

CHAPTER 37

ENERGY MANAGEMENT

Types of Projects	143
Common Monitoring Issues	145
Design Methodology	147
Protocols for Retrofit Performance Monitoring	159
Existing Test Procedures and Potential Protocol Applications	160

건물 에너지 성능을 결정하기 위하여 실험 데이터를 수집하는 일은 매우 중요하지만 복잡하고 비용이 많이 드는 작업이다. 신중하고 철저한 계획은 시간과 비용 효율적인 데이터 수집과 분석을 돕는다. 비록 프로젝트의 목적과 범위는 다르지만, 건물 에너지 모니터링 프로젝트는 일반적으로 몇 가지 논쟁점이 있다. 이로 인해 방법론과 절차 (모니터링 규약)를 표준화하도록 한다.

이 장은 건물 모니터링 규약을 발전시키기 위한 일반적인 지침서를 제공한다. 만일 이 규약이 적용된다면 양질의 실험 데이터를 만들어낼 수 있다. 이 규약은 생산된 데이터가 프로젝트 목적에 부합하도록 설계된다. 이를 위한 구성 인원은 에너지 공급업자, 에너지 최종사용자, 건물 시스템 설계자, 공공 그리고 민간 리서치 단체, 전기 프로그램 관리자와 평가자, 기기 제조업체, 그리고 주거와 상업 건물 에너지 시스템을 통제하는 공무원 등과 같은 건물 에너지 모니터링 사업자와 데이터 최종 사용자로 구성된다.

TYPES OF PROJECTS

건물 에너지 모니터링 프로젝트는 구체적인 건물 에너지 성능의 이해를 도울 수 있는 현장 데이터의 실험 정보를 발전시킨다. 모니터링 프로젝트는 기구를 사용하지 않는 방법 (전기 요금 데이터를 사용한 성능 추적)과 기구를 사용하는 방법 (설치된 기기 패키지 또는 건물 에너지 관리 시스템 등과 같은 추가적인 데이터 정보가 보충된 요금 데이터)으로 나눌 수 있다. 기구를 사용하지 않는 방법은 기구를 사용하는 방법과 비교하여 일반적으로 간단하고 비용이 적게 들지만, 해석에 있어서 불확실할 가능성이 있다. 분석자는 반드시 기구를 사용하는 방법으로 상세하고 정확한 데이터를 얻는 것이 합당함을

결정해야 한다.

기구를 갖춘 현장 모니터링 프로젝트는 일반적으로 데이터 취득 시스템을 포함한다. 이는 일반적으로 다양한 센서, 그리고 데이터 로거와 같은 데이터 기록 장치로 구성되어 있다. 현장 모니터링 프로젝트는 단일 건물 또는 수백 개의 건물을 필요로 하고 수 주에서 수 년 범위의 기간에 걸쳐 수행된다. 대부분 모니터링 프로젝트는 다음의 행위를 포함한다.

- 프로젝트 계획
- 데이터 취득 장치의 현장 설치
- 진행 중인 데이터 수집과 확인
- 데이터 분석과 보고

이러한 행위는 때로는 다양한 전문가 분야 (즉, 엔지니어링, 데이터 분석자, 그리고 관리자)와 건설 업계 (전기 시공자 또는 배관업자)의 도움을 필요로 한다.

유용한 건물 에너지 성능 데이터는 폭넓은 시간과 공간에 걸쳐 확장된다. 공간 규모는 건물의 개별 최종사용 (조명) 또는 구성요소 (HVAC 기기, 벽체)에서부터 건물 자체 (meter readings)와 공공 설비망 (공공 부하 팩터, 초과 용량)까지이다. 데이터의 시간 규모는 초 단위 (제어기 작동부)에서 수 년 (건물/구성요소 생애주기)까지이다. 이 넓은 건물 데이터 범위는 데이터 사용과 분석 방법의 범위와 상응한다.

현재 모니터링 실행은 상당히 다양하다. 예를 들어, 공공 부하 리서치 프로젝트는 건물마다 상대적으로 매우 적은 데이터 지점을 가지고 건물의 평균 성능을 나타내려는 경향이 있는 반면, 정교하고 복잡한 모니터링 프로젝트는 신기술 성능 테스트를 포함한다. 사업자는 결과 전달을 위해서 모니터링 실행의 인증된 표준을 사용해야 한다. 이 과정의 중요한 요소는 각 유형과 관련된 목적, 접근법, 그리고 문제점에 대한 프로

젝트 모니터링과 여론의 종류를 분류하는 것이 그램 평가이다.
다 (Misuriello 1987).

표 1 주요 모니터링 프로젝트 종류의 특징

프로젝트 종류				
특징	총 에너지 사용	에너지 최종 사용	특수 기술 평가	진단
목표와 목적	건물의 큰 샘플 평균 성능 또는 기술 적용을 언급하라.	건물 내 특수 에너지 최종 소비 특징을 결정하라.	개별 건물에서 건물 시스템 기술 또는 리트로핏 측정의 현장 성능을 측정하라.	문제 해결. 에너지 사용에 영향을 주거나 모델 건물 또는 시스템 성능에 필요한 물리적 또는 운전 파라미터를 측정하라.
일반적 접근	건물마다 적은 수의 데이터 포인트로 통계적으로 설계된 샘플. 흔히 전체 건물 공공 계량계를 사용.	흔히 큰 통계적으로 설계된 샘플을 사용. 건물 내 에너지 수요량 또는 각 최종 사용의 이익 측면을 모니터 하라.	개별 건물 또는 기술, 재실자와 운전을 특징지어라. 변화를 계산하고 정정하라.	적외선 이미지, 연소가스 분석, 블로우 도어, 또는 열병합과 같은 특수 방법으로 일반적으로 일회 또는 짧은 기간 동안 측정하라.
세부 수준	개별 건물이 아닌 샘플의 평균 성능. 건물간의 변화를 설명할 수 없다. 흔히 계절 또는 연간 데이터 사용	최종 사용에서 세부 데이터. 최종사용에 영향을 주는 건물과 운전 데이터를 수집하라.	세부 진단, 추가계량, 실내 온도, 현지 기후, 그리고 재실자 조사를 사용하라. 주간, 시간, 또는 짧은 기간 데이터를 사용하라.	특수 건물 요소 또는 시스템에 초점을 맞추어라. 데이터의 양과 빈도는 프로젝트마다 크게 변한다.
사용	부하 예측. 보전 또는 수요측 유지관리 프로그램 평가. 비용 설계	부하 예측. 에너지 보전 또는 수요측 유지관리 기회를 확인하고 증명하라. 시뮬레이션 계산. 비용 설계.	기술 평가, 리트로핏 성능, 모델과 예측 확인.	에너지 진단. 운전과 유비관리, 실내 공기질, 또는 시스템 문제를 확인하고 해결하라. 모델을 위한 입력을 제공하라. 건물 커미셔닝.

모니터링 프로젝트는 광범위하게 목표, 목적, 실험적 접근, 모니터링 세부 수준, 그리고 사용 (표 1)으로 분류할 수 있다. 데이터 분석 절차, 데이터 수집의 기간과 빈도, 그리고 기구 등과 같은 기타 요소는 대부분 프로젝트에 공통적이다.

Whole-Building Energy Use

Whole-Building Energy Use는 건물의 총 소비를 측정한다. 이러한 측정은 건물 또는 건물 시스템의 대표적인 샘플의 평균 에너지 사용을 알아보기 위해 사용된다. 일반적으로 이러한 프로젝트는 각 건물마다 적은 데이터 지점을 갖는다. 수많은 건물로부터의 데이터는 원하는 수준의 정확성으로 결과를 나타내기 위하여 통계적으로 분석된다.

이 유형의 프로젝트 예는 short-interval whole-Building data를 사용하는 공공 부하 리서치 프로젝트이다. 기타 예는 정부 또는 요금 데이터 분석을 사용하는 공공 에너지 보존 프로

Energy End Use

에너지 최종 사용 프로젝트는 일반적으로 큰 샘플에서, 특정한 건물의 개별 에너지 시스템에 초점을 맞춘다. 모니터링은 일반적으로 각 최종 사용을 위해 개별 계량기 또는 수집 채널을 필요로 하고, 분석자는 에너지 사용에 영향을 주는 모든 팩터를 고려해야 한다. 이 접근법의 예는 세부 공공 부하 리서치 노력과 건물 에너지 시스템을 평가 또는 실험하기 위한 프로젝트 등이다. 프로젝트 목적에 따라, 데이터 수집의 빈도는 전체 부하 운전의 일회 측정에서부터 시간에 따른 연속 측정까지이다 (Misuriello 1987).

Specific Technology Assessment

특수 기술 평가 프로젝트는 외피 리트로핏 측정, 주된 최종사용 (조명과 같은), 또는 기계 장치를 포함하여 건물 에너지 사용에 영향을 주는 특수 장치 또는 기술의 현장 성능을 모니터한다.

리트로핏 성능 모니터링 프로젝트의 일반적인 목표는 다양한 내부/외부 조건과 재실자 행동

하에서 리트로핏의 결과로 인해 절약되는 것을 평가하는 것이다. 데이터 수집의 빈도와 복잡성은 프로젝트 목적과 현장 특수 조건에 달려 있다. 이 범주의 프로젝트는 다른 건물 또는 동일 건물 사이의 리트로핏 전후 성능 차이를 평가한다.

최종 사용 장치 현장 테스트는 모든 중요 성능 파라미터와 운전 모드의 세부 모니터링으로 특징지어 진다. 기술 성능을 예측하기 위한 알고리즘을 발전시키거나 확인하기 위해 데이터가 필요하다. 프로젝트 범위는 신빙성, 유지관리, 설계, 에너지 효율, 사이징, 그리고 환경적 효과를 포함한다 (Hughes and Clark 1986).

Building Diagnostics

진단 프로젝트는 건물과 시스템의 에너지 사용을 결정하기 위한 물리적 그리고 운전 파라미터를 측정하기 위해 계획된다. 일반적으로 프로젝트의 목표는 문제의 원인 파악, 모델 에너지 성능에 파라미터 제공, 또는 구성요소의 영향을 분리시키기 위한 것이다. 진단 테스트는 종종 일회 측정 또는 단기간 모니터링을 포함한다. 측정 빈도는 수초에서 약 한 시간까지 다양하다; 이는 반드시 적어도 모니터링되는 것보다 세배 이상 빨라야 한다. 때때로 진단 테스트는 간헐적 또는 장기간 연속 데이터 수집이 필요하다.

주거부문 특히 단독 주택의 경우는 많은 수의 진단 측정 절차가 있다. 단독주택의 일반적인 측정은 (1) 정상상태 화로 효율을 결정하기 위한 연소가스 분석, (2) 건물 외피 공기 누출을 측정하고 위치를 알아내기 위한 팬 압력 테스트, 그리고 (3) 건물 외피의 열적 결함을 알아내기 위한 적외선 자기 온도계를 포함한다.

단독 주택의 경우, 진단은 (1) 화로, 에어 컨디셔너, water heater, 그리고 냉동기 등의 주요 최종 사용 기구의 효율; (2) 공기 분배 시스템의 기밀성 (Modera 1989, Robison and Lambert 1989, Modera 1993); (3) 총 에너지 손실 UA, 즉 전기 열병합 또는 건물 외피의 동적 특징 (Subbarao 등. 1986, Subbarao 1988); 그리고 (4) 건물 외피 구성요소의 열적 특성 (Duffy 등. 1988)을 측정 또는 결정하기 위한 기술을 포함한다.

집합 주거에서 진단 측정은 대부분 개발 단계에 있다 (Porterfield 1988). 몇몇 기술은 증기 또는 온수 보일러의 운전 효율을 결정하고 아파

트 간의 공기 누출을 측정하기 위해 계획되었다 (Modera 1986, Bohac 등 1989).

조사에서 진단 측정 기술은 건물 외피의 총 기밀과 벽체의 열성능을 측정하기 위해 설계되어왔다 (Persily and Grot 1988). 실무 기술자는 또한 에너지 성능을 분석하기 위한 진단 기술 단체를 고용해야 한다. 예를 들어, 단기간 차트 기록 측정은 취약한 상업용 건물 냉동기 성능을 진단하는데 사용할 수 있다 (Misuriello 1988). 차트 기록기를 사용할 수 있지만, 마이크로 컴퓨터의 다양한 분석 기능으로 인하여 전기적 데이터 모니터를 선호한다.

진단 측정은 또한 건물 에너지 유지관리 프로그램의 발전과 이행을 지원하는데 적합하다 (32 장). 여기서 진단 측정은 현재 에너지 사용 패턴을 확인하고 건물 시스템과 장비의 에너지 성능 파라미터를 결정하고, 비효율적인 에너지 사용 지역을 확인 및 사용량을 파악하는데 사용할 수 있다. (Misuriello 1988, Haberl and Kornor 1990a, b). 일반적으로 진단 측정 프로젝트는 특정 프로젝트 요구사항에 적합한 절차를 사용하여 설계할 수 있다 (Design Methodology 섹션 참조).

진단 측정을 위한 장비는 에너지 유지관리를 위해 일시적 또는 영구적으로 설치된다. 설계자는 신축 건물 설계에서 주요 전기 부하의 계량을 상설 또는 이동하여 체크 할 수 있도록 고려하여야 한다 (ASHRAE 1989). 연료와 열 에너지 사용에도 동일한 개념을 확대하여 사용할 수 있다.

COMMON MONITORING ISSUES

현장 모니터링 프로젝트는 비용이 많이 들뿐 아니라 독특한 어려움을 갖는다. 수행하는 어느 단계에서 문제점을 예상하거나 효과적으로 다루는데 실패함으로써 데이터를 위험하게 할 수 있기 때문에, 강열하고 지속적인 프로젝트 수행이 필요하다. 모니터링에서 중요한 이슈는 데이터의 정확성과 신뢰성이다. 프로젝트는 부정확성과 데이터 손실로 위태롭게 된다. 정기적인 모니터링 프로젝트는 수집된 데이터의 신뢰성과 품질을 보증할 수 있도록 센서 보정과 진행 중인 데이터의 확인을 해야 한다.

현장 모니터링 프로젝트는 또한 다양한 전문

적 기술의 효율적인 관리를 필요로 한다. 프로젝트 스태프는 현재 조사 중인 건물 시스템, 데이터 관리, 데이터 취득, 그리고 센서 기술을 이해하고 있어야 한다. 현장 모니터링 프로젝트의 논리는 데이터 수집, 진행, 그리고 분석뿐만 아니라, 장비 조달, 배송, 그리고 설치의 조화와 같은 또 다른 어려움을 나타낸다.

Effective Planning

모니터링 프로젝트에서 일반적으로 많은 문제점은 효율적이고 포괄적인 계획으로 극복할 수 있다.

Project goals. 프로젝트 목표와 데이터 요구사항은 하드웨어를 선정하기 전에 수립되어야 한다. 불행하게도 모니터링 하드웨어가 데이터 수집 시작 수개월 전에 주문되거나 프로젝트 시작 절차가 부족하기 때문에 프로젝트는 종종 프로젝트 목적 보다는 하드웨어 선정에 의해 끌려가게 된다. 이 결과로 하드웨어는 특정 모니터링 작업에 부적당하거나 중요한 지점이 간과되는 수가 있다.

Data Products. 데이터 지점을 선정하기 전에 어떤 데이터 결과물이 필요한지를 수립하는 것이 매우 중요하다. 이러한 결과물의 우선 계획을 하지 못할 경우 중요한 조사 의제에 대한 답변을 내놓지 못하게 된다.

Data management. 많은 양의 수집된 데이터를 예측하지 못하면 중대한 프로젝트의 어려움을 겪게 된다. 데이터 확인, 복구, 분석 그리고 취득하기 위해 필요한 컴퓨터와 인원은 이전 프로젝트의 경험을 바탕으로 평가되어야 한다.

Commitment. 인원과 자원에 관한 장기간 실행이 필요하다. 프로젝트의 성공은 상세한 일간, 장기간의 자세와 직원들의 지속성에 달려 있다.

Accuracy requirements. 이러한 요구사항에 부합하는 최종 데이터와 경험적 설계의 정확성에 대한 요구는 일찍부터 결정되어야 한다. 필요한 정확성이 지정된 후, 샘플 크기 (건물의 수, 건물 제어, 또는 장비의 수)를 선택하는 것과 필요한 측정 정확성 (최종 데이터 결과물에 오류 전달 포함)을 결정하는 것의 반복적인 과정이 반드시 수행되어야 한다. 이 과정은 종종 많은 수의 독립변수 (재실자, 운전모드)와 많은 변수들의 확률적 특성 (기상)에 의해 복잡하게 된다.

Implementation and Verification

다음의 단계는 상세한 현장 측정이 이루어질 경우 원만한 프로젝트 진행과 데이터 확인을 용이하게 한다.

- 설치 전 센서를 보증하라. 현장에서 국부 보증 체크를 하라. 장기간 모니터링 프로젝트 동안, 정기적으로 센서를 재보증하라.
- 정기적으로 센서 성능을 추적하라. 센서 고장 또는 보증 문제를 빠르게 탐지하는 것이 중요하다. 이는 자동으로 또는 매일하는 것이 이상적이다. 더욱이, 손실된 데이터를 재구성하는 것은 어렵거나 불가능하기 때문에 손실된 데이터의 값은 높다.
- 시간 간격, 정기적으로 데이터를 만들어라. 최종 데이터를 만드는 과정에서 종종 문제점이 발생한다. 이러한 오류는 고장난 센서에서의 데이터 누락, 계획 과정에서 데이터 지점의 미설치, 그리고 설명이 불가능한 이상한 데이터 등을 포함한다. 데이터 결과물이 일반 프로젝트 계획의 부분으로 지정되어 있고 정기적으로 만들어진다면, 데이터를 생산하는 문제점은 오류가 나타나는 즉시 확인하고 해결할 수 있다. 데이터 신뢰성과 정확성을 위해 체크 과정을 자동화하는 것은 프로젝트를 보호하고 센서의 고장과 데이터 손실을 막는 매우 중요한 일이다.

Follow-Through on Data Analysis and Reporting

대부분의 프로젝트에서 데이터를 얻은 후에는 반드시 분석하여 보고서에 기록해야 한다. 수집하고 분석한 데이터가 바로 그 필요한 데이터라는 것을 보장하기 위해서, 데이터 지점의 분석적 선택에 특별한 강조를 해야 한다.

데이터의 확인, 관리, 그리고 분석에 적절한 방법이 제공되었다는 것을 보장하기 위해 방법 배정에 면밀한 자세를 기울여야 한다. 품질 제어 절차와 데이터 분석이 더욱 의미를 지니기 위해서, 이러한 행위는 지속되어야 한다. 데이터 분석은 프로젝트가 시작되기 전에 신중하게 규정해야 한다.

DESIGN METHODOLOGY

효율적인 현장 모니터링 프로젝트를 위한 방법론이 이 섹션에 설명되어 있다. 이 방법론을 구성한 9개 행위 가운데 작업 구성요소와의 관계가 그림 1에 나타나있다. 이러한 행위는 4개의 범주로 나눈다: 프로젝트 관리, 프로젝트 전개, 해결 및 피드백, 그리고 결과물 품질과 데이터 전달. 현장 모니터링 프로젝트 (방법, 목표와 목적, 데이터 결과물 요구사항, 또는 기타)는 매우 다양하고 이는 방법이 어떻게 적용되어야 하는지에 영향을 준다. 그럼에도 불구하고, 방법론은 프로젝트 이행 문제를 최소화하거나 제거할 수 있는 향상된 계획을 위한 적절한 기틀을 제공한다.

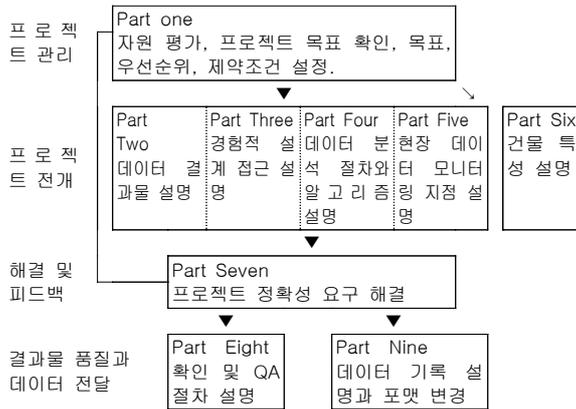


그림 1 현장 모니터링 프로젝트 설계를 위한 방법론

계획 작업에는 반복적인 접근이 최선이다. 범위, 정확성, 그리고 기술은 비용 산정과 방법 평가를 바탕으로 조절 가능하다. 초기 설계는 비용을 산정하고 방법을 평가하기 위해 단순하고 신속하게 수행되어야 한다. 최근 모니터링 프로젝트는 유용한 비용 데이터와 장비 선택으로 수집되어왔다 (Katipamula and Claridge 1992, O'Neal 등. 1992, Parker and Stokes 1985). 형식과 재평가 또한 데이터 결과물 설명과 분석적 방법으로 제안되어 있다-고품질 결과물을 얻는데 결정적인 단계. 합리적인 설계가 발전된 후, 총 모니터링 과정 (데이터 수집에서 최종 데이터 결과물까지)의 예비 테스트는 전체 규모 모니터링 개시 전에 잠재한 문제점을 확인하고 제거하는데 유용하다.

프로젝트 계획에 반복적인 접근은 또한 원하는 수준의 기구가 프로젝트에 맞는 방법을 초과할 때 필요하다. 계획 과정은 주어진 예산 내에서 프로젝트를 수행하는데 필요한 다양한 거래를 확인하고 해결할 수 있다. 많은 경우 영성한 기기 설명서 또는 정확성 요구 사항보다 프로젝트의 범위를 줄이는 것이 바람직하다.

Part One : Identify Project Goals, Objectives, and Research Questions

첫째 프로젝트 성과를 성명어로 공식화하라. 목표와 목적의 정의는 데이터 수집과 분석 노력의 총 방향과 범위를 결정한다. 이러한 정의는 또한 원하는 결과와 관련한 오류 또는 불확실성을 기록하여, 실험적 데이터로 답변할 수 있도록 조사 의제로 열거되어야 한다. 자그마한 불확실성으로 인하여 프로젝트를 불필요하게 복잡하게 하거나 많은 비용을 들이게 할 수 있기 때문에 오류의 현실적인 평가가 필요하다.

조사 의제는 다음과 같이 전체 시스템 또는 특정 구성요소를 기술하면서, 다양한 범위와 세부 수준을 지닐 수 있다.

- 건물의 등급
예 : 20%의 정확도로, 이 주에서 강제적인 건물 건설/성능 표준을 사용하여 얼마나 많은 에너지를 줄여왔는가?
- 특별 건물
예 : 건물 관리에서 에너지 성능을 저하시킬 수 있는 실수를 범하였는가?
- 특별 구성요소
예 : 이 건물에서 축열 시스템의 설치로 인하여 절감된 평균 금액은 얼마인가?

일반적으로 더욱 세부적이고 정확한 목표 정의가 바람직하다. 이는 프로젝트가 범위 내에서 제한되고 명확한 정확성과 신뢰성 요구사항에 부합 하도록 전개되도록 한다.

조사 의제는 기술 복잡성에서 다양하고, 일반적으로 다음 두 가지 형태 중 하나를 띈다.

- 건물/구성요소는 어떻게 작동하는가?
- 건물/구성요소는 왜 지금과 같이 작동하는가?

첫 번째 유형의 질문은 때로 일반적으로 세부적인 모니터링과 분석 없이 일반적 건물 등급으로 답변할 수 있다. 두 번째 유형의 질문은 일반적으로 더욱 세부적인 모니터링과 분석, 따라서 더욱 세부적인 계획이 필요하다.

Part Two :

Specify Data Product and Project Output

이 행위는 프로젝트를 위해 중요한 조사 의제에 답하기 위해 필요한 특수 데이터 결과물을 확인하고 가능한 최소 데이터 요구조건의 명확한 설명을 제공한다.

평가 결과는 중간과 최종 보고서 (난방과 냉방 시즌), 기술 노트, 또는 기술 논설과 같이 많은 형태로 나타난다. 이러한 문서는 반드시 명확하고 정확하게 현장 모니터링의 구체적인 결과를 전달해야 한다. 이는 또한 결과의 정확성 평가를 담고 있어야 한다.

데이터 표현과 분석 요약의 구성은 중요한 변수가 누락되지 않도록 초기부터 결정되어야 한다 (Hough 등, 1987). 예를 들어 데이터 표 묶음, 차트, 그리고 그래프는 요구사항을 확인하기 위해 사용할 수 있다. 이전에 보고된 결과는 유용한 결과의 예를 보여주는데 사용할 수 있다. 데이터 결과물은 또한 오류 분석의 결과로부터 나타나는 가능한 비용 협상 또는 개정을 용이하게 하기 위해 우선사항을 결정해야 한다 (Part 7 참조). 워크시트는 프로젝트 목적에 필요한 정보를 결정하고 구체적 조사 의제와 기술 이슈의 구성을 돕는데 사용할 수 있다. 다음 구체적인 데이터 표현 형식이 결정되어야 한다.

비교와 평가 분석의 종류와 양을 확인하는 것이 중요하다. 예를 들어, 기상 또는 사용 측면을 위한 데이터 일반화는 채택된 방법과 함께 사전에 결정되어야 한다.

가능한 최소 데이터 결과의 필요조건은 종종 계획 동안에 정할 수 있지만, 데이터 분석으로 더욱 상세한 필요조건을 밝힐 수 있다. 따라서 예산 계획은 결과 분석 기간 동안 밝혀지지 않은 추가 또는 독특한 프로젝트 결과 요구사항을 적절하게 다룰 기 위한 여유분과 데이터 결과물 명세서를 포함하여야 한다.

프로젝트 데이터 결과물을 설명하는데 있어, 장래 필요한 정보는 프로젝트 인원에게 테스트 요구사항의 포괄적인 이해를 줄 수 있도록 예측해야 한다. 예를 들어, 프로젝트는 단기와 장기

데이터 필요를 갖는다 (즉, 최대 전기 수요 감소 설명 대 비용 효율 또는 대상 인원에 대한 신뢰성). 수요 절감의 초기 결과는 궁극적인 목표가 아니며, 에너지 소비와 초기 비용에 대한 장래 표현에 관한 단계이다. 따라서 장기간 그리고 잠재적인 장래의 데이터 필요는 사진 또는 증명과 같은 보충 데이터 필요를 확인 할 수 있도록 고려하는 것이 좋다.

Part Three :

Specify Experimental Design Approach

서로 영향을 주는 두개 요소를-연구로 인정된 건물의 수와 경험적 접근-정의하는 일반 실험 설계가 전개되어야 한다. 예를 들어, 건물의 수가 늘어나게 되면 상세하지 않고 정확성이 떨어지는 접근을 고려할 수 있다. 목표가 특정 결과물과 관련이 있을 경우 경험적 데이터는 그 결과물의 영향과 분리하여야 한다는 것을 명심하여야 한다. Haberl 등 (1990)은 경험적 설계에 대하여 논의하였다.

경험적 설계 접근을 정하는 것은 전체 건물 성능이 여러 변수의 복잡한 함수이기 때문에 특히 중요하다. 이러한 모든 변수는 모니터링하기 어렵고 성능으로 변환하기 어려울 경우 변하게 된다. 관리 기관과 정확성을 가지고 주의를 기울이지 않을 경우, 불확실성과 오류 (잡음원)로 인하여 20-30% 보다 낮은 성능 변화를 감지하기가 어려워진다 (Fracastoro and Lyberg 1983).

어떤 경우, 프로젝트에 포함된 건물의 수를 선정하는데 판단이 사용된다. 건물주가 특정 건물에 대한 정보를 원할 경우, 선택은 간단하다-경험 안에서 건물의 수는 하나로 고정된다. 그러나 건물 샘플 분포에서의 영향에 관한 도면 결정과 같은 어떤 모니터링의 경우, 어느 정도의 선택이 개입된다. 일반적으로 유도된 결과에서 오류는 건물 수의 제공근에 따라 감소한다 (Box 1978).

정확성 요구사항은 측정되는 효과 그리고 지정된 경험 설계와 분석 방법에 달려있다. 특별한 측정 없이 월 공공요금 고지서 분석으로는 총 소비 20% 보다 낮은 에너지 절감은 힘들다. 구체적인 프로젝트는 다음 중 하나로 정해진다.

- 적은 수의 건물 또는 시스템의 세부 측정
- 많은 수의 건물 또는 시스템의 덜 세부적 측정
- 많은 수의 건물 또는 시스템의 세부 측정

첫 번째 유형 프로젝트의 경우, 정확성 요구는 일반적으로 독립변수의 예상되는 변화에 대하여 그 평균값에 관한 측정된 양 (종속변수)의 예상되는 변화를 결정함으로써 초기에 해결된다. 건물에서 일반적인 고려 사항은 온도 또는 복사일력 (독립변수)에 대한 난방과 냉방 부하의 반응 (종속변수)이다. 자연광을 사용하는 주광 시스템에 대한 건물 조명 에너지의 반응 또한 종속변수와 독립변수 관계의 예이다. 반응의 변동은 (1) 측정 에너지 데이터로 정량화 하지 못한 외기 영향, (2) 측정 장비와 절차와 관련한 제약과 불확실성의 원인이다. 따라서 정확성은 종속 데이터 변수의 평균 경향을 설명하는 통계적 방법을 사용하여 결정된다.

두 번째와 세 번째의 프로젝트의 경우, 늘어난 건물의 수는 관심 있는 종속변수 반응의 평균 경향에 있어 신뢰성이 있다. 커다란 샘플 크기는 제어 그룹과 함께 경험 설계를 사용하기 위해 필요하다. 이는 외부 영향을 조정하는데 사용된

다. 더 많은 정보는 Box (1978), Fracastoro and Lyberg (1983), Palmer (1989), 그리고 Hirst and Reed (1991)을 보라.

대부분의 모니터링 절차는 다음의 일반적인 경험적 접근법 중 하나 또는 그 이상을 사용한다.

On-Off. 리트로핏 또는 결과물을 의지대로 활성화 또는 비활성화 할 수 있다면, 에너지 소비는 반복되는 on-off 사이클 수로 측정 가능하다. 작동 기간 동안 소비는 작동하지 않는 기간 동안의 소비와 비교된다 (Woller 1989, Cohen 등 1987).

Before-After. 건물 에너지 소비는 새 부품 또는 리트로핏이 실행된 전후에 모니터 된다. 때로는 모델을 기본으로 한 분석을 필요로 하는 두 기간 동안의 기상과 건물 운전 변화가 고려되어야 한다 (Hirst 등. 1983, Fels 1986, Robison and Lambert 1989, Sharp and MacDonald 1990,

표 2 일반 경험 접근법의 장단점

모드	장점	단점
Before-After	참고 건물이 필요 없음. 같은 재실자는 적은 재실 변동을 의미함. 모델링 과정이 대부분 전과 후가 동일함.	전후 기상 다름. 하나 이상의 난방/냉방 계절이 필요함. 계절과 기타 변화를 계산할 모델이 필요함.
Test reference	한 계절의 데이터가 적당함. 건물간 적은 기상 차이.	참고 건물이 필요. 보정단계 필요 (테스팅이 두 계절까지 연장될 수 있음). 양쪽 건물의 재실자 행동이 변할 수 있음.
On-Off	참고 건물이 필요 없음. 한 계절의 데이터가 적당함. 모델링 과정이 대부분 전과 후가 동일함. 대부분 재실 변화가 적음.	반대 결과물이 필요. 시간 상수가 클 경우 사이클이 길 수 있음. 사이클에서 계절 차이를 계산하기 위한 모델이 필요. 순간을 계산할 수 있는 동적 모델이 필요함.
Simulated occupancy	재실 효과의 잡음이 제거됨. 표준 스케줄의 변화가 연구될 수 있음.	실제 재실자가 아님. 고가의 장비가 필요. Building must be unoccupied with attendant extra cost.
Nonexperimental reference	실제 참고 건물 비용이 저감됨. 시뮬레이션으로 계절 변동이 제거됨.	Data base may be lacking in strata entries. 불확실한 참고의 시뮬레이션 오류와 정의 데이터베이스, 계절변화는 일반적으로 불가능. 결과 과정의 고가 장비 필요.
Engineering field test	관심있는 결과물에 초점을 맞춘 정보 최소한의 건물이 필요. 테스트 동안 같은 재실자.	기타 건물과 날씨에서 추측하기위한 모델이 필요. 재실자 영향이 결정되지 않음.

Kissock 등. 1992).

Test-Reference. 동일한 두개 건물의 에너지 소비 데이터가 비교된다, 하나는 결과물 또는 리트로핏. 건물은 서로 같을 수 없기 때문에 (즉, 서로 다른 공기 누출 분포, 단열 효율, 온도 설정, 그리고 일사에 대한 노출) 측정은 보정을 허용하여 설치 전에 수행되어야 한다. 일단 결과물 또는 리트로핏이 수행되면, 보정으로부터의 편차는 결과물 또는 리트로핏에서 기인한 것으로 생각한다.

Simulated Occupancy. 어떤 경우, 잡음을 감소하기 위한 바램은 온도설정, 내부 취득, 습도 방출, 또는 창문 조작의 특정한 표준 측면을 요구하고 이 측면을 건물에 컴퓨터 제어기기를 이용하기 위한 실험을 이끌어 낸다. 이 참고는 종종 test-reference 설계에 의해 주어진다. 이 경우 재실자와 기상 변화는 비교에서 거의 제외된다 (Levins and Karnitz 1986).

Nonexperimental Reference. 건물의 성능을 평가하기 위한 참고는 (1) 일반화되고, 등급별로 분류된 성능 데이터 베이스-건물 유형 분류에 의한 단위 면적 당 에너지 사용 (MacDonald and Wasserman 1989) 또는 (2) 모니터하고 있는 건물에 대하여 동일 기상과 재실자로 시간별로 계산하거나 빈 방법 에너지 성능 모델로 시뮬레이션 한 합리적인 표준 건물을 사용하여 비경험적으로 도출된다.

Engineering Field Test. 경험에 의한 방법이 특정한 장비 테스트의 성능에 국한된다면, 총 건물 성능은 주요한 관심사항이 아니다. 건물은 에너지 사용 뿐 아니라 장비 신뢰성, 관리 요구사항, 그리고 쾌적과 소음 수준을 테스트하기 위한 실제적인 환경을 제공한다. 결과물의 총 건물 에너지 장점은 이전 접근법 중의 하나를 사용하여 도출된다. 장비는 광범위하게 설치된다.

이러한 접근법의 일반적인 장단점이 표 2에 나열되어 있다 (Fracastoro and Lyberg 1983). 경험 설계 선택은 예를 들어, Before-After와 Test-Reference 방법론과 같이 성공적으로 결합되어 왔다.

다음은 경험적 접근법을 선정하는데 고려해야 할 문제들 중 일부이다.

· 마음대로 온오프가 가능한가? 온오프 설계는 상당한 장점을 지닌다.

- 재실자와 재실자 행동이 중요한가? 건물 사용자, 사용 스케줄, 내부 열취득, 온도설정, 그리고 자연 또는 강제 환기의 변화는 이들 중 하나가 일정하지 않거나 고려하지 않을 경우 실험치를 망칠 수 있기 때문에 상당히 중요하다.
- 실제 에너지 성능 데이터 기준이 중요한가? 설계 전후 과정에서 설계 전후의 특징을 잡는 시간이 할당되어야 한다. 예를 들어 냉난방이 평가될 때, 예상되는 주변 조건의 범위를 만족시킬 수 있는 데이터가 필요하다.
- 테스트 중인 패키지로 설치된 것이 개별 기술 또는 여러 기술에 대한 테스트인가? 개별적인 영향을 알기 원한다면, 상세한 구성요소의 데이터와 주의 깊은 모델에 근거한 분석이 필요하다.
- 기술은 단일 또는 다중 모드 운전 기능을 가지고 있는가? 실험에 맞게 제어할 수 있는 모드인가? 여러 개의 모드를 포함하고 있다면, 다양한 조건의 테스트와 모델에 근거한 분석의 실행이 필요하다.

Part Four :

Specify Data Analysis Procedures and Algorithms

데이터는 결론을 이끌어낼 의미 있는 결과물로 분석되기 전까지는 무의미하다. 많은 경우, 데이터는 수집은 되지만 분석되지 않는 경우가 있다. 이 계획 단계는 최소한의 수용 가능한 데이터 분석 절차와 알고리즘을 지정하고 수집된 데이터를 원하는 데이터로 만들기 위한 상세한 절차에 초점을 맞춘다. 이 단계는 어느 파라미터가 상수로 간주하고 어느 것이 실제 연속 데이터로 계산되고 또는 현장 데이터 지점으로 모니터 될 것인지를 결정한다. 이 정보를 근거로 하여, 모니터링 작업은 다음을 따른다.

- 센서의 리스트를 준비하고 현장에서 결정된 상수를 분석한다 (즉, 팬동력, 조명과 소켓, 실내 온도).
- 현장 데이터를 최종 데이터로 변환하는데 필요한 공학 계산과 방정식을 만든다. 통계적 방법과 시뮬레이션 모델을 포함한다.
- 데이터 수집 빈도와 다른 시간 간격으로 데이터를 수집해야 하는 이유 등과 같은 상세 아이템을 정한다. 예를 들어, 15분 간격 데이터는

공공요금 데이터에 맞는 시간 단위 데이터로 만든다.

데이터 분석 절차와 알고리즘은 기존에 제정된 테스트와 등급 기준을 고려해야 한다. 좀더 자세한 사항은 Doebelin (1990), EEI (1981), Huang (1991), Hurley and Schooley (1984), Hurley (1985), Hyland and Hurley (1983), ISA (1976), Kulwicki (1991), Miller (1989), 그리고 Ramboz and McAuliff (1983)을 참고하라. 그러나 이는 일반적으로 현장에서 적용하기에 적합하지 않다. 예를 들어, 기류 센서를 필요로 하는 덕트 직관의 길이를 유지하는 것은 절충을 필요로 하며, 일반적으로 현장에서는 어려운 일이다.

알고리즘 입력은 값 (천연가스의 단위 체적의 에너지값과 같은), 일회 측정 (건물의 누출 면적), 또는 시간 간격 측정 (연료 사용과 실내 온도)으로 추정된다.

분석 방법은 일반적으로 실험 또는 모델을 근거한 것으로 나눌 수 있다.

Empirical Method. 실험 방법은 단순한 반면, 커다란 불확실성을 지니고 적은 샘플 수에서 사소한 또는 원인과 결과의 관계를 알 수 없다. 단순한 실험 방법은 연간 소비량 값을 근거로 한다. 다른 건물과 관련한 건물 성능에 대한 문제는 ANSI/ASHRAE Standard 105와 같은 적당한 기준과 특정 성능을 비교한 것을 기준으로 한다.

상업용 건물에서 가장 일반적인 색인은 에너지 사용 강도 (EUI)이다. 이는 연료 종류 또는 총 연료 종류의 함에 따른 연간 소비량을 바닥 면적으로 나눈 것이다. 비교는 기상, 건물 재질, 그리고 HVAC 시스템 변수를 내포한 일반 건물 유형의 기준으로 이루어진다. 이러한 변수는 EUI에서 선택된 기준을 분류함으로써 어느 정도 조정된다. 비록 현재 실험 데이터가 충분하지 않지만, 이러한 데이터를 생산함으로써 모니터링 작업을 표준화하는 동기 중의 하나가 된다. 합리적인 표준을 설정하기 위한 일반 대안은 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하는 것이다. 그러나 일반적으로 재실자와 건물 스케줄의 변화를 고려하기 위해서 일간 에너지 사용과 일평균 온도 (지역적으로 기록된) 데이터와 같은 최소한의 단순한 리트로핏에 응용되는 실험 방법이 포함되어야 한다.

월간 EUI 또는 요금 데이터는 실험 분석을 위한 많은 정보를 제공하고 요금 고지 오류, 재실하고 있지 않는 동안의 부적절한 장비 운전, 그리고 계절적 공간 조건 문제 등을 찾아내는데 사용할 수 있다 (Haberl and Komor 1990a, b). 이러한 분석에 종종 일간 데이터가 사용되고, 가능할 경우, 원본 시간 총 건물 소비량 데이터는 재실과 비재실에 관한 자세한 정보를 제공한다. 건물에 걸친 시간, 일간, 월간, 그리고 연간 EUI는 단위 면적 당 평균 동력 (동력 밀도)으로 바꾼다면 직접적으로 비교할 수 있다. 잘못된 상관 관계를 피하기 위해서 분석 방법은 실제 파라미터를 추적할 수 있는 통계적 유의 수준을 가져야 한다.

Model-Based Method. 이 기술은 비교의 정확성을 개선하고 원인과 효과 관계를 제공하기 위한 넓은 범위의 데이터 표준화를 허용한다. 모델에 근거한 분석을 하기 위해서는 분석자는 반드시 신중하게 시스템을 정의하고 에너지 보존 방정식을 지배하는 형식을 가정해야 한다. 특별한 관심이 있는 장비 또는 과정을 위한 정확한 용어를 가지고 있어야 한다. 데이터 분석의 일부로서, 모델의 열적인 설명 파라미터를 결정하기 위해 전체 건물 데이터 (기동력과 열적 또는 에너지 반응)가 사용된다. 파라미터 자체는 특히 시간 통합 요금 데이터 방법과 같이 해석이 힘들기는 하지만, 건물 진단을 위한 통찰력을 제공할 수 있다. 모델은 진단과 제어 기기뿐 아니라 표준화 과정을 위해 사용할 수 있다. 두개의 일반적 모델 집단이 분석에 사용된다: 시간 통합 방법과 동적 기술 (Burch 1986).

Time-integrated method. 건물 에너지 균형의 대수학 계산에 바탕을 둔 시간 통합 방법은 종종 외기온도, 내부 열취득, 그리고 실내 온도 변화의 연간 소비량을 수정하기 위한 데이터 비교 전에 사용된다 (Fels 1986, Busch 등. 1984, Haberl and Clarige 1987, Claridge 등. 1991). 이 수정 종류는 대부분 리트로핏 기기에 유용하다.

시간 통합 방법은 전체 건물 에너지 소비량 데이터 (요금 데이터) 또는 추가로 계량된 최종 사용 데이터로 사용할 수 있다. 예를 들어, 표준 시간 통합 방법은 비교와 분석을 위해 종종 개

별적으로 최종 사용 소비량 데이터 (난방, 냉방, 급탕)를 통합하기 위해 사용된다. 시간 통합 방법은 일반적으로 다음의 세 가지 조건이 고려된다면 신뢰성이 있다.

- *Appropriate time step.* 일반적으로 시간 단계는 에너지 사용이 모델을 근거로 한 방법을 사용하여 통합한 건물 또는 건물 시스템과 같거나 더 길어야 한다. 예를 들어, 자연적 조도 수준 (조명 에너지로 변환 결과)에 대한 자연 채광 제어의 반응은 짧은 시간 단계의 데이터 통합을 허용하여 신속해야 한다. 이와 반대로 냉방 부하 변화 (내부 열취득, 주변온도, 그리고 복사열 취득)에 있어서 냉방 시스템 에너지 사용의 반응은 비교적 느려야 한다. 일반적으로 적절한 시간 단계가 에너지 시스템의 물리적 작동과 모델 파라미터에서 이 작동의 표현을 고려하여야 한다.
- *Linearity of model result.* 일반적으로 시간 통합 모델은 비선형적 효과를 평가하는 모델 파라미터에 적용되어서는 안된다. 예를 들어 침기는 특정한 모델에서 풍속계와 실 내외온도 차이 파라미터를 사용하여 평가할 때 비선형적이다. 평가 오류는 이러한 파라미터가 독립적으로 시간 통합되고 침기를 계산하는데 사용될 경우 나타난다. 이 문제는 각 시간 단계에서 이러한 비선형 효과를 모델링 함으로서 피할 수 있다 (1 시간).
- *End-use uniformity within data set.* 최종 사용 데이터에 시간 통합 모델을 적용하는 분석자는 특정 데이터 집합을 균일하게 해야 한다. 예를 들어 온화한 기후 동안, HVAC 시스템은 난방과 냉방 측정 데이터를 기록하면서 하루 동안 난방과 냉방 양쪽 모두를 제공해야 한다. 난방 에너지 사용의 시간 통합 모델에서, 이러한 냉방 에너지 관찰은 오류를 나타내게 한다. 이러한 경우 관찰을 확인하거나 실제 최종 사용 데이터로 교환하여야 한다.

전체 건물 에너지 소비 데이터 (요금 데이터)에서, 합리적인 결과는 주로 건물이 실 내외 온도 차이에 반응할 때 난방 에너지 분석 모델로부터 예측할 수 있다. 요금 데이터 분석 방법은 대규모 상업 건물과 공장과 같이 실내 열취득이 외피 부하보다 클 때 적은 관심을 나타낸다는 점에 주의하라. 일간, 주간, 그리고 월간 전체

건물 난방 시즌 소비량 통합 단계가 적용되어 왔다 (Fels 1986, Ternes 1986, Sharp and MacDonald 1990, Claridge 등 1991). 예측할 수 있는바와 같이 냉방 분석 결과는 냉방부하가 정확하게 냉방 디그리데이와 비례하지 않기 때문에 신뢰도가 적다 (Fels 1986). 복사열 취득이 주가 되고 계절마다 변할 때, 또한 문제가 일어난다.

Dynamic techniques. 동적 모델-대규모(전체 건물 모델) 또는 소규모 (구성요소)-은 모니터링 기간을 줄여주고 결과의 정확성을 높여주는 커다란 장점을 가진다. 더욱이, 다중 측정과 시스템 상호작용으로부터 개별 효과를 정확하게 조사할 수 있다. 동적 전체 건물 분석은 일반적으로 특정 기술의 상세한 기구를 동반한다.

동적 기술은 실험 데이터 (Subbarao 1988, Duffy 등 1988)를 맞춤 모델의 파라미터를 조절하여 건물을 위한 동적 모델을 두는 것이다. 주거건물의 적용에서 컴퓨터로 제어되는 전기 가열기는 밤시간 동안 일정한 실내 온도를 유지하는데 사용할 수 있다. extracting from this data an experimental value for the building steady-state load coefficient. 이러한 방법은 또한 건물 내부 축열 매스에서 정보를 추출하기 위한 냉각 기간을 사용할 수 있다. 주간의 데이터는 태양 복사에 대한 건물의 반응을 재 표준화 (소규모 동적 모델 계산)하기 위해 사용할 수 있다. 이는 특히 건물 바닥 면적의 10% 이상이 유리로 되어 있는 건물에 적당하다 (Subbarao 등 1986). 전기 가열기와 함께 데이터를 취득하면, 건물은 보조 난방과 냉방 시스템의 성능을 평가하기 위한 동적 열량계로 사용할 수 있다.

상업용 건물에 유사한 기술이 적용되어 왔다 (Norford 등. 1985, Burch 등 1990). 이러한 경우에서, HVAC에서 전달된 에너지는 직접적으로 전기 가열기를 사용하는 것을 대신하여 모니터되어야 한다. 환기는 건물 에너지 균형에서 주요한 변수이기 때문에, 외부의 기류율은 직접 모니터 되어야 한다. 대규모 건물에서 일반적인 동시 냉난방은 어떠한 동적 기술로도 테스트 되지 않은 다중 존의 처리에 필요하다.

표 3은 분석 방법 선택에 도움을 제공한다.

표 3 Whole Building 분석 가이드라인

프로젝트 목표	방법 등급		
	실험적	시간 통합 모델	동적 모델
건물 평가	Yes, 그러나 20-30% 범위의 변동 예측.	Yes, 15%의 불확실성 이하로 추가적인 주의가 필요	Yes, 10%의 불확실성 이하로 추가적인 주의가 필요
건물 리트로핏 평가	큰 샘플을 사용하지 않으면, 일반적으로 월간 데이터를 사용하여 적용하지 않는다. 합리적인 정확성을 위해 일간 데이터와 다양한 일반화된 기술이 필요하다.	Yes, 그러나 15% 불확실성 이하로 어려움. 방법은 다중 리트로핏 효과와 구분할 수 없음.	Yes, 단기간 테스트로 5% 변화를 해결할 수 있음. 다중 리트로핏 효과를 예측할 수 있음
구성요소 평가	적용안됨	Not applicable unless submetering is done to supplement.	Yes, 약 5% 정확성, but best with submetering.

Part Five :

Specify Field Data Monitoring Points

현장 모니터링 지점의 세심한 지정은 계획과 모니터링 프로젝트를 구성하는데 매우 중요하다. 이것의 목적은 필요한 데이터를 만들어내기 위해 현장에서 모니터링하고 측정할 필요가 있는 변수를 확인하는 것이다.

계량 프로젝트는 동적이기 때문에, 모니터링 기간 동안 기상, 시스템, 그리고 운전상의 중요한 변화를 확인하고 제어하는 특별한 고려가 기울어져야 한다. 측정에서 안전한 결과를 이끌어내기 위해 일정하고, 비교적 중요하지 않거나 기타 측정 변수와 관련된 변수로 추정되는 변수를 측정하기 위해 추가되는 모니터링 지점이 필요하다. 필요한 데이터가 여러 가지 방법으로 얻어지기 때문에, 데이터 분석자, 장비 설치자, 그리고 데이터 취득 시스템 기술자는 프로젝트 요구에 가장 적합한 순서를 서로 협력하여 발전시킬 것을 조언한다.

데이터 수집의 비용은 예산 내에서 계획하는 동안 반드시 고려해야 할 수량, 정확성, 그리고 측정 기간의 비선형적인 함수이다. 조사 프로젝트와 같이, 데이터 적용의 범위를 모른다면, 대안 분석의 증가하는 비용이 적기 때문에 기타 동시 측정된 값을 고려해야한다.

다량의 데이터가 포함된 프로젝트에서는 데이터 질이 자동적으로 확인되어야 한다 (Lopez and Haberl 1992). 이 방법은 에너지 균형 또는 중복되는 체크를 용이하게 하기 위한 모니터링 지점의 추가 필요하기는 하지만, 추가되는 비용

은 대규모 프로젝트에서 데이터를 확인하는 작업을 덜어주어 대처할 수 있다.

여러 지점이 모니터 되는 경우, 모든 현장 모니터링 지점의 선택과 설명을 위한 일반 규약이 데이터를 좀더 빠르게 확인하고, 표준화하고, 비교하고, 평균을 내기 위해서 제정되어야 한다. 규약은 또한 모니터링 지점을 선정하는데 있어 일관성을 지녀야 한다. 시스템의 테스트를 위한 데이터 제공과 필요한 데이터 지점이 적절하게 지정되고 설명되었는지를 보장하기 위한 시험 설치가 수행되어야 한다.

모니터링 장비를 선정하는데 있어 일반적인 고려 사항이 다음에 포함되어 있다.

- 대규모에 조치를 취하기 전에 실제 테스트 조건에서 전체적으로 장비를 평가하라. 기계 작동 정지와 조명에 특별한 관심을 기울여야 한다.
- 최신 기술의 시스템과 확인되지 않은 시스템을 지양하라. 데이터 취득 장비의 능력과 신뢰성이 의심된다면, 이 장비는 피하라 (Sparks 등 1992).
- 원격 데이터 호출과 프로그램의 비용과 이득을 고려하라.
- 전화 문의 또는 성능 보증서를 구하여 판매자의 자격을 확인하라.

분석 방법의 조사는 현장에서 측정할 데이터를 결정하게 된다. 현장에 설치되기 힘든 기기는 가장 단순한 방법이 필요하다. 방법이 복잡해질수

록, 데이터 채널이 증가한다. 동적 건물 방법으로 수행하는 공학적 현장 테스트를 위해서, 100 개 이상의 데이터 채널이 필요하다.

센서 위치에 특별한 주의를 요한다. 예를 들어 평균 실내 온도를 필요로 하는 방법일 경우, 실내 온도 변화의 가능성을 조사하라. 이 경우 평균을 내기 위해 여러 개의 센서가 필요하다. 이에 대한 대안으로 HVAC 온도조절기 근처의 온도 센서는 HVAC 장비가 반응하는 온도를 감지할 것이다.

채널 리스트가 완성된 후, 센서의 정확성과 스캔율이 할당되어야 한다. 실내와 실외 온도 센서와 같은 것들은 낮은 스캔율을 필요로 한다 (5 분마다 한번). 총 전기 또는 태양 복사 센서와 같은 빠른 샘플링을 필요로 하는 것은 잦은 빈도로 변한다 (10초 마다). 최대 샘플링 율은 일반적으로 로거에 프로그램 되고 지정된 시간 간

격으로 평균이 저장된다. 어떤 로거는 각 채널에서 서로 다른 시간 간격으로 스캔 할 수 있다. 로거의 일시 정지 용량 역시 고감도, 가끔 있는 일시 정지에 사용할 수 있다. Interrupt channels signal the data logger to start monitoring an event only once it begins. 어떤 경우, 전달된 데이터의 실시간 계산을 고려해야 한다. 예를 들어, 덕트의 열류가 필요할 경우, 일회 측정에서 결정된 공기 기류를 곱한 온도 측정 분포로 계산되어야 한다. 그러나 이는 단지 팬이 작동할 때 계산되고 합계를 해야 한다.

필요한 현장 데이터 모니터링 지점이 정해지면, 이러한 요구 조건은 실제 모니터링 지점이 정확하게 기술 될 수 있도록 프로젝트 팀의 모든 사람들에게 명확하게 전달되어야 한다. 이는 측정 계획 개발과 장비설치를 위한 핸드북의 발간 그리고 진단 테스트와 기술 평가를 위한 절

표 4 데이터 취득 시스템의 일반적 특징

데이터 취득 유형			
시스템 (DAS)	일반적인 사용	일반적 데이터 복구	비고
수동 해석	총 에너지 사용	월간 또는 일간 기록	인간 팩터가 정확성과 계측 기간에 영향을 줄 수 있다. 데이터는 컴퓨터분석을 위해 수동으로 입력해야 한다.
Pulse counter, cassette tapes (1-4 채널)	총 에너지 사용 (일부 최종 사용)	카세트 테이프의 월간 픽업	카세트로 인한 데이터 손실이 일반적인 문제점이다. 펄스 데이터는 분석 전에 변환되어야 한다.
Pulse counter, solid state (1,4, 또는 8 채널)	총 에너지 사용 (일부 최종 사용)	메인프레임 또는 마이크로 컴퓨터에 전화 규약	펄스 데이터의 전달과 변환을 위해 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어가 필요하다. 고가일 수 있다. 많은 수의 지역을 다룰 수 있다. 사용이 편리하다.
Plug-in A/D board For PC	진단, 기술 평가, 그리고 제어	현지 실시간 수집과 저장	일반적으로 적은 양, 독특한 적용. 데이터 소프트웨어와 구성 보드를 설정하기 위해 PC 프로그래밍 용량이 필요하다.
Simple field DAS (일반적으로 16-32 채널)	기술 평가, 주거 최종 사용 (일부 진단)	저장을 위한 호스트 컴퓨터에 전화 복구 (일반적으로 일간 또는 주간)	데이터 복구를 위한 호스트로 PC를 사용할 수 있다. 좋은 A/D 변환이 이용 가능하다. 채널마다 비용이 적다. 현장 유닛을 설정하고 데이터 전달을 위한 통신 구성을 위한 프로그램 기술이 필요하다.
Advanced field DAS (일반적으로 40 이상 채널)	진단, 에너지 제어 시스템, 상업 최종 사용	현지 실시간 수집과 데이터 저장, 또는 전화 복구	일반적으로 단일 건물을 위해 설계된다. PC 기반 또는 독립 유닛일 수 있다. 응용/진단 프로그램을 실행시킬 수 있다. 사용이 편리하다.

차를 세움으로서 이루어 질 수 있다.

Scanning and recording intervals. 데이터 측정과 데이터 저장의 빈도는 프로젝트 결과의 정확성에 영향을 미칠 수 있다. 스캐닝은 데이터 채널이 초 단위로 읽혀진다는 점에서 저장과는 다르다, 예를 들어, 데이터는 15분마다 기록되고 저장될 수 있다. 대부분의 데이터 로거는 각 채널에서부터 적분된 채널 값을 축적하여 일시적으로 저장한다. 이 평균은 지정된 저장 간격으로 기록된다.

데이터 스캔율은 모든 중요한 영향이 모니터될 수 있도록 충분히 빨라야 한다. 필요한 데이터 기록 빈도는 데이터 채널마다 다르다. 이전에 언급하였듯이, 일시적이고 무작위적인 현상이 현대 데이터 로거의 일시정지 용량을 사용하여 잘 관찰된다.

Sensors and data acquisition systems. 센서는 현장 데이터 리스트에서 각 측정값을 얻을 수 있도록 선정되어야 한다. 그 다음 현장 데이터 리스트에서 각 센서 종류의 변환과 비율 상수를 지정해야 하고 각 센서의 정확성, 해상도, 그리고 재현성이 기록하여야 한다. 센서는 NIST 추적가능 보정 절차로 현장에 설치되기 전에 보정해야 한다. 이는 경향과 재보정을 위해 정기적으로 체크하여야 하고, 실험의 결과에서 또 보정을 해야한다 (Turner 등. 1992, Haberl 등. 1992)

프로젝트에 따라 하드웨어의 필요가 상당히 때문에, 여기서는 특별한 선정 지침은 제공하지 않는다. 그러나 일반 데이터 취득 하드웨어 구성요소의 일반적 특징이 표 4에 나타나 있다. 데이터 취득 하드웨어를 선정하기 위한 약간의 일반적 고려사항이 표 5에 나타나 있다.

표 5 데이터 취득 하드웨어 선정과 사용을 위한 실제 고려사항

구성요소	현장적용 고려사항
데이터로거 유닛과 주변	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 적용을 위해 기기를 선택하라 · 기기는 분석을 하는 컴퓨터에 쉽게 전달되도록 플로피 디스크, 전자기 테이프, 또는 메모리 등과 같은 전기적 형태로 저장되어야 한다. · 현지 소프트웨어 조정을 줄이기 위한 원격 프로그래밍 용량이 있어야 한다. · 냉각 팬이 달린 기기는 피하라. · 고품질, 확인된 모뎀을 사용하라. · 동력 중단 후 로거와 모뎀 설정을 확인하라.
배선과 하드웨어 연결	<ul style="list-style-type: none"> · Use only single-grade cable-shielded, twisted-pair with drain wire for analog signals. · Mitigate sources of common mode and normal mode signal noise.
센서	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 적용에는 까다롭고 신뢰성 있는 센서를 사용하라 · 현재의 센서 또는 신호를 다른 기록기 또는 에너지 관리 제어 시스템 (EMCS)과 공유하여 사용하고 있다면 신호분배기를 사용하라. · 전체 스케일의 50에서 75%에 센서를 작동시켜라 · 특수 신호 조건이 필요하지 않은 센서를 선정하라. · 센서를 사전에 부정하고 정기적으로 재보정하라.

Part Six :

Specify Building Characteristics

측정된 에너지 데이터는 모니터한 건물의 특징과 그의 사용을 문서화 하지 않으면 프로젝트에 포함되지 않은 사람들에게는 나중이라도 의미가 없다. 이러한 요구에 부합하기 위하여, 건물을 설명하기 위한 데이터 구조 (즉, 특징 데이터베이스)를 만들어야 한다.

건물 특징은 많은 세부 수준으로 수집되지만, 적어도 다음의 사항을 이해하는데 충분한 세부 사항을 제공하는 것이 중요하다.

- 일반건물구성과 외피 (특히 에너지와 관련된 측면)
- 건물 재실 정보 (수, 재실스케줄, 행위)

- 실내 열취득
- 에너지를 사용하는 시스템의 종류와 양
- 모니터링 프로젝트 기간 동안 발생하는 건물 변경

최소한의 세부 수준은 요약 특성 데이터로 알려져 있다 (Ternes 1986). 시뮬레이션 수준 특성-시간 단위 시뮬레이션 모델 입력을 위해 수집된 세부 정보는 몇몇 건물에 바람직하다. 세부 수준에 관계없이, 데이터는 프로젝트에 친숙하지 않은 분석자에게 건물과 그에 따른 에너지 사용을 이해시키기 위하여 전후 상황을 제공하여야 한다.

재실하고 있는 현재의 건물에서, 특징 정보는 4개의 영역에서 수집된다.

- 수집하여야 하는 주요 건물 외피와 실내 열취득 파라미터를 요약한 건물 설명 정보.
- HVAC 시스템 성능에 영향을 미치는 주요 파라미터를 특징 지운 HVAC 시스템 설명 정보.
- 모니터링 전 건물 재실자의 에너지와 관련된 행위에 초점을 맞춘 입구 인터뷰 정보.
- 테스트 현지에서 데이터 분석에 영향을 줄 수 있는 물리적 또는 라이프 사이클 변화를 문서화한 출구 인터뷰 정보.

Part Seven :

Resolve Data Product Accuracies

시스템 정확성 요구사항과 장비 선정은 일반적으로 상호 영향을 미치는 방식으로 다음의 팩터를 기술하여 결정할 수 있다.

Determine Measurement System Uncertainties.

최종 데이터 결과의 총체적인 정확성과 정밀성을 결정하기 위하여, 모든 편차 및 불확실성의 근원이 포함되어야 한다. 최종 데이터 결과물의 정확성은 일반적으로 (1) 센서/데이터 취득 시스템의 정확성, (2) 측정되는 변수와 측정 기간 사이의 관계 (기상, 재실자 행동, 운전 변화 등과 같은 추측적인 변수로 인한). 그리고 (3) 케이스스터디의 수로부터 직접 결정할 수 있다.

반면에, 최종 데이터의 정확성은 더욱 많은 수의 건물을 모니터링 하거나 더욱 많은 난방 시즌을 추가함으로써 개선할 수 없고 일반적으로 센서와 관련된 정확성에 지배되지 않는다. 이보다 데이터의 정확성은 일반적으로 측정이 이루어지는 (단일지점 온도 측정, 일회의 기류 측정)

수와 종류의 제한 그리고 데이터를 분석하고 해석하는데 필요한 단순화에 의해 제어된다. 이러한 많은 단순화는 측정되고 있는 파라미터의 확률적 또는 무작위 특성과 대부분 파라미터의 간접적 특성을 고려하기 위해 사용되는 분석 또는 물리적 모델 (Part 4를 보라)과 관련이 있다.

물리적 측정으로부터 최종 데이터를 얻기 위한 특정한 알고리즘 또는 방정식이 일단 수립되면, 최종 데이터 결과물에 측정 불확실성을 병합할 표준 기술의 사용이 가능하다. 불확실성을 결정하기 위한 일반 절차는 다음과 같다.

$$\sigma_Y = \sqrt{\left(\frac{\delta Y}{\delta x_1}\right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \left(\frac{\delta Y}{\delta x_2}\right)^2 \sigma_{x_2}^2 + \left(\frac{\delta Y}{\delta x_1}\right)\left(\frac{\delta Y}{\delta x_2}\right) \sigma_{x_1 x_2} + \dots}$$

$$\frac{\sigma_Y}{\bar{Y}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x_1}}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{x_2}}{x_2}\right)^2}$$

(2)

$$\frac{\sigma_Y}{\bar{Y}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x_1}}{\bar{Y}_1}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{x_2}}{\bar{Y}_2}\right)^2}$$

(3)

주어진 실험 계획을 바탕으로 하여 정확성 또는 데이터 결과물의 가능한 편차를 평가하는 것은 더욱 복잡하다. 최종 데이터 결과물에서 정확성 또는 편차를 정량화하기 위한 일반적 기술은 건물/시스템 운전과 성능의 Monte Carlo 시뮬레이션의 통계적 유의 집합을 만드는 것이다. 최종 데이터 결과물의 편차는 실험적으로 결정된 데이터 결과물의 평균 값과 건물과 시스템의 알려진 성능을 비교하여 결정할 수 있다. 또한 이러한 절차는 측정을 기본으로 한 결과의 관찰된 산포를 기본으로 한 최종 데이터 결과물 내의 총 불확실성을 직접적으로 측정 가능하게 한다. 이 이슈에 대한 좀더 자세한 논의는 Coleman and Steele (1986)을 보라.

오류 또한 이전의 비슷한 프로젝트의 결과를 사용하여, 과거 경험을 바탕으로 평가할 수 있다. 초기 연구는 제안된 분석으로 발생 가능한 오류 평가를 얻기 위하여 착수 가능하다. 몇 가지 가능한 오류의 평가는 프로젝트의 목표와 목적이 합리적인지를 결정하는데 사용할 수 있다.

이 데이터 불확실성 평가 단계는 적절한 경험

설계와 관련한 반복적인 절차의 일부분이다. 진행 중인 평가 절차를 사용하여 결정되는 최종 데이터 결과물 불확실성을 인정할 수 없다면, (1) 총 측정 불확실성의 감소 (센서 정밀도 개선), (2) 모니터링 기간의 연장 (확률적 변수를 평균하기 위하여), 그리고 (3) 테스트하고 있는 건물 수 증가로 불확실성을 감소시킬 수 있다. 반면 시뮬레이션이 최종 데이터 결과물에서 예상되는 편차를 인정할 수 없다고 나타나면, 편차는 (1) 원하는 양의 편향되지 않은 측정을 얻기 위한 센서의 추가 설치, (2) 좀더 상세한 모델 또는 분석 절차 사용, 그리고 (3) 센서 또는 시스템 비선형성을 제거하기 위한 데이터 취득 빈도 (더욱 상세한 모델을 조합하여)를 증가하여 감소시킬 수 있다.

Review System Accuracy and Cost Requirements. 시스템 정확성을 지정하는 과정은 반복적이다. 첫 번째 분석과 의사 결정 후, 비용 제약과 정확성 수준이 재검토 되어야 한다. 조정은 정확성의 필요성과 비용에 근거하여 이루어져야 한다. 총 시스템 정확성과 특정 장비 옵션을 결정하기 위하여 여러 차례의 반복이 필요하다.

**Part Eight :
Specify Verification and Quality Assurance Procedures**

데이터 품질 보증 (QA) 절차를 수립하고 사용

하는 것은 현장 테스트의 성공적인 이행에 매우 중요하다. 수집되어야 하는 데이터의 양과 중요성은 QA 절차의 정도와 형식을 결정하는데 도움을 준다. 대부분의 프로젝트에서 센서 설치에서부터 최종 보고서를 위한 결과를 만들어 내기 위한 절차까지 전체 경로는 확인 테스트를 위해 고려되어야 한다. 추가로 데이터 흐름 경로는 장비의 예측하지 못했거나 허가되지 않은 변경뿐 아니라, 센서 또는 장비의 고장을 위해 주기적으로 체크하여야 한다.

품질 보증은 종종 복잡한 데이터를 다루어야 한다. 건물 에너지 모니터링 프로젝트는 센서로부터 데이터를 수집하고 그 데이터를 결과물로 능숙하게 다룬다. 프로젝트에서 적은 수의 센서와 필요한 값으로 데이터 처리는 보고서에 상대적으로 단순한 데이터 흐름으로 다뤄질 수 있다. 일반적으로 하나 또는 그 이상의 처리 단계에서 사용되는 컴퓨터는 종이에 직접 출력을 하지 않기 때문에 다른 수준의 과정 문서화가 필요하다.

컴퓨터는 또한 커다란 데이터 집합의 수집을 용이하게 하고 프로젝트 복잡성을 증가시킨다. 과정을 위한 최대한의 자동화를 얻기 위해서는 특정한 소프트웨어의 개발이 필요하다. 종종 개별적으로 컴퓨터가 커다란 프로젝트에서 하나의 컴퓨터에서 다른 컴퓨터로 정보를 전달하는 것을 자동화하기 위해 각 단계에 적용된다. 가능한 부드럽게 데이터를 움직이기 위해서, 자동화된 데이터 라인이 개발되어야 한다. 이 라인은 데이터 수집에서부터 결과물까지 시간 지연을 최소

표 6 품질 보증 요소 표

시간 프레임	하드웨어	엔지니어링 데이터	특성 데이터
초기 설정	분기 보정 (1)	설치 확인 (1)	현장 확인 (1)
	현장 보정 (1)	수정 확인 (1,2)	완전 체크 (1)
	설치 확인 (1)	처리 확인 (1,2) 결과물 (1,2)	합리 체크 (1,2) 결과물 (1,2)
진행	기능 테스트 (1)	품질 체크 (2)	문제점 진단 (3) 데이터 재구성 (4) 변경 제어 (1)
	고장 모드 진단 (3)	합리 체크 (2)	
	수리/유지관리 (4)	고장 모드 진단 (3)	
	변경 제어 (1)	데이터 재구성 (4) 변경 제어 (1)	
주기적	예방 유지관리 (1) 보정 (1)	요약 리포트 준비 및 검토 (2)	예정된 업데이트/제조사 (1) 요약 리포트 준비 및 검토 (2)

(1) 좋은 데이터 보증을 위한 행동

(2) 데이터 품질을 체크하기 위한 행동

(3) 문제점 진단을 위한 행동

(4) 문제점을 수리하기 위한 행동

화하고 전체 프로젝트의 비용 효율을 최대화한다.

가능한 경우 자동화된 데이터 확인 절차를 사용하여야 한다. 확인 절차는 누락 데이터의 중요성에 따라 빈도 간격 (일간 또는 주간)으로 수행되어야 한다. 이는 건물 현장에서 장비 고장과 변경으로 인한 데이터 손실을 최소화한다. 이는 또한 신속하게 적용되어야 하는 과정 정보를 허용한다.

다음의 QA 행위가 발생하여야 한다.

1. 하드웨어를 보정하고 양질의 데이터 수집을 용이하게 하기 위한 제어 절차를 수립하라.
2. 데이터의 확인, 합리적 여부의 체크 그리고 수정된 후 데이터의 질을 보증할 수 있는 요약 보고서를 준비하라.
3. 데이터의 초기 분석을 수행하라. 중요한 결과는 데이터 품질을 체크하기 위한 절차의 변화를 만들어 낸다.
4. 부수 문제에 적용될 절차를 전체적으로 문서화하고 제어하라. 이러한 절차는 후에 보고되는 결과에서 근본적인 영향을 줄 수 있는 하드웨어 또는 수집된 데이터의 변경을 수반한다 (데이터 재구성과 같은).

품질 보증이 필요한 모니터링 프로젝트의 세 가지 측면이 표 6에 나타나 있다: 하드웨어, 엔지니어링 데이터, 그리고 특성 데이터. 세 개 QA 검토는 각 이러한 측면을 위해 필요하다; (1) 프로젝트가 올바르게 시작되었다는 초기 QA 확인; (2) 품질 요구사항에 만족하는 프로젝트 연장에 의해 수집된 정보인 진행 중인 QA 확인; 그리고 (3) 허용 가능한 품질 수준에서 지속적인 성능을 보증하기 위해 프로젝트의 초기에서 수립된 추가 체크가 포함된 정기 QA.

데이터 품질과 품질 보증 과정에 관한 정보는 데이터 사용자가 쉽게 이용할 수 있어야 한다. 반면, 중요한 분석 자원은 데이터 품질을 결정하기 위해 연기되거나 불확실성으로 인하여 분석이 수행되지 않을 수도 있다.

Part Nine :

Specify Recording and Data Exchange Formats

이 단계는 데이터가 최종 사용자 또는 다른

데이터 분석자에게 공급되는 형식을 지정한다. 원본과 처리 과정 (누락 데이터의 조정 또는 이상한 값)중에 있는 데이터 형식이 지정되어야 한다. 이와 더불어, 어떤 보충해야 하는 분석이 계획되었다면, 사용하는 매체와 형식 (자기 테이프, 디스크, 스프레드 쉬트, ASCII)이 지정되어야 한다. 이러한 요구사항은 소프트웨어 데이터 형식 지정을 분석함으로써 결정된다. 원본 데이터의 일반적 형식은 콤마와 빈칸으로 범위를 정한 ASCII이다. 이는 데이터 변환이 필요 없다.

모든 프로젝트에서 특히, 여러 개의 조직이 포함되어 있을 경우 데이터가 문서화가 중요하다. 데이터 유용성은 데이터에 기록 및 교환 형식을 지정하거나 부착하여 용이하게 할 수 있다. 대부분 데이터 전달의 문제점은 부적절한 데이터 문서화에 있다. 기타 문제점은 하드웨어와 소프트웨어와의 불일치, 테이프 또는 디스크의 오류, 데이터 내에서의 오류 또는 불일치, 그리고 잘못된 데이터 집합의 발송 등이다. 이러한 문제점들은 다음의 예방 조치로 피할 수 있다:

- 데이터 교환과 함께 문서를 제공하라 (표 7). 이러한 지침서는 일반 데이터, 모델, 프로그램, 그리고 기타 정보의 종류에 적용된다. 표 7에 열거된 모든 아이템이 모든 경우에 적용되지는 않는다.
- 컴퓨터 운영시스템, 파일 생성 소프트웨어, 미디어 형식 (ASCII, EBCDIC, BINARY), 테이프 또는 디스크 특성 (트랙, 밀도, 저장길이, 블록, 크기) 등을 포함하여 전달 매체의 문서를 제공하라.

표 7 Documentation Included with Computer Data to be Transferred

1. 제목 또는 약성어
2. 계약자 (이름, 주소, 전화번호)
3. 파일 설명 (기록 번호,
4. 데이터 값의 정의 (변수이름, 유닛, 코드, 누락값, 위치, 측정방법, 변수 유도)
5. 파일의 원래 사용
6. 파일의 크기 (기록 수, 바이트)
7. 원본 (개인, 기관, 인용)
8. 추가 정보를 제공하는 자료의 적절한 참고 (완전한 인용)
9. 파일의 적절한 참고인용
10. 신용라인 (승인에 사용하기 위해)
11. 데이터 사용에 대한 제약
12. 거절, 포기 (예는 다음과 같다)
 - (a) 확인되지 않은 데이터; 자신의 위험부담으로 사용
 - (b) 초기 데이터; 주의를 기울여 사용
 - (c) 상식에 맞은 명확한 데이터. 가능한 오류 또는 의심되는 값을 알수 있도록 하라.
 - (d) 개발 중인 프로그램
 - (e) 다음의 조건에서 테스트된 프로그램 (저자에 의해 지정된 조건)

- 변수의 통계 또는 빈도수와 파일의 하드 카피본을 포함하여 데이터 전달의 정확성과 완전성을 체크하기 위한 절차를 제공하라. 다른 프로그램의 모델을 위해 입력 데이터와 그에 따른 결과를 테스트하라.
- 잘못된 기록까지 포함하여 모든 원본 데이터를 보관하라.
- 데이터를 변환하고 수정하라.
- 허가된 개인에게 장비에 대한 접근을 제한하라.
- 단순한 시계열 그리고 x-y 점검 플롯을 사용하여 데이터가 들어오는 즉시 체크하라.
- 운전상의 오류가 생기지 않도록 가능한 자동화로 반복 검사를 수행하라.

PROTOCOLS FOR RETROFIT PERFORMANCE MONITERING

미안하지만 생략....

Residential Retrofit Monitoring

주거건물 리트로핏 성능을 위한 규약은

Commercial Retrofit Monitoring

표 8 주거 리트로핏 모니터링을 위한 데이터 파라미터

	기록간격	
	옵션 1	옵션 2
기본 파라미터		
설명	일회	
스페이스 컨디셔닝 시스템 설명	일회	
입구 인터뷰 정보	일회	
출구 인터뷰 정보	일회	
리트로핏 전후 침기율	일회	
계량 스페이스 컨디셔닝시스템 성능	일회	
리트로핏 품질 확인	일회	
냉난방기기 에너지 소비	주간	시간
기상 스테이션 기상 정보	주간	시간
실내온도	주간	시간
실내습도	-	시간
가스 또는 기름 소비	주간	시간
전기소비	주간	시간
나무연료	-	시간
급탕에너지 소비	주간	시간
선택 파라미터		
재실자 행동		
추가 실내온도	주간	시간
난방 조절기 설정점	-	시간
냉방 조절기 설정점	-	시간
실내습도	주간	-
국지기후		
외기온도	주간	시간
태양복사	주간	시간
외기습도	주간	시간
풍속	주간	시간
풍향	주간	시간
차양	일회	
차폐	일회	
분배 시스템		
덕트공사 침기 평가	일회	

표 9 주거 리프로핏 모니터링을 위한 시간 순서 파라미터

데이터 파라미터	정확성 ^a	범위	기록기간마다 저장된 값	스캔율 ^b	
				옵션 1	옵션 2
기본 파라미터					
냉난방기기 에너지소비	3%		총소비	15s	15s
실내온도	0.6℃	10-35℃	평균온도	1h	1min
실내습도	5% rh	10-95% rh	평균습도		1min
가스 또는 기름 소비	3%		총소비	15s	15s
전기 소비	3%		총소비	15s	15s
나무연료 사용	0.6℃	10-450℃	평균 표면온도 또는 총사용시간		1min
급탕	3%		총소비	15s	15s
추가 데이터 파라미터 설정					
선택 데이터 파라미터 설정					
재실자 행동					
추가 실내온도	0.6℃	10-35℃	평균온도	1h	1min
난방 조절기 설정점	0.6℃	10-35℃	평균설정점		1min
냉방 조절기 설정점	0.6℃	10-35℃	평균설정점		1min
실내습도	5% rh	10-95% rh	평균습도	1h	
국지기후					
외기온도	0.6℃	-40-50℃	평균온도	1h	1min
태양복사	30W/m ²	0-1100W/m ²	총 수평 복사	1min	1min
외기습도	5% rh	10-95% rh	평균습도	1h	1min
풍속	0.2m/s	0-10m/s	평균속도	1min	1min
풍향	5°	0-360°	평균 방향	1min	1min

표 10 상업용 리트로핏 규약의 성능 데이터 요구사항

부가 계량을 갖춘 프로젝트			
	리트로핏 전	리트로핏 후	
공공 요금 데이터 (각 연료)	최소 12개월	최소 3개월 (12개월까지 선택적 업데이트)	
부가 계량 데이터 (모든 기록간격)	각 주요 최종 소비를 위한 모든 데이터는 12개월 이상	각 주요 최종 소비를 위한 모든 데이터는 12개월 이상	
	유형	기록간격	기간
온도데이터 (적분평균 없이 어떤 기간을 위해 일간 최대와 최소가 제공되어야 함)	최대와 최소 - 또는 - 적분 평균	일간 - 또는 - 부가 계량 데이터와 동일하지만 일간보다는 길지 않게	요금 납부 날짜와 동일
부가 계량이 없는 프로젝트			
	리트로핏 전	리트로핏 후	
공공 요금 데이터 (각 연료)	최소 12개월	최소 12개월	
	유형	기록간격	기간
온도 데이터	최대와 최소 - 또는 - 적분 평균	일간	요금 납부 날짜와 동일

EXISTING TEST PROCEDURES AND
POTENTIAL PROTOCOL APPLICATION