

# 고밀도 데이터센터의 IT환경 최적화를 위한 디자인 방법

Design Guide for High-density Data Centers to Optimize the IT Environments

조진균 | 편집위원

삼성물산 건설부문(jinkyun.cho@samsung.com)

## 서론

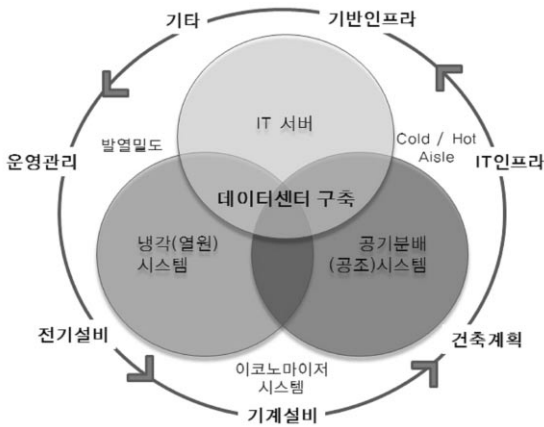
IT산업의 급속한 발전과 더불어 관련 장비들의 성능 및 처리능력이 기하급수적으로 발전하고 있으며 동시에 기업들의 사업변화에 따른 데이터센터의 수요가 급증하는 상황이다. 데이터센터는 지식서비스의 근간이 되는 IT인프라의 중앙 집중식 환경으로 전용 건물에 구축하고 24시간 365일 운영, 관리 또는 이를 지원하는 장소로 정의하고 있다. 데이터센터는 사람이 거주하는 재실공간이 아니며 IT장비의 운영환경을 최적의 상태로 유지시키는 것이 우선되는 산업공조건물이다. 즉, 장비의 보호와 안정적인 가동조건을 제공하기 위해 에너지 절약보다는 환경조절에 중점을 두어왔다. 이는 IT장비의 예러나 고장에 의해 수반되는 경제적 손실이 에너지 비용보다 훨씬 크기 때문에 적극적인 에너지절약방안을 고려하지 않았다. 데이터센터에서는 생산에서부터 분배에 이르기까지 에너지 사슬을 통틀어 대규모의 비효율이 발생한다. 또한 디지털 컨버전스와 인터넷 비즈니스가 급격히 확대되면서 IT자원은 전기 먹는 하마로 지목되고 있다. 가트너 보고서(2008년)에 따르면, 전 세계 기업의 IT관련 전력 소비량은 한해 1,000억 kW로, 이는 프랑스 파리 도

시 전체가 16년 동안 사용할 수 있는 양이다. 실제 매년 저장 데이터양의 폭주는 서버와 스토리지 등 IT 설비 확장으로 이어지고, 이에 따른 전력 소비량이 매년 급격히 증가하는 추세다. 데이터센터의 IT서버수는 매년 13% 정도 증가되고, 데이터 저장 요구량도 연평균 56% 증가해왔다. 따라서 이에 따른 전력소비량도 연 20% 증가하고 있는 추세라고 분석했다. IT산업에 의한 이산화탄소 배출량이 전체의 2%를 차지하면서 온실가스 다배출 산업으로 지목받고 있다.

국내의 IT산업은 세계 최고의 수준에 도달하였지만 이러한 기술을 담을 수 있는 건물의 설계기준은 이를 만족시키지 못하고 있다. IT장비 또는 서버의 발전 속도를 고려한다면 보다 합리적인 IT환경제어 계획에 대한 기준이 필요한 시점이다. 본 고에서는 데이터센터를 계획 또는 시설을 운영할 때 고려해야 할 검토항목 및 기준을 제시함으로써 보다 합리적으로 IT환경을 최적화하는데 그 목적이 있다.

## 데이터센터 디자인 기본방향

데이터센터는 극단적인 내부부하 중심의 건물로 에너지 소비량이 일반건물의 수십 배에 다다



[그림 1] 데이터센터의 디자인 기본방향 및 관련분야의 유기적 관계 필요성

른다. 따라서 에너지가 최적화된 데이터센터의 구축과 함께 IT서버 운영에 최상의 환경을 제공하는 것이 매우 중요하다. IT환경의 불안정으로 발생하는 장비의 고장 및 어려움에 대한 사업자의 금전적인 부담은 매우 크다. 따라서 과거에는 에너지소비는 고려하지 않고 IT환경 유지에만 중점을 두었다. 그러나 IT산업의 규모가 급격하게 커지고 단일산업으로 소비되는 에너지 사용량이 상상을 초월하게 됨에 따라, 최근에는 에너지 효율적인 데이터센터구축의 중요성이 상대적으로 커지고 있다. 데이터센터의 에너지 흐름과 환경 유지의 중심에 있는 요소는 크게 IT서버와 발열을 제거하기 위한 공기분배 및 열원시스템이다. 그리고 건축프로세스에서 관련되는 기반인프라,

<표 1> 데이터센터의 인프라 및 건축계획 체크리스트

디자인 방안	설계검증
<b>A01 기반 인프라구성 및 초기계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영비용을 최소화할 수 있도록 설계과정의 가능한 최초단계에서 에너지 최적화 방안 고려</li> <li>• PUE, DCiE 등을 고려한 인프라 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계와 운영단계의 모든 관점에서 에너지에 대한 중요성, 지속적 검토 방안제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신뢰성, 성능, 제어와 다른 요구사항과 관련된 에너지절감 방안을 제시하기 위해 설계과정에서 모든 IT, 기반시설 운영자와 관리체계 고려 (Tier III, Tier IV 고려)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수치해석(CFD)을 이용하여 데이터센터의 시뮬레이션 및 검증</li> <li>• 불안정한 기류와 불합리한 공기의 혼합이 예상되는 공간에 대한 재설계 및 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개선안, 개선방법과 에너지 절감량 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력시스템 설계와 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 제안한 공급/분배체계 효율분석</li> <li>• 건설 또는 개보수시 향상된 시스템 제안</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계절차에 있어서 균형유지</li> <li>① 일반적으로 예비장비는 100% 부하를 담당할 수 있도록 계획</li> <li>② 장비의 운전효율을 증대시키기 위해 50% 부하의 장비 대수분할</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지 효율과 공간의 설정조건유지를 고려하여 데이터센터의 설계를 면밀히 검토</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터의 부하에 대응가능한 적절한 사이즈의 기반시설을 계획</li> <li>• 고밀도구역 구분</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터 증설 또는 필요에 의한 기능향상 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 별도의 공사 없이 확장을 할 수 있는 방안 제시</li> </ul>
<b>A02 건축계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인접실, 벽, 개구부, 바닥 및 천장에 의한 외피부하 및 손실을 최소화하기 위해 서버룸 설치위치 분석</li> <li>• 일사에 의한 부하증가를 최소화하기 위해 창호 및 천창계획을 피함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계지침 없을 경우 문제점에 대응 가능한 효과적 방안 제시</li> </ul>
<b>결로 방지</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 투습제어를 위해 데이터센터의 외벽주변에 방수층 계획</li> <li>• 단열은 반드시 에너지관련 법규 기준에 부합하도록 선정</li> <li>• 배관소산 및 결로방지를 위해 냉수배관/밸브와 단열재 사이 방수</li> <li>• 실내 노점온도 이상으로 냉수온도를 유지하여 공급하는 방법 고려</li> <li>• 배관길이 및 관내 유체온도의 변화를 최소화하기 위해 열원설비는 반드시 서버룸과 최대한 인접하여 설치</li> </ul>	
<b>단면 계획</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 서버룸은 최소 600 mm 이상의 raised floor와 3m 이상의 천장고(raised floor이후) 확보</li> <li>• 천장마감과 상층부 슬래브 사이는 최소 1.2m 확보</li> </ul>	
<b>조명 계획</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LED 조명기구 적용</li> <li>• 조명설비에 재실센서, 주간타이머 제어</li> <li>• 국부조명 또는 저밀도 재실구역은 조도조절장치 설치</li> </ul>	

IT인프라, 건축계획, 기계설비, 전기설비 및 운영관리에 이르기까지 모든 분야가 상호 유기적 관계를 통해 디자인 되어야 된다.

### 데이터센터의 에너지효율화 체크리스트

데이터센터의 에너지 효율을 증대시키기 위해서는 효율저하의 원인을 파악하는 것이 중요한데 그 주된 원인은 전력설비와 열원시스템의 과대설계, 고밀도장비를 위한 공기분배시스템, 전력시스템의 비효율성이라 볼 수 있다. 데이터센터 인증시스템 중 각 분야별 특화 및 잘 기술된 시스템의 항목을 접목시켜 디자인 방안 및 증빙자료 등이 포함된 체크리스트를 구성하였다.

#### 기반 인프라구성 및 건축계획

데이터센터는 거주자를 위한 재실공간이 아니라

산업건물이므로 IT장비 운영에 적합한 최적의 공간구성이 중요하다. 또한 초기 인프라 구성을 위한 타당성 검토를 포함한다. 향후 데이터센터는 사이트 입지선택, 구조 디자인 및 건축과 장비선택에 있어 에너지 효율과 환경에 대한 고려를 통합함으로써 철저하게 에너지 효율화가 될 수 있다.

#### IT인프라 구성계획

효율적인 IT인프라 구성계획은 필요한 서버 수가 줄어든다는 것을 의미하기 때문에 가상화, 에너지 효율적인 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 전력 및 워크로드 관리 이니셔티브 등은 발열과 에너지를 줄이는데 있어 강력한 요소가 된다. 또한 노후화된 IT장비를 새로운 모델로 교체하는 것이 전력 및 냉각 필요량을 줄이고 설치면적을 더욱 효율적으로 활용할 수 있음을 신중히 고려해야한다

<표 2> 데이터센터의 IT인프라 구성계획 체크리스트

디자인 방안		설계검증
<b>101 IT인프라 효율</b>		
통합 계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>물리적 자원의 차원에서 다수의 소규모 서버 통합</li> <li>시스템 관리의 복잡성 축소</li> <li>물리적 경로의 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전산장비의 에너지효율 특성분석</li> </ul>
가상화	<ul style="list-style-type: none"> <li>HW 가동률 증대</li> <li>소프트웨어 라이선스비용 축소</li> <li>적은 이미지로 애플리케이션 개선</li> <li>애플리케이션 모니터링 및 튜닝 개선</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다중 애플리케이션 워크로드 구성안 제시</li> <li>스토리지 가상화로 확장 타당성 검토</li> </ul>
<b>102 전력 시스템 고려</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터센터의 기반시설과 전산장비의 에너지 소비경향 파악</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터센터 도면 및 에너지소비경향 작성</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 효율적 전산장비를 선정함.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>고효율 전력공급(power supplies) 시스템</li> <li>Multi-core Processors</li> <li>Dynamic Power Management</li> </ol> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>전산장비의 에너지효율 특성분석</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>적용 가능한 전력관리 시스템 검토</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>장비 입·출력상태기록</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>사용하지 않는 전산장비는 전력공급 차단</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지절약 분석을 통해 교체해야할 장비 종류 및 수량 파악</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>최신 전산장비 에너지효율 향상의 장점을 도입하기 위해 주기적으로 최신 기술 파악</li> <li>5년 주기로 반드시 전산장비에 대한 교체 및 개선 필요</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>최신기술, 투자비용 대비 절감 분석 및 시스템 구현에 대한 조사를 위해 2년 주기로 계획 수립</li> </ul>
<b>103 열원 시스템 고려</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>송풍기 동력을 감소하고 데이터센터의 과열을 방지할 수 있는 국부 냉각방법 고려</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 효율을 향상방안에 대한 사전 가능성 검토</li> </ul>



다. 비즈니스 가치에 따라 IT장비를 재배치하는 것이 적절한 데이터센터 상면공간을 마련하는 데 중요한 요인이 되는 경우, 운영환경 외의 IT장비는 데이터센터 내 다른 위치, 즉 중복성을 최소화한 더 낮은 계층에 배치할 수 있다. IT설비 계층화를 통해 서비스 중인 애플리케이션의 비즈니스 중요도에 따라 인프라를 구축할 수 있다.

### 설비 시스템 효율성 향상

설비 시스템은 기계설비와 전기설비 시스템의 두 범주로 분류될 수 있다. 기계설비 시스템은 열원 및 공기분배시스템 관련사항과 전기설비 시스템은 전력생산 공급시스템 등과 같은 물리적 인프라를 의미한다. IT장비와 함께 PUE와 DCiE를 결정하는 중요한 요소이다.

<표 3> 데이터센터의 기계설비 시스템 체크리스트-1

디자인 방안	설계검증
<b>M01 시스템 선정</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>기후, 설치공간, 유지관리, 신뢰성, 확장성과 단위면적당 IT부하 등을 고려한 장비의 적정 용량/효율과 설치방안을 충분히 검토</li> <li>공기분배방식, 사이즈, 장·단점 평가: 중앙 냉수식, 공랭식, 수냉식, 글리콜식 등의 선택사항 포함</li> <li>공인 인증서에 의한 고효율 공조시스템 설치</li> <li>직렬 또는 병렬로 구성된 운영 장비들의 N+1 예비장비 구성 검토</li> <li>최대운전효율 고려하여 배관을 2N으로 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가절차와 결과 제시</li> <li>선정근거와 이론적인 설명 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>공조시스템 에너지 효율 및 균형 검토</li> <li>① 냉수온도상향: 냉각코일 용량이 감소되나 데이터센터의 실내온도를 상승시킬 수 있음</li> <li>결과적으로 발열을 제거하기 위해 공조기 송풍기를 최대로 운전하게 됨.</li> <li>부하제거를 위한 CRAC의 냉각코일로 공급되는 냉수유량 증가</li> <li>② 냉각수온도하향: 냉각탑의 송풍기 용량 및 동력 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시뮬레이션 프로그램 또는 실제 운전데이터 분석을 통해 최적운전 방안 결정</li> <li>공조시스템의 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 방안 제시</li> </ul>
<b>M02 중앙 냉수식 시스템 계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>공조시스템의 구성요소는 고효율장비 선정</li> <li>① 냉동기: ANSI(American National Standards Institute)/ASHRAE/IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) standard 90.1에서 제시하는 냉동기 종류, 용량별 기능과 효율 참조</li> <li>② 펌프 (냉수순환, 냉각수순환)</li> <li>③ 송풍기 (냉각탑, CRAH: Computer Room Air Handling 유닛)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 장비의 모델, 사양 등에 대한 선정, 검토내용 기록</li> <li>20%, 50%, 80% 부하 운전시의 효율과 예상되는 운전상황을 포함한 최종 선정장비의 메이커, 모델명 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>냉수 입/출구 온도 및 냉각수 입/출구 온도를 기준으로 냉동기 용량 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉동기 메이커의 계산서 조건 및 결과 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>펌프 정압 제어: 유량조절이 가능한 표준밸브를 적용하여 펌프압력을 낮게 유지</li> <li>펌프와 배관은 반드시 적절한 사이즈 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>펌프와 배관설계 자료 제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>냉동기가 감당할 수 있는 범위에서 냉각수 입구온도(ECWT: Entering Condenser Water Temperature)를 낮게 유지하고 고효율 운전이 가능하도록 방안 연구</li> <li>냉각탑: 가능한 표면적은 증대시키고 내부의 송풍기 사이즈는 줄인 대용량 냉각탑 설치방안 검토</li> <li>냉각탑 습구온도조건을 적절하게 활용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>선정방법 명기 / 선정된 시스템 검토 및 제출</li> </ul>
<b>M03 공랭식 시스템 계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>공조시스템의 구성요소는 고효율장비 선정</li> <li>① CRAC 유닛별 압축기의 대수와 종류    ② 냉매순환</li> <li>③ 송풍기(응축기, CRAC: Computer Room Air Conditioning 유닛)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수냉식 방식과 동일</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>응축온도감소와 압축의 동력소비를 증가시키는 공기의 재순환 방지를 위해 공랭식 응축기 설치위치와 면적을 고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>효과적으로 부하를 제거할 수 있는 응축기 설계 및 설치계획 제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>냉매와 응축기의 펌프양정을 제어하기 위해 유량조절이 가능한 표준밸브를 적용하여 시스템 펌프압력을 낮게 유지</li> <li>펌프와 배관은 반드시 적절한 사이즈 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>배관 펌프설계와 송풍기 성능곡선 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>CRAC 열교환기와 바이패스하여 사용할 수 있는 이코노마이저 코일을 설치하고 외 부조건이 글리콜 냉각방식으로 가능할 경우 냉동사이클을 변경함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이코노마이저 코일을 사용 가능한 CRAC 유닛의 모델과 제어방안 제출</li> </ul>

<표 4> 데이터센터의 기계설비 시스템 체크리스트-2

디자인 방안	설계검증
<b>M04 열원시스템 운전</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍량을 포함한 정확하고 자세한 시스템의 일일 운전데이터를 수집</li> <li>• 문제점과 비효율적 제어 및 초기설정 파악이 가능한 설계 및 시운전 정보를 정기적 비교</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경향 및 자세한 분석이 용이한 형식인 측정데이터 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최대 에너지효율의 운전상태를 정하기 위한 시스템의 운전성능 검토</li> <li>• 주변 환경을 기준으로 효율성을 증대시키기 위해 구성장비, 제어밸브와 건물자동제어 시스템의 조정 필요성 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열원시스템 모니터링을 통해 효율과 운전 차이점을 추적</li> <li>• 실내·외부 조건에 따라 최대 운전효율 상태 기록</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열원시스템의 수명과 신뢰도, 적절한 운전효율을 유지할 수 있는 절차 수립</li> <li>• 최소한 압축기는 기밀도 실현, 펌프는 적절한 윤활유 주입 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 열람이 가능한 모든 유지관리 행위의 중앙저장소 지정</li> <li>• 유지관리 지침작성 및 각 시스템별 지침서가 있을 경우 추가접수 획득 가능</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비정기적 유지관리를 포함한 예방 유지관리 업무의 기록일지 작성</li> <li>• 자주 수행하는 업무 및 장비 파악</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉각탑을 사용하는 열원시스템은 공기와 물의 압력저하를 위해 정기적인 유지관리와 적극적인 수처리 설비 구축 및 스트레이너 청결 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 청결유지를 위한 절차 및 스케줄 제시</li> <li>• 코일 핀이 막히면 온도, 압력 및 압축기의 소비에너지가 증가되므로 정기적인 유지관리 계획서 제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공랭식 시스템은 응축기(실외기) 열교환 효율을 향상시키기 위해 코일면의 청결 유지</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지소비를 줄이고 오염을 방지하기 위해 가습기와 수처리(필터) 시스템 청결 유지</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스케일과 퇴적물로 인한 열전달표면의 온도증가를 방지하기 위해 증발기와 응축기 튜브의 청결 유지</li> </ul>	
<b>M05 Economizer 시스템 계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기 또는 수방식 economizer 중 어떠한 시스템이 데이터센터의 에너지 절감에 보다 효과적인지 결정인지 결해 야간을 포함한 기상 BIN 데이터를 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economizer를 가동할 수 있는 일수에 대한 초안 및 기상데이터 분석결과 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지비용의 예상 절감량과 economizer 설치에 의한 비용증가 비교하여 방식 결정</li> <li>• Air-side economizer: 외기냉방 방식</li> <li>• Water-side economizer: 외기냉수냉방 방식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지 저감에 기반을 둔 투자회수기간산출을 위해 economizer 설치금액과 운전 비용 산출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도제어 또는 온, 습도(엔탈피)제어 방식의 air-side economizer 비교</li> <li>• 분석 및 디자인에 앞서서 요구되는 부하의 전체 또는 일부를 제거할 수 있는지 온도와 습도의 관계 확인</li> <li>① 외부공기와 환기공기의 엔탈피를 비교하는 시스템의 최적운전 수행</li> <li>② 증발냉각을 유도하는 economizer 고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economizer 모델, 열원 계통도, 설치위치, 배치 및 연계된 장비에 대한 내용 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기가 전산장비로 공급될 때 적정 습도를 유지해야하며 특히 air-side가 water-side economizer보다 기간이 길 때 air-side economizer를 우선선택</li> <li>• Economizer 열교환기는 냉동기가 가동될 때 냉각수 순환배관과 직렬로 연결하여 외기냉수냉방 기간 증가</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 외부의 온습도 센서에 의한 댐퍼개도조절 (air-side) 또는 콘트롤밸브 제어(water-side) 등 제어방안 프로그램화 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영데이터와 제어와 관련된 사항을 수집 및 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air-side와 water-side economizer의 모니터링은 최적운전과 에너지저감이 극대화 될 수 있는지를 확인하기 위해 반드시 수행</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최적의 economizer운전을 위해 air-side 온?습도 센서와 water-side 전동제어 밸브의 초기화 및 유지관리 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기화, 유지관리의 절차를 제시하고 필요시 제조업체 자료 제공</li> </ul>



<표 5> 데이터센터의 기계설비 시스템 체크리스트-3

디자인 방안	설계검증
<b>M06 축열 시스템 선정</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉동기를 운전하지 않고 얼음 또는 다른 열매체에 의해 저장된 냉수를 하루 중 에너지소비 피크시간동안 사용하여 피크시간대의 에너지 수요제한</li> <li>• 축열시스템은 냉동기 고장 시 비상운전</li> <li>• 데이터센터의 부하변화와 적합한 축열 시스템에 대한 검토 수행-PCM 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저장된 에너지를 사용함으로써 예상되는 절감량을 고려하여 축열시스템 비용, 설치, 운전비 비교검토서 제시</li> <li>• 축열 열매체의 설치면적, 부하변동 프로파일, 현재 장비 등의 변수 포함</li> </ul>
<b>M07 폐열회수 시스템</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물의 난방, 급탕, 흡수식냉동기 또는 발전기로부터의 폐열을 회수하는 방안을 검토함.</li> <li>• 폐열회수 시스템 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적용성 검토 및 적용방안 제시, 연간 사용가능한 시간을 산출하여 예상 에너지 절감량 산출</li> </ul>

<표 6> 데이터센터의 전기설비 시스템 체크리스트

디자인 방안	설계검증
<b>E01 시스템 선정</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적정 용량, 에너지비율, 에너지원 그리고 청정에너지 선택에 대한 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검토결과 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물배선 내에서 변전횟수, 전력손실을 최소화하기 위한 서버룸으로의 전력분배 공급방식과 전압방식(직류, 교류 또는 복합방식) 검토</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력분배 상세도와 계통도 제출 (배선길이, 지수, 분전반 설계내용 포함)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예비장비는 전력분배장비의 저부하시 예상되는 에너지 효율저하를 반영한 요구수준으로 설계</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예상되는 부하와 예비율을 반영한 일일 정상운전이 가능한 전력분배 시스템 및 고효율장비 선정</li> <li>• 장비는 일반적으로 최대장비부하용량 이하로 운전되기 때문에 변하는 부하비율에 높은 효율을 갖는 장비선정               <ul style="list-style-type: none"> <li>① 변풍량(VAV) 시스템 송풍기에 적용되는 고효율 송풍기 모터</li> <li>② 전력부하 증가시 용량증대가 용이하고 모듈화된 용량의 UPS적용</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재장비와 새로운 장비의 기술 분석</li> <li>• 효율차이를 구분하고 새로운 장비의 구입에 있어서 비용과 투자 회수비 등 경제성 고려</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지관리 및 모니터링 프로그램을 설치</li> <li>• 전력소비와 요금계량이 쉬운 전력 네트워크 모든 지점에 모니터링 반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지관리와 모니터링 시스템 구축방안 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 측정데이터의 주기적인 검토</li> <li>• 에너지 효율증가에 대한 변화경향과 문제점 파악</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지소비와 에너지효율상향 및 투자비용에 대한 경제성 파악을 위해 정확하고 상세한 월별 전력사용량과 에너지비용 수집</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추적/경향 분석을 위해 설비비용과 에너지 소비량 비교안 제출</li> </ul>
<b>E02 에너지원 대안검토</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적용성, 경제성을 고려하여 전기생산과 폐열이용이 가능한 연료전지와 같은 분산형 발전설비 검토</li> <li>• 추가적으로 현재의 전력공급시스템 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장, 단점을 고려한 분산형 발전설비에 대해 검토안 제시</li> <li>• 해당 데이터센터의 환경을 고려하여 이상적인 시스템 선정 프로세스 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1차 에너지원, 2차 에너지원 및 보조에너지원으로서 풍력발전, 태양전지와 같은 재생에너지 적용 고려</li> </ul>	

### 지속적인 운영관리를 통한 설비성능 개선

에너지효율을 향상시킬 수 있는 요소들을 적용하는 것도 중요하지만 적용 후 운영관리는 간과할 수 없는 부분이다. 신축건물 보다는 기존건물 효율개선에 초점을 둔다. 적용시스템의 효율성 및 가용성에 대한 모니터링에 국한되었던 것을 데이

터센터의 모든 설비에 대한 전력사용량 및 온·습도를 측정하고 관리하는 방안이 필요하다. 또한 지속적인 설비성능 개선을 위한 커미셔닝의 장기적인 계획과 관리자의 교육관리도 함께 고려되어야한다.

<표 7> 데이터센터의 효율적 운영관리 체크리스트

디자인 방안	설계검증
<b>001 온도관리</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 효율적인 냉방을 공급하기 위해 CRAC 유닛의 최적 리턴공기온도 설정</li> <li>• CRAC 리턴공기온도를 일반적으로 21.1℃(70℉) 이상으로 설정하면 장비의 현열 냉방용량과 효율이 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급기/환기 설정온도에 따른 에너지 효율분석</li> <li>• SHI(Supply Heat Index), RHI(Return Heat Index) 평가</li> <li>• RCI(Rack Cooling Index), RTI(Return Temperature Index) 평가</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과냉에 의해 과제습이 되는 현상을 방지하기 위해 급기온도 제어</li> <li>• 일정부분의 제습부하가 존재하더라도 냉각 후 재열시스템을 구성하지 않는 방안</li> <li>• 급기온도를 높게 하면 냉동기의 효율과 이코노마이저 운전시간 증대가능</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일정한 IT장비 방출온도를 유지하기 위해 CRAC 유닛 급기온도 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적용성 및 타당성 검토 후 제안서 제출</li> </ul>
<b>002 습도관리</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최소 운전비와 IT환경에 대한 정밀한 제어가 가능한 가습시스템 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기식, 초음파식, 기화식 등 비교 검토</li> <li>• 에너지 효율향상에 도움이 될 경우 적용성 검토 후 제안서 제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASHRAE의 Thermal Guidelines for Data Processing Environments 또는 외부환경변수에 따른 최소기준으로 상대습도 수준설정</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRAC 유닛의 인접부분에 가습과 제습이 동시에 발생하는 것을 최소화하기 위해 습도범위 크게 설정 또는 노점온도제어</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가습이 요구될 경우, 양압을 유지하기 위한 make-up 공조기 내에 가습시스템 설치고려</li> </ul>	
<b>003 예방보존관리</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비의 효율과 성능을 최적화하기 위해 면허와 수행경험이 있는 전문업체에 의해 반드시 주기적인 장비점검 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터 점검에 대한 계획 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRAC 유닛 필터, 풀리와 벨트 등 주기적이며 계획적인 유지관리 수행                         <ul style="list-style-type: none"> <li>① 풀리: 송풍기 성능곡선에 의해 적정 풍량을 공급할 수 있도록 조정</li> <li>② 벨트: 미끄러지고 파손되지 않도록 점검</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주기적인 CRAC 유닛 유지관리 계획 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부속품에 의해 연결된 전선은 열화상 촬영을 통해 파손/손실 및 과부하 등 점검</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기장비의 적절한 유지를 고려하여 빈도, 절차, 장비의 정보 등 예방보존관리서 제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배선의 적합한 연결 및 접지를 확보하기 위해 장비의 플러그와 콘센트 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결과보고 및 잘못된 지점 보수</li> </ul>
<b>004 커미셔닝 계획</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기반시설/인프라의 설계는 기술적인 검증이 확인된 후 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기계, 전기설비의 기준을 확립하기 위한 커미셔닝 계획 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주기적인 열원/공조시스템과 전기설비의 커미셔닝/리-커미셔닝 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시스템 교체요구 사항 및 결과 기록</li> <li>• 시기 및 비용비교 후 절감 유도</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기화에서 적절한 수치, 센서와 제어의 설정값 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최소 커미셔닝에 대한 계획 포함</li> </ul>



### 기타 시설에 대한 효율성

데이터센터의 에너지효율은 IT장비와 설비시스템과 같은 인프라 설비의 효율성 증대가 필요한데 장비자체의 효율증대가 아니라 장비의 배치 및 구성에 따라서 그 효과를 증대할 수 있다. 또한 IT장비의 집적도가 증가함에 따라 발열은 기하급수적으로 증가하는데 이는 현재의 인프라방식이 아닌 다른 기술혁신이 요구된다.

### 결론

데이터센터는 에너지 소비 집약적이며, 에너지

소비가 가장 큰 환경문제 중 하나이다. 제안한 검토 항목은 에너지 효율적인 데이터센터 구현을 위한 최소의 조건이라고 볼 수 있으며 아직까지는 항목의 중요도 및 가중치 등에 대한 자세한 기준이 확립되지 않은 초기단계이다. 데이터센터는 에너지효율을 넘어 성능, 복원성, 보안을 저하시키지 않으면서 최소의 에너지로부터 최대의 생산을 거둘 수 있도록 친환경 전략의 범위를 확대시켜야 할 것이다. 향후 이러한 접근에는 건물, 에너지 효율, 폐기물 관리, 자산 관리, 지원 서비스를 포함한 철저하게 통합된 평가시스템으로 발전시켜 가가야 할 것이다. 또한 국내의 현실에 맞

<표 8> 데이터센터의 기타 효율성 체크리스트

디자인 방안	설계검증
<b>P01 효율성</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉복도 / 열복도 구분</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터의 최적 활용방안을 검토</li> <li>• 3 kW/rack 이하</li> <li>• 설비구성 계획제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 취출구를 전산장비 전단에 배치하여 공조된 공기를 전산장비의 흡입구에 효과적으로 공급하도록 함</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공조장비 제조사에서 권장하는 취출구 수량을 설치하고 적절한 정압 유지</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raised floor 하부에 기류형성 장애물(통신 케이블, 전력케이블, 냉수배관 등) 최소화</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 랙서버와 블록배기 사이에 blanking/filler panel을 사용하여 전산장비의 흡입구에 배기 재순환 방지</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 천장 상부 케이블 트레이 설치로 raised floor 내의 배선이동 최소화</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Closely Coupled Cooling -수냉식 코일을 추가적으로 랙서버에 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 ~ 9 kW/rack</li> <li>• 설비구성 계획제출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rack Self Cooling -Rack자체를 격리하여 독립적으로 냉각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 kW/rack 이상</li> <li>• 설비구성 계획제출</li> </ul>
<b>P02 교육관리</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IT장비와 시설을 운영하는 직원은 모든 시스템의 이해와 운전방안 및 장비효율 특성에 관한 교육이수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 직원의 훈련기록과 함께 교육이 이수되도록 함</li> <li>• 새로운 직원에 대한 교육계획 수립</li> <li>• 훈련과정이 요구됨</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터의 IT장비와 시설운영 직원을 육성하는 교육 및 정책 확립</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지 효율향상 방안을 찾을 수 있도록 IT장비와 시설운영 직원 장려</li> </ul>	
<b>P03 기타</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 그린데이터 체크리스트에 분류되지 않은 독창적인 개선방안을 통해 데이터센터의 에너지효율을 향상시키고 규명유도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터센터의 개선을 위한 혁신안 제시</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASHRAE TC 9.9 및 The Green Grid와 같은 전문가 집단의 기술을 주기적으로 검토</li> </ul>	





도록 친환경 건축물 인증제도와 연계도 고려할 수 있다.

IT산업은 2년을 주기로 서버가 교체되며 제품의 성능도 향상되고 있다. 따라서 현재의 시스템이 향후 몇 년 동안 지속될 수 있을지는 아무도 예측하기 힘들다. 현재, 새로운 방식들이 제안되고 있는 시점에서 지속적인 관심이 필요하다. 차세대 데이터센터는 환경친화 데이터센터, 확장이용이한 모듈형 데이터센터, 자동화된 데이터센터가 될 것이다. 비즈니스와 IT간의 상관관계가 증가할수록 IT는 급변하는 사업형태에 대해 빠르게 대응할 수 있는 능력을 보유해야한다. 관련사항을 세분화하여 설계자나 엔지니어가 판단하는데 보다 객관적인 설계기준을 제공함으로써 데이터센터의 합리적인 디자인 방안에 대한 가이드라인 역할이 가능하므로 그 자체로도 가치가 있을 것으로 예상된다.

### 참고문헌

1. Gartner (2008). Green Data Centers: The Six Key Attributes of Data Center Energy Efficiency Metrics.
2. Simon Mingay (2007). Green IT: The New Industry Shockwave, Gartner RAS Core Research Note G00153703.
3. Joe Prisco, Pam Lembke(2007),

Green- ing the Data Center. ASHRAE Journal, December 2007.

4. the Green Grid(2007), Green Grid Metrics: Describing Datacenter Power Efficiency, Technical Committee White Paper, February 2007.
5. the Green Grid(2007), Guidelines for Energy-efficient Datacenters, February 2007.
6. Roger Tipleby(2008), Rating Data Centers for Energy Efficiency Panel, the Green Grid.
7. Kenneth G. Brill, Jonathan G. Koomey and Alex Barrett(2007), The Green Data Center. More than Social Responsibility: a Foundation for Growth, Economic Gain and Operating Stability, IBM.
8. Kevin Donovan(2008), NREL Plans & Strategies for Green Data Centers, National Renewable Energy Laboratory.
9. TC 9.9, Mission Critical Facilities, Technology Spaces, and Electronic Equipment(2005). Design Considerations for Dacom Equipment Centers. ASHRAE. 