

## 에너지 관리를 위한 성과지표 만들기

### (Measured Success: Constructing Performance Metrics for Energy Management)

2006. Schneider Electric

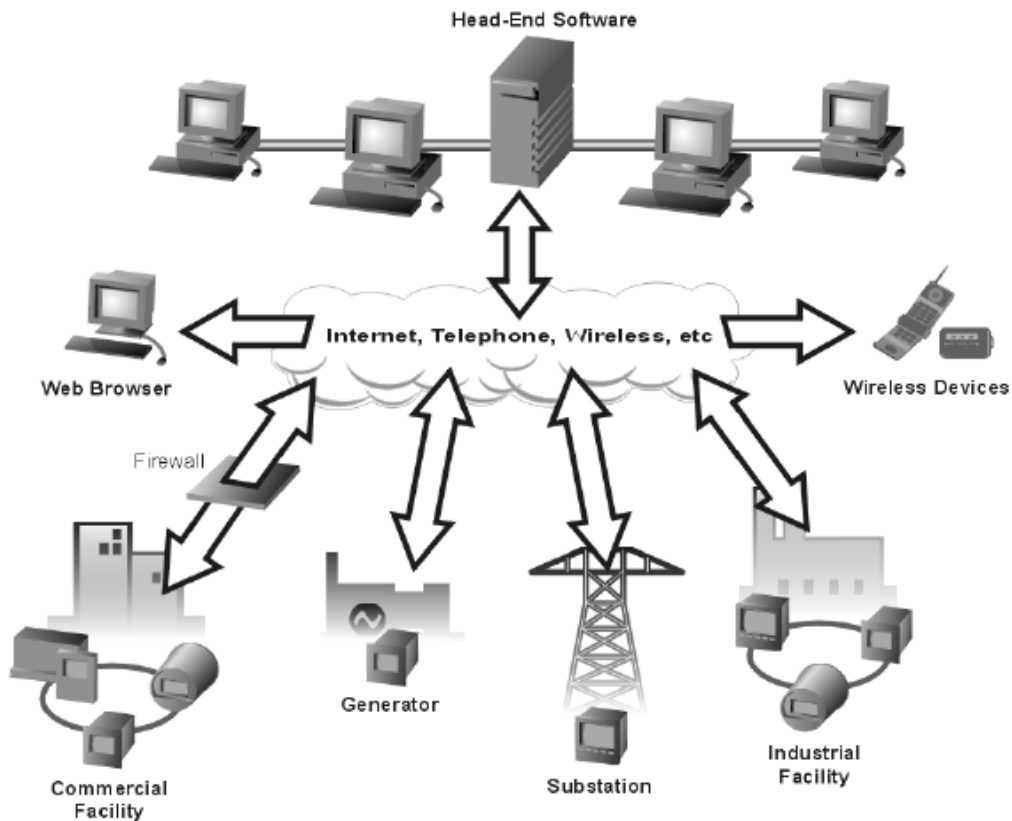
#### 1. Introduction

정보시스템을 포함한 전략적 에너지 관리 접근방법은 전통적인 전술적 접근방법에 의해 달성된 에너지 절감을 훨씬 넘어 상당한 수준의 에너지 절감을 가능케 하는 힘을 갖고 있다. 미국 에너지성의 한 연구결과에 의하면, 900개 이상의 빌딩에 대한 에너지 효율향상 프로젝트를 조사했는데 측정 및 검증에 있어 최고의 실천사례(best practice) 방법을 적용한 프로젝트가 비교 가능한 다른 프로젝트에 비하여 초기 및 장기간에 걸쳐 보다 더 많은 절감 실적을 보였으며, 거의 10%에 가까운 부가적인 ROI(Return On Investment) 결과를 보여주었다.

이러한 전략적 접근 방법이 갖는 주요한 요소 중 하나는 목표를 설정하고, 이 목표를 달성하기 위한 여러 조치에 대한 성과를 측정하는 것이다. 조직에서 품질관리 프로그램을 지원하기 위한 종합적인 정보시스템을 구축하거나, 에너지 관리 프로그램을 지원하기 위한 유사한 정보시스템을 구축한 사례를 찾는 것은 그리 어려운 일이 아니다. 이러한 에너지 정보시스템은 에너지 소비와 관련된 데이터를 모으고, 생산량 또는 기후조건과 같은 외적 요소들을 반영할 수 있도록 하고, 에너지 관리 프로젝트의 성과를 감시하고 그 프로젝트가 제대로 진행될 수 있도록 지원하는 정보를 제공하도록 설계되어야 한다.

그림1은 최신의 EEM 정보시스템을 구성하는 전형적인 구성 요소를 보여준다. Intelligent microprocessor-based device (IED ;Intelligent Electronic Devices)는 단일 또는 다수의 설비 내에 주요 포인트에 설치되어 에너지 사용을 측정하고 통신망을 통해 상위 기기 또는 head-end 소프트웨어로 전송합니다. 소프트웨어는 이러한 데이터를 보관, 가공 처리하여 사용자가 원하는 다양한 형태로 메시지 또는 웹을 통해서 제공한다.

본 고에서는 에너지 정보시스템을 구축함에 있어 고민해야 할 Data Overload(데이터 과부하), Performance Metrics(성과지표), Data Collection(데이터의 수집), Basic Modeling(기본모델), Tracking Performance(성과의 추적)를 중심으로 기술하고자 한다.



## 2. Data Overload

에너지 정보시스템이 에너지 소비 및 비용을 줄여주며 에너지 절감 효과가 오랫동안 지속되도록 하는데 중요한 역할을 담당하는 것이 명확하지만, 이 시스템이 만들어 내는 방대한 양의 데이터에 의해 시스템 사용자들이 과도하게 스트레스를 받을 수 있는 가능성 또한 사실로 봐야 한다. 에너지 정보시스템에서의 감시 포인트 당 비용은 점차적으로 내려가고 있으며, 수백 개의 감시 포인트를 갖는 어떤 응용 분야에서는 비용대비 효과가 점차 좋아지고 있다. 그러나 그런 시스템에서도 어떤 데이터를 수집하며, 얼마나 자주 수집하고 수집된 데이터를 어떻게 보여줄 것인가에 대한 조심스런 고려가 없으면 그 시스템은 무용지물이 될 가능성이 있다.

대부분의 에너지 정보시스템은 필요한 데이터에 대하여, 가능한 한 빨리, 가능한 모든 데이터를 수집하도록 구성된다. 만약 소량의 감시 포인트만 필요하다면, 이러한 “Catching Everything” 접근 방법이 그나마 불충분한 데이터 속에서 유용한 정보를 간단히 만들어 낼 수 있을 것이다. 그러나 수백 개의 감시 포인트가 필요한 경우에는 어떤 가치 있는 정보를 만들어 내기가 정말 어렵게 된다.

잘 설계된 에너지 정보시스템은 어떤 덩어리 정보가 전략적 에너지관리 계획의 주요 목표를 지원하는데 필요하지 고민하는 것으로부터 시작된다. 현대의 비즈니스 관리에서는 이러한 덩

어리 정보를 **Performance Metrics**(성과지표)라 부르는데, 이런 성과지표는 데이터 수집활동의 범위를 결정하기 위한 어떤 데이터의 수집에 선행하여 미리 결정된다. 다음 절에서는 이와 같은 접근 방법이 에너지 관리 실행을 지원하는 성과지표의 선정에 어떻게 응용되는지에 대하여 기술한다.

### 3. Performance Metrics

비록 어떤 데이터를 수집할까를 먼저 고민하면서 에너지 정보시스템에 대한 계획을 시작하고자 하는 유혹에 빠지기 쉽지만, 어떻게 하면 정보시스템이 에너지관리 계획의 주요 목표를 지원할 것인가를 고민하면서 시작하는 것이 더 중요하며 더 어려운 일 이다. 만약 이러한 목표가 조직이 에너지를 관리함에 있어 달성하고자 희망하는 최고 수준의 표현으로 이루어진 것이라면, 첫 번째 단계는 이러한 목표를 측정할 수 있고 추적할 수 있는 성과지표로 변환하는 것이다.

#### [예] 목표

*Through life-cycle cost-effective measures, each agency shall reduce energy consumption per square foot, per unit of production, or per other unit as applicable by 20 percent by 2005 and 25 percent by 2010 relative to 1990.*

위의 목표를 상세하게 분리해 보면, 우선 주 측정 관심대상은 에너지소비이고, 1990년을 기준 년도로 하여 2005년 까지 20% 줄이고, 2010년까지 25% 줄이는 것을 목표로 하고 있습니다. 만약 어떤 특정 설비에 대한 전체 에너지 소비 및 생산량에 대한 데이터가 있어 활용할 수 있다면 다음과 같은 성과지표(예) 정의를 적용할 수 있을 것이다.

- 1)전체 설비에 대한 전기 및 가스회사에서 발급한 명세서를 기준으로 기준 년도의 에너지 소비에 대한 기준(baseline)이 결정된다(MBTU 단위)
- 2)설비에 대한 MRP(Manufacturing Resource Planning) 정보 시스템으로부터 생산 관련 데이터를 사용하여 기준 년도의 생산량 기준(baseline)이 결정된다(tons 단위)
- 3)기준 년도에 대한 측정 기준은 생산 단위당 에너지 소비가 될 것이며(MBTU/ton 단위), 2005년 목표(MBTU/ton 단위)를 달성하기 위해서는 이 숫자가 20% 줄어들어야 하며 2010년 목표(MBTU/ton 단위)를 달성하기 위해서는 25% 줄어들어야 한다
- 4)전체 설비의 에너지 소비를 측정하기 위해 전기 및 가스회사와의 연결 포인트에 측정장치를 설치해야 한다. 측정 수집된 값은 MTBU 단위로 환산되어 월 단위로 합산된다. 이 월간 데이터는 목표대비 달성 정도를 보고하기 위해 연간 데이터에 반영된다.
- 5)생산량 데이터는 MRP 시스템을 통해 월 단위로 보고되며, 이 월간 데이터는 목표대비 달성 정도를 보고하기 위해 연간 데이터에 반영된다.

6)매년도 말에 4), 5)에서 기술한 에너지소비 및 생산량 데이터를 결합하여 에너지소비 성과 (Energy consumption performance)에 대한 Metrics를 생성한다. 이 Metric는 다른 것과 결합되어 연간 Management Performance 보고서를 만들어 내고 경영진에 보고된다.

위에 언급한 것처럼 성과지표의 정의는 어떤 데이터를 수집해야 하고, 또 얼마나 자주 수집해서, 어떻게 표현할 것인가를 결정하는데 필요한 기반을 제공한다. 이런 간단한 정의를 하는 경우 전 직원으로 하여금 어떤 것이 측정되는 지를 충분히 이해할 수 있도록 해야 하기 때문에 어떤 가정(assumption)을 하는 것에 매우 유의해야 한다. 위에서 언급한 예제는 단지 연간 에너지관리 성과 보고서의 일부로서 보고되는 성과지표를 쉽게 이해할 수 있도록 요약하기 위해 제시되었음을 잊지 말아야 한다. 위의 예제는 에너지 관리자로 하여금 목표대비 편차를 조사하고 에너지관리 조치가 제대로 된 방향으로 추진되도록 도와주는 보다 더 풍부한 자료를 제공할 수 있도록 확장될 수 있다.

위의 예제와 연관 지어, 그림2에서 보여주는 에너지소비에 대한 보다 확대된 성과지표 분석을 생각해보자

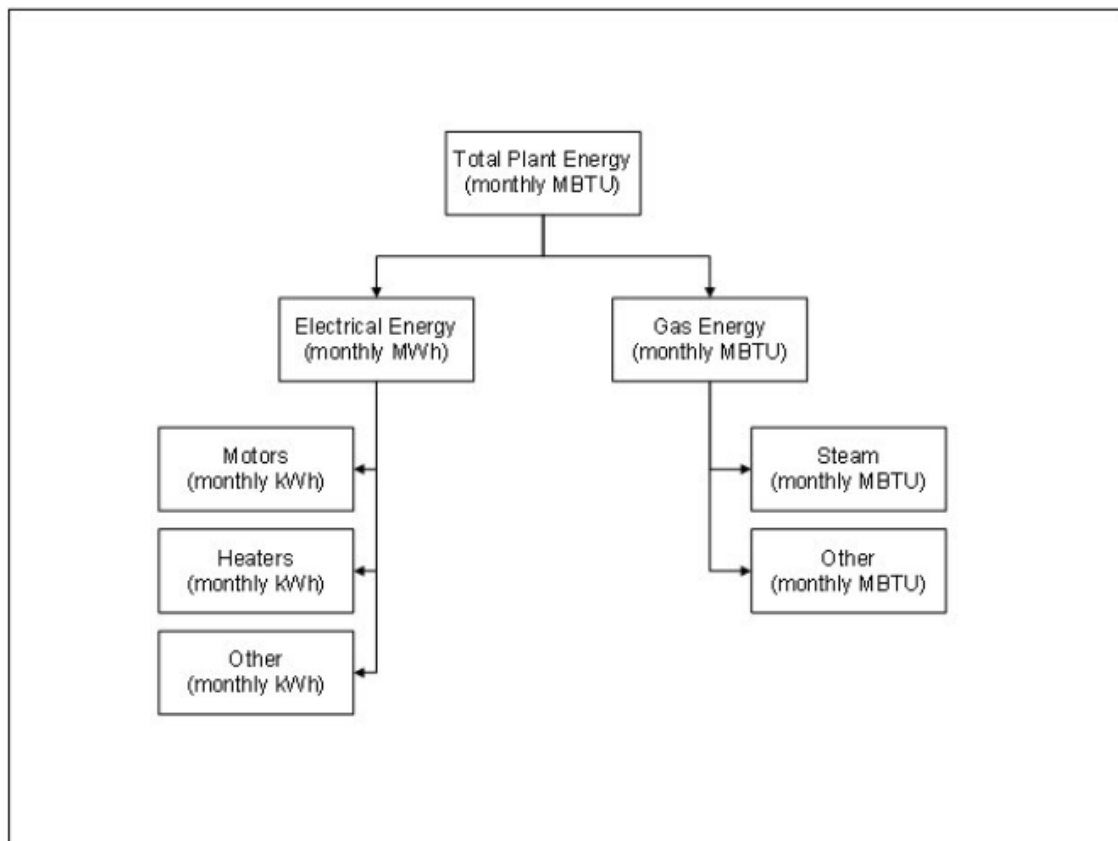


그림2. 확대된 에너지관리 성과지표 분석, 에너지소비를 상세하게 구분하여 a)월간 전기, 가스 에너지로 나누고, b) 전기, 가스에너지에 대한 소비를 좀 더 상세하게 구분하여 보여 줌.

이 상세 성과지표는, 에너지관리자가 정의된 성과지표에 어떤 것이 영향을 주는지 좀 더 상세하게 이해할 수 있도록 다른 레벨의 보다 상세한 정보를 제공한다. 이 예제에서 에너지소비는 월간단위로 측정되는 전기, 가스에너지로 나뉘지며 각각의 에너지는 좀 더 상세하게 에너지 소비 부문 별로(모터, 히터, 등) 나뉜다. 이렇게 에너지소비를 에너지원, 부문별로 나눈 뒤, 측정 시간대를 좀 더 짧게 세분화한 형태로 좀 더 상세한 형태로 나누어 볼 수 있다(월 단위에서 일 단위, 시간단위로). 어떤 것을 상세하게 나눠서 볼 것인지를 선택하는 기준은, 성과지표에 영향을 주는 근원적인 요인이 무엇인지 이해하고, 또 어떤 상세한 데이터가 에너지관리자로 하여금 목표에서 벗어난 변위를 수정하는데 필요한 정보인지를 이해함으로써 결정된다. 일단 성과지표가 정의되고 이를 지원하는 상세한 측정요소 및 측정 시간 간격 등이 결정되면 그 다음 단계는 어떻게 요구되는 데이터를 수집할 것 인가를 결정하는 것이다.

#### 4. Data Collection

많은 에너지 정보시스템이 생성할 수 있는 잠재적인 많은 양의 데이터에 비하여, 이미 정의된 성과지표를 지원하는 데 필요한 정보의 양은 상대적으로 매우 적다고 할 수 있다. 이는 에너지 정보시스템이 상세한 데이터를 수집하지 않는다는 것이 아니다. 보다 정확하게 말하면, 에너지 정보시스템이라 하는 것은 시스템의 주요 목적을 달성하는데 필요한 “적절한 양의 상세 데이터”를 수집할 수 있도록 설계되어야 함을 의미한다.

성과지표 설계 과정에서 요하는 데이터는 크게 다음의 두 부문으로 나뉘 볼 수 있다.

##### 1)Static Data(정적 데이터)

설비가 차지하는 바닥면적, 설비의 정격 등을 들 수 있는데 이런 종류의 데이터는 종종 초기 에너지 감사(audit) 단계에서 수집되며 벤치마킹 비교를 위해서 정규화(Normalization) 하는 경우에 많이 사용된다.

##### 2)Dynamic Data(동적 데이터)

에너지소비, 외부온도 및 생산량 등을 들 수 있는데 이런 종류의 데이터는 일정한 시간간격대로 수집되어 요구되는 성과지표를 생성하는데 쓰인다.

비록 두 형태의 데이터를 수집할 필요가 있지만, 동적 데이터 부문에 속해있는 각종 요소(parameter)는 데이터를 취득하고 가공하는데 지속적인 노력이 필요하기 때문에 점차 관리하는데 많은 비용을 수반한다. 이런 종류의 데이터는 또한 에너지 정보시스템의 전체 저장공간 중의 상당부분을 차지하고, 관련 비용 및 노력이 상당히 많이 요구되기 때문에 어떤 데이터를 수집할 것인지 신중하게 선택할 필요가 있다. 최근의 빌딩 또는 산업계의 자동화 시스템(BMS, DCS, SCADA 등)의 경우, 만약 필요하다면, 방대한 측정 데이터를 포함시키려는 유혹에 빠질 수 있다. 그러나 앞서 언급한 성과지표를 지원하는 목적이 아니라면 이런 데이터는 불필요한 비용 및 노력을 낭비할 뿐이다.

일단, 요구되는 측정 요소를 결정했다면 다음과 같은 다양한 잠재적인 데이터를 소스를 고려해야 한다.

- 1)유틸리티(전기 및 가스 공급회사)에서 제공하는 에너지 소비 데이터
- 2)그림자 미터(Shadow meter)로부터 측정된 에너지 소비 데이터  
상세한 에너지 소비관련 데이터가 필요하지만 유틸리티에서 제공하지 않는 경우에는 별도의 미터를 유틸리티 미터 설치 전에 근접 설치하여 필요 데이터를 수집할 수 있다.
- 3)분기회로 미터(Sub-meter)로부터 측정된 에너지 소비 데이터  
주요 부하 또는 에너지 시스템상의 주요 포인트(분기 등)에 미터를 설치하여 데이터를 수집
- 4)기존의 자동화 시스템에서 추출한 에너지 소비 데이터
- 5)기상청 시스템으로부터 추출한 온도 데이터
- 6)기상데이터 서비스 회사로부터 얻은 온도 데이터
- 7)직접 측정된 온도 데이터
- 8)기존의 자동화 시스템에서 추출한 생산 데이터

데이터 수집을 위한 측정 요소를 선정하는 과정을 좀 더 쉽게 설명하기 위해 앞서 언급한 예제 (p3, (예)목표)를 대상으로 측정요소를 선정하고 필요한 데이터소스를 들여보면 아래와 같다.

- 1)그림자 미터(Shadow meter)를 전력 또는 가스공급 회사와의 접속 부분(Service entrance points)에 설치한다. 전력 미터는 에너지 소비(kWh)를 시간 단위로 측정하고, 가스 미터는 가스 소비(Cubic feet, feet<sup>3</sup>)를 시간 단위로 측정하도록 구성한다. 수집된 데이터는 미터에 중앙 시스템으로 최소 하루에 한번씩 전송되도록 한다.
- 2)생산량 데이터가 생산관련 시스템(MRP; Manufacturing Resource Planning)으로부터 최소 하루에 한번씩 추출되어 에너지 정보시스템에 입력되도록 한다. 생산량(tonne 단위) 데이터는 시간대 별로 상세하게 구분되어 에너지 정보시스템에 입력되도록 한다.
- 3)전력미터는 생산라인 1, 2의 메인 급전선에 설치되어 생산관련 에너지 소비를 측정하도록 한다. 가스미터는 가스 소비를 측정하기 위해 주 보일러에 설치한다. 이들 미터는 최소 시간대 별 측정, 기록이 가능해야 하고 최소 하루에 한번 에너지 정보시스템에 입력되도록 한다.
- 4)모든 에너지 소비 데이터와 생산량 관련 데이터는 1분 이내의 시간 동기화를 가져야 하고, 이런 동기화를 통해서 생산량의 변동에 따른 에너지 소비의 변화를 추적할 수 있게 된다.
- 5)일 단위의 데이터 백업이 필요하며, 오래된 데이터는 보관되고, 년간 단위로 데이터베이스에서 재단되어 잘 정리되어야 한다. 모든 시간 단위의 데이터는 일 데이터 합계(daily total)로 모아지고, 데이터베이스는 이런 일 데이터 합계를 최소 3년간 보관할 수 있어야 한다.

일단 필요한 데이터요소가 정의되고, 관련 데이터소스가 선정되면, 다음 단계는 에너지소비와 그 소비에 기여하는 주요 인자와의 관계를 돋보이게 하는 기본 모델을 구성하는 것이다.

## 5. Basic Modeling

에너지소비를 모델링 하는 것은 성과지표를 구성하는 과정 중 아주 중요한 단계이며, 이를 통해서 에너지관리를 위한 특정의 조치가 에너지소비에 어떤 영향을 끼치는지 정확하게 알 수 있게 된다. 빌딩 또는 산업계의 에너지 사용에 대한 모델링은 일반적으로 에너지소비 데이터와 그 에너지 소비에 관계된 주요 동인(primary driver)를 나타내는 특정 변수(온도 또는 생산활동)와의 관계를 결정하는 것을 포함한다. 빌딩의 경우엔 일반적으로 에너지소비와 빌딩 내외부의 온도가 직접적인 관계를 갖고 있으며, 에너지소비가 주로 공정의 물리적인 특성(열-기반 및 화학공정 등)에 따라 결정되는 생산 공정의 경우엔 에너지소비가 생산량이 직접적인 관계를 갖고 있다.

기본 모델(basic model)을 구성하는 과정은 다음의 단계에 따라 이루어진다.

- 1)수집된 과거의 데이터로부터 에너지와 에너지소비에 관계된 주요 동인의 기준 기간(baseline period)을 선택한다.
- 2)에너지와 주요 동인간의 기준 모델을 만들고, 테스트 한다
- 3)에너지관리 계획의 성과를 추적하기 위한 목표모델(target model)을 하나 이상 만든다.

그림3은 기준 데이터 셋을 선정하는데 관련된 과정 및 데이터 흐름을 보여주고 있다. 각각의 단계에 대한 보다 자세한 설명을 다음에 기술하고자 한다.

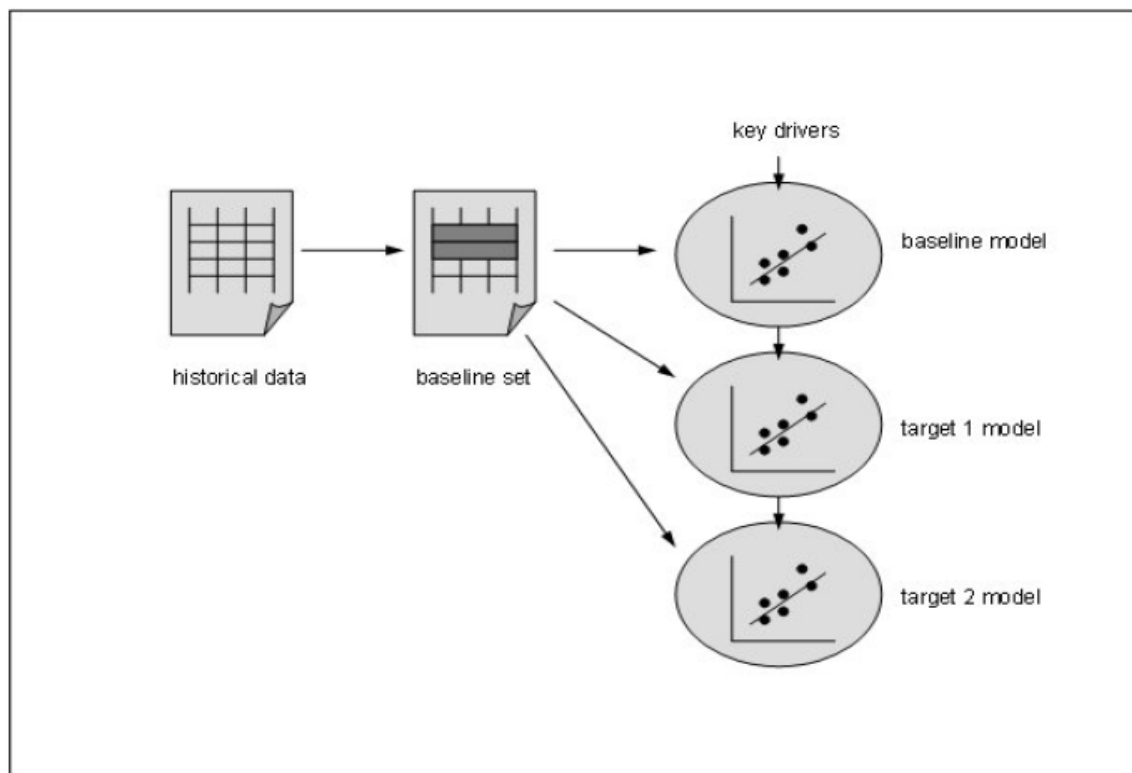


그림3 기준모델 및 목표모델을 구성하는 과정 및 데이터 흐름도

여기에서 기술하고자 하는 모델링 과정은 가장 기본적인 모든 환경에 대하여 강인한 에너지 소비 모델을 제공하지는 않는다는 것을 먼저 주지할 필요가 있다. 산업계 및 상업용 빌딩을 대상으로 한 에너지소비 모델링을 위한 보다 고도화된 테크닉을 사용할 수 있는데 한 예로 ASHRAE RP-1050에 나와있는 변곡점 모델(changing point model), Inverse Modeling Toolkit: Numeric Algorithms 등을 사용할 수 있다.

### **Baseline Period**

에너지관리 계획을 실행하기 이전에, 특정 부하(빌딩 또는 제조공정)의 에너지 소비행태를 나타내는 기 정의된 일정기간의 시간 동안 선정된 데이터의 집합이 기준기간(baseline period)을 형성한다. 이런 데이터의 집합은 일반적으로 두 가지 주요 변수로 구성되는데 하나는 부하의 에너지소비이며, 나머지 하나는 그 에너지 소비와 관련된 주요 동인(온도, 생산량과 같은 요소를 포함할 수 있음)이다. 이 두 가지 변수에 대해 수집된 데이터가 같은 시간 프레임을 갖고 표현되어야 한다. 만약, 에너지소비가 전부 일 데이터에 근거하고 있다면, 생산량 또는 온도 데이터 등도 일간 총합 또는 일간 평균으로 표현되어야 한다.

가능한 한 가장 정확한 모델을 얻기 위해선 기준기간(baseline period)의 길이가 충분해야 한다. 즉, 기준기간의 길이는 대상 부하에 대한 충분한 자료를 확보할 수 있도록, 최소한 부하의 전 운전범위 보다 긴 영역이어야 한다. 빌딩의 경우, 기준기간은 보통 사계절 동안 빌딩의 에너지 소비 행태가 어떤지를 알아야 하기 때문에 최소 1년 이상 이어야 한다. 생산라인의 경우, 기준기간은 생산량의 일반적인 변동을 파악할 수 있도록 충분히 길어야 한다. 이상적으로, 기준기간은 에너지소비에 영향을 미치는 빌딩 또는 생산 라인의 변화(바닥 면적의 확대, 재실인구의 갑작스런 증가, 신규 생산설비의 도입 등)등을 제외하여야 한다.

### **Baseline Model**

일단 기준기간(baseline period) 에너지소비 및 주요 동인이 선정되면, 그 다음 단계는 두 변수간의 관계를 나타내는 기준 모델(baseline model)을 만드는 것이다. 기준 모델을 만드는 시각화 방법은 다음과 같은 단계를 포함한다.

- 1) 기준기간 동안의 에너지소비와 주요 동인 데이터에 대한 Scatter plot을 구성한다
- 2) Scatter plot상의 각 포인트에 가장 적합한 선을 그린다

많은 경우, 에너지소비와 주요 동인간에는 강력한 선형적 관계가 있고, 이 선형적 관계에 대한 방정식은 선형회귀분석(linear regression analy)을 통해서 결정할 수 있다.

이런 모델링 과정을 쉽게 이해하기 위해 아래 그림4의 에너지소비(Mwh/일 단위)와 생산량(tonne/일)간의 Scatter plot을 생각해보자. 이 예제에서 기준기간(baseline period) 동안의 에너지 소비 및 생산량 데이터 set이 차트에 plotting 되어있다, x축은 생산량을 y축은 생산에 소요된

에너지소비를 나타낸다.

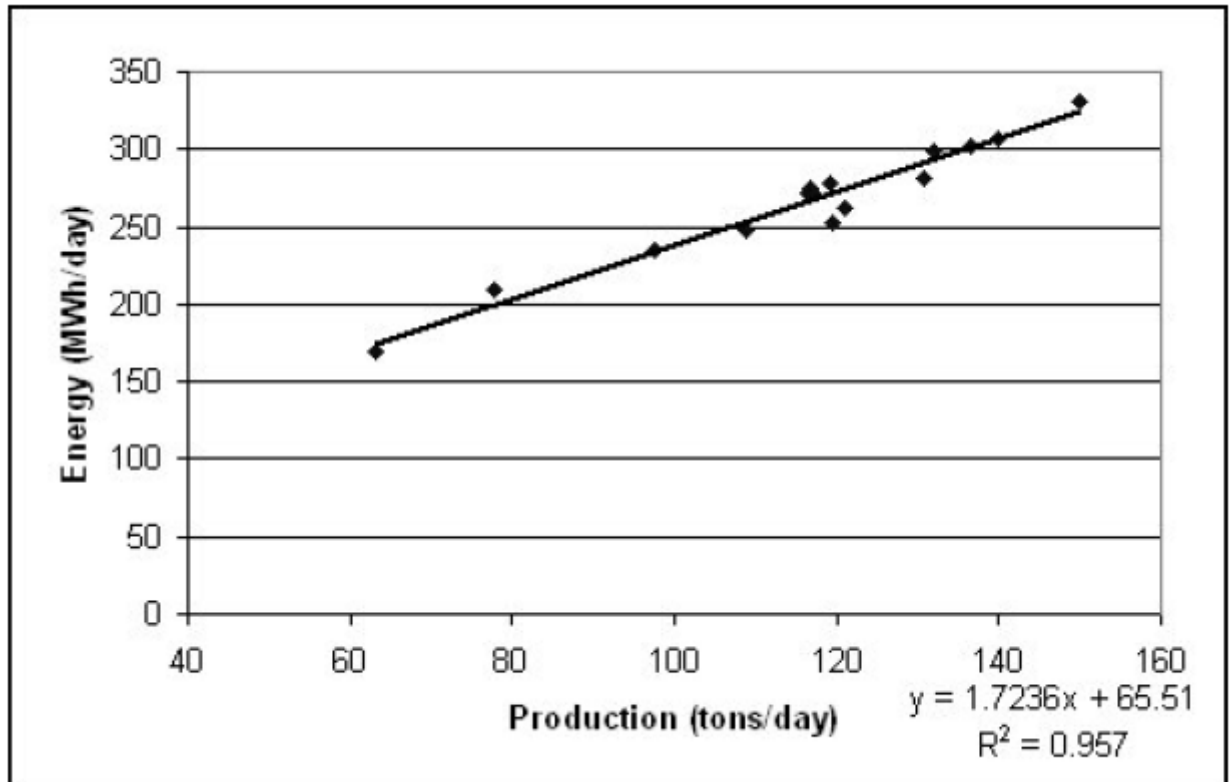


그림4 어떤 산업 공정에서의 에너지소비와 생산량간의 Scatter Plot.

위의 그림에 가장 적합한 직선에 대한 방정식은  $y=mx+b$ 의 형태로 나타낼 수 있는데,  $m$ 은 직선의 기울기를  $b$ 는  $y$  절편을 나타낸다. 상관계수(R-squared)는 에너지소비와 생산량 사이에 존재하는 관계의 정도를 나타내며 이 값이 1인 경우 두 변수 사이의 완벽한 관계를 나타낸다. 최신의 스프레드시트 소프트웨어를 사용하면 선형회귀분석, 직선방정식의 구성, 상관계수의 추출 등이 아주 간단하게 이루어 진다.

선형회귀분석을 사용하면 일반적으로 상관계수를 갖는 직선모델을 만들 수 있는데, 만약 변수들이 어떤 강력한 선형적 관계를 갖지 않는 경우, Action Energy([www.actionenergy.co.uk](http://www.actionenergy.co.uk)) 가이드를 참조하면 기준모델을 만드는 방법 및 비선형적 결과를 해석하는 방법을 설명하는 보다 상세한 정보를 얻을 수 있다.

- Degree Days for Energy Management [GPG 310]
- Monitoring and Targeting in Large Companies [GPG 112]

### Target Models

성과지표에서 기준모델의 역할은 에너지 관리를 위한 어떤 조치가 취해지기 전의 에너지소비

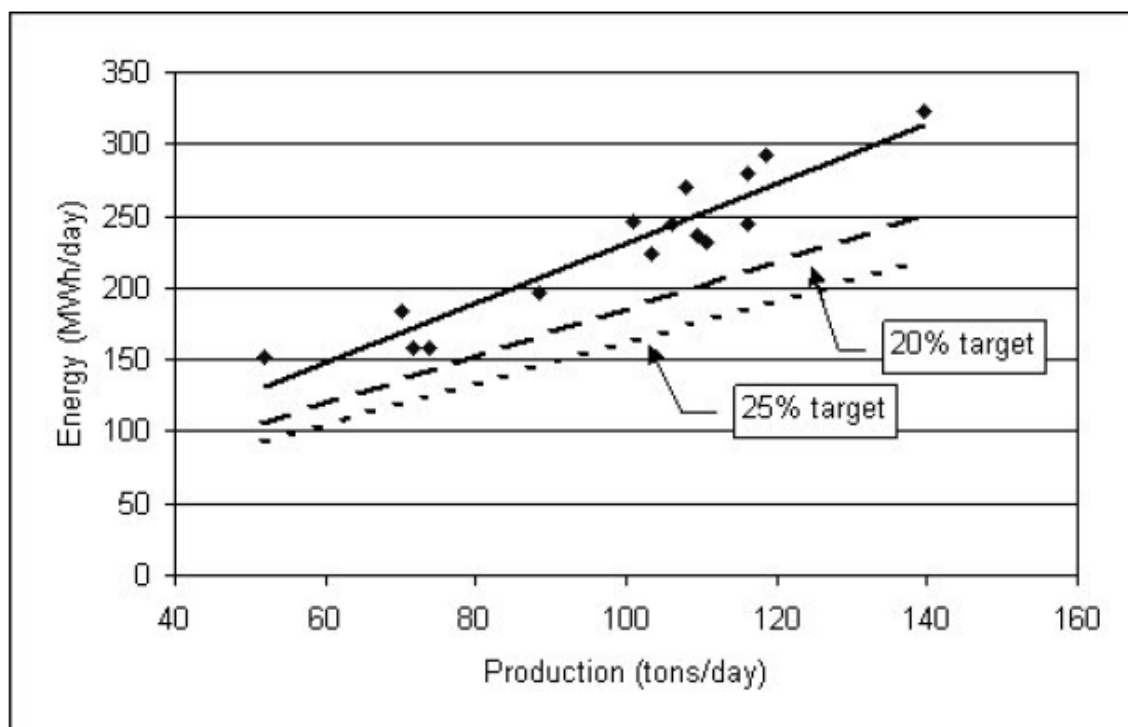
를 나타내는 기준 모델을 제공하는 것이다. 성과지표에서 목표 모델(Target Model)의 역할은 에너지 관리 활동의 성공여부를 측정하기 위한 기준을 제공하는 것이다. 이 목표 모델은 기준모델(baseline model)을 기준으로 설정된, 성과지표상에 포함되어 있는 주요 목표를 적용함으로써 구성되는데, 주 목적은 지속적인 성과를 측정하기 위한 기준 모델로 사용하기 위함이다. 다음 예제는 앞서 언급한 두 가지 목표가 어떻게 목표 모델로 바뀌는지를 보여준다.

- 2005년의 에너지소비를 1990년 대비 20% 감축한다

주어진 1990년 기준의 에너지소비 데이터 및 주요 동인에 대한 데이터로부터 기준기간(baseline period)를 선정하고, 앞서 기술한 바와 같이 에너지소비에 대한 기준모델(baseline model)을 만든다. 이 기준모델에 대한 직선방정식은  $y=mx+b$  의 형태로 만들 수 있고, 기울기를 줄이고, y 절편을 20% 줄임으로써 에너지소비가 20% 절감된 직선 방정식을 만들 수 있다.

- 1년 내에 에너지소비를 최고사례(best practice)와 같은 수준으로 낮춘다

최고사례(best practice) metrics는 종종 특정 산업계 또는 응용에 관련된 정규화된(normalized) 단위로 표현된다(특정 제조공정에 있어서는 MWH/ton 등으로 표기). 이들 정규화된 metrics가 주요 동인이 되는 변수(생산량에 따라 변화하는 tone)에 대하여 어떤 영역에서 참이라고 가정하면 목표 모델을 만들 수 있도록 간단한 직선의 방정식을 도출할 수 있다.



## 그림5 에너지소비와 생산량간의 Scatter Plot.

기준 모델을 기준으로 각각 20%, 25% 에너지소비를 줄인 목표 모델을 나타냄.

위 그림5는 샘플 기준모델(baseline model)과 목표(20%, 25% 감축)를 결합함으로써 만들어진 에너지감축 목표 모델의 개념을 나타낸다. 20% 감축, 25% 감축 모델이 직선 방정식의 형태로 표현되어 다양한 형태의 차트와 발표자료 등을 생성하는데 사용된다. 그림으로써 에너지관리자는 에너지관리 조치의 성과를 활발하게 추적하고 관리할 수 있게 된다. 일단 기준모델 및 목표모델이 만들어지면, 필드에서 측정된 데이터와 결합하여 에너지관리 조치의 성과를 추적할 수 있게 되는 것이다.

## 6. Tracking Performance

에너지관리 계획을 지원하는 성과지표를 구성하는 마지막 단계는 수집한 데이터, 만들어진 에너지소비 모델을 사용하여 정보를 표현하는 것이다. 우리가 사용하고자 하는 정보의 표현은 보통 다음에 소개하는 첫 번째 또는 두 번째 범주에 속하게 된다.

- 성과지표에 대한 최상위 수준의 개관(概觀, Overview) 제공

에너지관리자가 나무가 아닌 숲을 볼 수 있도록 간결하게 구성되며, 에너지관리 성과에 대한 총체적인 정보를 제공한다 (**정보 제공**)

- 성과지표 뒤에 숨어있는 데이터에 대한 상세한 개관(概觀, Overview) 제공 (Drill-down)

에너지관리 성과지표에 대한 최상위 수준의 개관과 부합되며, 성과지표 뒤에 숨어있는 데이터가 내포하고 있는 의미에 대한 부가적인 상세 데이터를 제공한다. 이러한 부가적 상세 데이터를 통해 에너지관리자는 왜 에너지관리 프로그램이 정상레도에서 벗어나기 시작했는지 이해할 수 있게 된다. (**데이터 제공**)

성과지표에 대한 정보 및 관련 상세 데이터를 표현하는 방법은 다양하며, 어떤 표현방법을 사용할 것 인가를 선택하는 것은 어떤 정보가 표현될 것이고, 이 정보를 어떻게 사용할 것인가에 따라 달려있다. 아래에 몇 가지 예를 보이면서 설명한다.

### 1)테이블 형태의 성과지표 표현

테이블 형태의 표현은 특정 성과지표를 지원하는, 최상위 레벨의 목표 숫자(target number)를 표현하고 조직하는데 가장 적합한 방법이다. 예를 들어 4년간 제곱 미터당 10Kwh를 ( $10\text{Kwh}/\text{m}^2/4\text{년}$ )을 줄인다는 타겟 목표를 정해놓고 이를 성과지표로 정의한 경우, 매년 숫자가 줄어드는 형태로 4년간의 목표 값을 테이블 형태로 표현할 수 있다 (표2 참조)

### 2)바-차트 형태의 성과지표 표현

바-차트를 이용해서 현재 및 과거의 성과를 시각화해서 타겟 목표와 대비하여 표현할 수 있다. 이런 바-차트를 이용하면 성과지표에 대한 목표 값 대비 월 단위의 실제 값을 보여줄 수 있다

3)시-계열 차트 형태의 상세 데이터 표현

어떤 요소가 특정 성과지표에 영향을 주는지 이해하고자 하는 경우, 시-계열 차트는 성과지표 뒤에 숨어있는 데이터에 대한 상세한 개관(概觀, Overview)을 보여줄 수 있다. 실제 및 목표 값을 시-계열 데이터로 함께 plotting하여 보여주기 때문에, 에너지 관리자는 어디서 계획대비 편차가 발생했는지 이해할 수 있게 된다.

Year	Target (MBTU/ton)
2000	27
2001	25
2002	24
2003	23
2004	22
2005	21

표2 5년간의 가능한 성과지표 목표

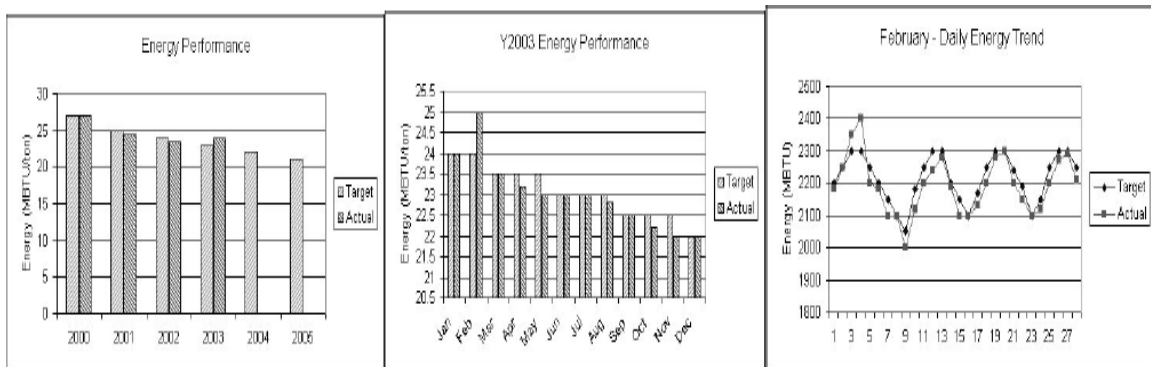


그림6,7,8 최상의 레벨의 성과지표 개요 및 상세한 분석을 보여주는 정보의 표현

표2는 6년 동안 에너지소비 20% 절감 이라는 목표를 달성하기 위해 필요한, 향후 5년간의 가능한 성과지표상의 감축목표 (target reduction)를 보여준다. 그림6은 년 단위로 감축목표 대비 실제 감축이 얼마나 달성되었는지를 비교해 보여주는 바-차트다. 그림7은 2003년도 월별 감축 목표 대비 실제 감축이 얼마나 달성되었는지를 비교해 보여주는 바-차트다. 여기서 2월에는 실

제 측정된 에너지 사용량이 감축목표를 훨씬 초과했음을 알 수 있다. 그림8은 일 단위의 감축 목표 대비 실제 측정된 에너지 사용량을 상세하게 비교해서 보여주는 시-계열 차트다. 여기서 3일, 4일의 측정된 에너지 사용량이 감축목표를 훨씬 초과했음을 알 수 있다.

앞서 언급한 정보의 표현이 최상의 레벨의 표2에서 시작해서 -> 그림6 -> 그림7 -> 그림8로 진행되면서 보다 더 상세한 단계로 진행되는 것에 주목할 필요가 있다. 표2를 보면 2002년까지는 감축목표 대비 실제 에너지 사용량이 거의 같거나 줄어들었는데 2003년 현재 감축목표를 훨씬 초과했고, 좀 더 상세하게 파악하고자 2003년을 월 단위로 쪼개서 표현해보니 2월이 문제가 되었고, 다시 이를 일단위로 파악해보니 2003년 2월3일, 4일이 문제가 되었음을 알 수 있게 되었다. 이를 통해서 에너지 관리자는 관심사항을 체크하기 위해 수천의 데이터 포인트를 탐색하지 않아도 되게 되었다. 여기서 유의할 점은 감축목표 대비 실제 측정된 에너지 사용량이 줄어들었던 (On track의 경우) 경우의 데이터가 쓸데 없다는 것은 아니다. 이들 데이터는 설비의 운전 패턴을 조사하던가(demand profile 관리 차원) 하는 등 다양한 목적을 위해 사용되기 때문이다. 물론 다양한 표현방법을 사용하는 것에 대해 다양한 의견이 있을 수 있다. 에너지관리 프로그램에 참여한 모든 사람들은 최상위 레벨의 성과지표에 관심이 많을 것이고, 에너지관리 핵심 부서는 기 계획된 목표대비 변동이 발생한 부분을 이해하기 위해서 좀 더 상세한 표현 방법에 관심을 가질 것 이다. 또한 에너지관리자는 이사회에 보고를 위해 최상위 레벨의 성과지표 표현방법과 하위의 상세한 표현방법을 함께 사용할 수 있다.

아직까지 언급하지 않은 마지막 논제는 에너지관리에 대한 initiative (주도권, 솔루션범)를 유도하기 위해서, 어떻게 최상위 레벨의 타겟 목표(target goal)를, 상세한 정보로 표현되어 사용될 수 있는 목표 값(target value)으로 나눌 것인가 하는 문제다. 이는 조직에서 전체 타겟 목표를 달성하기 위해 실시하려고 하는 ECM(Energy Conservation Measures; 에너지절약 수단)의 도입 시기에 달려있다. 만약, 조직에서 비효율적인 기기를 중도에 교체할 계획을 수립했다면, 성과지표를 위한 목표 수준은 새 설비가 도입되어 가동되기 전까지 줄어들 지 않을 것 이다. 최상위 레벨의 타겟 목표를 좀 더 구체적인 목표 값으로 쪼개는 과정은 대부분의 조직에서 익히 알고 있는 예산의 책정 과정(Budgeting process)와 매우 유사하다. 일부 회사는 연간 예산을 책정하여 년도 말에 한번 계획된 지출과 실제 지출을 체크한다. 대신 대부분의 회사는 예산을 조직내의 서로 다른 카테고리 및 그룹별 월 단위 지출로 나누어 관리한다. 최상위 레벨의 에너지소비 목표를 나누는 방법도 매우 유사하다. 전체 에너지 관련 예산을 연간 계획에 의거 서로 다른 공정 또는 설비 별로 나눌 수 있다(Energy budgeting).

## 7. Conclusion

에너지관리를 위한 실천적 방안들은 전통적으로 에너지 관리를 위한 부단한 노력들을 관리하는 것 보다는 에너지효율을 높이는 기술에 더 많은 역점을 두었던 것이 사실이다. 새로운 기술이 기업의 에너지 효율을 높이는데 아주 중요한 역할을 담당하는 것은 분명한 사실이다.

그렇지만 많은 조직에서 사용하고 있는 품질 및 에너지 관리 프로그램에 성과관리 방법을 결합시킴으로써 보다 더 많은 에너지 절감, 그리고 지속적인 절감을 달성할 수 있음은 부인할 수 없는 사실이다.

정보시스템은 최근의 에너지관리 정책 중 점점 더 중요한 역할을 담당하고 있는데, 이런 시스템이 좀 더 다양한 응용 분야에서 활용될 수 있도록 하는 하드웨어 및 소프트웨어 성분의 중요성이 점점 증가하고 있다. 과거에는 에너지 정보시스템이 너무 고가여서 도입에 많은 제약이 있었으나, 최근 수년간의 기술개발 및 혁신 활동의 결과, 증가 일로에 있는 측정 포인트를 감시하는데 소요되는 비용이 점차 줄어들고 있다. 자동적으로 데이터를 취득하는데 소요되는 비용이 지속적으로 감소하고 있기 때문에, 전체 시스템 가격에서 차지하는 비율로 보면 데이터 관리 및 정보처리 관련 비용이 상대적으로 높아지는 경향이 있다. 미래의 에너지 정보시스템의 가치는 시스템에서 취득하는 데이터의 양에 있는 것이 아니라, 시스템이 제공할 수 있는 에너지에 대한 통찰력(Energy Insight)에 따라 달라질 것이다.

본 고에서 다룬 논제와 예제는 주로 에너지소비 줄이는 감축 목표(target reduction)에 집중했다 그러나 성과지표를 활용한 접근 방법 역시 에너지시스템 및 설비를 관리하는 다양한 범주에 적용할 수 있다. 이러한 접근 방법은 다음과 같은 경우에도 확대 적용할 수 있다.

### 1)에너지 비용(Energy Cost)

유틸리티(전기 또는 가스 공급회사)에서 제공하는 비용 청구서 또한 에너지 비용을 관리하고 추적하는데 사용할 수 있다. 온도 또는 생산량과 같이 에너지소비에 많이 영향을 끼치는 요소들의 변이를 조정 보상하기 위해 수정된 모델(Adjusted Model)을 사용할 수 있는데, 이를 통해 에너지 프로젝트를 통해 확보한 에너지 절감을 보다 더 정확하게 계산할 수 있다.

### 2)에너지 신뢰도(Energy Reliability)

장비의 건전성에 관련된 측정을 에너지 정보시스템에 부가하면, 에너지 시스템의 신뢰도에 대한 성과지표를 만들어 낼 수 있다. 실시간 측정 기능을 갖는 기본적인 감시시스템을 구축하면, 고장을 빨리 포착할 수 있고 근본원인에 대한 분석을 지원할 수 있다. 그러나 보다 진보된 감시시스템을 구축하면 정교한 설비 모델을 생성하고, 측정함으로써 고장이 일어나기 전에 징후를 예측할 수 있다.

### 3)예측(Forecasting)

일단 에너지소비 모델이 구축되면, 에너지소비에 주로 영향을 미치는 온도 및 생산량과 같은 주요 인자를 통해 미래의 에너지소비를 예측할 수 있다. 또한 어떤 특정 범주의 예측되는 주요 인자에 대한 값을 반영하여 에너지소비에 대한 위험도 평가도 가능하다. 에너지관리가 많은 사람들의 인구에 회자되기는 하지만 경영진의 공감대를 이끌어 내기가 쉽지는 않다. 보다

많은 공감대를 형성하려면 에너지관리와 관련된 모든 용어나 활동을 기술함에 있어 기술적인 용어 보다는 비즈니스적인 용어를 사용하여, 에너지관리 프로그램이 기업의 손익개선에 얼마나 기여할 수 있는지 표현하는 것이 좋겠다.

### **References**

[1] C. Goldman et al., Market Trends in the U.S. ESCO Industry: Results from the NAESCO Database Project, LBNL-49601, Lawrence Berkeley National Laboratory, May 2002, [http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/EMS\\_pubs.html](http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/EMS_pubs.html)

[2] IPMVP 2001 [Volume I], International Performance Measurement & Verification Protocol, <http://www.ipmvp.org>

[3] MSE 2000: A Management System for Energy, Georgia Tech, <http://www.industry.gatech.edu/energy/>

[4] Introducing Information Systems for Energy Management, GPG 231, Action Energy, <http://www.actionenergy.co.uk>

[5] Monitoring and Targeting in Large Companies, GPG 112, Action Energy, <http://www.actionenergy.co.uk>

[6] G. Kats et al., Energy Efficiency as a Commodity: The Emergence of an Efficiency Secondary Market for Savings in Commercial Buildings, *Proceedings of the 1996 ACEE Summer Study*, 1996, Vol. 5, pp. 111-122