

에너지 절감량 산출을 위한 측정 및 검증

저 에너지 및 그린 빌딩, 패시브 및 제로에너지 건물 등의 에너지 절약 및 효율개선 사업을 원활하게 진행하기 위해서는 정확한 측정 및 검증(M&V)기술이 필수적이다. 본고는 M&V 및 커미셔닝에 관하여 많은 사업 경험과 연구업적이 있는 미국 등의 대표적인 문헌들을 중심으로 정리하여 관련 동향과 비전을 소개한다.

서론

건물 에너지 효율화(ESCO) 사업은 놀라운 속도로 지속적인 성장을 이어가고 있다. 국제 경제의 확대와 에너지 공급 및 기후 변화에 대한 우려 등의 영향으로 이러한 성장 추세는 계속되고 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해, 에너지 효율화 산업은 지속적인 성장과 적응이 필요하며 건물 소유자, 관리자 및 입주자들이 자신들의 건물에 대하여 잘 파악할 수 있도록 지속적인 교육도 실시하여야 한다. 이것은 소유자의 신뢰와 확신을 촉진하기 위하여 거버넌스의 적절한 수준과 함께 경영 전략과 성과 측정을 포함해야 한다. 이 산업은 에너지 효율화의 숙련된 인력을 유치하고 개발하며 이를 유지할 필요가 있고 이를 위하여 기술과 통신을 이용한다. 기술은 금융, 의료 및 자동차 산업을 크게 변화시켰으며 에너지 효율화 산업도 변화시키기 시작하였다. 정보기술을 M&V에 적용하는 것은 현재의 관행을 근본적으로 개선하는 효과가 있다. 특히, M&V가 에너지 정보, 성능 모니터링 및 장애 감지 및 진단에 통합하게

허정호

서울시립대학교
건축학부(건축공학전공)
교수
huhj0715@uos.ac.kr

되면, 자동화를 통해 상당한 비용 절감이 가능하게 된다. 고급 분석 기능은 정확도의 향상, 결과에 대한 신뢰성 제고, 그리고 향상된 의사 결정 지원을 제공하게 된다.

국내 ESCO사업도 시작된 지 20년이 넘었고 사업진행방식도 성과를 보증하는 계약방식으로 진행되어 가고 있지만, 성과측정을 위한 M&V 국내 표준 가이드라인이 없어 많은 어려움이 있다. 다만, IPMVP를 참고로 하여 에너지절약방법 개요, 계획 요약, 세부 사업별 절감량 계산방법을 중심으로 작성된 'M&V계획서 작성방법', 'M&V실제 적용 평가' 등이 있는 정도로서 체계적으로 활용하기에는 아직 많은 보완이 필요한 상황이다. 국내 적용이 가능한 ESCO M&V가이드라인 구비와 이를 기반으로 하는 시범사업 전개 등은 이러한 현안을 해결하기 위한 효과적인 방법이다. 즉, 정확한 에너지절감량 검증을 통해 체계적인 성과를 측정하는 것이 용이하게 되고, 에너지사용자는 ESCO사업에 대하여 객관적인 신뢰성을 갖게 되어 결국 국가적으로도 에너지효율향상 및 수요관리 분야에 매우 큰 성과를 가져올 수 있을 것이다.

성능의 이해: 측정 및 검증 현황

건물의 성능을 이해하는 것은 건물 소유자와 관리자 사이에서는 중요한 주제이다. 에너지 효율 프로젝트에서 절감량에 대한 M&V는 잘 정의되어 진화되어 왔고 미국에서는 활성화된 분야이다. M&V를 정의하는 지침과 프로토콜이 있고 실무자들은 인증서를 받는 절차가 있다. M&V의 주요 목적은, 건물의 에너지 사용량을 줄이기 위해 투자한 시간, 노력 그리고 비용이 예상 결과를 제공한다는 것을 확인하는 것이다. 이것은 에너지 효율 프로젝트의 모든 유형(주요 수리, 개조, 시설 개선, 운영 및 행동 변화를 포함)에서 얻어진 절감량을 정확하게 측정(또는 추정)함으로써 실행된다. 이 프로젝트는 전적으로 건물 소유자 또는 에너지 등 외부 관계자(즉, 서비스 제공 업체, 장비 제조, 금융 서비스 제공 및 유틸리티)를 통해 구현될 수 있다. M&V는 에너지 관련 정부 인센티브 및 교육 프로그램, 유틸리티 리베이트 프로그램의 일반적인 구성 요소이다. 에너지 절감량 보장 프로젝트에 연관되는 2인 이상의 당사자

〈표 1〉 일반적인 M&V 방식

명칭	세부 내용	사례	IPMVP ⁴ option
개보수 분리 방식 - 주요 변수의 측정	한 가지 절감방안의 절감량 산정, 주요 변수의 측정, 몇 가지 변수의 추정, 단기간 혹은 연속 측정 실시	자기 안정기식 T12 램프를 전자 안정기식 T8 램프로 교체, 절감량= 설치된 램프/안정기 수×개보수 전후의 와트수 차이×합의된 연간 사용시간 수	A
개보수 분리 방식 - 모든 변수의 측정	한 가지 절감방안의 절감량 산정, 모든 변수의 측정, 단기간 혹은 연속 측정 실시	공조기 가동 스케줄을 변경, 절감량= 공조기 팬의 측정된 와트 수×스케줄 변경 전후의 팬의 가동시간 차	B
시설 전체 혹은 계속기 방식	모든 절감방안의 순수 절감량 산정, 기존 모델 작성을 위한 회귀 모델의 이용, 지속적인 에너지 소모량 측정	건물 외피, HVAC, 조명 시스템에 대한 에너지 효율화 방안 설치, 절감량= 개보수 전후의 실제 에너지 비용의 차이, 동일한 기간 동안 실제 기상데이터 기반의 모델링을 조절	C
보정된 시뮬레이션 방식	각 절감방안 및 모든 절감방안을 대상으로 절감량 산정, 건물모델링 툴을 이용하여 절감방안 고려 여부에 따른 에너지 소모량의 예측	신축 건물의 설계에 에너지 효율화 방안을 포함시킴. 검증된 시뮬레이션 모델을 사용하여 에너지 절감량을 결정함	D

간 계약을 일반적으로, 에너지 절약 성능 계약이라 한다. 흔히, M&V는 관련 당사자 간에 금융 지불에 직접적인 영향을 미친다.

표 1은 4가지의 일반적인 M&V 방식을 요약한 것이다. 보통, 여러 방법으로 각각의 에너지 효율 프로젝트를 적용할 수 있으며 어떤 경우에는, 혼재된 방법이 사용되기도 한다. 업계는 각 프로젝트의 범위와 목표에 맞게 M&V 계획에 상당한 유연성을 허용하고 있다.

정부의 인센티브 프로그램 및 유틸리티 리베이트 프로그램의 유효성을 검사하는 데 사용되는 M&V는 개보수 분리 방식으로써 흔히, 단기간 측정을 수행한다. 이것은 신속하고 저렴한 방법이지만 이 유형의 측정 및 검증방법은 장기적인 비용 절감을 보장하지 않으나 절감 방안이 제대로 설치되었고 예상대로 성능을 보일 수 있도록 도움을 준다.

다자간 계약일 경우에는, 다양하고 혼합형태의 M&V방식이 일반적으로 사용되고 있다. M&V 계획은 계약 성격상 20년 이상 수행되는 것이므로 신중하게 수립해야 되나, 정부나 유틸리티회사의 프로그램처럼 단기간 혹은 한 차례 정도의 측정으로 그치는 경향이 있다. 또 다른 경향은 측정하는 대신 option-A 개보수 분리 방식처럼 관련 요소를 추정하기도 한다. M&V계산을 통하여 추정하는 값은 종종 조건으로 명기되어 있으며 그 사례로 조명 시스템의 유틸리티 요금 및 운영 시간을 들 수 있겠다.

M&V 계획은 목표에 근거를 두고 에너지 효율화 프로젝트를 보완하는 것으로 계획하는 것이 중요하다. 개보수 분리 방식(Option A와 B)은 에너지 효율화 방안에 결정되며 대부분의 경우, 각 프로젝트는 고객중심으로 수행된다.

M&V의 종류에 상관없이 대체로 아래의 4단계를 통하여 에너지 절감조치의 효과를 검증하고

있다.

1단계: 기준 조건을 정확하게 정의한다.

2단계: 프로젝트의 특성에 맞게 M&V계획을 수립한다.

3단계: 적절한 기기 및 시스템이 설치되어 스펙에 맞게 동작하게 한다.

4단계: 예상되는 절감량이 지속적으로 확보 되도록 기기 및 시스템을 유지한다.

거버넌스 중심: 투명하고, 통상적인 방식과 도구

사업 혹은 산업의 거버넌스는 사업수행 방식에 영향을 주는 일련의 프로세스, 정치, 법 그리고 기관이며 에너지 효율화 산업에서는 교육자료, 기준, 인증 프로그램의 개발이나 유지를 포함한다. M&V는 의도적으로 실행된 기술과 특성이 성능개선이나 만족할 만한 결과를 가져온다는 확신을 제공한다.

M&V에 관하여 많은 가이드라인과 프로토콜이 작성되어왔으며 아래의 3가지는 거의 모든 M&V관련 문건의 기본이라고 볼 수 있다.

International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)

비영리 단체인 Efficiency Valuation Organization (EVO)가 유지 관리하는 것으로서 가장 널리 알려진 M&V 가이드 또는 기준이며 대략 40여 개 이상의 국가에서 사용되는 것으로 알려져 있다. 이 규약은 실질적인 융통성이 있으며 인증 전문가의 M&V실행을 촉진시키고 있다. 그러나 절감량을 직접 측정할 수 없다. IPMVP기반 M&V는 동일한 조건에서 절감량을 계산하기 위하여 기준과 에너지절감 방안 설치 후의 에너지 사용량을 조절할 수 있는 방안이 있다. 에너지

사용량은 계측되어야하며 이것은 에너지와 관련이 없는 데이터와 시스템 상호작용의 가정에 의한 시스템이나 기기의 공학적 계산으로는 만들어질 수 없는 것이다. IPMVP를 사용함으로써 보고된 절감량의 투명성과 신뢰성을 높인다. IPMVP는 사용자들에게 각 프로젝트의 특성을 반영하여 M&V계획에 지침을 제공한다.

ASHRAE Guideline 14- 2002 Measurement of Energy and Demand Savings

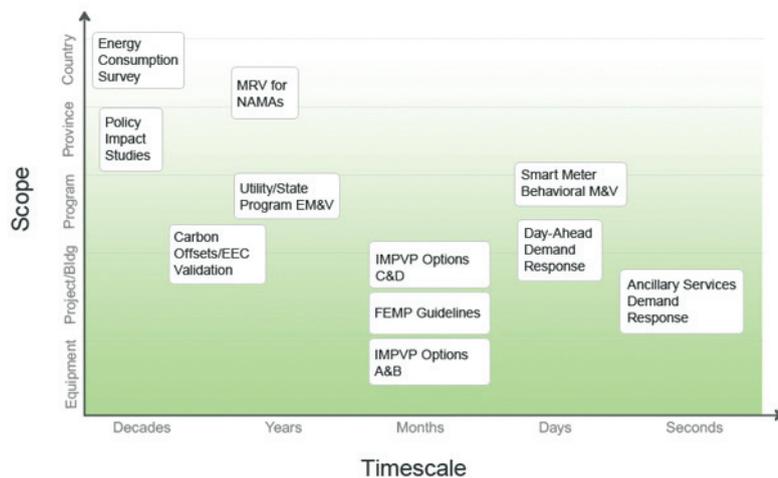
ASHRAE가 작성한 것으로 다른 것에 비해 상대적으로 기술적인 M&V 문서이며 IPMVP나 다른 M&V문서에서 참고하고 있으며, 많은 수식, 수학 및 통계관련 정의, 사례가 기술되어 있다. 부록에는 측정 기기와 관련된 정보와 정확도, 절감량과 관련된 불확실성 분석, 회귀이론, 부가적인 개보수 분리 방식을 설명하고 있다. IPMVP와 같이 절감량 산정을 위하여 기준과 개보수 설치 후 에너지 사용량 측정값을 동일한 조건에서 비교하도록 요구하고 있다. 측정, 분석, 에너지와 피크 절감량

그리고 불확실한 절감량 산출에 대한 상세한 지침을 제공하고 있다. IPMVP와 유사하게 4가지의 지켜야 할 규정이 있는데, 1가지의 지시 규정과 3가지의 관행 규정(건물 전체 계측, 에너지 절감 방안을 분리 설치해서 계측, 건물 전체를 대상으로 시뮬레이션 보정)이 있다. 관행 규정의 경우, 절감량이 신뢰 수준 50~68% 이하의 불확실성으로 판정되면 규정이 준수되었다고 결정한다. 즉, 이 가이드라인을 통과한 에너지 절약 방안은 신뢰감이 있다고 보는 것이다. 본 가이드라인에서는 5년마다 개정을 언급하고 있으나 2002년 이후 개정 작업은 이루어지지 않고 있다.

M&V Guidelines: Measurement and Verification of Federal Energy Projects (FEMP)

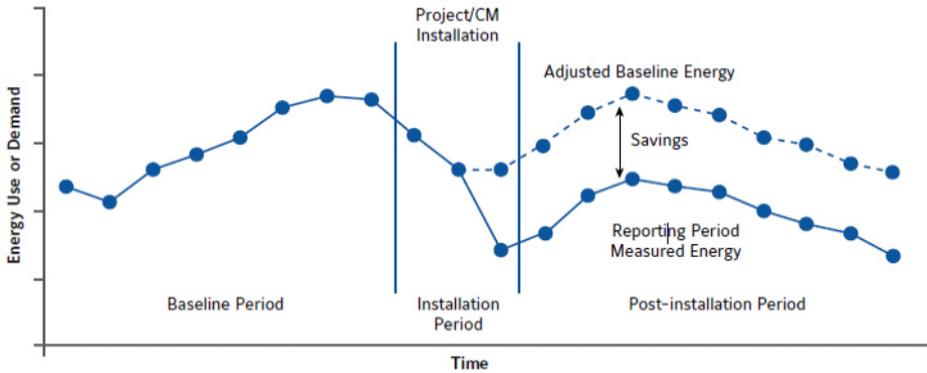
미국 에너지성의 Federal Energy Management Program (FEMP)에서 작성하였고 FEMP M&V 가이드라인이라고 하며 IPMVP와 유사하다. 이 가이드라인은 연방 정부와 에너지 절감 성능 계약을 하는 ESCO 기업들을 대상으로 M&V 방법과 절차, RFP, 성능계약에 관하여 요구되는 특이 사항들을 규정하고 있는 지침서이다. 연방정부 에너지 절약 성능계약 프로젝트의 M&V 계획을 위한 자료이다. 개발된 절차는 모든 지역의 유사한 프로젝트에도 적용 가능하며 신뢰감과 재현성이 있다.

그림 1은 현재, 사용 중인 M&V 적용분야의 범위를 보여주고 있다. M&V는 탄소배출을 줄이려는 국가차원



[그림 1] M&V의 적용 범위 현황

그림 1은 현재, 사용 중인 M&V 적용분야의 범위를 보여주고 있다. M&V는 탄소배출을 줄이려는 국가차원

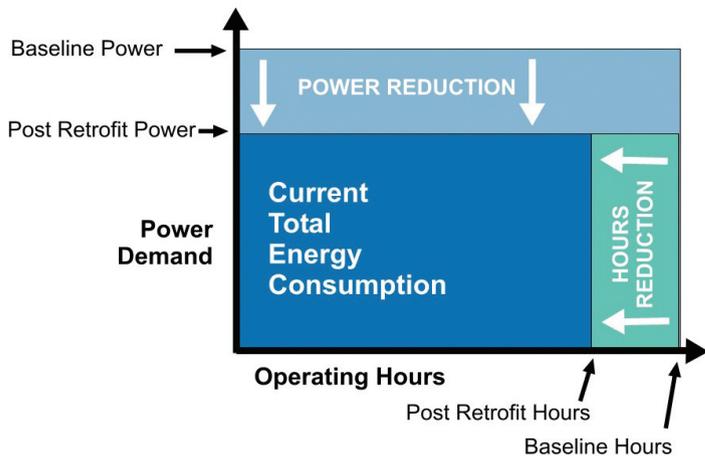


[그림 2] M&V의 기본 개념

에서부터 고효율 모터나 조명 기구로 교체하는 에너지 개 보수 단계에 이르기까지 모든 레벨에서 중요한 역할을 한다. 그러나 이해 관련자들 간 M&V에 관한 정의가 다양하다. MRV(Measurement, Reporting and Verification)는 건물 에너지 효율화에서의 M&V 차원을 넘어 그 의미가 약간 다르고 독특하다. 모든 경우, 문제는 이해 당사자가 모두가 동의하는 형태로 에너지 절감량에 대한 의미 있는 평가가 이루어져야 한다는 것이다.

사회 현상적인 측면에서, 정책과 공공요금의 부과를 평가하고 정당화하기 위해서는 투명하고 정확한 M&V가 필요하다. 개별 프로젝트와 건물의 경우, 마치 시장에서 에너지 절감량이 에너지 생산처럼 취급되도록 M&V는 가상의 계측기 역할을 한다.

그림 2는 모든 형태의 M&V의 기본 개념 즉, 에너지 절감방안을 실시하지 않은 조건에서 예상되는 에너지 사용량과 실제 사용량간의 비교를 보여주고 있다. 에너지 절감방안이 설치(그림의 중앙의 수직선)된 후, 실제 사용량은 기상상태



[그림 3] 성능 및 사용에 따른 에너지 절약

나 다른 요인에 의해 변동하기는 하나, 에너지 절감방안을 설치하지 않은 것보다 상대적으로 적은 에너지 사용에 그치며 이러한 두 선간의 차이를 에너지 절약이라고 한다.

에너지 절약의 2가지 기본요인은 성능과 사용이다. 성능은 어떤 특정한 일을 수행하기 위하여 사용하는 에너지의 양이며 효율이나 에너지 사용량이라고도 한다. 사용이라는 것은 가동시간 혹은 기기가 작동하는 전체시간을 말한다. 일반적으로 성능에 가동시간을 곱하여 에너지 사용량을 결정하고 있다. 에너지 사용과 절약을 결정하

기 위하여 그림 3과 같이 성능과 사용률을 알아야 한다. 절감량은 개보수 전의 에너지 사용량(기준: baseline)을 개보수 후의 에너지 사용량과 비교함으로써 결정된다. 조명은 그 간단한 사례이다: 성능(요구 전력)은 특정한 빛을 확보하기 위하여 요구되는 와트 수이다; 사용은 1년 중 가동시간을 말한다. 조명 에너지는 와트수(전력) × 가동 시간이다. 냉동기는 좀 더 복잡하다: 성능은 kW/ton으로 정의되며 부하에 따라 변동한다. 사용은 냉방부하 프로파일과 ton-hours로 정의된다. 냉동기 에너지는 기기 효율이 부하에 의해 변동되므로 시간별로 분석되어야 하며 [kW/ton × ton/hours]의 합계와 같다.

위에서 언급한 3가지의 문건들은 관련 업계를 대상으로 큰 문제는 없어 보이나, 종래의 M&V 방식을 개선하거나 첨단 정보기술과 분석기술을 적용하는 작업은 거의 없었다고 볼 수 있겠다. 최근, M&V 실무자를 대상으로 가장 잘 정립된 인증 프로그램은 EVO와 협력관계 기관인 Association of Energy Engineers (AEE)가 개발한 Certified Measurement and Verification Professional (CMVP) 프로그램이다. AEE가 인증의 일환으로 훈련과 시험업무를 맡고 있다. 훈련은 전적으로 IPMVP 규정을 따르고 있으며 응시자들은 에너지, 건물관리 혹은, M&V 경험의 요구조건을 충족시켜야 한다. CMVP는 1981년부터 시작되었으며 세계적으로 15,000명 이상의 인증 전문가가 있다.

산업계의 인증 전문 인력 외에 M&V 소프트웨어, 방식, 계획 또는, 프로젝트 결과를 위한 인증 트랙은 없다. IPMVP가 자주 언급은 되고 있지만, 엄밀한 의미에서는 M&V와 관련해서 국가 혹은 국제 기준은 아직 없다고 볼 수 있겠다. 기술이 건물 효율화 사업을 변화시킴에 따라서 업계도 이에 따라 적응해야 한다. 아래 3 가지 전략은 표준 및 인증 프로그램의 추가적인 개발 및 도입으

로 이어질 수 있을 것이다.

National Evaluation, Measurement and Verification Standard

DOE는 기존의 M&V를 커버하고 연방 및 주 정부, 그리고 유틸리티 에너지 효율 프로그램의 평가를 할 수 있는 가능성을 연구하고 있다. DOE가 지원한 예비 타당성 연구 보고서에 의하면 국가 표준을 만드는 이유는 다음 3가지로 요약할 수 있다:

- 절차를 간소화하고 M&V의 비용을 줄이면서 결과의 비교 향상
- 미국 EPA가 가장 효율적인 방안으로써 에너지효율화를 채택 가능하도록 지원
- 국가 에너지 자원 표준이 에너지 효율화를 포함하도록 연방 입법의 지원

ISO 50001-Energy Management Systems-Requirements with Guidance for Use

새로운 ISO 표준이며 ISO가 에너지관리와 효율화 노력을 지속적으로 개선할 수 있게 관리구조와 체계적인 접근방식으로 도움을 주려는 의도에서 2011년에 발표되었다.

Superior Energy Performance Certification Program (SEP)

SEP 프로그램은 DOE, EPA 및 미국 상무부 등 미국 에너지 효율 제조 협의회에 의해 개발되고 있다. 프로그램의 핵심은 새로운 글로벌 에너지 관리 표준, ISO 50001이다. SEP은 표준을 채택하는 기업에 대한 인증 트랙을 포함하고, 미국 국립 표준 협회 (ANSI)가 인증 에이전트에 대한 인증 프로그램을 제공한다. SEP는 2012년 미국에서 출시되었다. SEP 프로그램이 산업 시설에 초점을 맞추고 있지만, 쉽게 상업용 건물로 확장

할 수 있다.

기술기반의 M&V

기술은 다른 산업을 변화시키고 거주환경에서 큰 잠재력을 가지고 있다. 예를 들어, 20년 전에 일반적인 자동차 보드에 센서가 5개에 불과했으나 최근에는 보통, 200개 이상의 센서와 최대 50대의 컴퓨터 또는 지속적으로 엔진의 성능과 다른 기능을 모니터링 및 제어하는 마이크로프로세서가 설치되어 있다. 기술은 온 스타처럼 엔진 진단과 서비스를 보다 더 자동화하면서 데이터를 데이터 센터로 전송하고 전문가가 이것을 이용하여 분석하도록 하고 있다.

비슷한 변화를 금융 및 의료 분야에서도 볼 수 있다. 뉴욕 증권 거래소에 주식 거래의 대부분은 많은 양의 데이터를 마이닝하여 정교한 분석을 하고 수십억 건의 거래를 기록하는 첨단 소프트웨어를 설치한 컴퓨터를 사용하여 자동으로 실행하고 있다. 의료 분야에서는 환자 기록 및 정보를 신속하고 안전하게 의료 시설, 의사, 약사 및 기타 서비스 제공자간에 공유하고 있다. 수백 마일 떨어진 응급실에서 찍은 x-ray를 고도로 숙련된 의사가 검토하는 것은 흔한 일이다.

기술은 유사한 방법으로 건물 에너지 효율 산업을 변화시키고 있다. 수년 동안 진화 발전해가는 기술이 있는 반면에 어떤 기술은 한순간에 깜짝 등장하기도 한다. 기술의 효과는 거주 환경과 에너지 효율화 비즈니스의 모든 측면에서 찾아볼 수 있다.

기술이 M&V비용을 절감함

에너지 효율화 산업에서 M&V는 항상 긍정적으로만 간주되지 않는다. 그것은 에너지 효율화 방안에 사용할 자금과 투자대비 프로젝트의 수익

이 줄어들어 비용이 추가될 것으로 생각하기 때문이다. 역사적으로, M&V 비용은 총 프로젝트 비용대비 10% 정도였지만, 지난 10~15년 동안 그 비용은 감소하여 지금은 5% 이하가 일반적이다. 자동화 및 분석은 정확성과 품질을 유지 또는 향상시키면서 2% 이하의 M&V 비용을 주도할 것으로 기대된다. 성능 모니터링과 M&V의 통합, 커미셔닝, 고장 검출 및 진단, 에너지 정보는 필요한 기술 투자를 활용하고 건물 데이터에서 파생된 전체 이익을 증가시킨다.

전력 계측기 발전의 활성화

전력계는 지난 15년 동안 저렴한 비용으로 기능을 크게 발전시켰다. 이 계측기는 훨씬 더 많은 데이터를 저장할 수 있고 이벤트 기반 고해상도 데이터 캡처를 제공하며 자동으로 비정상적인 에너지 사용량을 감지하고 쉽게 건물 정보시스템과 통합할 수 있다. 더 큰 진전은 유틸리티와 건물 사이의 양방향 통신 기능을 추가한 스마트 유틸리티 그리드용 스마트 미터의 사용이다. 계측비용의 감소로 인하여 에너지 사용을 잘 이해하고 관리할 수 있도록 건물 소유자가 훨씬 더 서브-미터링을 하게 되었다.

센서 설치를 통한 진단의 대폭 개선

첨단 건물 센서 전력계보다 시장 진출이 뒤처지고 있지만, 향후 10~20년 내에 활성화될 가능성이 있다. 건물 센서가 지금은 수백 개부터 수천 개이지만, 미래의 건물은 수백만 개를 설치해야 할 것이다. 이 센서는 크게 건물 제어 및 빌딩 정보 시스템 모두에 극적인 영향을 미칠 것이다. 최근의 건물 대부분은 고급 진단과 M&V를 지원하기에 충분한 센서 이상을 가지고 있다.

가용 데이터 확장을 위한 사업 시스템과의 통신

증가

기술을 통하여 여러 빌딩 시스템과 다른 사업 애플리케이션을 쉽게 통합할 수 있는데 이것을 통신이라고 한다. 스마트 기기, 광역 네트워크, 표준 통신 프로토콜, IT 컨버전스는 더 나은 통신과 데이터 및 정보의 공유를 가능케 한다. 통신은 M&V를 위해 새로운 확장 데이터 소스를 제공한다. 날씨가 다음으로 건물의 에너지 사용량이 큰 것은 일반적으로 재실 상태이다. 신뢰할 수 있는 재실 상태 정보를 얻기란 오래전부터 어려운 문제였다. 통신이 재실 상태 및 재실 상태와 관련된 요인 즉, 현재 사용되고 있는 병상 수, 투숙객 수, 임대 공간 등은 보안 및 사업 데이터베이스로부터 자동으로 가져올 수 있게 된다.

새로운 차원의 분석을 위한 가용 데이터

건물에서 새로운 계측기, 센서 그리고 통신을 사용한다는 것은 M&V를 위해 가능한 많은 데이터를 의미한다. 전기 계측기, 예를 들어, 에너지 추세 또는 주기 데이터는 일반적으로 15분 혹은 1분 간격으로 기록된다. M&V는 일단 하나의 유틸리티 계측기에서 나온 12개월 유틸리티 청구서에 기초하는 반면에 서브-계측기마다 매년 8,760개 이상의 데이터 포인트가 있는 다수의 서브-계측기도 있다. 즉, 이것은 1,000~10,000배 더 많은 계측기 데이터가 된다.

핵심 성능 정보 추출을 위한 내장된 자동화 분석 기술

기술은 데이터를 방대하게 만들어내는 경향이 있지만, 그것을 관리하는 도구를 제공하기도 한다. 현대 건축물은 데이터 환경이 풍부해서 심층 분석을 위한 응용 프로그램 측면에서는 이상적인 대상이다. 서술과 추론 통계 프로그램을 M&V에 적용하면 단순화, 자동화는 물론 궁극적으로

M&V 비용을 감소시킬 수 있고, 동시에 데이터로부터 얻을 수 있는 정보의 양을 증가시키고 결과에 대한 정확성과 확신을 높일 수 있다.

전체건물과 기술 간의 상호작용 추적

에너지 효율 목표가 더 공격적일수록 프로젝트는 더 커지고 에너지 절감 방안의 가지 수는 증가한다. 이로 인하여 각 방안은 상호작용하면서 전반적인 비용 절감에 영향을 미칠 것이다. 상호작용을 전부 고려하는 것은 갑자기 일이 복잡해질 수 있으므로 일부는 단순히 무시되기도 한다. 자동화된 전체-시설 M&V 방법은 절감 방안 간의 상호 작용을 합리적으로 처리하는 간단한 방법이다.

건물 용도 변경에 대한 파악 및 분석

M&V에 대한 큰 이슈는 에너지 사용에 영향을 주는 건물 사용의 변화를 합리적으로 다루는 것이다. 그것은 신속하게 파악하여 적절하게 처리하는 것이 중요하다. 그 사례로, 재실 상태 변경; 공간 유형(예: 저장 공간부터 사무실 공간까지) 변경; 부속건물, 바닥이나 다른 면적의 추가; 저녁이나 주말에 정규 운영 시간을 확대하고, 에너지 소비 장비의 설치 또는 제거 등이 포함된다. 이러한 경우, 특히 전체-시설 M&V 방식으로, 비용 절감을 계산하기 전에 사용 변경을 고려하기 위한 조정을 하게 된다. 그러나 변경 내용을 확인하고 조정을 추정하는 것은 어려울 수 있다. 지속적인 에너지 사용 데이터와 같이 통계 기반의 분석 방법을 이용하면, 며칠 혹은 몇 달 내로 이러한 변경사항을 자동으로 감지할 수 있게 된다. 또한, 이러한 변화에 대한 에너지에 미치는 영향의 크기가 자동으로 통계 신뢰도 높은 수준으로 추정될 수 있다. 건물용도 변경을 식별하기 위해 프로세스를 자동화하고 이러한 변경의 영향을 계산함

으로써 극적으로 M&V 비용을 줄일 수 있다.

효율화 투자로 인한 지속적인 절감량의 기록

모든 에너지 효율화 프로젝트는 장기간 동안 절감량을 유지하는 것이 중요하다. 따라서 에너지 효율화 조치에 따라 장비가 효율적으로 작동하는가를 지속적인 모니터링이나 정기적인 검사를 수행해야 한다. M&V는 한 차례 정도의 측정보다 지속적인 측정을 통하여 훨씬 더 에너지 절약이 지속될 가능성이 높아진다. 기술은 장기간 절감목표 달성을 지원하기 위하여 지속적인 모니터링과 M&V의 비용 효율성을 개선하고 있다.

기술기반 정보의 시의적절한 의사결정 지원

기술은 데이터 처리량과 데이터를 정보와 의사 결정으로 변환하는 데 걸리는 시간을 상당히 단축시켜준다. 에너지 사용량을 모니터링하고 관리하고 M&V를 수행하기 위하여 유틸리티 청구서를 며칠씩 기다리는 일이 사라지고 있다. 건물 데이터, 에너지 사용 데이터, 진단 결과 및 조치 정보는 실시간 또는 거의 실시간으로 (하루 이하) 쉽게 사용할 수 있다. 재실, 운영, 유지 관리 및 건물 업그레이드와 관련되는 결정은 신속해야 하며 데이터를 기반으로 한다.

신용과 투명성 제고

M&V의 목적은 잘 이해되지만, 설계, 계산 및 결과가 때로는 혼동이나 오해를 가져와서 관련된 당사자 간의 신뢰를 약화시킨다. 잘 설계되고 실행된 M&V 계획은 분쟁의 가능성을 크게 줄일 수 있다. 기술은 M&V 계획을 단순하고, 일관성이 있으며 투명하도록 도움을 주며 결국, 에너지 효율화에 연관된 모든 당사자 간의 높은 신뢰를 구축하고 유지하도록 도와주고 있다.

세계화 관점

건물 효율화 사업은 전 세계적으로 빠르게 성장하고 있지만, 지역에 따라 사업과 산업의 성숙도가 크게 다르다. 대체로, 북미와 유럽에서 가장 확실하게 산업으로 자리를 잡고 있지만, 호주, 브라질, 중국, 인도 등의 국가는 빠르게 에너지 효율 시장을 구축하고 성공적으로 사업을 수행해 나가고 있다. 이러한 시장은 지속 가능한 개발과 급격한 도시화의 균형을 잡기 위해 정부가 전략을 모색해가면서 계속 확장할 것이다.

이러한 신흥 시장에서, 교육은 안정되고 지속 가능한 건물 에너지 효율 사업을 구축하기 위해 중요하다. 시장은 요구되는 인식과 신뢰를 구축하기 위해 정부, 건물 소유자, 제품 및 서비스 제공자 모두 함께 일하는 최상의 것을 개발할 것이다. 많은 국가가 뒤져 있지만, 앞선 나라들의 지식과 경험을 활용하여 빠르게 뒤따라 올 수 있다. 산업의 모든 측면에서 기술 향상이 이러한 국가가 검증된 방법을 신속하게 채택하는 데 도움이 될 것이다. 이러한 신흥 시장은 업계의 관행 및 ISO 50001과 같은 국제 표준을 공유하도록 더욱 강요할 것이다.

M&V에 대한 IPMVP는 40개 이상의 국가에서 사용되고 있다. 그러나 상업 및 공공건물 그리고 에너지 사용 관리담당자들을 대상으로 한 조사에 의하면, 절약의 확실성이 상위 5개의 큰 장벽 중의 하나로 확인되었다. 인도와 중국에서는, 절약의 확실성은 자본의 가용성과 거의 동등한 핵심 장벽으로 평가되었다. 이것은 자본의 가용성이 절약의 확실성보다 2~3배 높은 순위라는 미국과 유럽의 설문 조사 결과와 매우 대조적이다. 신흥 시장과 성숙된 시장 간 존재하는 이러한 차이는 M&V에 대해 더 많은 교육과 인식이 필요하다는 또 다른 지표가 된다.

결론

국내에서도 이미 건축되었거나 향후 추진 계획인 이른바, 저 에너지 및 그린 빌딩, 패시브 및 제로에너지 건물의 사례는 급속히 증가하고는 있다. 그러나, 실제 성능을 측정데이터를 통하여 확신이나 검증을 명확히 제시하지 못하고 있는 실정이다. 2011년부터 활성화 되고 있는 ESCO 사용자 파이낸싱 성과보증(구, 성과보증계약) 방식의 사업과 향후, 해외 ESCO 시장 진출을 위해서도 특히, 정확한 에너지 절감량 측정 및 검증(M&V)에 관련된 실효성 있는 제도와 기술은 매우 시급한 상황이다. 현재까지, 우리 실정에 적합한 M&V 표준 가이드라인 작성은 아직 시도해보지 못한 채 IPMVP를 기반으로 작성된 자료를 소개하고 부분적으로 이용하는 수준에 그치고 있으므로 관련된 가이드라인의 개발과 보급은 매우 시급하다.

정보 기술을 에너지 효율 프로젝트의 에너지 절감 M&V에 적용하는 것은 업계의 관행과 동향에 급격한 변화를 가져올 것이다. 저가 계측기, 건물 첨단 센서, 건물과 비즈니스 시스템 간의 대형화된 정보 통신시스템으로 인하여 사용할 데이터의 폭증이 예상된다. M&V 응용 프로그램이 고급 통계 기반의 분석을 사용하기 때문에 정확성과 기능성이 모두 향상되어 궁극적으로 M&V 비용은 크게 낮아질 것이다. 또한, 성능 모니터링, 고장 감지 및 진단, 에너지 정보를 M&V와 통합함으로써 기술투자를 활용하고 데이터로부터 얻어지는 가치를 높게 된다. 에너지 효율 산업을 유지하기 위해 지배 구조를 검토하고 업데이트해야 한다. 자동차, 금융 및 의료 산업은 정보 기술이 얼마나 빠르게 건물 에너지 효율 산업을 변경시킬 수 있는가의 사례를 제공한다.

참고문헌

1. Jim Kummer, 2011, Measurement and verification of energy savings, Institute for building efficiency.
2. EPC Watch, 2007, Measurement & Verification of energy efficiency projects-Guidelines.
3. Institute for building efficiency, 2011, Trust but verify-M&V: The key to monetizing energy efficiency improvements.
4. Efficiency Valuation Organization (EVO), International Performance Measurement and Verification Protocol(IPMVP) Public Library of Documents, http://www.evo-world.org/index.php?option=com_content&task=view&id=272&Itemid=279.
5. ASHRAE 2002. ASHRAE Guideline 14-2002 for Measurement of Energy and Demand Savings, American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
6. U.S. Department of Energy Federal Energy Management Program. M&V Guidelines: Measurement and Verification for Federal Energy Projects Version 3.0, http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/mv_guidelines.pdf.
7. David Jump, Lia Webster, Mark Effinger, Greg Risko, 2012, Guidelines for Verifying Savings from Commissioning Existing Buildings, California Commissioning Collaborative. 