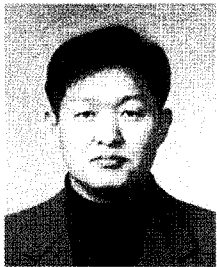


대형건물에서의 ESCO사업 도입 필요성 및 사례연구(上)



이상수
대표이사 · 공학박사
포스코 ESCO 벤처
lsangsoo@posco.co.kr

1. 서론

경제개발과 더불어 우리나라의 총에너지 소비량은 2000년 192.3백만TOE로 세계 10위를 기록하였다. 또한 2001년도의 에너지 해외의존도가 97%를 넘어서, 우리가 보유한 수력과 무연탄으로는 3%도 안되는 에너지만 만들 수 있다. 우리나라의 에너지 수입액은 336억 달러로 전체 수입액 중 23.8%를 차지하며 이는 우리나라 무역흑자 93억 달러에 비하면 3.6배에 달하는 비용이다(에너지 절약과 환경, 2002.9: 에너지관리공단). 우리가 사용하는 에너지를 위하여 엄청난 액수의 비용이 해외로 지출되고 있음을 알 수 있다.

우리가 석유, 석탄, 가스 등의 1차 연료를 사용하여 최종 사용하는 전력을 만들기 위해 소요되는 에너지 효율은 35~44%에 불과하다. 결국 투입 에너지의 65~56%가 전력 생산과정에서 버려지고 있음을 의미한다. 따라서 최종 에너지인 전력의 절감은 대단히 중요하다. 건물의 경우 에너지원으로 전기, 가스, 수도 등을 사용하지만, 이 중에서 고가인 전기의 비중이 크게 차지하고 있다. 따라서 에너지 다소비 사업장인 대형건물에서의 에너지 절약활동은 대단히 중요한 의미를 가지고 있다.

그러나 정부의 시책상 산업용 전력 단가가 가정용 대비 낮게 책정되어 있고, 내 건물은 에너지 관리를 잘하고 있다는 자부심(?)으로 인하여 대다수 건물들이 절감활동을 소홀히 하고 있는 실정이다. 1998년 미국 Hagler Baily Consulting사의 설문조사에 따

르면 새로운 건물의 81%가 시운전 당시 냉난방시스템의 문제점을 호소하고 있는 것으로 분석되었다. 우리나라의 대다수 건물들도 이러한 문제점을 안고 있다고 할 수 있다.

2장에서는 대형 건물에 있어서 왜 ESCO사업이 필요한지를 간단히 언급하고, ESCO를 어떠한 경우에 활용하면 고객에게 좋은지를 검토하였으며, ESCO사업 추진시 필요한 절차를 서술하였다.

3장에서는 포스코ESCO벤처가 대형 건물을 대상으로 수행한 에너지 진단결과와 현재 진행 중인 ESCO투자 사업내용에 관하여 기술하였다.

2 대형 건물에서의 ESCO사업의 필요성

대형빌딩이나 대규모 에너지 소비 사업장에서의 ESCO사업 도입의 필요성은 크게 다음 2가지로 설명할 수 있다.

- 대부분의 건물들은 실제로 설계당시 예상했던 대로 운전되지 않는다.
- 건물은 실제 필요한 에너지보다 적게는 5%에서 30%까지 에너지를 추가로 사용한다.

이는 원가상승의 요인으로 타 경쟁업체대비 경쟁력 상실의 원인이 된다. 그렇다면 왜 에너지는 낭비될 수밖에 없을까? 그 원인은 다음과 같이 설명할 수 있다.

- 설계당시 장치별로 5~10% 여유치 적용 불가피
- 장치 설치시 문제점 내포 가능성
- 건물 준공당시 시운전의 미흡 가능성
- 각종 제어기능의 제기능 발휘 미흡 가능성
- 설비의 노후화 또는 정비 미흡으로 효율 저하 예상

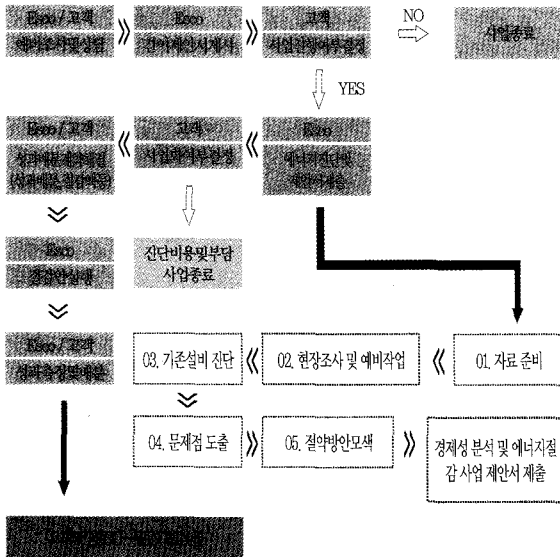
이러한 잠재적 낭비요소에도 불구하고 건물 운영자들이 관리소홀이나, 틀린 지식의 적용으로 인하여 낭비가 되어지고 있음을 알지 못하고 있는 실정이다. 또한 자신들의 에너지낭비를 남에게 들어내기 싫어하는 마음에 빌딩에너지 진단을 기피하고 있다. 그러나 국가적인 차원의 에너지 절약을 떠나서라도 내 자신의 건물에너지 사용량이 과연 타당한지를 점검해야 할 필요가 있다. 통상 이런 경우에 ESCO업체와 합동으로 진단을 실시하는데 ESCO업체를 활용하면 다음과 같은 경우에 효과를 거둘 수 있다.

▶ 글 읽는 순서

1. 서론
2. 대형 건물에서의 ESCO사업의 필요성
3. 대형건물의 ESCO사업 추진사례
4. 건물의 효율적 운영을 통한 에너지 절감 실현 방안
5. 결론

- 건물이나 설비가 노후화되어 교체 예정이거나
- 에너지 전문가가 부족한 경우
- 동일 수준의 타 업체/건물대비 유지비가 많은 경우
- 빈약한 예산으로 제약을 받을 때
- 건물설계 및 재건축시 에너지 사용량 예측시
- 건물이나 설비의 효율 측정시

일반적으로 알려진 ESCO사업 추진 절차는 다음과 같다.



〈표 1〉 ESCO 투자사업 업무절차

이런 ESCO사업은 무엇보다도 건물주가 에너지를 절약해야겠다는 의지가 중요하다. 그리고 과학적인 분석을 통하여, ESCO업체와 건물주간의 상호 협력을 통하여서만 에너지 절약이 가능함은 물론이다.

3 대형건물의 ESCO사업 추진사례

포스코ESCO벤처가 대형 건물을 대상으로 에너지 진단한 사례를 소개한다.

가. 위치

서울 강남구 대치4동 포스코센터

나. 건물개요

1995년 준공된 POSCO센터는 동관 30층, 서관 20층, 지하 6층으로 구성된 건물로써 준공당시 국내 최초 Intelligent Building개념을 도입하여 화제가 된 건물이다. 이 건물은 주로 사무실용으로 사용되고 있으며, 지하 1층에 13개의 상점이 입주하고 있다.

총면적은 54,744평으로 동관이 18,947평, 서관이 12,491평, 지하가 23,305평으로 이중 임대면적은 총 38,550평으로 70%, 지하주차장이 13,579평으로 25%, 나머지는 서비스 면적이다. 타 빌딩대비 특이한 사항으로는 신세기통신 기지국이 입주하여 POSCO센터의 약 20%의 전력에너지를 사용한다는 점이다. 입주인원은 2002.2월 기준으로 3,400명이다.

다. 진단기간

2001년 12월~2002년 3월(4개월)

라. 진단 범위

포스코센터 에너지 진단범위는 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉 포스코센터 에너지 진단범위

구분	세부 진단내용
1. 에너지 사용실태분석	과거 3년간 월별, 에너지원별 사용량/비용분석 에너지 사용량에 대한 수식모델 설정 타 건물대비 에너지 사용 효율성 분석
2. 난방설비 진단	보일러 효율 측정 및 운전 패턴 분석 버너 및 FAN시스템 분석 스팀 및 응축수 Leak상태 조사 열교환기 성능 분석 보일러 대수 제어방식 분석 순환펌프 용량측정 및 제어방식 분석 배열 회수방안 분석 난방시스템 분석 보온상태 분석

구분	세부 진단 내용
3. 냉방설비 진단	냉동기 효율 측정 및 운전패턴 분석 냉동기 냉수/냉각수 온진온도 분석 펌프효율 및 부하 분석 냉동기 대수제어방식 분석 배열회수 방안 검토 냉방시스템 분석 빙축열시스템의 경제성 분석 쿨링타워 성능 측정 쿨링펌프 운전방식 분석 쿨링FAN 운전방식 분석 순환펌프 1차/2차 상관관계분석
4. 공조설비 진단	공조기 운전패턴 분석 외기 도입 상태 분석 각종 Sensor기능 및 상태 분석 Economizer Mode 분석 공조용 Coil상태 분석 공조 Control상태 분석 각종 자동 Damper상태 분석 VAV Control상태 분석 각종 온도,압력,상태 Setting치 분석 계절별 운전 패턴분석 급기 및 배기 루버 상태분석 풍량분석 및 Air Leakage 여부 분석 주차장 배기/급기 상태분석 전기실/기계실/UPS실/Elevator실 냉각방식 검토
5. 급탕설비 진단	급탕 시스템 분석 펌프 용량 및 효율 분석 보열 상태 분석
6. 전력 설비 진단	Power Demand 분석 수배전 변압기상태 분석 부하율, 역률개선 대책 Elevator 운전방식 검토 기타 고효율 기기조업 검토

구분	세부 진단 내용
7. 조명설비 진단	제어방식 조사 조명 상태조사 시간대별, 층별 부하분석 자연조명 활용방안
8. 건물외관 진단	Air Leakage 상태분석 단열상태(벽,창문) 지붕

마. 팀 구성

진단관련 포스코ESCO벤처와 Counterpart인 포스코센터 사옥운영팀과 건물관리 용역을 담당하는 관계자들로 팀을 구성하였다.

바. 에너지 사용실태 분석

포스코센터의 에너지 사용량은 1998년 IMF이후 매년 급속히 증가하였다. 연도별 에너지 사용량은 <표 3>과 같다.

<그림 1>은 에너지원별 사용량 증가를 기준년도인 1998년과 비교하여 분석하였다. 연도별로 에너지 사용량이 급격히 증가하였음을 알 수 있었다. 이러한 에너지 사용량의 증가 원인을 분석하기 위하여 사용량에 영향을 줄 수 있는 인자를 분석하였는데, 이러한 인자로는 설비 신증설, 날씨(HDD:난방 도수일, CDD:냉방 도수일), 시간외 냉난방 실적, 입주인원 등으로 분석되었다. 이러한 인자들을 다시 각 에너지원별로 연도별 증감원인과 함께 비교 분석한 결과, 연도별 에너지 사용 증가 원인을 100% 설명하지는 못하였지만 어느 정도 설명이 가능한 것으로 분석되었다.

<그림 2>는 1998년 대비 가스사용량과 HDD(난방 도수일)의 증가율과의 관계를 분석한 결과다. 가스 사용량이 1998년 대비 매년 15.8%, 47.4%, 70.1% 증

<표 3> 포스코센터 연도별 에너지 사용현황

구분		1998	1999	2000	2001
전력	사용량(KWh)	27,540	29,759	32,673	34,433
	금액(백만원)	2,415	2,456	2,785	2,973
가스	사용량(천Nm ³)	1,408	1,563	1,828	1,927
	금액(백만원)	319	453	577	666
수도	사용량(천Nm ³)	167	181	205	227
	금액(백만원)	260	325	379	456
합계(백만원)		3,066	3,234	3,741	4,095

가한 원인으로, 동절기의 난방 지표인 HDD(난방 도수일)가 11.8%, 21.0%, 18.4%씩 각각 증가하여 가스의 증가량을 어느 정도 설명하여 주고 있다.

또한 에너지 사용량과 사용량에 영향을 미치는 인자를 분석한 후 상관관계를 통계적인 기법을 활용하여 수식을 설정하였다. 이 수식은 건물에서 어떠한 인자가 에너지 사용량에 어떻게 영향을 미치는지를 정량적으로 표현하기 때문에 에너지 관리수단이 되기도 한다. 그리고 에너지 사용실적을 평가하는 수단으로 활용한다.

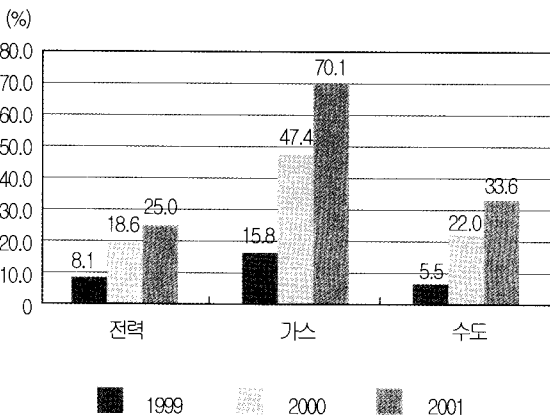
이 수식 설정을 위하여 에너지원별로 과거 4년간 월간 에너지 사용 실적 Data를 수집하여 통계 기법인 다중회기분석법(Multi-Regression)을 활용하였다. 설정된 수식의 적합

도는 겨울, 여름철에 따라 다르나 전력은 92~93%, 가스는 90~98%, 수도는 66~92%로 분석되었다. 여기서 상세한 수식은 생략하였다.

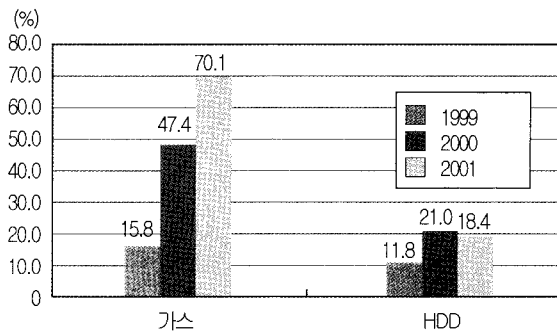
그리고 각 설비별, 건물별, 층별 에너지 사용량 분석을 위하여 중앙 관제실에서 발행하는 에너지일보를 활용하여 지난 6개월간의 사용실적을 분석하였고, 시간대별, 요일별 사용량 분석과 기저부하 분석을 위하여 1주일간 15분 간격으로 전력 사용량을 측정하였다.

포스코센터의 에너지 사용 효율성을 평가하기 위하여 서울 소재 유사 기능을 가진 대형 건물 13개소에 대한 최근 2년간 전력 사용 실적을 분석하였다. 여기서 자세한 내용은 생략하기로 한다. 비교 분석시 포스코센터와 다른 건물과의

1998년 대비 증가율



<그림 1> 포스코센터 1998년 대비 연도별 에너지원별 증가율



<그림 2> 1998년 대비 연도별 가스 사용량 증가율과 HDD(난방 도수일) 증가율 비교

월별 전력사용패턴, 전력 사용량 증가율, 최대/최소 사용량, 단위 면적당, 사용 인원당, 시간대별 전력 사용량을 비교분석하였다.

이러한 에너지 사용실적에 대한 분석이 끝난 뒤 설비별, 층별, 건물별, 사용개소별 문제점을 발췌하고 예상 문제점을 도출, 세부 분석에 착수하였다.

사. 에너지 진단결과

앞에서 소개한 진단범위를 대상으로 장비효율 측정과 운전자와의 면담을 병행하면서 문제점을 발췌하였고, 그에 따른 개선방안을 수립하였다. 에너지 진단결과 발췌한 개선 항목은 총 11개, 예상 기대효과는 290,348천원/년이고 투자비는 198,080천원으로 조사되었다. 냉난방기기 운영패턴과 조명 운영실태 등을 포함한 각 항목별 진단 결과를 간략히 소개하면 다음과 같다.

- 출근 전 냉난방 조기 운전시간 단축으로 전력 및 용수 에너지 절감

[개선방안]

- 보일러 연소용량을 증대하고, 초기 가동시 최대 부하 운전으로 스팀 정상상태 도달시간 단축
- 난방시 열교환기 온수 온도 70℃ 도달 후 순환펌프를 가동하고, 순환펌프 가동시간을 07:00로 연기
- 냉방시 스팀압력 8kg/cm² 도달 후 흡수식 냉동기 및 순환펌프를 가동하고, 순환펌프 가동시간을 07:00로 연기

[투자비]: 없음

- 공조기 운전 프로그램 개선으로 실내 온도 제어 정도 향상 및 운전자 부하 경감

[개선방안]

- 각층의 2개 공조시스템을 독립적으로 제어가 가능하도록 공조덕트를 분리
- 난방모드의 제어프로그램을 변경하여 공조기 공급공기를 가동시는 32℃, 기준온도 도달시 18℃

로 하향 설정

- 공조기 공급온도는 고정하고 유량을 가변하면서 운전

[투자비]: 없음

- 심야 동파방지 프로그램 개선으로 연료 및 펌프, 팬 에너지 최소화

[개선방안]

가. AHU

- 심야에 외기 온도 급감시 난방운전을 하지 않고 공조기의 Return Fan만 가동하여 실내의 축열 에너지를 활용, 공조기내 코일의 동파를 방지

나. FCU

- 심야에 동파가 예상되는 약 650개소의 FCU 내부에 온도스위치를 설치하여 동파방지 기준온도를 실질적인 온도로 하향설정

[투자비]

- 온도스위치 설치: 13,000천원(온도스위치 20천원 × 650개소)

- 흡연 배기팬 가동중지 및 덕트 밀폐로 냉난방 및 전력 에너지 절감

[개선방안]

- 흡연 배기팬 가동을 중지하고, 배기덕트 밀폐

[투자비]: 900천원

- 임원층 별도 냉난방 시스템 구축으로 전력에너지 절감

[개선방안]

- 24시간 냉방그룹에 가입

[투자비]: 85,000천원

- 전기실 냉각시스템 개선으로 전력에너지 절감

[개선방안]

- 특고압 및 고압 전기실 공조방식을 내부순환 및 외기 유입 방식으로 변경

- 동관 12층 차광필름 설치 후 외기 유입 방식으로

운영

-동관 30층 전기실은 에어컨 위치를 변압기 판넬 뒤쪽으로 변경 후 에어컨 팬은 상시 정지

[투자비]

- 특고압 전기실 : 11,000천원
- 고압 전기실 : 14,000천원

• 일과시간 이후 조명시스템 보완으로 전력에너지 절감

[개선방안]

-중앙 운전실

사무실 조명은 홍보 후 평일 기준으로 22시부터 23시까지 2차례에 걸쳐 자동 소등

동·서관 화장실등은 22, 23시 2회에 걸쳐 전층을 소등

-관리개선

- 에너지 절감에 대한 지속적인 홍보 및 방송 실시
- 동·서관 전층 사무실에 Switch별 사용부서명을 부착
- 야간 및 휴일 청소 작업완료 후 반드시 사무실, 회의실, 화장실등을 소등토록 미화원 교육 - 청소 후 전조명 소등 실시
- 전층 Switch개소에 에너지 절감 스티커 부착

[투자비] : 4,700천원

• 냉각수 순환계통 운영최적화로 사용전력 절감

[개선방안]

- 흡수식 냉각수 펌프 및 Fan의 여유율 조정 : 10 → 5%
- 24시간용 냉각수 펌프 및 Fan의 여유율 조정 : 30 → 5%

[투자비] : 6,000천원

• 변압기 통폐합 운영으로 전력에너지 절감

[개선방안]

-22.9kV/6.6kV용의 5MVA 변압기 4대가 부하별로 각각 2대씩 병렬 운전되고 있으나, 각 부하별 연평균 부하율이 25%이하로 운전 중이므로 변압기 무부하손과 부하손을 고려하여 이중 1대의 변압기를 휴지.

[투자비] : 없음

• 보일러 스케일 방지장치 부착으로 열효율 향상 및 유지 관리 비용 절감

[개선방안]

-스케일 생성방지와 생성된 스케일의 효과적인 제거를 위하여 비화학적 스케일 생성 방지 방법인 초음파 스케일 방지기를 설치

[투자비] : 35,000천원: 17,500천원/대×2대

(총 5대 중 2대 설치로 효과 파악 후 확대 적용)

• 헬스센터 샤워장의 물 사용량 절감과 배출수 현열 회수로 용수 및 온수 생산에너지 절감

[개선방안]

-샤워실내 샤워기 토출 압력을 밸브 최대 open시 최대압이 되도록 하향 조정하여 용수 절감

-고온의 샤워장 배출수의 현열 회수로 급수를 예열하여 급탕 에너지 절감

-샤워장 배출수를 중수로 재활용

투자비 : 40,000천원(열교환기 설치, Pit개조, 배관신설)

아. 투자방법 및 회수방법

진단결과는 320Page 분량으로 책자를 발행하여 제출하였고 진단결과를 협의한 결과 상기 소개한 11건의 절감항목 중 일부는 건물운영부서에서 자체적으로 실시하고 나머지는 ESCO사업으로 추진하기로 합의하였다. 현재 설비투자를 위한 설계가 진행 중이며 공사는 11월중으로 착공될 예정이다. 공사가 완료되는 2003년 2월부터 계량기 절감량에 의하여 성과배분을 36개월간 시행할 예정이다. e

<다음호에 계속됩니다.>