율적 초고밀도 서버 인프라 구축을 위한
GRC 액침 냉각솔루션

GRC GREEN
REVOLUTION
COOLING
The Immersion Cooling Authority

GRC 회사소개

- 2009 설립
- 액침 냉각솔루션 선두업체
- 12년에 걸친 1상 액침 냉각 솔루션 디자인, 설치, 관리
- 다년간 미국 NSF 를 통해 성장가능성을 인정받는 회사

액침 냉각
솔루션 기업

제품의
성숙도

- 19개 특허 등록, 13개 출원 중
- 시스템의 안전성검증 (Intel, NSA, USAF...)
- 공랭식 방식의 서버운영보다 더욱 우수한 안정성 검증완료
- 업계에서 주요 OEM 파트너 확보
– Dell Technologies, HPE, Avaso, Supermicro

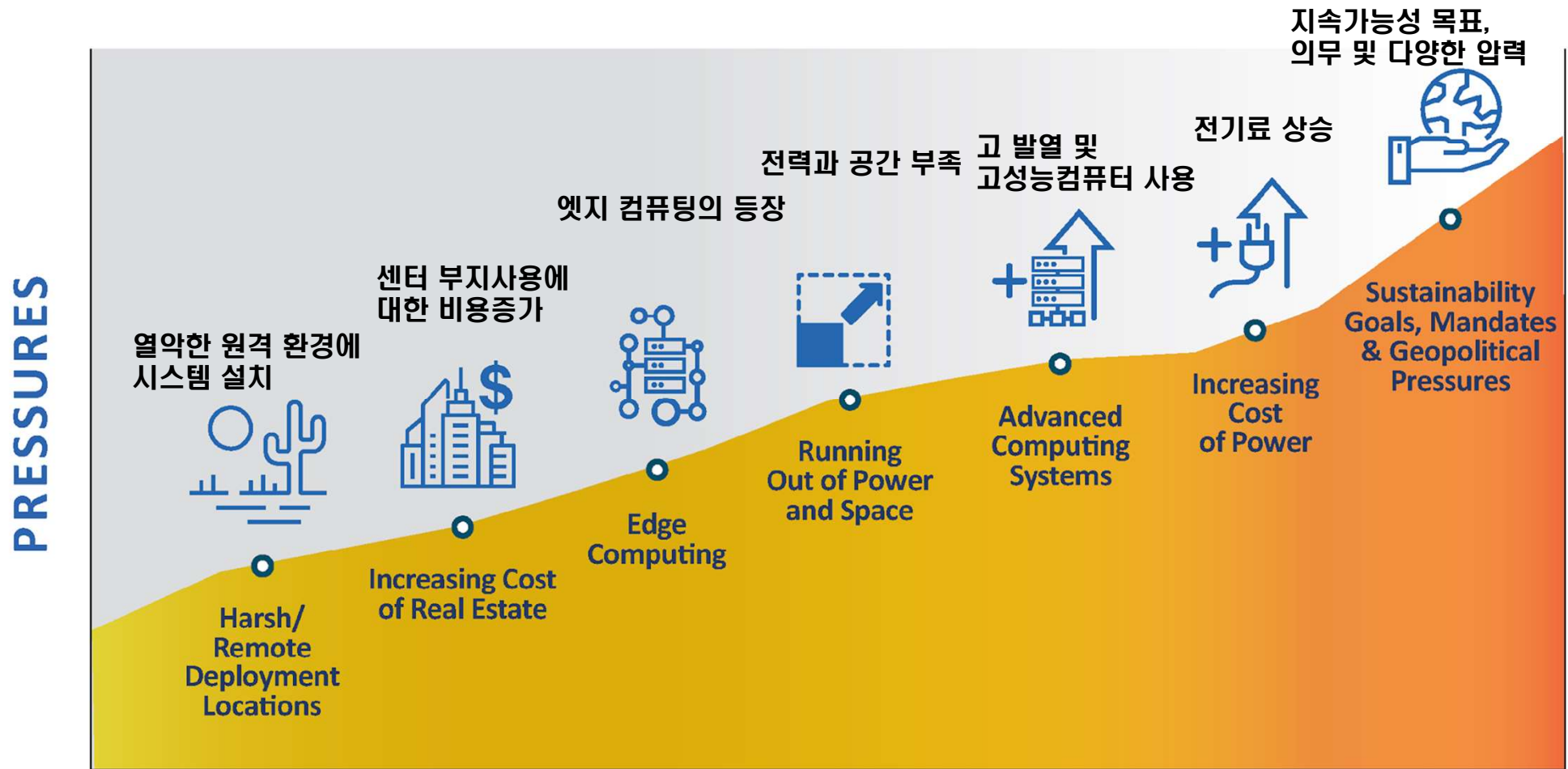
- 국방
- 고성능 컴퓨팅[HPC]
- 석유 및 가스 회사
- 핀 테크
- IT
- 통신
- 에너지 및 유틸리티
- 블록체인 컴퓨팅

전세계
다양한 고객
성공 사례

입증된
ROI

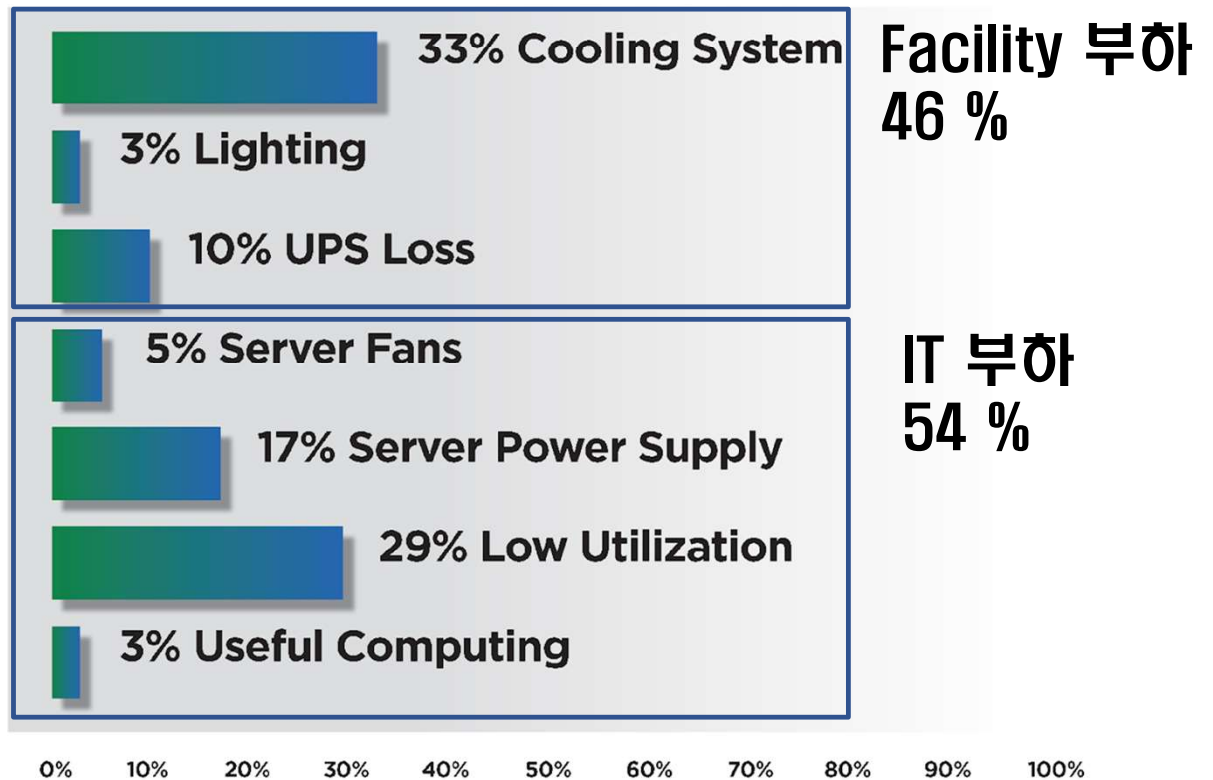
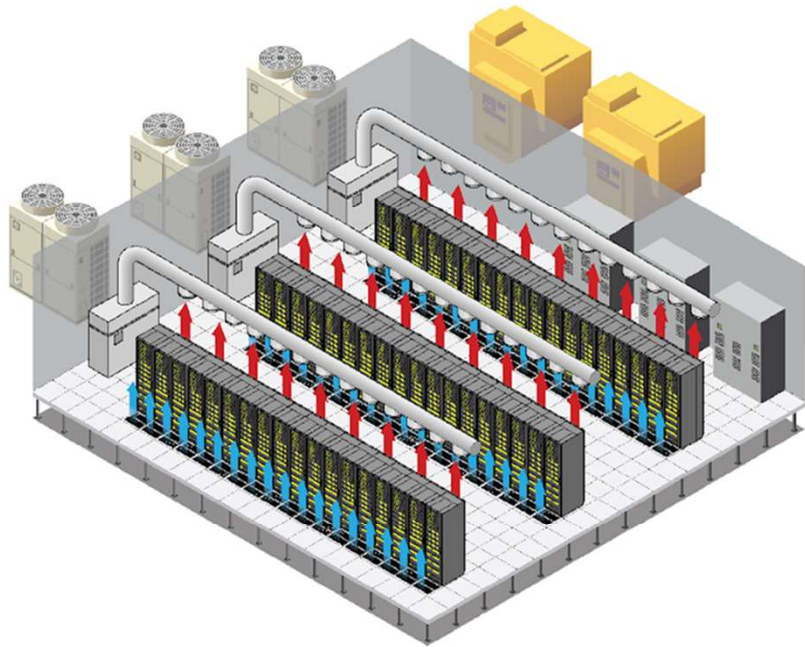
- 낮은 초기 자본 비용
 - 낮은 PUE, 1.03 – 에너지 효율화
 - 저비용/신속 배포
 - 환경 탄력성/낮은 탄소발자국/배출
- [Web-TCO-calculator](#)

오늘날 데이터센터 직면한 과제



기존 공랭식 데이터 센터 전력 사용분포

데이터 센터에서 전기는 주로 어디서 많이 사용되는가?



데이터센터 냉각 방식의 진화

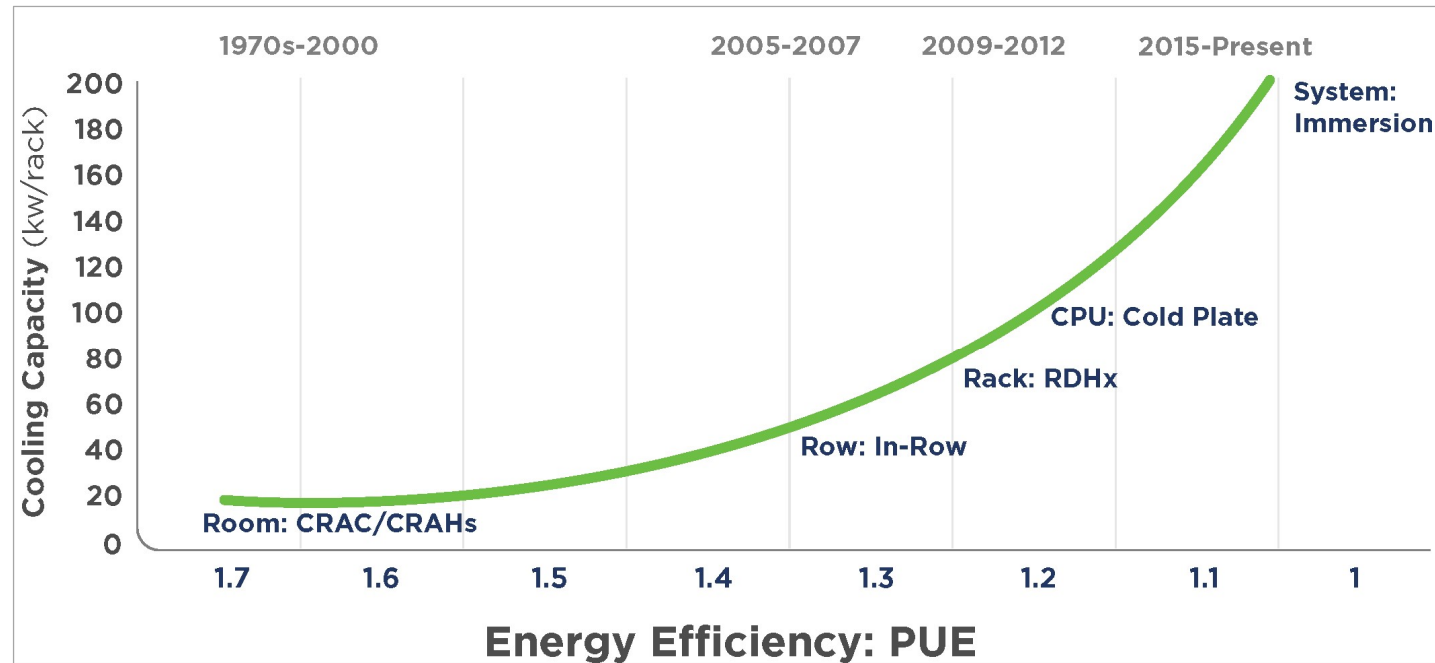
1st 세대: **Cool the Room** CRAH 와 CRAC을 이용한 Room 냉각 방식(PUE 1.7)

2nd 세대: **Cool the Row of racks** 냉각 유닛을 데이터센터 내 Row 에 직접 설치하는 냉각방식(PUE 1.35)

3rd 세대: **Cool the Rack Rear-Door** Heat Exchanger (RDHx) 를 이용한 랙 냉각방식

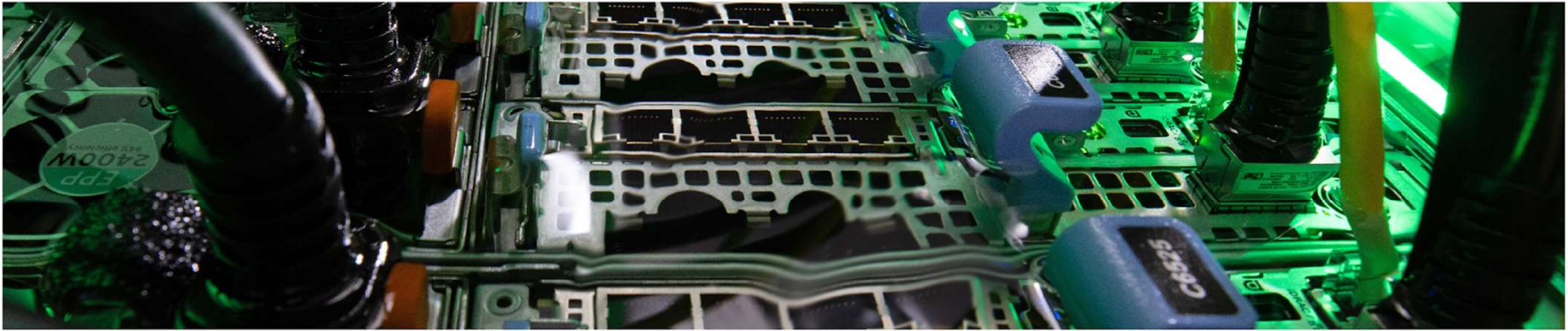
4th 세대: **Cool the CPU chip** CPU에 수냉식 모듈을 부착하여 직접 냉각하는 방식 (Cold Plate)(PUE 1.2)

5th 세대: **Cool the entire System** 서버 내 있는 CPU, memory, hard drives, network cards 등의 모든 시스템을 비전도성 액체를 이용하여 직접 냉각하는 방식
(PUE 1.03)



기술의 발전은 냉각시스템을 점점더 열점에 가깝게 만들고 있습니다

때문에 액침 냉각은 시장에서 주목 받고 있습니다



“데이터센터의 최종 단계 쿨링에 있어서 액침 냉각을 사용하는 것에 이미 시장에서 합의가 되었습니다”

- Marc Bhuyan, Google Machine Learning Infrastructure Project Manager



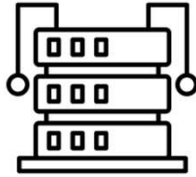
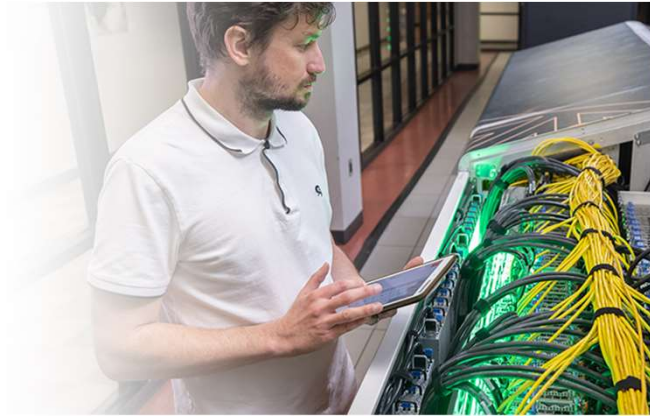
“우리는 액체를 통한 서버 냉각, 특히 액체 침수 냉각이 우리가 고려조차 하지 않았던 몇 가지 새로운 아키텍처를 가능하게 했습니다”

- Kushagra Vaid, Microsoft Azure hardware leader



“우리는 모든 차세대 데이터 센터가 침수 또는 액체 냉각으로 구축될 것이라고 100% 확신합니다...”

5세대 쿨링 액침냉각 시스템 [Immersion Cooling] 이란 ..



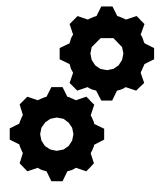
특수용액에 서버를 담그는 초근접 방식 냉각

- 랙당 최대 200kW 냉각 지원
- 냉수식(칠러) 또는 수냉식(냉각탑)
- 낭비되는 쿨링없이 완벽한 효율로 동작



기존 공기냉각 장비가 필요 없는 차세대 냉각 시스템

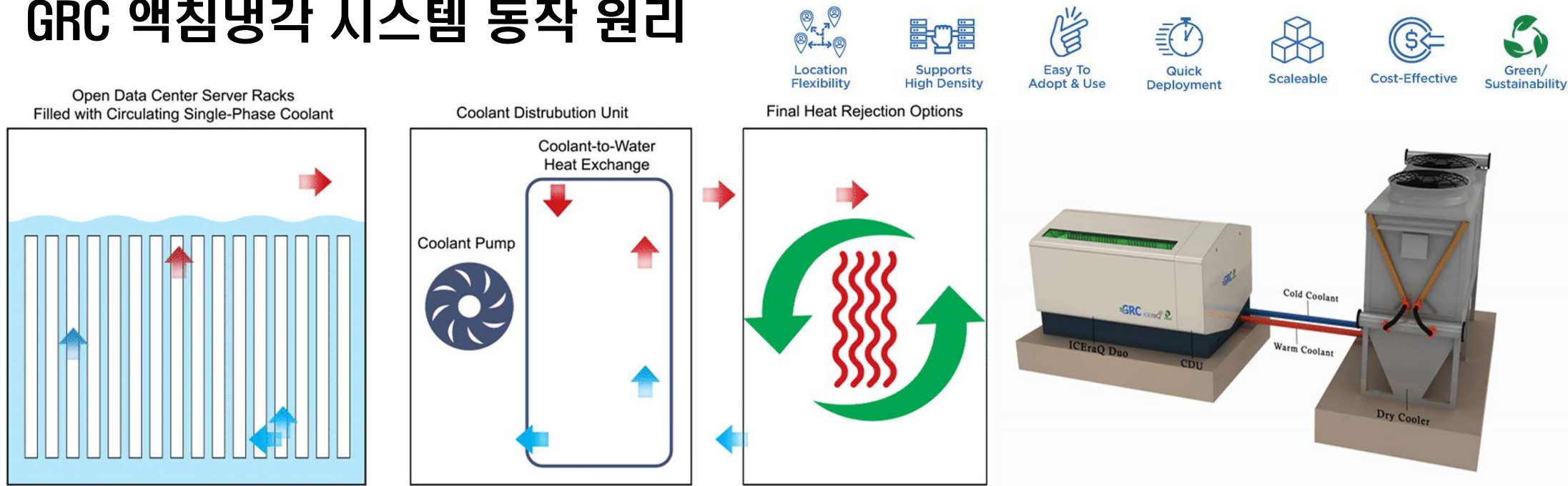
- CRAC / 냉각기 / 가습기/제습기 불필요
- 완전 밀폐 시스템으로 비전산실 환경에서도 운영 가능
- 쿨링용액은 열화 / 증발되지 않아 10~15년 사용



이미 운영 중인 센터 또는 전용센터에 설치 가능

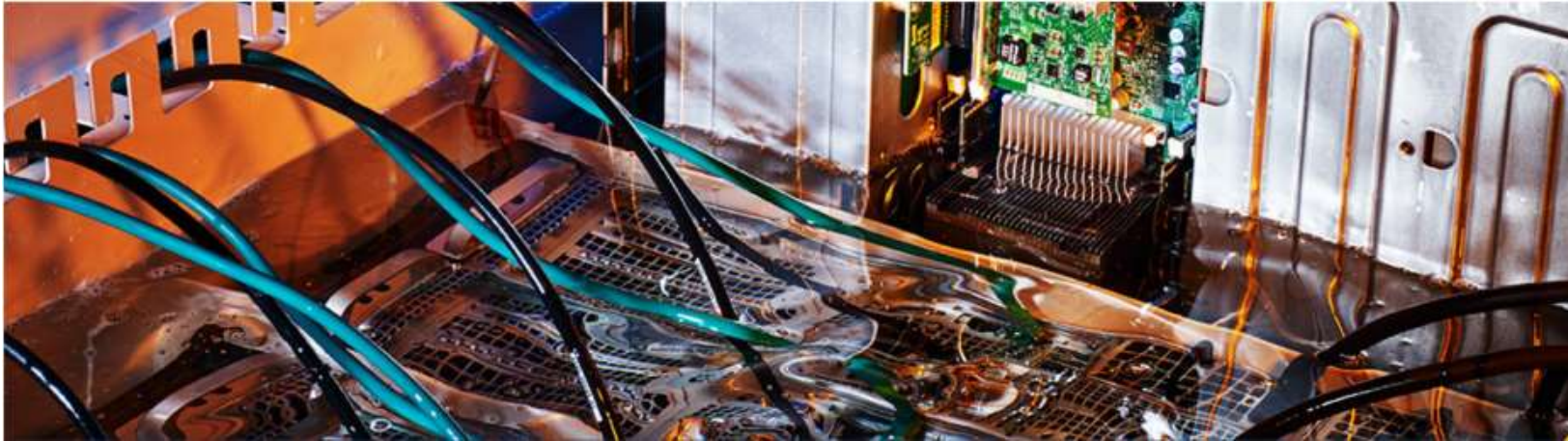
- 서버 랙 과 쿨링 일체형으로 공기 냉각방식 대비 빠른 설치 가능 /이중마루 필요없음 /서버 증설 및 변경 시, 기존 운영중인 인프라에 최소 영향으로 별도의 고밀도 서버 존 생성 가능

GRC 액침냉각 시스템 동작 원리



- Rack 안에서 가열된 Coolant [비전도성 냉각액]가 Rack 상단을 통해서 밖으로 나옵니다
- CDU [열교환기+순환펌프 일체형 장비]를 통해서 열 순환합니다 [열 전도 진행]
- 냉각탑 또는 드라이쿨러와 연결되어 별도의 냉각수가 CDU 내부로 순환

ElectroSafe Dielectric Coolant [유전체 냉각수]



ElectroSafe[®]
Single-Phase
Liquid Coolants

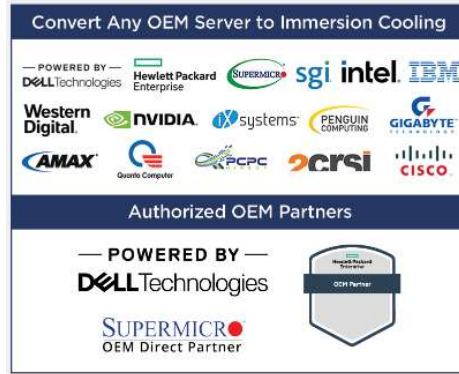
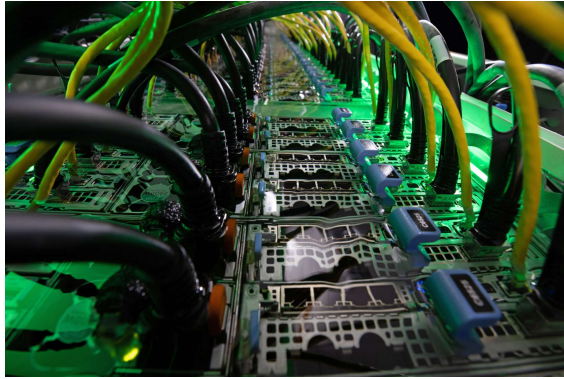
- 친환경적 무취 무독성,비증발,불활성,비전도성 1상 냉각제 [작업자 노출, 흡입, 섭취 시 안전]
- 전기 및 화학적으로 비활성 액체
- 데이터 센터 전체 수명 동안, 증발하지 않으며 교체할 필요 없음.
- 거의 모든 전자 및 IT구성 요소와 호환 가능.
- NFPA (National Fire Protection Association) – ElectroSafe 냉각수를 0-1-0에서 1-1-0

또는 그 이상으로 평가/ ElectroSafe 유체는 불연성으로 분류됨

- 공냉 식 DC 요구사항을 넘어서는 추가 화재 진압 불필요

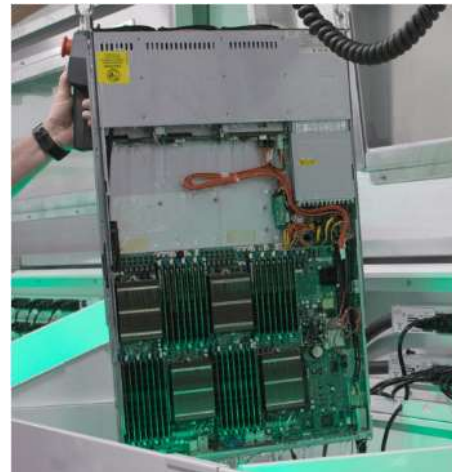
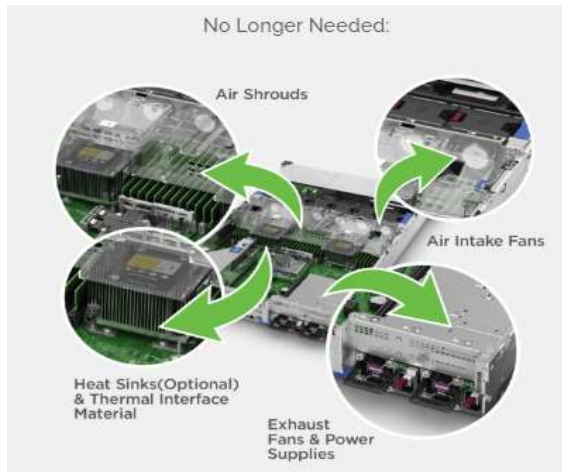


액침냉각 시스템에서의 서버장비의 운영 장점



서버의 안정성

- 무산소 환경으로 서버 및 구성요소의 산화 및 부식방지
- 데이터센터 내 핫스팟(기류적체구역) 제거
- 서버 구성요소에 대한 보다 균등하고 낮은 온도로의 냉각
- 서버 팬 제거로 인한 무진동 & 서버 팬 구동 전력 절감
- 서버 코어의 낮은 온도와 구성요소의 고장률 감소로 서버 성능 향상 및 유지보수 포인트 대폭 감소
- 서버 코어 온도는 공냉식 대비 20% 낮은 운영이 가능



환경의 개선:

- 데이터센터 내 항온항습기와 습도제어 불필요
- 이중마루 불필요
- 팬 제거를 통해 서버 동력을 10-20% 감소

액침냉각 시스템에서의 서버 관리 및 유지보수 장점

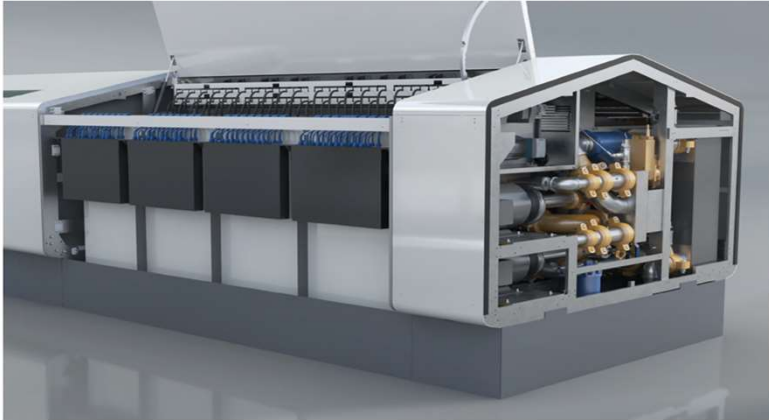


인체공학적으로 우수 & 작업자 친화적

- 장기간 작업시 사용되는 귀마개의 불 필요[소음없음]
- 콜드존에서 서버작업 시 필요한 따뜻한 재킷의 불필요[냉복도 구성 없음]
- 35-40 ° C 의 열복도 컨테인먼트에서 작업 불필요
- 고밀도 서버가 더 이상 Rack 바닥 면 근처에 없어 도 구성가능한 작업환경
- 테이블 높이에서 자연스러운 유지보수 서비스가 되는 인체공학적 구조

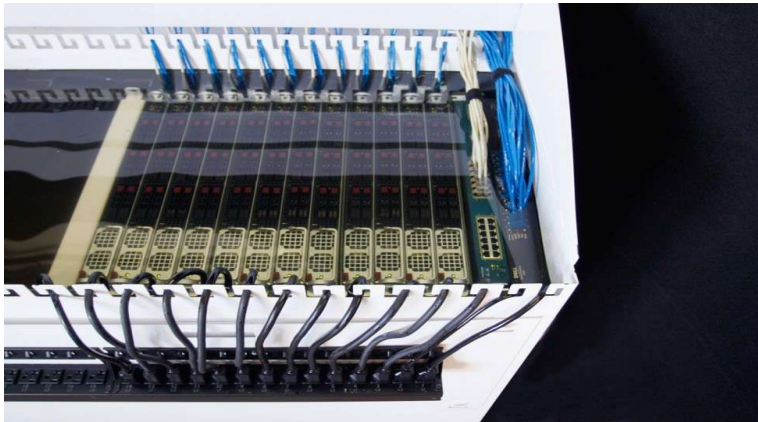


액침냉각 시스템에서의 네트워크 장비 설치 및 관리



공간활용을 통한 네트워크 장치설치

- 1U 또는 2U switch 부착이 가능하며, 랙 측면에 위치하여 손쉬운 네트워크 연결 가능
- 스위치는 랙과 랙 사이 측면에 설치할 수 있는 장착 포인트를 제공
- 또는 액침방식으로 네트워크 스위치를 랙 안에 직접 장착 도 가능



용량 별 제품 소개

ICEraQ¹⁰



ICeraQ Micro

CDU 일체형 랙시스템으로 전원, 물공급, 평평한 바닥만 있으면 설치가능

- 1 x 24U immersion cooled rack 과 통합 CDU로 구성
- 수냉식 구성시 : 최대 45kW 냉각능력 ▪
- 냉수식 구성시 : 최대 90kW 냉각능력 ▪
- 단일 통합형 모듈로 확장성이 용이



ICeraQ Duo

AI (artificial intelligence) 를 포함 대체로 높은 전력소모를 나타내는 GPU 서버 시스템 및 고성능 컴퓨팅 (HPC) 시스템 등에 적용,

- 2 x 42U immersion cooled racks 과 별도의 200kW CDU 1대로 구성
- 수냉식 구성시 : 랙 당 100 kW X2=200kW냉각능력
- 냉수식 구성시 : 368kW 냉각능력
- 2대씩 랙 증설 가능



ICeraQ Quad

일반 클라우드 데이터센터, IDC 등 고밀도 서버를 배치하는 시스템에 적용.

- 4 x 42U immersion cooled racks 과 별도의 200kW CDU 1대로 구성
- 수냉식 구성시 : 최대 50 kW X4=200kW냉각능력
- 냉수식 구성시 : 최대 368 kW 냉각능력
- 4대씩 랙 증설 가능

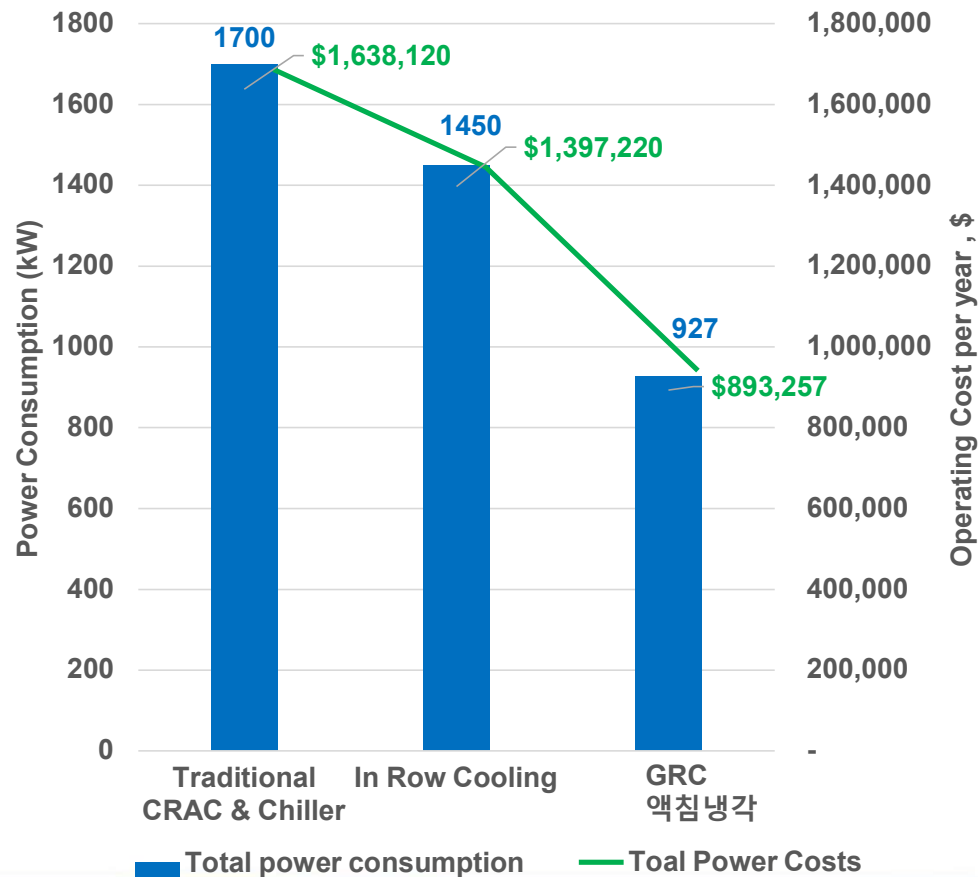
제품 특성 및 스펙

확장성, 고효율 솔루션을 통해 가용성을 극대화하여 최신 데이터센터의 “초” 고밀도 부하를 냉각시킬 수 있는
장점 Product Spec

Product Spec	Micro	DUO	QUAD	Notes
침수식 냉각 Rack 수량	1 x 24U 일	2 X 42 U	4 X 42 U	1. 개별 CDU는 1,2 또는 4개의 랙 담당 2. 개별 랙은 42U 구성
고밀도랙별 냉방용량 [@32° C 냉각수 Chiller-Free Water 조건 시]	체형 45kW	Max 200kW Rack /100kW	Max 200kW Rack /50kW	랙당 25 ~ 100kW까지 처리 가능/ 고밀 도 서버까지 수냉식 시스템에서 처리가 가능
고밀도랙별 냉방용량 [@13° C 냉수 Chilled Water 조건 시]	일체형 90kW	Max 368 kW Rack /184kW	Max 368 kW Rack /92kW	랙당 50 ~ 200kW까지 처리가 가능/ 고밀 도 부하까지 냉수 시스템 구성 시 처리가 가 능
Mechanical PUE	<1.03			고발열 솔루션 중 매우 높은 효율
Redundancy	Coolant Pumps: 2N, Control System: 2N			높은 신뢰성 및 확장성에 집중화
Water 요구조건	5° C ~ 32° C			광범위한 운전 범위

에너지 절감 예시 [용량기준 비교표]

1MW 데이터센터 구축의 경우;



제품	GRC 액침냉각	In-Row Cooling	전통적방식의 CRAC & Chiller Air Cooling
서버 용량 (KW)	900	1000	1000
기계적 PUE	1.03	1.45	1.7
냉방용 간접 에너지 사용량 (kW)	27	450	700
서버 총 전력량+ 냉방시스템(kW)	927	1450	1700
연간 전력소모비용	\$893,257 [약 11억]	\$1,397,220 [약 18억]	\$1,638,120 [약 21억]
GRC 액침 사용시 연간 전력 및 절약 비용	-	\$503,963	\$744,863

Note:

- 1) 10% Reduction in Server Power From Fan Removal
- 2) Using warm water cooling for VIC, pump power input is 3kW each
- 3) 전력비 @ \$0.11 a kW/h

**냉동기&항온항습기 냉각 방식 대비
연간 최대 \$750,000(약 10억원)의 비용 절감!**

IT 시스템 기준 -액침냉각 VS 전통적 방식 센터의 TCO 계산

TCO Calculator

How much will GRC immersion cooling save you?
Simply select an application, update the numbers to match your operation and click 'Calculate' to find out.

Artificial Intelligence

Typical Server Power in Watts (W) 3,500

Server Size in Rack Units (U) 3

of Servers 1,000

Total Design Capacity in Megawatts (MW) 3.5

Electricity Cost (USD) Per Kilowatt-Hour (kWh) \$ 0.10

CALCULATE

In creating this online savings calculator, GRC made assumptions using industry application averages. GRC does not make any representation or warranty, express or implied, as to the accuracy of the calculator's results, which are hypothetical and may not reflect the actual savings of your own purchases. GRC is not responsible for the consequences of any decisions or actions taken in reliance upon or as a result of the information provided by this calculator.

Print These Results

Total Cost of Ownership Over 10 Years



Traditional TCO
\$73,156,140

GRC TCO
\$43,575,345

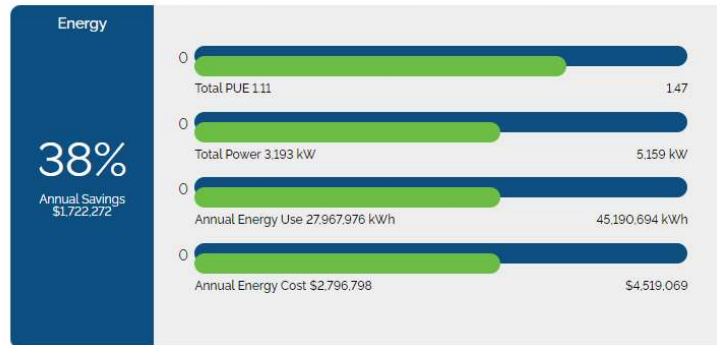
10-Year Savings
\$29,580,795

Like These Results?

Dive Deeper with a Detailed Analysis of Your Operation

CONTACT US TODAY

Operational Expenses



고발열 고밀도 AI 전용 서비스 데이터센터

- 서버당 전원 :3500W
- 랙 당 서버 사용공간 : 3U
- 전체 데이터센터 디자인 용량 : 3.5M
- 전기료 : 0.1 USD [130원]
- 1년 39억 절감 효과

Maintenance

45%
Annual Savings
\$264,000

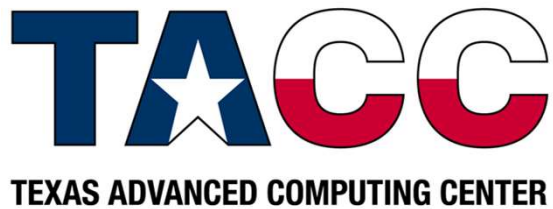
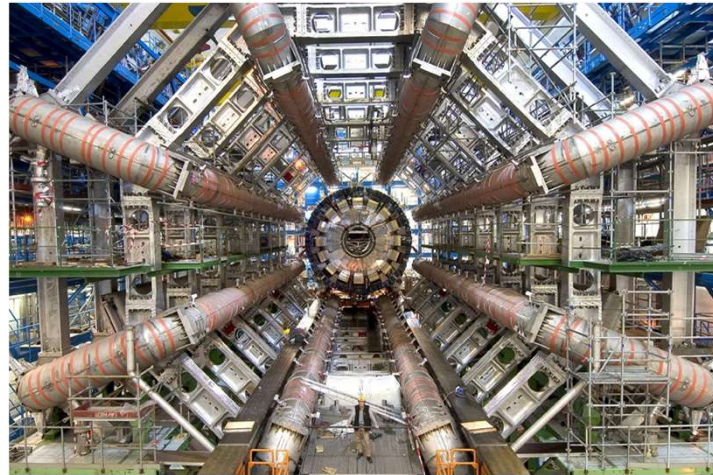
Annual Maintenance Costs \$326,852 \$687,435

Capital Expenditures

45%
Savings \$8,799,998

Total CAPEX \$10,895,061 \$19,695,059

초기 주요 레퍼런스 고객: 고성능 컴퓨팅



텍사스 어드밴스 컴퓨팅 센터



스페인 CERN 대형 입자가속기 센터



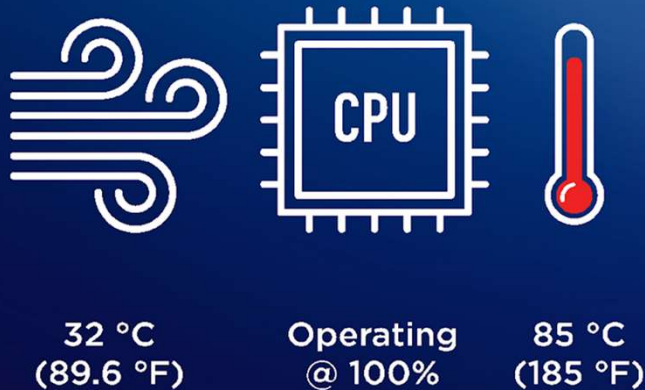
비엔나 과학 클러스터 센터

액침 냉각의 IT 성능관점의 장점 – 공기냉각 대비 성능을 더 높입니다

공기 냉각 방식 32도 공기로 100 % 동작하는 CPU 를 냉각 시키면 CPU 자체의 온도는 85 도 에서 동작하는 반면 액체 냉각방식의 34도 액체로 100% 동작하는 CPU 를 냉각 시키면 CPU 자체의 온도는 65도 에서 공기냉각 방식 대 25% 더욱 안정적으로 성능을 낼수 있습니다

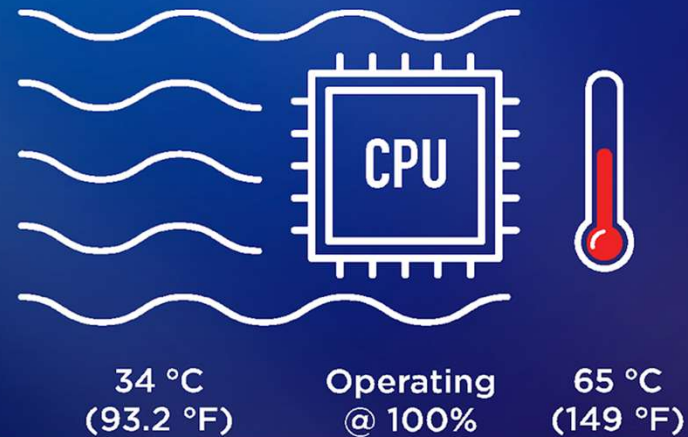
Traditional Air & Core Cooling

CPUs operating close to 100% in 32 °C (89.6 °F) air yielded an average core temperature of 85 °C (185 °F).



Liquid Immersion & Core Cooling

Yet when submerged in liquid coolant at 34°C (93.2°F) the same CPUs yielded an average core temperature of 65°C (149°F).



액침 냉각의 인프라 관점의 장점- 액체 냉각을 통해서 기존 인프라 필수 요소들을 줄일 수 있습니다



냉동기 수 줄어듦



하온 하습기 가 필요없으며



백업 용 발전기 수를 줄일수 있으며



UPS 수량 또한 줄여준다

This Reduction in Infrastructure Results in

- Lower CapEx & OpEx
- Simplified Installation
- Fewer Points of Failure
- Less Maintenance

액침냉각의 인프라 관점 장점 VS 공기 냉각 방식

1000 kW 크리티컬 컴퓨팅 룸

50%

Lessen Overall Power Utilization*

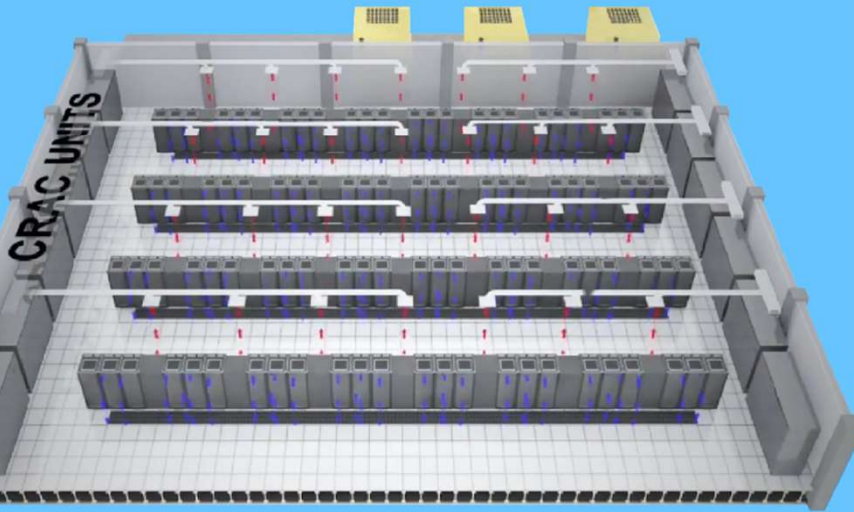
90%

Lower Cooling Energy Expenses*



Legacy Air-Cooled Data Center
10 kW/Rack

GENERATORS



CRAC 과 Inrow Cooling 혼합 데이터 센터

Single-Phase Immersion-Cooled Data Center
100 kW/Rack

GENERATOR



액침 전용 데이터센터

액체 냉각 기술 비교 및 경쟁력

Liquid Cooling Technology Solutions



1상 액침냉각

비전도성, 비부식성 유체에 서버를 담구는 방식

[+] 유체는 타 제조사에서도 공급이 가능함

[+] 물질적 호환성 문제 또는 건강 상에 위험 없음

[+] 공기 중의 미립자, 습기, 산화 및 내부 팬의 진동으로부터 서버를 보호



2상 액침냉각

비전도성, 비부식성 유체에 서버를 담구는 방식 (3M 사에서 유체 공급)

[−] 유체는 증발을 통한 유체 손실 방지를 위해 밀폐 시스템과 응축 코일이 필요한 phase (초저온 조건에서 액체를 기체로) 을 변경

[−] Lawrence Berkeley National Lab 보고서에 따르면 비용, 재료의 호환성 및 건강 위험으로 인해 상업적 사용에 부적합함을 결론 내림

Note:
비트코인 채굴업종에서 최초 사용



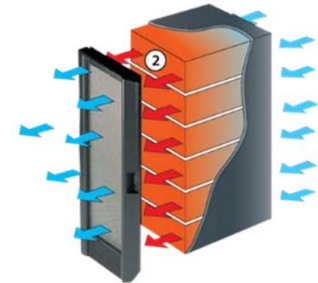
Cold Plate

CPU의 방열판을 맞춤형 방열판으로 교체

공기보다 더 효율적으로 CPU 냉각을 위해 맞춤형 방열판을 통해 액체를 흐르게 함

[−] CPU 만 냉각하며, 다른 서버 구성 요소를 냉각하기 위해 기존 공냉식 장비로 보강이 필요

[−] 기계적 복잡성으로 인해 새로운 GPU, ASIC 및 FPGA 프로세서에 부적합



Rear-Door Heat Exchanger 랙 후면에 도어 장착

후면 도어의 팬이 랙을 통해 찬 공기를 보내줌

[−] 도어의 팬은 상당량의 전력 소비

[−] 서버는 공기 중 미립자, 습도, 산화, 내부 팬 진동에 지속적 노출됨

[−] 물 기반 장치의 서버 근처에는 물이 존재 함

GRC 액침 냉각 솔루션 요약



고밀도 냉각 방식(Up to 184kW/rack)



적은 인프라시설의 요구 / **빠른 설치 가능**(공기 단축)



PUE 를 1.03까지 낮출 수 있어, 적은 운영비용 소모



저소음 및 습도 제어 불필요, 유지보수가 단순함



깨끗하고, 무취성분인 ElectroSafe 유전체 냉각수로 운영



고객 성공 사례

고객명: CGG

위치: Houston, TX, 미국 **업종:** Oil and Gas

과제:

CGG는 10,000평방 피트의 레거시 데이터 센터운영
데이터 센터 노후화로 인해 가용 전력 범위의 제한과
2.0 이상의 극도로 비효율적인 PUE 상황
기존의 공랭식 인프라에 에너지 사용량의 절반사용
다른 시스템이나 네트워크에 대한 중단 시간 없이 데이터 센터를
개조하고 센터 개선을 통해서 OPEX를 최소화 목적
42U 랙에는 Nvidia GPU 160개 외 기타 다수의 고밀도 서버 설치 필요

GRC 솔루션 :

100kW 냉각 용량[랙당 25kW] - 4 x 42U 랙 [구 Quad 모델]

14개 세트 포함 / 주문 8주 후에 설치 완료 / CRAC 사용안함/ 기존
냉각수 루프를 통합 구성 / 100KW 당 1일 소요 총 14일 설치 완료

결과 :

필요한 냉각 용량을 100kW 단위로 개조 구축 다운타임 제거

총 데이터 센터 에너지 사용량 기존 대비 50% 감소 달성

기존 전력 을 활용하여 현재 시설에서 호스팅되는 서버 수와 랙당 열
부하 용량을 두 배로 확장

소음 수준이 낮아 작업자의 귀 보호 장치가 필요하지 않음



[Panoramic Viewer](#)

고객 성공 사례

고객명: TACC

위치: Houston, TX, 미국 **업종:** 대학교 **PUE :** 1.03

과제:

2019년 8월 GPU 시스템 구성 과제 [Lonestar 6]

360 개 x Nvidia Quadro RTX 5000 GPU – 마더보드당 4개

NAMD[화학관련소프트웨어], Amber 및 Molecular Dynamics VASP

[분자역학 계산] 및 GROMACS(오픈소스 소프트웨어) 6천만 달러

규모의 NSF 자금 지원 프로젝트

필요한 용량의 서버에 비해 충분하지 않은 쿨링

장비를 추가할 충분한 공간 부족

기존 시스템 사이에 별도의 고밀도 존 구성 필요

GRC 솔루션 :

총 280kW 냉각 용량(랙당 70kW) – [ICEraQ Quad 모델 구성]

결과 :

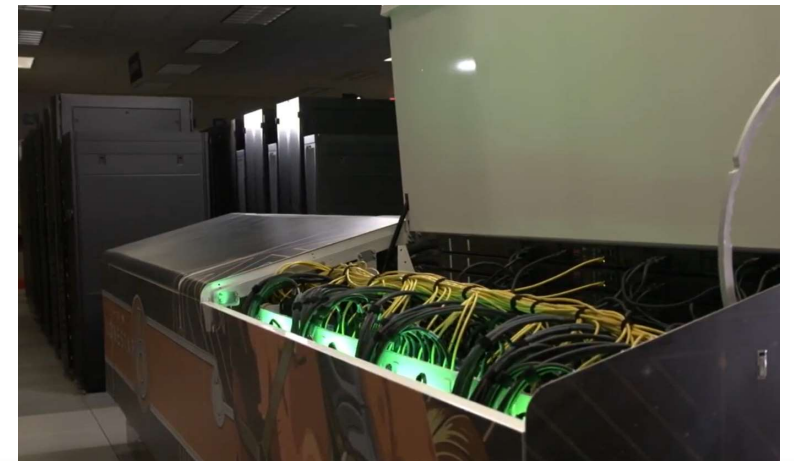
ICEraQ Quad 모델 1식 설치

–2020년 1월 Frontera 세계에서 5번째로 강력한 슈퍼컴퓨터 확보

설치 시 별도의 추가 센터 증축 없이 안전하게 컴퓨팅 리소스 확보

별도의 데이터센터 쿨링 자원 추가 기존 인프라 활용

PUE 1.03 유지 및 개선



고객 성공 사례

고객명: Tokyo Institute of Technology

위치: Tokyo, 일본 **업종:** 대학교 PUE 1.09

과제:

세계에서 가장 전력 효율적인 슈퍼컴퓨터인 Green500 순위를 놓고 경쟁하면서 엑사 스케일 속도(초당 10억 회 계산)로 실행되는 새로운 TSUBAME [케플러 유체냉각]프로토타입 모델을 준비
전력 및 열 집약적인 NVIDIA GPU를 새로운 프로토타입은 시스템 구축

GRC 솔루션 :

건물 외부의 20피트 컨테이너에서 ElectroSafe™ 냉각수를 실행하는 ICeraQ™ 마이크로 모듈식 랙 기반 냉각 시스템을 건물 외부의 20피트 컨테이너에 설치

결과 :

기계 자체는 28.9킬로와트의 전력만 소비/ 펌프와 냉각탑을 합친 전력은 2.60킬로와트 로 구성

새로운 슈퍼컴퓨터의 성능과 "친환경" 목표를 모두 달성
Green500은 전력 효율에서 TSUBAME-KFC가 세계 1위로 선정되었으며, 2위 보다 24% 높음

이전 Green500 #1 기록에서 40% 이상 향상

Tokyo Tech는 GRC 액침 냉각 솔루션을 사용하여 두 번째 Green500 우승

고신뢰성 시스템 4년의 런타임 후 ZERO GPU 오류 증명



고객 성공 사례

고객명: ZELENDATA CENTER

위치: Vršac, 세르비아 **업종:** Colocation

과제:

세르비아 최초 코로케이션 그린 데이터 센터

상업 전용 빌딩에 데이터센터 구축

풍력을 사용하는 데이터 센터

컴퓨팅과 쿨링을 위한 최소의 전력 사용 필요 / 가장 낮은 탄소배출
최대한 빠른 설치와 배포 / Zero Water 사용

GRC 솔루션 :

총 200kW ICEraQ Quad 모델 x 2EA 구성

결과 :

336U 고밀도 Supermicro 서버 구성

closed-loop, 하이브리드, 건식 냉각탑으로 물 소비 제로

3일만에 설치완료

쿨링 전원 90 % 절감

전체 에너지 사용 40 % 절감

Zero-Water 사용



고객 성공 사례

고객명: U.S Air Force

업종: military PUE 1.037

과제:

데이터센터 공간 부족

빠른 속도로 원격지에 컴퓨팅 환경 구축

비용 효과적인 빠른 속도의 컴퓨팅 용량 확보

열악한 환경에서도 운영에 가능한 센터의 빠른 배포

최소한의 인력 /장비에 대한 최소의 리소스 사용으로 운영될수 있는시설

최고의 효율과 이중화 구성 필수

GRC 솔루션 :

ICEtank IT40 + 고온에서도 동작하는 일체형 쿨링타워

결과 :

P0 후 10주 배송 / 설치기간 2일

93.1 % 쿨링 파워 절감

314 % 랙당 파워 증량

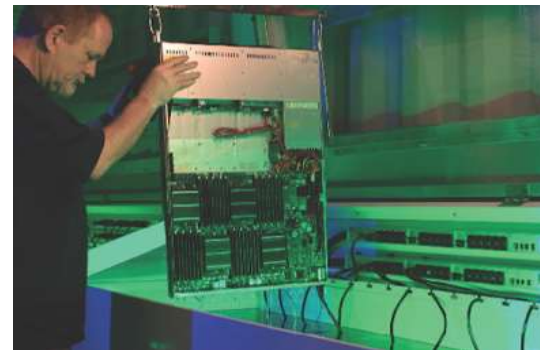
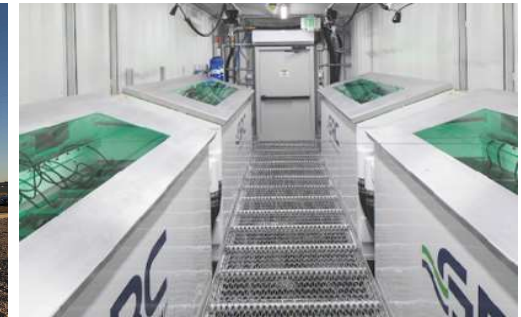
18.1% 서버당 사용하는 IT 부하 감소

5년동안 100% HPC 가용성 유지

단일 ISO 모듈로 153개의 공냉식 랙을 대체 함



U.S. AIR FORCE



고객 성공 사례

고객명: Telecom Company

업종: Telecom PUE 1.05

과제:

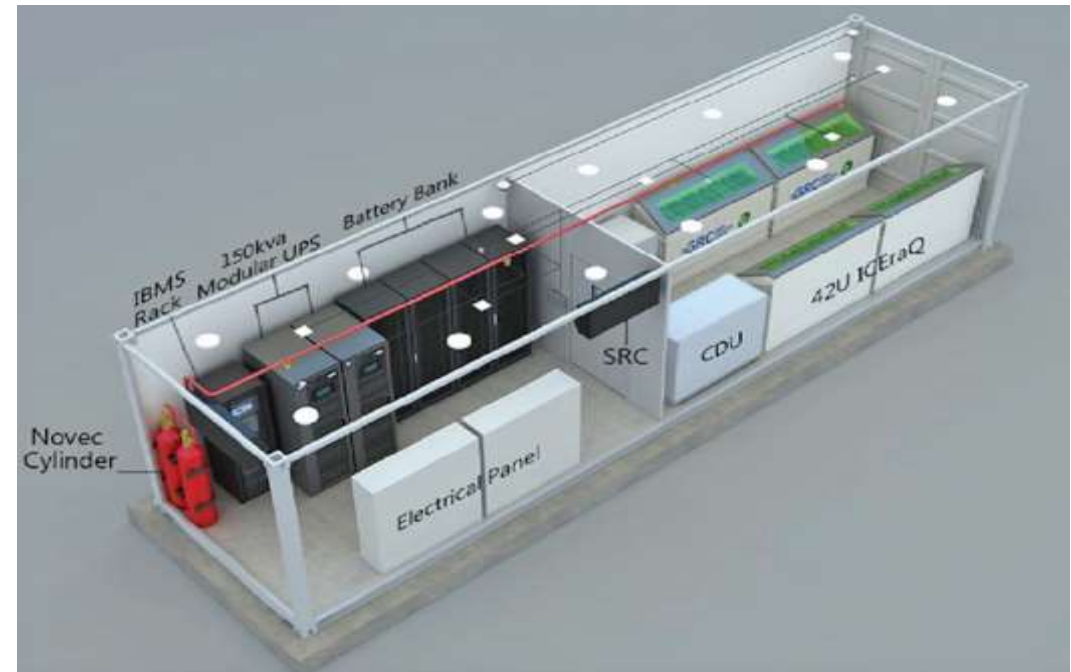
총 120~140 KW 부하의 5G 통신을 위한 컴퓨팅 공간 확보
엣지 데이터센터를 활용 랙당 30~35kw 시스템 구축
극한의 기온에서도 동작 가능해야 하며 PUE 는 1.05 이하로 달성
흐르는 물의 접근 불가
드라이 쿨러를 활용한 모듈러 액침 냉각 데이터센터 형태 구축

GRC 솔루션 :

ICEtank IT40 + 고온에서도 동작하는 일체형 쿨링타워

결과 :

물증발 없는 드라이 쿨러를 사용해서 극한의 환경에서
PUE 1.05 이하 달성



그외 다양한 현장 설치 고객

Reclaimed Urban Building



Repurposed Warehouse



Small Shop Floor



Standard Office Space



Manufacturing Facility



Hybrid Data Center

GRC 는 아래 고객과 파트너들을 통해서 이미 테스트 검증되었습니다



Key OEM Support



전 세계 22개국에 이미 수백 개의 시스템이 배포되었습니다



GRC 협업 파트너 사

