



데이터 센터의 에너지  
효율 향상을 위한  
적절한 방화재 선택

# 핵심 요약

에너지 비용은 데이터 센터의 운영 비용 중 가장 높은 비중을 차지합니다. 전반적인 데이터 센터 에너지 효율을 개선하려면 공기 조절 문제를 해결해야 합니다. 한 가지 열 관리 구조로 모든 시공에서 최대의 에너지 효율을 낼 수는 없지만, 파티션 기밀성 등의 중요한 요소는 항상 고려되어야 합니다. 차폐성이 높은 방화 제품을 선택하여 필요한 곳에 공기를 전달하고 공기 흐름을 유지할 수 있습니다.



## 목차

1	공조 시스템: 에너지 효율적인 데이터 센터를 위한 기본 요구사항	03
2	에너지 효율을 저하시키는 상면 공간으로의 공기 누출	04
3	L 등급: 북미 지역에서 방화 제품의 공기 누설율을 측정하는 표준 방식	05
4	더 넓은 압력 범위를 지원하여 공기 흐름 조절에 가장 적합한 방화재 선택 가능	06
5	방화 시스템 기술의 차이로 발생하는 공기 누출량의 변화	08
6	결론	09



# 공조 시스템: 에너지 효율적인 데이터 센터를 위한 기본 요구사항

“ 공기 흐름 조절이 미흡하면 일반적으로 공기 냉각 유닛의 급기 온도가 낮아지거나 과도한 양의 공기가 유입되어 에너지 낭비를 초래합니다. [17]

현재 추정치에 따르면 데이터 센터에서 전 세계 전력의 약 3%를 소비하고 있으며 이 수치는 향후 10년간 3배 증가할 것으로 예상됩니다. [1] 냉각 방식 및 설계의 지속적인 혁신에도 불구하고 공기 흐름 제어는 여전히 전반적인 에너지 효율에서 중요한 요소입니다.

공기 흐름의 중요성은 ASHRAE “데이터 통신 에너지 효율 모범 사례” 및 “데이터 센터 에너지 효율을 위한 EU 행동 규범” 등 국제적으로 인정받는 설계 가이드라인이 늘어나고 있다는 점으로 입증됩니다. 두 가지 모두 전체 장을 공조에 할애하고 있습니다.

컴퓨터를 사용하는 유체 역학(CFD) 소프트웨어를 도입하여 공기 흐름을 최적화함으로써 에너지 효율을 개선하는 데이터 센터가 늘어나고 있습니다.

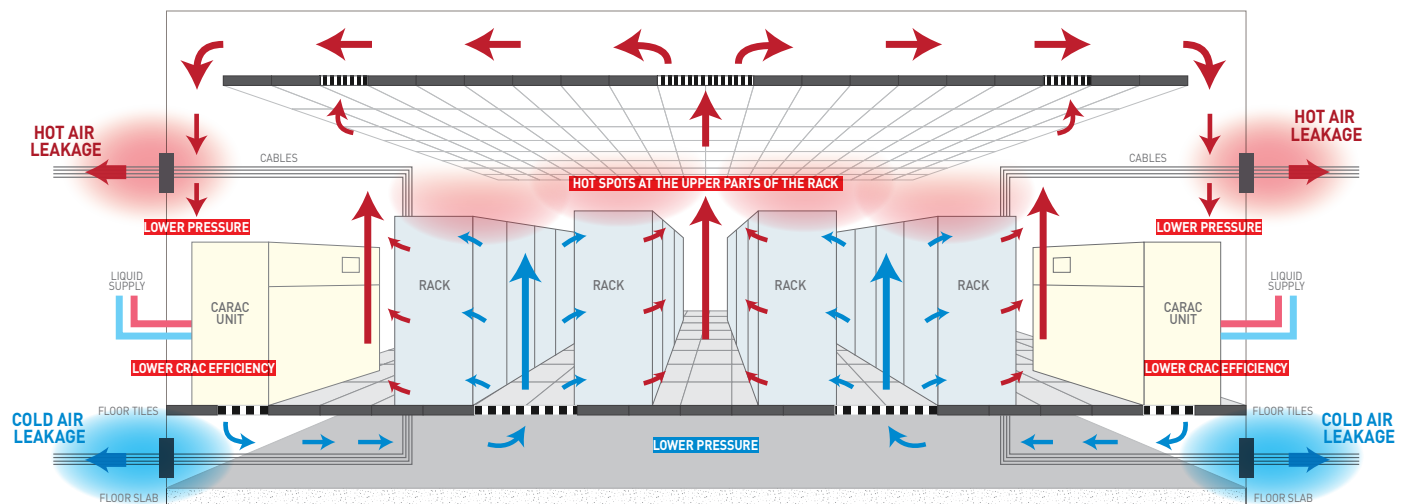
이 모든 표준, 지침 및 프로그램에는 한 가지 공통점이 있습니다. 데이터 센터 내 공간 및 파티션이 100% 기밀성이 유지되는 것으로 가정하고 데이터실을 폐쇄형 시스템으로 간주한다는 점입니다. 안타깝게도 이 점이 항상 현실과 부합하지는 않습니다.

# 에너지 효율을 저하시키는 상면 공간의 공기 누출



케이블이나 파이프 등 서비스를 구축하기 위해 서버실 주변에 천공 및 확장 작업을 수행하면 파티션의 무결성이 손상됩니다. 데이터 센터가 규모 면에서 계속 확장되거나 IT 기술의 빠른 변화에 대응하면서 케이블은 이처럼 주변 벽, 바닥 및 천장을 계속 재관통하게 됩니다. 대부분의 경우 상면공간의 관통부는 일반적 방화재 주입으로 마감됩니다.

그러나 방화 시스템의 공기 무결성이 미흡하면 냉각 시스템 성능이 심각하게 저하되고 전반적인 에너지 효율이 낮아질 수 있습니다. 다음 그림은 파티션에 생긴 관통부로 인한 일반적인 공기 누출이 데이터 센터에 미치는 영향을 보여줍니다.



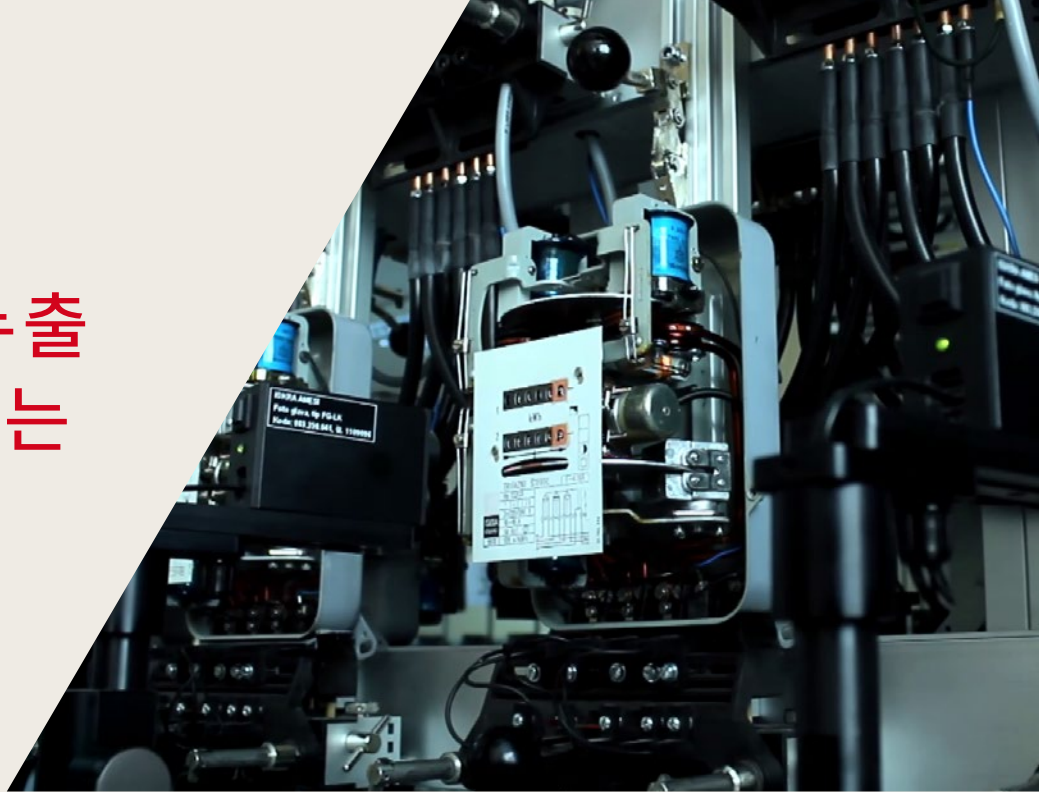
\*CRAC: 컴퓨터실 공기 조절

그림 1: 열복도, 냉복도의 컨테이너 적용된 데이터 센터의 관통부 공기누출의 영향 - ASHRAE에서 인용 [6] [7]

- 액세스 플로어 아래에서 누출이 발생하면 바닥의 압력이 감소하고, 냉각된 공기가 IT 장비를 통과하지 않고 플로어 하단으로 우회하게 됩니다. 이러한 공기 흐름으로 인해 랙 상단에 핫스팟이 생성됩니다.
- 천장 케이블 관통부에 누출이 발생하면 뜨거운 공기가 서버실에서 빠져나와, 재유입되는 공기의 온도가 낮아지면서 컴퓨터실 냉각시스템의 효율이 저하됩니다.

한 가지 열 관리 구조가 모든 데이터 센터에서 최적의 선택이 될 수는 없지만, 모든 설계는 기밀성이 유지되는 데이터실 공간을 추구해야 합니다.

# L 등급: 북미 지역에서 방화 제품의 공기 누출 성능을 측정하는 표준 방식



미국에서 관통부 방화 시스템의 누출을 측정하는 데 가장 많이 사용되는 방식은 관통부 화재 방지 시스템의 UL 안전 규격인 ANSI/UL 1479에 의거한 L 등급입니다. 이 UL 규격은 테스트를 거친 다양한 시스템에 상응하도록 엄격한 테스트 매개변수를 정의하고 있습니다. 공기 누출을 측정하려면 주변 챔버 온도가  $75 \pm 20^{\circ}\text{F}$  ( $24 \pm 11^{\circ}\text{C}$ )여야 하며 테스트 챔버로 유입되는 공기 흐름에 대해 양의 테스트 압력 차가  $0.30 \pm 0.01 \text{ inH}_2\text{O}$  ( $75 \pm 2\text{Pa}$ )가 되도록 조정해야 합니다. 테스트 조건이 안정화된 후 공기 흐름 측정 시스템을 통한 공기 유속과 테스트 압력 차를 측정하고 기록합니다. 이 공기 유속은 주변 온도에서 측정된 총 공기 흐름으로 지정되며 방화 시스템의 공기 누출을 나타냅니다. [8]

공기 흐름 측정 대상은 다음과 같이 관통부의 기밀성에 영향을 미치는 복합적인 요소란 점을 이해하는 것이 중요합니다.

- 관통부 내 케이블의 크기, 형태 및 위치
- 주변 조건(특히 습기 및 온도)
- 실내 압력

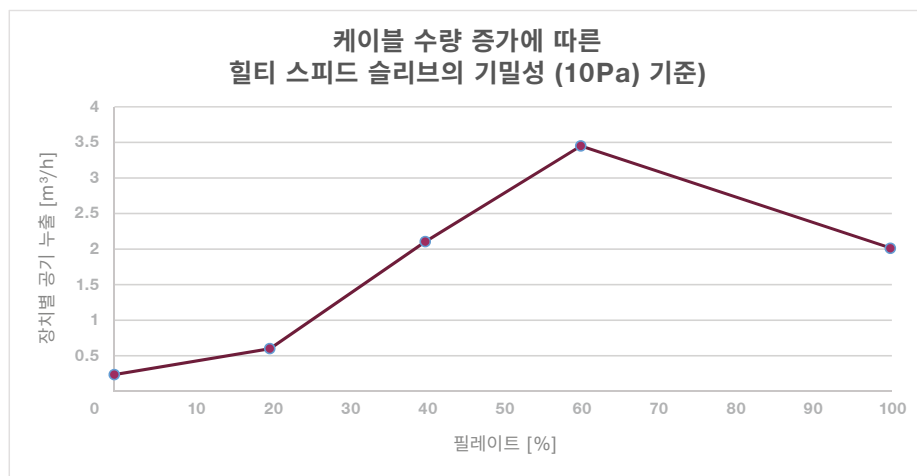
즉, 75Pa이 아닌 다른 압력 차이로 동일한 테스트를 진행하면 공기 누출에 상당한 차이가 발생할 수 있습니다. L 등급이 방화 제품의 기밀성을 비교하는 데 중요한 측정치이기는 하지만, 그 적용 범위가 다양한 작동 조건에서 실제 누출 성능을 예측하는 데 한계가 있습니다.

# 더 넓은 압력 범위를 지원하여 공기 흐름 조절에 가장 적합한 방화 제품 선택 가능



건축자재의 공기 누출을 측정하는 방법은 여러 가지가 있습니다. EN 1026은 국제적으로 공인된 표준으로서 양 또는 음의 테스트 압력이 걸렸을 때 건축자재의 공기 투과성을 결정하는 통상적인 방법을 정의합니다. UL 1479에 의거한 L 등급과 비교하여, 이 표준은 다양한 압력 범위가 적용되므로 특정 용도에 대한 제품의 적합성을 더 효과적으로 파악할 수 있습니다. [9] 데이터 센터는 설계에 따라 다양한 압력 범위에서 운영됩니다. 시설 면적 및 수행하는 작업에 따라 압력은 달라질 수 있습니다(예: 서버룸의 커미셔닝 (commissioning) 과압 VS. 일반적 운영 시 과압).

외부 공인 기관에서 이뤄지는 일련의 EN 1026 테스트를 통해 유사한 방화 제품의 기밀성을 측정했습니다. 광범위한 용도에 적용할 수 있도록 일련의 압력 단계를 검사했습니다. 또한 테스트에서는 시설의 확장에 따라 증가하는 케이블 수를 나타내기 위해 빈 상태 (0%)부터 시각적으로 100% 채워진 상태까지 케이블 증가율을 반영하였습니다. 다음 그래프는 여러 테스트 결과 중 하나의 예시를 보여 주며, 케이블 수량 증가에 따른 힐티 스피드 슬리브의 기밀 성능을 보여줍니다.



서로 다른 충전 비율에서 4" 방화 스피드 슬리브 기밀성을 테스트하여 비교했으며 제조업체 사용 안내서에 따라 장치를 설치함. 사용한 케이블: CAT6 케이블(OD=6mm), 케이블 종단 씰링됨

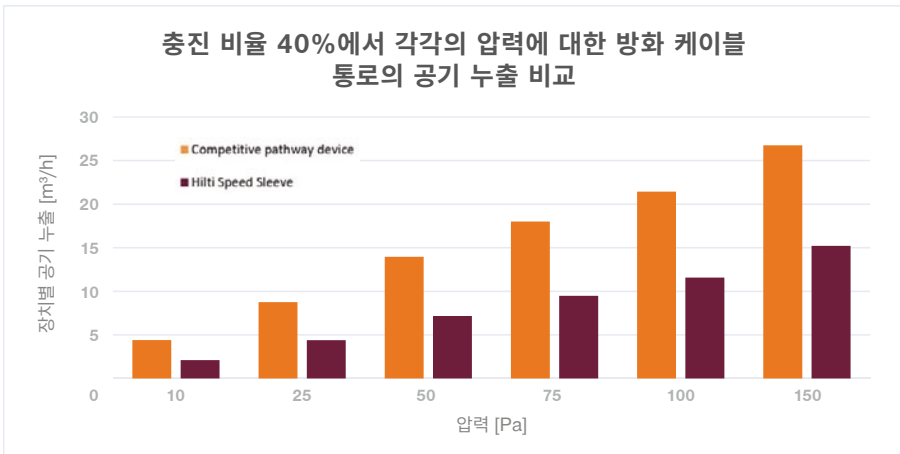
충진 비율 0% = 케이블 0개(비어 있음); 충전 비율 20% = 케이블 28개; 충전 비율 40% = 케이블 57개; 충전 비율 60% = 케이블 86개; 충전 비율 100% = 케이블 142개; 21°C에서 누출 측정됨, 52~57% RH, EN 1026에 의거하여 10 Pa에서 테스트함 - 요청 시 테스트 보고서 사용할 수 있음  
과잉 압력 및 부족 압력 상태에서 공기 흐름 [m³/h] 측정함, 차트는 평균치를 표시함

그림 2: EN 1026에 의거한 40% fill rate에서의 힐티 스피드 슬리브 공기 누출 - 2016년 12월 타사 테스트 보고서 출간됨





다른 제조업체의 유사한 방화 장치와 비교 테스트를 진행한 결과, 공기 누출 성능에서 다음과 같이 상당한 차이를 나타냈습니다.

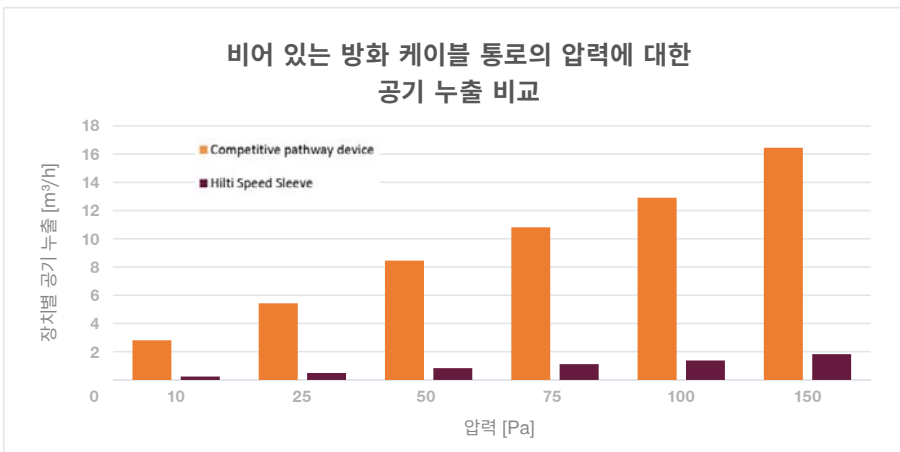


케이블 충진 비율 40%에서 4" 방화용 케이블 장치를 비교하여 테스트, 두 장치 모두 제조업체의 사용 안내서에 따라 설치됨, 케이블 충진 비율 40% = 57x CAT6 케이블(OD=6mm), 케이블 중단 썰림됨

21°C에서 누출 측정됨, 52~57% RH, EN 1026에 의거하여 테스트함 - 요청 시 테스트 보고서 사용할 수 있음, 과잉 압력 및 부족 압력 상태에서 공기 흐름 [m³/h] 측정함, 차트는 평균치를 표시함

그림 3: EN 1026에 의거한 충진 비율 40%에서의 방화용 케이블 장치의 공기 누출 비교 - 2016년 12월 타사 테스트 보고서 출간됨

향후 관통되는 케이블 수량이 늘어나는 경우를 대비해 장치를 빈 상태로 둔 경우 가장 큰 차이를 나타내며, 이때 타 업체의 제품이 힐티 제품의 10배가 넘는 누출을 보였습니다.



이들 충진 비율 0%에서 4" 방화용 케이블 장치를 비교하여 테스트, 두 장치 모두 제조업체의 사용 안내서에 따라 설치됨, 21°C에서 누출 측정됨 52~57% RH, EN 1026에 의거하여 테스트함 - 요청 시 테스트 보고서 사용할 수 있음

과잉 압력 및 부족 압력 상태에서 공기 흐름 [m³/h] 측정함, 차트는 평균치를 표시함

그림 4: EN 1026에 의거한 비어 있는 방화용 케이블 장치의 공기 누출 비교 - 2016년 12월 타사 테스트 보고서 출간됨

# 방화 장치 기술의 차이로 발생하는 공기 누출량의 비교



4장에 설명된 차이점의 원인을 이해하려면 다음 두 가지 방화 제품 이면의 기술을 검토할 필요가 있습니다. 힐티 스피드 슬리브의 탁월한 기밀성은 트위스트 디자인의 결과입니다. 내부 패브릭 라이너가 닫히면서 케이블을 감싸 공기 흐름 제어가 완벽하게 이뤄집니다.



그림 5: 기밀성 향상을 위한 트위스트 메커니즘을 갖춘 힐티 스피드 슬리브

폴 슈러 연구소(Paul Scherrer Institute) 중성자 이미징 시설의 비파괴 테스트를 통해 금속 장치 내부를 들여다보면 케이블을 따라 꼬여있는 패브릭에 의해 밀봉된 영역을 확인할 수 있습니다.

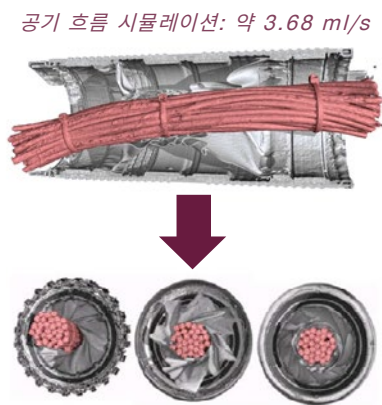


그림 6: 기밀성 향상을 위해 폐쇄 메커니즘을 갖춘 힐티 스피드 슬리브 CP 653 / CFS-SL - 2016년 6월 외부 공인 기관 폴 슈러 연구소에서 실시한 CFD 시뮬레이션

반면에, 이전 장에서 보여진 통로 장치(타 제조업체의 통로 장치 - 그림 3 및 그림 4)는 고무 밴드에 의존하여 케이블 및 번들 주위의 팽창성 라이너 패드를 압축합니다. 이 고무 밴드는 매우 짧은 길이의 케이블만 실링할 수 있고 관통부의 형태에 적용할 수 없으므로 다음과 같이 공기가 자유롭게 흐르게 되는 빈 공간이 생기게 됩니다.

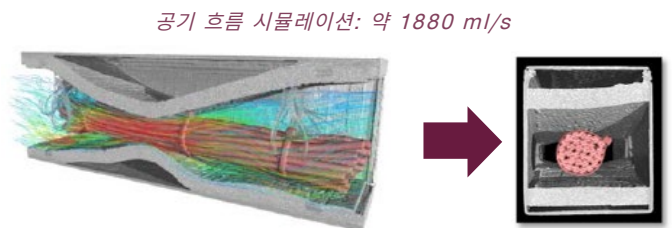


그림 7: 케이블 관통부에 맞추기 위해 팽창성 라이너 패드 주위에 고무 밴드를 장착한 경쟁사 통로 장치 - 2016년 6월 외부 공인 기관 폴 슈러 연구소에서 실시한 CFD 시뮬레이션

케이블을 아래와 같이 느슨하게 묶더라도 고무 밴드 기술로 생기는 빈 공간을 적절하게 밀봉할 수 없습니다.



그림 8: 케이블 관통부에 맞추기 위해 팽창성 라이너 패드 주위에 고무 밴드를 장착한 경쟁사 통로 장치 - 2016년 6월 외부 공인 기관 폴 슈러 연구소에서 실시한 CFD 시뮬레이션



# 결론



데이터 센터의 냉방 에너지를 절감하려면 적절한 공기 조절이 핵심 요소입니다. 케이블 번들 자체 내 모든 빈 공간을 밀봉하는 것이 항상 실용적이거나 실현 가능하지 않더라도, 다음과 같이 개선된 공기 흐름 조절 기술을 선택함으로써 전반적인 관통부 누출을 현저히 줄일 수 있습니다.

- 난류를 줄여 혼합을 줄이고 올바른 목적지에 공기 공급천장 케이블 관통부에 누출이 발생하면 뜨거운 공기가 서버실에서 빠져나와, 재유입되는 공기의 온도가 낮아지면서 컴퓨터실 냉각시스템의 효율이 저하됩니다.
- 재유입되는 공기의 온도가 높을수록 효율이 증가하므로 뜨거운 공기의 유출을 방지하여 냉각 성능을 높이고 냉각 장치의 고효율 달성
- 더 낮은 공급 공기량에 대한 바이패스를 줄여 CRAC 장치 팬을 최대 75% 까지 절약
- 바닥의 공기압을 높여 랙 상단의 핫 스팟 감소
- 상면 공간에서 전체적으로 공기 온도 균일성 증가

다양한 방화 제품의 기술 간 기류 성능 차이는 시설의 전반적인 냉각 효율에 상당한 영향을 미칠 수 있습니다. 차폐성이 뛰어난 방화 제품을 선택하여 필요한 곳에 공기 흐름을 전달해야 합니다.

## 저자 소개:

리비아 노게이라 디비노(Livia Nogueira Divino)는 만하임 대학에서 이학 석사 학위를 받고 환경 관리를 전공했습니다. 리비아는 여러 회사의 제품 개발, 생산 계획 및 품질 관리 관련 다양한 직무에서 전문적인 경험을 쌓은 후 2015년 기술 서비스팀의 개발 엔지니어로 힐티에 입사했습니다. 현재 데이터 센터처럼 중대한 시설과 까다로운 에너지 및 산업 환경을 위한 방화 솔루션을 개발 중입니다.

## 힐티 소개:

힐티는 1941년 가족 운영 회사로 설립되어 120여 개국에서 약 2만 명의 직원이 근무하고 있습니다. 힐티 사내 방화 엔지니어링 팀은 비구조 현장 엔지니어, 화재 예방 전문가 및 타사 에이전시와 협력하여 모든 방화 제품을 최고의 기준에 맞춰 테스트하고 있습니다. 힐티는 내화 정격 벽 또는 마루를 통해 조인트 및 관통부에 방화시공 솔루션을 제공하는 검증된 시스템을 천 개 이상 보유하고 있습니다.

# 참조 자료



[1] Global warming: Data centres to consume three times as much energy in next decade, experts warn from 23rd January 2016. Available at: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/global-warming-data-centres-to-consume-three-times-as-much-energy-in-next-decade-experts-warn-a6830086.html>

[2] TIA-942-A - Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers - March 2014

[3] DIN EN 50600-1 (VDE 0801-600-1):2013-05 - Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 1: General concepts; German version EN 50600-1:2012

[4] DIN EN 50600-2-4 (VDE 0801-600-2-4):2015-07 - Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 2-4: Telecommunications cabling infrastructure; German version EN 50600-2-4:2015

[5] Design Considerations for Datacom Equipment Centers - 2nd edition - ASHRAE Datacom Series 3 2009

[6] Thermal Guidelines for Data Processing Environments - 4th edition - ASHRAE Datacom Series 1 2015

[7] Best Practices for Datacom Facility Energy Efficiency - 2nd edition - ASHRAE Datacom Series 6 2009

[8] UL 1479: Standard for Safety for Fire Tests of Through-Penetration Firestops, Third Edition, Dated May 23, 2003; revised March 2010

[9] EN 1026:2016-03 Windows and doors. Air permeability. Test method

[10] 2017 Best Practice Guidelines for the EU Code of Conduct on Data Centre Energy Efficiency - Version 8.1.0. Available at: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104370/2017%20best%20practice%20guidelines%20v8.1.0%20final.pdf>

[11] Best Practices for Energy Efficient Data Centers - Federal Energy Management Program - Course: FTS 29. Available at: <https://www.wbdg.org/continuing-education/femp-courses/fempfts29>

[12] Data Centers Energy Efficiency Certificate Series: Air management - Federal Energy Management Program - Course: FTS 41. Available at: <https://www.wbdg.org/continuing-education/femp-courses/femp41>  
[13] Data Centre Energy Efficiency - 08.05.2015. Available at: <https://www.future-tech.co.uk/data-centre-energy-efficiency>

[14] United States Data Center Energy Usage Report from LBNL - June 2016. Available at: [https://eta.lbl.gov/sites/all/files/publications/lbnl-1005775\\_v2.pdf](https://eta.lbl.gov/sites/all/files/publications/lbnl-1005775_v2.pdf)

[15] Data centre EURECA Project - Call: H2020-EE-2014-3-MarketUptake - 30.10.2015. Available at: [https://www.dceureca.eu/resources/EURECA\\_D5.1.pdf](https://www.dceureca.eu/resources/EURECA_D5.1.pdf)

[16] Executive Order (EO) 13693 - Planning for Federal Sustainability in the Next Decade, signed 19 March 2015. Available at: <https://www.fedcenter.gov/programs/eo13693/>

[17] EU Code of Conduct "Endorser" - Role of Best Practices. Available at: <http://www.8solutions.com/services/airflow-management/eu-code-of-conduct-endorser-2/>

[18] Overview of Green Energy Strategies and Techniques for Modern Data Centers - Delta Power Solutions. Available at: [http://www.deltapowersolutions.com/media/download/White%20Paper\\_Overview-of-Green-Energy-Strategies-and-Techniquesfor-Modern-Data-Centers\\_WP0014\\_en-us.pdf](http://www.deltapowersolutions.com/media/download/White%20Paper_Overview-of-Green-Energy-Strategies-and-Techniquesfor-Modern-Data-Centers_WP0014_en-us.pdf)

[19] The Problem of Inefficient Cooling in Smaller Data Centers - by Yevgeniy Sverdlik on December 4, 2015. Available at: <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2015/12/04/the-problem-of-inefficient-cooling-in-smaller-data-centers/>

[20] Uptime Institute 2012 Data Center Industry Survey - Matt Stansberry & Julian Kudritzki

## 관심 있어 할 만한 내용

DOE study: US datacenter energy demand kept in check... for now by Andrew Donoghue, Rhonda Ascierio.

Available at: [https://451research.com/reportshort?entityId=89607&referrer=marketing&utm\\_source=advocacy&utm\\_medium=social&utm\\_term=datacenter\\_technologies&utm\\_content=apply\\_for\\_trial&utm\\_campaign=2016\\_market\\_insight](https://451research.com/reportshort?entityId=89607&referrer=marketing&utm_source=advocacy&utm_medium=social&utm_term=datacenter_technologies&utm_content=apply_for_trial&utm_campaign=2016_market_insight)

Data Center Facilities IT Handbook - Chapter 2: Mastering data center climate control by Mark Fontecchio. Available at: [http://media.techtarget.com/Syndication/NATIONALS/SearchDataCenter\\_Handbook2\\_FINAL.pdf](http://media.techtarget.com/Syndication/NATIONALS/SearchDataCenter_Handbook2_FINAL.pdf)

Data Centre Energy Saving: Air Management Metrics by DatacenterDynamics. Available at: <https://www.datacenterdynamics.es/focus/archive/2006/12/data-centre-energy-saving-air-management-metrics>

Data center design tips: What you should know about ASHRAE TC 9.9 by Robert McFarlane - Shen Milsom & Wilke LLC. Available at: <http://searchdatacenter.techtarget.com/tip/Data-center-design-tips-What-you-should-know-about-ASHRAE-TC-99>

New data center cooling strategies to improve efficiency, lower costs by Clive Longbottom. Available at: <http://searchdatacenter.techtarget.com/tip/New-data-center-cooling-strategies-to-improve-efficiency-lower-costs>



### 힐티코리아(주)

📍 서울특별시 송파구 법원로 11길 12  
(한양타워) 7층

☎ 힐티코리아 고객센터: 080-220-2000

✉ [krsales@hilti.com](mailto:krsales@hilti.com) | 🌐 [www.hilti.co.kr](http://www.hilti.co.kr)

📺 힐티코리아 유튜브 채널 | 📘 힐티코리아 페이스북 | 🗨 힐티코리아 카카오톡채널 |

