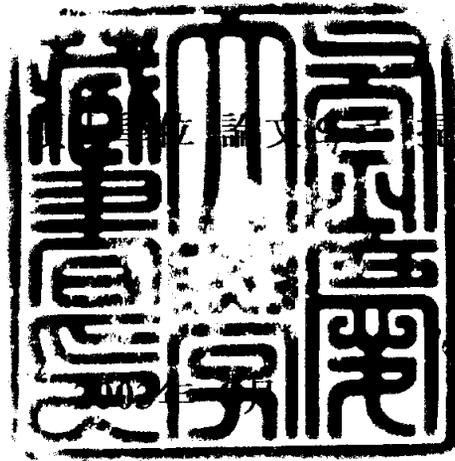


工學碩士 學位論文

에너지 절약 전문기업에 관한 제도 및
현황분석

指導教授 金 永 守

이 論文을 學位 論文으로 提出함



釜慶大學校 産業大學院

冷凍空調工學科

閔 丙 朝

민병조의 工學碩士學位論文을 認准함

2003年 8月

主	審	工學博士	오	후	규	
委	員	工學博士	윤	정	인	
委	員	工學博士	김	영	수	

목 차

ABSTRACT	iii
1. 서론	1
1.1 에너지절약 전문기업 제도개요	1
1.2 에너지절약 전문기업 투자의 특징	2
2. 외국의 ESCO 현황	6
2.1 미국의 현황	7
2.2 영국의 현황	10
2.3 캐나다의 현황	12
2.4 일본의 현황	13
2.5 기타 국가의 현황	14
3. 외국의 ESCO 활동사례	15
3.1 미국 유타주의 힐(Hill) 공군기지	15
3.2 USPS (미국우편서비스) 시설	20
3.3 자유의 여신상 유적	27
3.4 루지애나주의 포트폴크(Fort Polk)	32
4. 국내 ESCO 적용가능 모델 및 경제성 분석	37
4.1 폐열회수를 통한 저온용 흡수식 냉동기 가동	37
4.2 장비개선을 통한 에너지 절감	42

4.3 시스템 공정 개선	44
4.4 인버터 적용	47
4.5 공조시스템의 개선	51
5. 결언	54
참고문헌	55
국내 ESCO 등록업체 현황	56
감사의 글	65

Study on System and State Analysis in Energy Service Company

BYUNG-JO, MIN

*Department of Refrigeration and Air-Conditioning Engineering
Graduate School of Industry
Pukyong National University*

Abstract

An ESCO, or Energy Service Company, is a business that develops, installs, and finances projects designed to improve the energy efficiency and minimize maintenance costs for facilities over a two year time period.

What sets ESCO apart from other firms that offer energy efficiency, such as consulting firms, engineering companies and equipment suppliers, is the concept of performance based contracting. When an ESCO undertakes a project, the company's compensation, and often the project's financing, are directly linked to the amount of energy that is actually saved.

Typically, ESCO projects require a large initial capital investment and involve a relatively long payback period. The customer's debt payments are tied to the energy savings offered under the project so that the customer pays for the capital improvement with the money that comes

out of the difference between pre-installation and post-installation energy use and other costs.

Without financial burden, without the risk, clients gets the return of the energy saving. Furthermore, they will have a chance to take the ESCO's professional technical service from design to maintenance over the project.

1. 서 론

1.1 에너지절약 전문기업 제도개요

에너지절약 전문기업(ESCO : Energy Service Company)이란 에너지 사용자가 기술적, 경제적 부담이 없도록 전문기업에서 자체자금 또는 정책자금으로 에너지 사용자의 에너지 절약시설에 투자한 후 이 투자시설에서 발생하는 에너지 절감비용으로 투자비와 이윤을 회수하는 기업을 의미한다. 즉, 이는 에너지 사용자가 에너지 절약을 위하여 기존의 에너지 사용시설을 개체 또는 보완하고자 하나 기술적, 경제적 부담으로 개체를 시행치 못할 때 절약전문기업으로 하여금 대신 투자토록 하여 효율적인 에너지 절약을 할 수 있도록 하는 제도로써 1991년 에너지이용합리화법 제 22조에 에너지절약 전문기업에 관한 근거를 마련, 1992년부터 등록·활동을 하고 있다.

사업 수행범위는 에너지 절약형 시설투자에 관한 사업, 에너지 사용시설의 에너지 절약을 위한 관리·용역 사업, 에너지 관리진단 사업 등 기타 에너지 절약과 관련된 사업에 걸쳐있다.

활동근거로는 에너지이용합리화법 제 22조(에너지절약 전문기업의 지원), 동법 시행령 제 20조(에너지절약을 위한 사업), 동법 시행령 제 21조(에너지절약 전문기업의 등록 등), 동법 시행규칙 제 10조(에너지절약 전문기업의 등록신청) 등이 있다.

에너지절약 전문기업의 등록요건을 Table. 1-1에 나타내었다.

Table 1-1 에너지절약 전문기업 등록요건

구 분		1종(공장생산설비분야)	2종(건물분야)	
자산	법인	자본금	2.5억원 이상	1.5억원 이상
	개인	자산평가액	3억원 이상	2억원 이상
기술인력		기술사 : 1인 이상 기사 : 2인 이상 기능사 : 1인 이상	기술사 : 1인 이상 기사 : 2인 이상 기능사 : 1인 이상	
장비내역		가스분석기 등 25종	가스분석기 등 24종	

1.2 에너지절약 전문기업 투자의 특징

1.2.1 에너지절약 전문기업의 특징

제 3자의 재원을 이용한 투자가 이루어지며, 절약시설 설치를 위한 투자비를 전문기업이 조달한다. 또한 시설투자에 의한 절약비용은 고객(절약시설 사용자)과 전문기업이 약정에 의하여 배분하고, 절약전문기업의 투자비 회수가 끝나면 기투자된 에너지절약 시설은 고객이 소유하게 된다.

에너지절약 전문기업을 통해 시설투자를 하면 에너지절약시설 투자비 부담없이 에너지비용 절감을 할 수 있고, 투자비를 부담하지 않고도 절약투자에 따른 절감액의 일부분을 획득할 수 있다. 또한 절약시설 투자에 따른 위험부담을 해소할 수 있으며, 투자 시 기술적, 경제적 위험부담은 전문기업이 부담하게 된다. 절약시설에 대한 전문적 서비스를 제공받을 수 있으며, 투자설비의 설계, 구입, 시공,

사후관리까지 전문적인 서비스가 제공되므로 에너지사용자는 시간과 인력, 비용을 절감할 수 있다.

정부에서도 에너지절약 전문기업 이용고객에 대하여 세제지원 혜택을 조세특례제한법 제26조에 의거 에너지절약설비 투자금액의 100분의 5에 상당하는 금액을 소득세 또는 법인세에서 공제(1998. 1. 1 부터 시행)해주고 있다.

1.2.2 에너지절약 전문기업 이용의 흐름도

산업설비 및 집단주거단지 등의 에너지절약사업을 효과적으로 수행하기 위하여, 제도권내에서 활동하고 있는 에너지절약 전문기업을 이용함이 바람직하다. 이러한 이용의 흐름도는 대체적으로 다음과 같다.

1단계 : 투자상담

- 절약투자를 희망하는 고객과 전문기업의 상담

2단계 : 에너지관리진단(ESCO)

- 열 및 전기사용현황 조사
- 운전현황, 에너지효율분석
- 에너지절감 항목에 대한 예상 절감량 파악
- 에너지 사용자와의 계약을 위한 제안서 작성

3단계 : 에너지 사용자의 제안서 검토

- 제안서 검토 및 절약투자 계획 심의

4단계 : 계약체결

- 총투자규모 확정

- 절감액의 상호배분 방법 합의

- 에너지 절감량 산출방식의 기본조건 합의

5단계 : 절약시설 공사 시행

6단계 : 사후관리

- 설비운전상태 점검

- 절감량 및 절감금액 체크

- 최적의 가동을 위한 교육

7단계 : 투자비 회수 종료 후 고객에 소유권 이전

Table 1-2 에너지절약 전문기업 투자실적(분야별)

	투자건수	투자비(억원)
고효율 조명기기	1,371	805
열병합 발전설비	21	595
공정개선설비	91	703
폐열회수설비	142	596
냉난방설비	99	658
동력설비	8	474
노후보일러 개체	45	165
기타	14	15
합 계	1,932	4,031

Table 1-3 에너지절약 전문기업 투자실적(연도별)

년 도	'93~'97	'98	'99	'00	'01	'02.9	계
융자지원액 (억원)	184	296	648	856	548	424	1,932
건 수	58	139	244	519	751	1,295	4,031

2. 외국의 ESCO 현황

ESCO는 1970년대 말 미국에서 에너지절약시설자금 조달수단의 혁신적인 대안으로 태동되었으며, 유럽 등 여러 나라로 파급되어 현재 약 25개 이상의 국가에서 본 제도가 활동 중이다.

Table 2-1에 각국의 ESCO 시장 및 활동규모를 나타내었다.

Table 2-1 각국의 ESCO 시장 및 활동규모

구 분	미 국	캐나다	영 국	EIT*
시장규모(US \$)	1000억	-	140억	520억
활동규모(US \$)	총23억	2.8억/년	4억/년	0.1억/3년
주로 활동하는 ESCO업체수	30	14	20	-

* EIT : countries with economies in transition, 구 동구권 10개국
 불가리아, 체코, 슬로바키아, 에스토니아, 헝가리, 라트비아, 리투아니아, 폴란드, 루마니아, 크로아티아

ESCO의 국제적 활동 현황 중 미국의 국제활동 무대로는 영국, 포르투갈, 사우디아라비아, 태국, 인도, 필리핀, 멕시코, 코스타리카, 러시아, 체코, 슬로바키아, 헝가리, 폴란드 (13개국) 등이 있고, EU의 국제활동 무대로는 EU 가입국가 이외 폴란드, 슬로바키아, 체코, 헝가리 (4개국) 등이 있다.

2.1 미국의 현황

2.1.1 도입 및 성장 배경

1970년대말 에너지절약시설자금 조달수단의 혁신적인 대안으로 태동하여 1984년에는 전미 ESCO 협회를 결성하는 등 활발히 활동하였으나, 1986년 에너지가격이 하락하자 상당수의 ESCO가 활동을 중단하였다. 그럼에도 성장산업으로서 정착할 수 있었던 것은 「제3자의 재원활용」 및 그 성과의 양자 공유에 대한 매력과, 진취적이고 모험적인 기업가 정신, 그리고 정부의 적극적인 개입 및 지원의 조화 등으로 인한 것이다.

2.1.2 절약시장의 특징

전기 등을 공급하는 공공사업 회사의 자회사가 선도적인 ESCO로서 활동하고 있다. 절약관련 전문지식 보유, 에너지소비자와 직접적인 연결, 적은 자본비용으로 접근 가능한 하부구조 확보 등의 이점을 활용하고 있다. 수요증대의 대처방안으로 시설확장보다 절약시설 투자 확대가 비용측면에서 유리하다는 경제성 평가에 근거하여 정부의 ESCO산업에 대한 강력한 지원과 적극적인 개입으로 연방정부 및 주정부 관련법률을 개정하면서까지 정부 및 공공시설이 ESCO와 계약을 체결하도록 장려하고 있다. 또한 공공건물이 주요 시장이 될 수 있었던 것은, 기관 성격상 절약투자 자금과 사업수행을 위한 숙련된 직원이 부족하였고, 에너지사용 패턴이 비교적 안정되어 절감량 산정 및 배분에 따른 논란의 소지가 적었기 때문이었다.

반면 사업수행 초기 직면한 어려움은 관료조직의 경직성으로 인한 장기간 계약협상에 따른 행정비용의 부담이 많았으나 점차 인식이 새로워지고 계약체결 경험이 축적되어 현재는 협상기간이 단축되고 있는 추세이다.

건물부문에 비해 산업 및 상업부문의 활동은 부진한데 이는 에너지 사용자 입장에서는 외부기업에 의한 산업기술 및 정보의 외부누출을 우려하여 어떠한 절약도 공유하기를 꺼려하기 때문이다.

2.1.3 ESCO의 현황

350여개의 ESCO가 활동하고 있으나 활발히 활동중인 업체는 30개 정도이며, '84년에 결성된 ESCO 협회(NAESCO ; National Association for ESCO)에 가입된 업체수는 14개이다. ESCO의 시장규모는 100조원 정도이고, 활동규모로는 연간 2.3조원 정도가 된다.

2.1.4 ESCO를 위한 계약제도의 활성화 계기

1992년 에너지정책법에서 연방정부의 단위면적당 에너지사용량을 2000년까지 1985년 대비 20% 절감하도록 하였고, 그 후 행정명령 12902호에서는 2005년까지 1985년 대비 30% 절감하도록 목표를 상향조정하였다. 이에 따라 예산부족에 따른 대체자금 활용 방안을 찾고 있는 공공기관으로서는 추가적인 자본비용 없이도 이러한 정부의 목표를 달성할 수 있는 수단으로 ESCO를 활용하게 되었으며, 또한 일반적으로 정부예산에 반영추진시 소요기간이 길고 인력소모도

않으나, ESCO 이용시 진단, 설계, 설치, 교육과 유지보수 장비의 교환 등 일괄 서비스를 받을 수 있으므로 경제적, 기술적 부담없이 수월하게 설비개선이 가능하게 되었다.

2.2 영국의 현황

2.2.1 설립 및 활성화 배경

1970년대초 오일쇼크로 인해 에너지가격이 급등하면서 서비스개선에 대한 요구도 증가하게 되었다. 그리고 EU시대를 맞아 경쟁력 강화를 위한 대대적인 구조 재조정과 민영화를 추진(1989년 이후)하여 국영 전력회사가 세분화되어 민간에 매각되었다. 또한 에너지공급사는 수요증가에 대해 증설보다 비용 절감에 대한 효과적 방법을 모색하여 수요자들의 절약을 유도하는 서비스를 공급하기 시작하였다. 이 과정에서 ESCO가 활동할 수 있는 시장이 형성되었으며, 1992년 기후변화협약과 지속적 성장문제가 대두되고, 선거 캠페인에 에너지 절약문제가 쟁점화되면서 본격적인 절약투자가 시작되었다.

2.2.2 ESCO 현황

약 20개 업체가 활발히 활동을 하고 있으며, 이들은 ESTA(Energy Systems Trade Association), ACE(Association for Conservation of Energy)에 가입하여 활동하고 있다. ESTA는 에너지관련 서비스, 제품생산 업체들의 협회로써 85개의 가입회사로 이루어져 있으며, 세미나, 교육, 제품이나 서비스 정보를 제공하는 비영리 기관이다. ACE는 가입회사가 24개로 제조업체, 유통업체들의 협회로써 에너지 관리를 위한 lobby 기관이다. ESCO의 시장규모는 14조원 정도이고, 활동규모로는 연간 4000억원 정도가 된다. 매년 약 20%의 정도로 ESCO 시장이 성장하고 있다.

2.2.3 정부의 지원

정부의 Green Housekeeping계획에 ESCO를 적극 활용하도록 유도하고 있다.

에너지 부문은 1996년 3월말까지 1990년 에너지사용량의 15% 감축, 2000년까지 20% 감축을 목표로 하고 있다.

- 건물, 산업용 표준계약서 개발 ('96)
- 자금 지원
- 전력비에 wires charge를 반영, 투자재원 조성
- EST(Energy Saving Trust)를 설립, 투자재원 관리

2.3 캐나다의 현황

설립 및 활성화 배경은 미국과 유사하다.

2.3.1 ESCO 현황

CAESCO(Canadian Association of Energy Service Companies)는 50여 개 업체로 이루어진 기관으로, 에너지절약이행(성과) 계약을 수행하는 법적 중추기관이다. 또한 시장에 대한 교육, 산업 진흥, 자체 기준과 규격 마련 등 가입회원의 성장을 지원하기 위하여 설립되었다.

시장의 활동규모로는 연간 2,780억원 정도이고, 매년 30%의 성장률을 나타내고 있다.

2.3.2 정부의 지원

ESCO 활동지원을 위한 제도(법적 근거)를 마련하였으며, ESCO의 정의, 구비요건, 설립절차 등을 정비하였다. 또한 인증, 규율 위원회의 역할을 하는 ADC (Accreditation and Disciplinary Committee)를 설치하였다.

National Resources Canada에서는 자금 지원으로써 절약시설 투자비를 지원한다. 또한 신재생 및 에너지절약투자 활성화를 위해 세계개편을 작업 중에 있다.

2.4 일본의 현황

아직까지 ESCO제도는 도입되지 않았으나 1996년부터 성에너지센터 주관으로 「ESCO사업 도입 연구회」를 구성하여 도입 전 관련 제도 및 여건(표준계약서, 규약, 측정 및 평가 방법 등) 준비를 위한 연구작업 중인 상태에 있다. 1997. 10. 23 「ESCO사업 도입 연구회」 총회에서 연구결과 중간보고서를 발표하였으며, 이때 성에너지센터 요청으로 「한국의 ESCO 현황」에 대해 공단 기술이사가 강의한 바 있다.

Table 2-2 ESCO 사업도입 연구회 구성현황 (총 70~100명)

제도분과위	계약표준분과위	Case Study분과위
15 ~ 20인	15 ~ 20인	30 ~ 40인
법/규칙/금융제도	계약/계측/검증 규약	공공, 상업건물/ 산업시설의 사례
각 분과위원은 법률(변호사), 행정, 금융, 엔지니어링, 컨설팅, 에너지 관련, 종합상사, 공조설비, 건물관리 등의 전문가로 구성.		

2.5 기타 국가의 현황

그 외 EU 가입국(독일, 프랑스, 스위스, 룩셈부르크, 네덜란드, 벨기에, 스페인), 호주, 인도 등의 국가에서도 ESCO가 활동하고 있으며, 스위스의 경우, Landies & Gyr Corp는 각 국에 자회사를 설립하고, EBRD(European Bank for Reconstruction & Development)로부터 35%를 지원받아 앞으로 4년간 \$247 million의 사업을 시행할 계획이다.

3. 외국의 ESCO 활동사례

3.1 미국 유타주의 힐(Hill) 공군기지

3.1.1 개요

힐(Hill) 공군기지에서의 에너지절약 성과배분 계약은 12개의 국방성 건물들에서 행해진 에너지관리에 대한 교육기간동안 많은 관심을 불러 일으켰다. 이 기지의 940개 건물에 설치되어 있는 기존의 에너지 시스템들은 정부와 에너지절약 전문기업인 CES/Way간의 18년을 계약기간으로 하는 에너지절약성과 배분계약에 따라 개체될 것이다. 5개의 공사가 5년 내에 완공될 예정인데, 첫 번째 두 건의 공사에 대해서는 CES/Way가 실비로 2백5십만 달러를 제공한다. Utah Power & Light는 리베이트 8백만 달러를 제공해 계약자(설치자)가 초기투자비, 유지보수비, 이자들을 충당하는데 도움을 줄 예정이다. 나머지 경비는 정부의 에너지 절감액으로 보충된다.

힐 공군기지에서의 연간 에너지절약 잠재량은 첫 번째 공사와 두 번째 공사의 경우 \$250,000 ~ \$350,000으로 예상된다. 게다가 공군기지 전체의 고장난 스팀트랩을 교체하게 되면 연간 약 1백만 달러가 절감될 것이다. 또한 본 계약 하에 6개 이상의 추가적인 공사가 실시될 지도 모르는데 이 경우에는 총 1백만 달러의 에너지 절감액이 발생할 것으로 예상되고 있다. 현재 진행중인 첫 번째 공사의 경우 이미 절감량이 발생하고 있는데, 25개 건물에 대한 전기관련 에너지 효율향상 작업이 완료된 후 6개월 동안 이 건물들에서의 전기사용

량이 25% 감소하였다.

3.1.2 배경

힐(Hill) 공군기지는 솔트레이크시 북쪽의 사막지대에 위치해 있어 여름철과 겨울철의 기온차가 극심하므로 에너지 및 물을 절약할 필요가 있다. 조명기기 및 HVAC 시스템들의 에너지효율향상 프로젝트를 시행할 경우 상당한 에너지 절감이 가능할 것으로 예상된다.

이 공군기지는 다른 에너지절약조치들을 시행하기에도 적합한 독특한 특징들을 갖고 있는데, 예를 들면 기지 내부에 있는 공군화물 센터의 운용과 스팀공급시스템에도 에너지효율 향상 프로젝트가 적용될 수 있다. 수자원 관리 및 기타의 프로젝트들도 추가적인 에너지 절감량을 발생시킬 수 있을 것으로 예상된다.

3.1.3 프로젝트의 내용

본 계약에 따라 시행되는 첫 번째 및 두 번째 공사는 힐 공군기지 에너지 수요의 30%를 차지하는 조명기기와 HVAC 시스템들의 개체에 초점을 맞추었다. 힐 공군기지는 초기의 조명기기 개체에 의해 발생된 에너지 절감액을 축적했다가 아무 추가적인 비용 부담없이 기지전체에 대한 본 HVAC 효율향상에 투자하였던 것이다. 새로운 HVAC 시스템이 에너지절약형 조명보다 전반적인 에너지 절감량은 적지만 기존의 구형 HVAC 시스템이 워낙 낡아서 이러한 절감량은 상당한 의미가 있는 것이다.

힐 공군기지에서 사용되는 에너지의 약 3분의 2는 증기열 생산에 사용되고 26%는 스팀트랩의 기능저하로 손실되어 버리고 있었다. 따라서 이 스팀트랩들에 대한 진단과 모든 스팀트랩의 교체가 현재 진행중이다.

힐 공군기지는 공군화물센터를 가지고 있는 다섯 개의 공군기지들 중의 하나로써, 이 화물센터에는 비행기 부품들을 개조하는 3개의 공작실이 있다. 이 화물센터에 의해 사용되는 산업용 기계들은 (예를 들어, 전기도조, 부품 세척기, 페인트 부스(booth) 등) 많은 에너지를 집중적으로 소비하며 따라서 이 기계들의 에너지 소비절약 잠재력이 연구되고 있다. 공군재료사령부(Air Force Material Command)는 이러한 산업용 기계들의 개체에 에너지절약 성과배분 계약과 민간 유틸리티의 재원조달을 이용하는 것에 찬성하고 있으며 다른 기지에서도 이 성과배분 계약을 활용할 것을 검토 중이다.

힐 공군기지의 성과배분 계약은 프로젝트를 다음과 같이 네 개의 단계로 나누도록 되어 있다.

- (1) 기기들의 에너지 사용량에 대한 조사 및 진단
- (2) 에너지절약 잠재량 등 계약자(설치자)의 제안에 대한 평가보고서를 미국정부에 제출
- (3) 프로젝트의 시행
- (4) HVAC 시스템들에 대한 유지관리(필요시)

3.1.4 ESPC(ESCO를 위한 계약제도)계약의 이점

ESPC를 이용함으로써 힐 공군기지는 초기 투자비를 한푼들이지 않고서도 노후하고 비효율적인 에너지 사용기기들을 교체하여 에너지 비용을 절감하였을 뿐만 아니라 운전 및 유지관리비도 절감하여 자체 에너지절약 목표를 달성할 수 있었다.

3.1.5 프로젝트 수행에서 얻은 교훈

ESPC 프로젝트 수행을 통해 힐 공군기지는 제도 및 자원조달상의 문제들을 극복할 수 있는 방법을 찾아낼 수 있었다.

1) 계약의 범위가 확장될 수도 있다.

1995년 2월 힐 공군기지의 에너지관리자는 문제가 있는 스팀트랩 때문에 상당한 양의 에너지 손실이 발생하고 있다는 것을 발견하였다. 그러나 맨 처음 작성된 계약서에는 단지 전기절감만이 목표로 명시되어 있을 뿐 스팀트랩의 성능향상이나 개체는 명시되어 있지 않았다. 에너지공급사인 Utah Power & Light는 결국 조명기기와 스팀트랩의 개체를 모두 포함시킨 "혼합" 프로젝트에 대해 리베이트를 제공하기로 동의하였고, 이에 따라 모든 스팀트랩을 포함하는 새로운 공사가 준비되었다.

2) 계약소요기간이 단축될 수 있다.

ESPC의 사용은 보통의 계약에 소요되는 기간을 상당히 줄여주는 데, ESPC를 통한 "스팀트랩교체공사"에 의한 성과를 승인 받음으로

써 힐 공군기지는 국방성 계약소요기간을 18개월에서 7개월로 단축시켰다. 분석결과 계약승인기간을 11개월 단축시킴으로써 \$700,000 이상의 에너지 비용이 절약되었다.

3) 유지관리 인원이 보충된다.

국방성의 규모축소로 인해 힐 공군기지의 유지관리 스태프 수가 점차 감소되었으므로, ESPC에 따라 설치된 기기들을 계약자(설치자)가 유지관리하는 것은 매우 중요하다. 계약자(설치자)는 HVAC, 스팀트랩, 물보존 조치 등 모든 주요한 기기들의 설치를 5년 이내에 완료할 것이다. 계약자(설치자)가 에너지 절감이 발생하는 18개월 동안 기기를 "소유"하므로 계약서에는 이 기기들이 이 기간동안 계약자(설치자)가 유지 관리한다고 명시해야 한다.

3.1.6 향후 전망

힐 공군기지의 에너지관리자들은 ESPC와 관련하여 자기들이 개발해 온 절차들이 다른 연방정부 시설들에서도 보다 널리 채택되어져야 한다고 믿는다. 왜냐하면 이 계약은 확실히 시설경비와 사용에너지를 절감시켜 주기 때문이다. 에너지 효율 및 수자원 관리를 위해 계획되어 있는 혁신적인 기술들과 함께 힐 공군기지 ESPC 프로그램은 향후에 이루어질 계약들의 모델이 될 것으로 생각된다.

3.2 USPS (미국우편서비스) 시설

3.2.1 개요

USPS는 에너지절약 성과배분 계약(ESPC ; Energy Saving Performance Contract)을 체결한 첫 번째 미연방기구였다. 이 계약은 1987년 12월 캘리포니아 산디에고에 있는 USPS General Mail Facility의 조명기기 개체를 위해 Co-Energy Group와 맺은 것이었다. 이 지역의 유틸리티 회사인 San Diego Gas & Electricity도 상당한 리베이트를 제공하여 설치비용을 줄여주었다. 계약자(설치자)는 \$164,714를 투자하였고 정부가 절감액 중 갖게 되는 몫은 7년간 \$593,390이었다. 이 파일럿 프로젝트가 매우 성공적이었기 때문에 USPS는 추가적인 SES 프로젝트들을 추진하였다. 3개의 5개년 계약이 1992년 체결되었는데 계약자(설치자)가 투자하는 총 비용은 약 \$800,000이었고 총 에너지절감 발생량은 1백37만 달러에 달할 것으로 예상되었다. USPS는 이를 통해 약 \$145,000의 에너지절감액과 \$230,000의 운영 및 유지관리 비용을 실현할 수 있을 것이다. 1995년 8개의 ESPC 프로젝트가 추가적으로 체결되었는데 이들의 총에너지 절감 예상액은 2백만 달러 3백만 달러 사이가 될 것이다.

3.2.2 배경

USPS는 최근 미국의 연방조달법이 개정되기 전까지는 연방조달규정들에 관계없이 자유롭게 물자구매를 할 수 있었던 유일한 연방기구였다. USPS는 비즈니스 성격의 공공서비스를 제공하기 위하여 의

회의 승인 하에 자체 조달규정을 두고, 우편요금을 통한 수입증대와 자체적인 상품/용역 구입의 권한이 주어져 있는 독립적인 연방기구이다. USPS는 가능한 한 "최상의 가치"를 추구하여 상품과 용역을 구매하였다. 이러한 융통성 때문에 USPS의 계약담당직원들은 "최상의 가치"를 추구하면서 동시에 1992년의 에너지정책법(Energy Policy Act of 1992)에 명시된 연방정부조달 시 준수해야 하는 새로운 에너지효율 의무기준들 즉, 에너지소비, 에너지효율, 환경친화성 등을 고려하면서 ESPC를 시행하는데 아무런 문제가 없었다. USPS의 계약담당직원들은 제3자적 자금지원 방법에 따른 계약체결에 관한 한 만반의 준비가 되어 있었다.

3.2.3 프로젝트의 내용

산디에고의 조명기기 개체 프로젝트는 건축된 지 15년이 된 총 1.7백만 평방 피트의 3개 건물에서의 조명기반설비, 안정기, 램프, 반사갓, 제어기를 포함한다. 이후 USPS는 수많은 우편시설들에 대한 ESPC 프로젝트들을 감독해 왔다.

산디에고에서의 첫 번째 프로젝트 계약자(설치자)는 따라야 할 기술상의 지침을 명시하였다. 그 이후로 USPS는 계약 시에 계약자(설치자)에게 보다 많은 자유를 주고 "성과에 기초하는" 개체공사가 이루어지도록 격려함으로써 그들이 경험과 전문적인 지식과 기술에 기초하여 공사에 필요한 제안을 할 수 있도록 해 주고 있다. 또한 USPS의 이러한 접근방식은 공급자들이 자금조달상의 제안에 관해

융통성을 가질 수 있도록 해준다. 일반적으로 자금조달계획이 요구되어지는데 대개는 대안적인 자금조달계획과 함께 5개년 및 10개년 간 비용지불계획으로 낙착된다.

Table 3-1 USPS의 ESPC 계약장소 및 일자

계약일자	USPS의 ESPC 계약장소
1987년 12월	캘리포니아주 산디에고
1991년 11월	오클라호마주 오클라호마시
1992년 01월	로스엔젤레스 뉴올리언즈
1992년 03월	남부 메릴랜드
1995년 03월	뉴욕 처치(Church) 스트리트
1995년 04월	볼티모아
1995년 04월	포트랜드(55개 시설)
1995년 07월	인디애나(36개 시설)
1995년 07월	엔베스트(Envest) (79개 시설)
1995년 08월	포틀랜드 시범사업
1995년 09월	뉴저지
1995년 10월	세인트 폴 시범사업

3.2.4 프로젝트에서 얻은 교훈

USPS는 최근의 8년 혹은 9년간 에너지 소비를 절감함으로써 발생된 절감비용을 분담하는데 있어서의 자금과 관련된 문제들을 성공적으로 극복하였다. 이는 다양한 방법을 통해 달성되었다.

1) 전략적인 계획작성이 필요하다.

USPS는 대안적인 자금지원 메커니즘(ESPC)을 중심으로 하는 에너지 효율에 대한 전략계획을 개발하였다.

2) 교육이 필요하다.

전 USPS 국가에너지조정자(National Energy Coordinator)는 한 논문에서 ESPC와 같은 에너지절약 프로젝트에 대한 대안적인 자금조달의 경제적 가치를 논하고 자금조달과 관련해 프로젝트를 수행하는 방법을 설명하였다. 이 논문 사본 한 부는 USPS의 자금담당직원들에게 참고자료로 배포되었다. 이외에도 에너지 프로젝트에 대한 제3자적 재원조달의 개념이 USPS가 여러 차례 개최한 회의와 세미나에서 논의되었었다.

3) ESPC 프로젝트의 시행 필요성에 대한 내부적인 설득이 필요하다.

USPS가 ESPC를 체결하기 전 해당 설비와 지역차원에서 운영, 유지, 자금부서 대표자들이 공동으로 서명해야 하는 "ESPC 시행 필요성(Justification of Expense)"이라는 문건이 준비된다. 이 문건은 ESPC와 관계될 수 있는 조직내부의 모든 해당 스태프들에게 제 3자적인 재원조달이 필요하고, 이러한 프로젝트가 계획되고 있다는 것을 알리기 위한 것이다. 프로젝트 초기단계에 이렇게 주요 해당부서 대표자들을 포함시킴으로써, 이들의 지원을 약속받을 수 있고 효율적인 프로젝트 평가와 시행이 가능하게 된다.

4) 조달담당관들과의 유대관계 형성이 필요하다.

USPS 본부와 지부에서 모두 지역 에너지 조정자들과 지역 조달담당관들 사이의 강한 유대관계 형성이 필요하다. 이 두 그룹은 함께 교육에 참여해 현장에서 일하는 인력들에게 다른 지역에서는 ESPC 프로젝트가 어떻게 수행되었는지를 교육시킨다. 팀구성을 통한 이러한 접근방법은 구매부서에게 일찌감치부터 자기들이 프로젝트에 소속돼 있다는 인상을 주게 됨으로써 자기들이 프로젝트를 "소유"하고 있다고 느끼게끔 하는 역할을 한다.

5) 유틸리티회사들과의 협력관계가 필요하다.

에너지 정책법을 검토했을 때 USPS는 법이 요구하는 충분한 인력과 돈을 갖고 있지 못하다는 것을 깨달았다. 그러나 USPS는 ESPC와 유틸리티 서비스활동 사이에 강한 관련성이 존재한다는 것을 알게 되었다. USPS는 그 동안 유틸리티 회사들과 좋은 협력관계를 형성해 왔으며 이러한 협력관계를 이용해 행정명령(Executive Order) 제12902호의 요구조건에 대응하기 위한 USPS "에너지 시범사업(Energy Showcase)"을 새로 만들었다. 지금까지 USPS는 7개의 잠재적인 "시범사업"을 지정하였고 대안적인 자금조달 메커니즘(ESPC)이 포함된 2개의 유틸리티 협력협정에 서명하였다. 또한 유틸리티와의 협력은 USPS가 하나의 계약 하에서 여러 개의 시설들을 다룰 수 있는 좋은 방법을 제공해 준다.

6) 사내외 홍보가 필요하다.

USPS 프로젝트들은 미국 에너지성의 연방 에너지 효율상(Federal Energy Efficiency Awards) 후보로 지정되었는데 이 상은 ESPC와 관련된 우수 프로젝트나 개인에게 수여하는 상이다. 또한 USPS는 구매, 유지관리, 자금조달 분야의 사내 직원들에게도 ESPC 관련 프로젝트를 효과적으로 홍보하였다.

3.2.5 ESPC 이용 프로젝트의 혜택

USPS는 ESPC를 효과적으로 이용함으로써 비효율적인 에너지 사용기기들을 교체하고 유틸리티 및 유지관리비를 줄였으며, USPS가 수립해 놓은 자체 에너지절약목표 달성에 기여하였다.

3.2.6 향후 전망

현재 가장 큰 장애물은 한 사람이 조직 전체를 위해 ESPC 관련 프로젝트를 진행하도록 하지 말고 이 책임을 분산시켜 정상적인 비즈니스 관행 속에 통합시키는 일이다. 이미 시범사업(showcase)이나 공개 경합 프로젝트를 위해, 그리고 하나의 시설 혹은 수 개의 시설에 대해 유틸리티사와 거래하기 위한 용도로 표준 계약 문건들이 개발되어 있다. 이 문건들은 이해하기도 쉽고 사용하기도 쉬우므로 앞으로 표준 운영절차가 될 것으로 예상된다. 2단계 시행과정을 통해 이러한 요건들은 표준계약서와 함께 구매부서로 넘겨져 시행되게 된다.

아이오와주의 Des Moines, 뉴욕주의 Jamaica, 위스콘신주의 밀워키, 오кла호마주의 털사(Tulsa)에 있는 USPS 시설들에 대한 ESPC 프로젝트가 계획중이거나 진행중이며, 플로리다주의 로더데일, 루지애나주의 뉴올리언즈에서는 보네빌 파워(Bonneville Power), 나이아가라 파워(Niagara Power), 파시피코프(pacificorp), Pacific Gas & Electric 등과의 협력 프로젝트들과 "에너지 시범사업(Energy Showcase)"들이 계획되어 있다.

3.3 자유의 여신상 유적

3.3.1 개 요

본 에너지절약 성과배분 계약은 에너지절약형 고효율 조명기기, 가변속도제어 구동장치, 에너지관리 제어시스템을 설치하여 기반설비의 에너지효율을 향상시키는데 초점을 맞추고 있다. 계약자(설치자)인 CES/Way는 1백만 달러를 투자하였고 에너지공급사인 Public Service Electric & Gas Company가 1백3십만 달러의 리베이트를 제공하였다. 본 프로젝트로 인한 에너지절감 잠재량은 연간 약 40억 Btu 이고 이중 75%는 Ellis 섬에서 나오는 것이다.

3.3.2 배 경

Ellis 섬과 자유의 여신상이 있는 근처의 Liberty 섬, 이 두 개의 섬을 합해 '국립 자유의 여신상 유적'이라 부르는데 Ellis 섬은 1808년 이후 미국 정부 소유가 되었고 1892년에서부터 1943년까지는 미국 입국 이민자들의 최초 기착지 역할을 하였다. Ellis 섬은 현재 내무성의 국립공원서비스(NPS)에 의해 박물관으로 관리되고 있다.

Ellis 섬에는 박물관, 도서관, 사무실, 카페테리아가 포함된 입국 이민 건물 박물관과 중앙기계실의 두 개의 건물이 있다. Liberty 섬에는 자유의 여신상과 별도의 관리사무 건물이 있는데 이 여신상 내부에는 바닥 층에 박물관과 기타 설비들이 있다.

본 프로젝트는 1992년 본 유적지에 미국 에너지성 인사들이 방문했을 때 시작되었는데, 본 유적지 총 관리자가 이 유적지 유지에 소

요되는 막대한 에너지 비용을 줄이는 방안에 대한 관심을 피력하자 에너지성 인사들과의 논의 끝에 에너지 절약을 위한 계획을 수립하게 된 것이다.

3.3.3 프로젝트 내용

다른 에너지절약 성과배분 계약에서처럼 프로젝트를 진행하기 전에 고객(정부)의 요구가 무엇인지 파악하는 것이 중요하였다. 정확하고 신속한 경제성 분석에 의해 에너지비용 절감량과 투자비회수기간 추정치가 나왔다. 국립 자유의 여신상 유적은 설비의 에너지효율 향상에 의해 발생된 에너지 절감액 중 적절한 금액을 공사 시행자 측에 돌려준 좋은 사례이다.

공사의 초점은 에너지절약형 고효율 조명기기, 가변속도 제어형 구동기 및 에너지관리 제어시스템 등을 설치함으로써 기반시설의 에너지 효율을 향상시키는 것이었다. 이러한 에너지 절약기기들은 조명기기를 제외하고는 최신식 발전소에 있는 컴퓨터를 통해 관리된다. 계약자(설치자)는 설치된 모든 기기들을 15년간의 계약기간동안 유지·관리하게 된다.

3.3.4 ESPC 프로젝트 채택에 따른 혜택

이 유적은 초기자본을 한푼도 투자하지 않고 오래된 기기들을 수년동안 작동할 수 있는 새로운 기기들로 교체하였다. 본 프로젝트는 기반시설의 성능을 향상시켰을 뿐만 아니라 국립 자유의 여신상 유

적이 1992년에 제정된 Energy Policy Act 기준을 충족하는데 기여하였다.

3.3.5 프로젝트 수행에서 얻은 교훈

프로젝트 수행기간 동안에 얻어진 다음과 같은 교훈들은 이후 보다 수월하고 세련된 ESPC 프로젝트 기획 및 시행에 도움이 되었다.

1) ESPC에 정통한 충분한 수의 프로젝트 담당직원이 필요하다.

대상설비의 규모가 비교적 작은 데도 불구하고 프로젝트 기술/계약 담당 직원수가 너무 적은데다가 ESPC에 익숙하지 않았고 또한 설비자체의 독특한 특징때문에 프로젝트 시행기간이 연장되게 되었다. 따라서 미국에너지성과 국립 신재생 에너지연구소가 기술적 타당성 검토, 계약방법의 개발 및 실행, 프로젝트의 시행 및 협상, 프로젝트 운영 등 프로젝트 수행의 여러 면에서 국립공원서비스(NPS) 직원들을 지원하였다. DOE와 국립재생에너지 연구소는 DOE가 개발한 성과 배분계약 모델 신청방법 및 신청양식을 제공하고 NPS에 대해 프로젝트 개발을 지원하는 한편, 프로젝트 실행을 위해 기술 및 계약상의 지원을 제공하였다.

2) 박물관의 조명기기 설치에는 특별한 고려가 요구된다.

NPS는 본 프로젝트의 시행에 따른 가시광선 및 자외선의 수준에 대해 우려하였다. 계약자(설치자)는 Ellis 섬과 Liberty 섬에 있는 모

든 박물관들에 전시되어있는 전시품의 보존을 위해서 충분한 가시광선 및 자외선이 발생되도록 공사해 줄 것을 요구하였다. 계약이 성사되기 전에 CES/WAY는 제안된 조명기기 교체공사가 조도의 미치는 영향을 판단하기 위해서 다양한 모형들을 만들었다. 방문자들이 전시물들을 감상하기 위해 얼마나 많은 조도가 필요한지는 물론 조명에 의한 분위기 연출도 고려되었다. 시설에 필요로 하는 것들이 충족되기 위해서는 계약이전에 이러한 고려사항들에 대해 서로 정직하게 협의하는 것이 필요하다. 특히 Ellis에서처럼 공사의 성격이 독특한 경우에는 말할 것도 없다.

3) 프로젝트의 규모를 줄일 필요가 있다.

자유의 여신상으로부터 맨해튼 섬 쪽으로 비쳐지는 빛은 유명한 구경거리이다. 본 프로젝트가 여러 가지 기술들의 믹스와 전체적인 개조에 의해 포괄적으로 여겨졌음에도 불구하고 여신상의 외부조명에 에너지 효율에 있어서는 아무런 향상도 이루어지지 않았다. NPS 측은 자유의 여신상의 역사적인 성격과 조명에 비추어진 여신사의 시각적 효과를 유지할 필요가 있다고 판단하였기 때문에 외부조명에 대한 변화는 계약서에 포함시키지 않았다.

4) 프로젝트 담당 직원들에게 대상설비에 적용될 에너지 절약 기술에 대해 충분한 사전교육을 시켜야 한다.

박물관에 대한 적절한 조명수준을 판단하는 기준은 어떤 설비의

개체작업에 관여해서 일할 직원들과 조기에 협의를 하는 것이 얼마나 중요한지를 의미한다. 담당직원들에게 충분한 사전교육을 시킴으로써 대상 설비에 적용될 새로운 에너지 절약 기술의 특징을 그들이 숙지하게 함으로써 고객들이 가질 수 있는 불만을 줄일 수 있을 것이다.

3.3.6 향후 전망

계약자(설치자)는 국립 자유의 여신상 유적에 대해 에너지 관리제어 시스템에 포함될 수도 있는 부가적인 기계 같은 추가 공사를 제안할 것으로 예상된다.

본 프로젝트는 유명한 곳에서 시행되었기 때문에 에너지절약기술의 성공적인 보급을 촉진하는 역할을 해왔다. 어떻게 에너지 관련시설들의 에너지효율이 향상되었는지에 대해 많은 질문이 접수되었고 에너지효율이 향상된 설비 자체가 구경거리가 되었다. 이 설비를 에너지 절약의 모델케이스로 하자는 의견들도 있었다. DOE의 FEMP(연방에너지관리프로그램)는 NPS와 공동으로 본 프로젝트를 다른 유사설비들에 대해서도 확대 시행할 예정이다.

3.4 루지애나주의 포트폴크(Fort Polk)

3.4.1 개 요

1994년 1월31일 미국 현치빌 사단 육군 공병단은 루지애나주 포트폴크의 관사에 대해 4,000개 이상의 HVAC(공조시스템)의 개체에 대한 에너지절약 성과배분 계약을 체결하였다.

캘리포니아주의 산타모니카(Santa Monica) Co-Energy Group은 지난 20년간 1,800만달러에 달하는 프로젝트를 수주한 성공적인 에너지절약전문기업이다. 이 지역 에너지공급사인 Louisiana Power & Light도 포트폴크에 설치되는 4,003 개의 지열이용 히트펌프에 대해 개당 5달러의 리베이트를 제공하고 있다. 미 육군사령부는 본 프로젝트의 또 다른 파트너이다.

포트폴크 단지 전체의 연간 유틸리티 비용은 1,300만 달러로 이중 절반은 관사가 소비하는 것이다. 본 프로젝트에 의한 개체작업시 연간 500만 달러의 유틸리티 비용이 감축될 것으로 예상되었다. 정부는 계약기간 중 발생하는 총 1억 2백만 달러의 예상절감액중 22.5%를, CO-Energy Group은 77.5%를 배분받기로 하였다.

3.4.2 배 경

포트폴크는 루지애나주 중서부에 위치해 있는데 이 지역은 여름철 온도가 높아 에어컨에 의한 에너지 소비량이 가장 크다. 몇몇 관사에 설치된 HVAC 시스템이 너무 작고 기능이상도 자주 발생하는 데다 대부분이 이미 수명이 다 한 것들이라는 것이 밝혀졌다. 본 프로

젝트는 총 4,003개에 달하는 관사에 설치되어 있는 기존의 시스템들을 밀폐형 지열이용 히트펌프로 교체하는 것이었다. 이러한 신형의 히트펌프들은 에너지 효율이 높을 뿐만 아니라 유지관리도 용이한 제품들이다. 성능이 개선된 주택용 히트펌프들은 연료소비 감소와 용이한 운전 및 유지관리에 의해 에너지를 절감하게 되는 것이다.

맨 처음에는 주택의 HVAC 시스템만 개체하도록 계약이 되어 있었으나 계약자(설치자)가 포트폴크에 추가적인 에너지절약 조치들을 제안하도록 권유되었다. 따라서 본 프로젝트의 일부로서 수많은 다른 에너지절약 기기들의 설치와 개체작업이 포함되게 된 것이었다.

3.4.3 프로젝트의 내용

정부는 기기의 수명이 다할 때까지 가장 많은 비용절감을 가져올 수 있는 에너지 기기를 설치할 에너지절약전문기업을 찾고 있었다. 뉴햄프셔의 Cold Regions Research Engineering Laboratory가 자금을 조달하는 시범 프로그램이 5기의 지열이용 히트펌프 설치와 함께 1989년 포트폴크에서 시작되었다. 몇 년간의 시험기간을 통해 이 에너지원이 air-to-air 히트펌프보다 40% 더 에너지 소비가 적다는 것이 밝혀졌다. 이러한 이유 때문에 이 기술이 포트폴크 프로젝트에 채택되었다. 이 기기들의 설치는 3년 안에 완료될 계획이었다.

계약서 서명 후 4개월 동안 Co-Energy Group이 주택들에 설치된 모든 HVAC 시스템의 운영 및 유지관리 책임을 맡았다.

계약자(설치자)가 제안한 부가적인 프로젝트들로서 각각의 주택들

에 다락과 온수기 주변에 대한 단열을 새로이 하고, 누수방지, 온수 공급을 위한 과열기, 보다 에너지효율이 높은 옥내 및 옥외 조명, 물 절약형 샤워헤드 등을 설치하였다.

3.4.4 에너지절약 성과배분 계약에 따른 혜택

포크폴트의 성과배분계약은 노후한 기기들의 교체, 유틸리티비용 및 운영유지비를 절감함으로써 국방성(DOD)의 에너지절약목표에 기여하는 것이었다.

포크폴트 프로젝트에 의해 이산화탄소 32,000톤, 이산화황 145톤, 질산화물 86톤의 배출이 감소되고 57,000 배럴의 석유사용량이 줄 것으로 예상된다.

포크폴트 프로젝트 팀원 6명은 본 계약성사를 통해 에너지와 물을 절약하는데 있어 공로를 인정받아 에너지성으로부터 1995년도 "연방 에너지 및 수자원 관리상"을 수상하였다.

3.4.5 프로젝트 수행에서 얻은 교훈

포트폴크 프로젝트를 통해 에너지절약 성과배분 계약의 시행에서 나타날 수 있는 장애물들을 극복할 수 있는 다음과 같은 교훈을 얻을 수 있었다.

1) 성과배분계약제도의 경제성이 입증되었다.

계약자(설치자)는 처음에는 새로운 지열이용 히트펌프 설치에 대한 투자비 회수가, 제시된 기간 내에 가능할 것인지에 대해 우려하

였다. 그러나 결국 계약자(설치자)는 본 계약에서 제안된 HVAC 시스템에 부가적인 에너지효율 향상조치를 제안하였고 또한 HVAC 프로젝트 이외에도 포트폴크 에너지 소비효율 향상을 위해 경제적으로 수행될 수 있는 다른 부가적인 프로젝트들을 조사해 달라고 요청하기까지 하였다. 정부는 사전에 모든 가능한 에너지절약 조치들을 조사하지 않았었고, 정부와 계약자(설치자) 모두에게 혜택이 될 수 있는 새로운 조치들을 결정하는 것은 계약자(설치자)의 몫이었다. 부가적인 에너지절약 프로젝트들을 설치해달라는 계약자(설치자)의 제안들은 모두 수용되었고, 이들도 HVAC 시스템의 설치와 함께 프로젝트의 한 부분을 이루게 되면서 포트폴크 전체 프로젝트의 경제성이 명확히 입증되었다.

2) 대규모 기기구입의 이점.

계약자(설치자)가 본 프로젝트 수행을 위해 4,000개 이상의 지열이용 히트펌프를 주문하였기 때문에 기기 제조자는 사전에 기기조립을 주문 받았다. 직접 제조업자와 협의를 진행하면서 계약자(설치자)는 기기효율을 극대화할 수 있었고 이것은 히트펌프 투자비회수기간을 보장해주는 역할을 하였다.

3) 거주주택들에 대한 효율적인 공사 스케줄의 작성이 필요하다.

대다수의 세대들이 거주하고 있는 상태로 개체공사가 진행돼야 했기 때문에 주민들의 정상 스케줄에 지장을 줄 수 있었다. 따라서 비

거주세대의 주택들에 대해 공사가 먼저 진행되었고, 주민들의 정상적인 생활에 지장을 최소화하도록 전기, 가스, 물 등의 유틸리티의 중단이나 기기들의 정지가 이루어지도록 스케줄이 짜여졌다. 이것은 또한 기기설치가 완료되기 전에 에너지 제어 시스템이 손상되는 것을 방지하는 역할도 할 수 있다.

3.4.6 향후 전망

미육군 공병단은 앞으로 포트폴크에서의 모든 프로젝트들에 사용될 수 있는 광범위한 에너지절약 성과배분 계약을 신청하였다. 각각의 새로운 프로젝트들에 대한 세부사항들이 이 계약신청 패키지에 포함되어 있기 때문에 이를 활용하면 향후의 포트폴크에서 수행될 어떤 추가적인 공사나 관련 프로젝트의 계약도 쉽게 이루어질 수 있을 것이다.

현재 몇 가지 새로운 기술들을 추가적으로 포트폴크 단지 전역에 사용할 것을 고려 중에 있다. 이러한 계획은 현재 구상단계에 있는데 이러한 프로젝트들도 에너지절약 성과배분 계약을 활용해 실시될 수 있을 것이다.

포트폴크에서의 지열이용 히트펌프에 대한 초기 조사를 시작했던 엔지니어는 각각의 세대마다 계량기를 달아 히트펌프의 효율과 세대마다의 에너지 사용량을 판단하자는 제안을 하였다. 미국 에너지성은 이 모니터링 프로젝트에도 자금을 지원해 줄 것을 고려중이다.

4. 국내 ESCO 적용가능 모델 및 경제성 분석

4.1 폐열회수를 통한 저온용 흡수식 냉동기 가동

4.1.1 개요

C사(제철공장)은 생산공정 내에 많은 양의 스팀이 이용되고, 그 결과 상당량의 응축수가 발생된다. 이 같이 발생된 응축수의 폐열은 사용처가 없어 이에 대한 열회수가 없을 뿐 아니라, 냉각을 위해 냉각탑으로부터 냉각수를 순환시켜 Fig. 3-1과 같이 약 50℃의 응축수 탱크온도를 유지하고 있다.

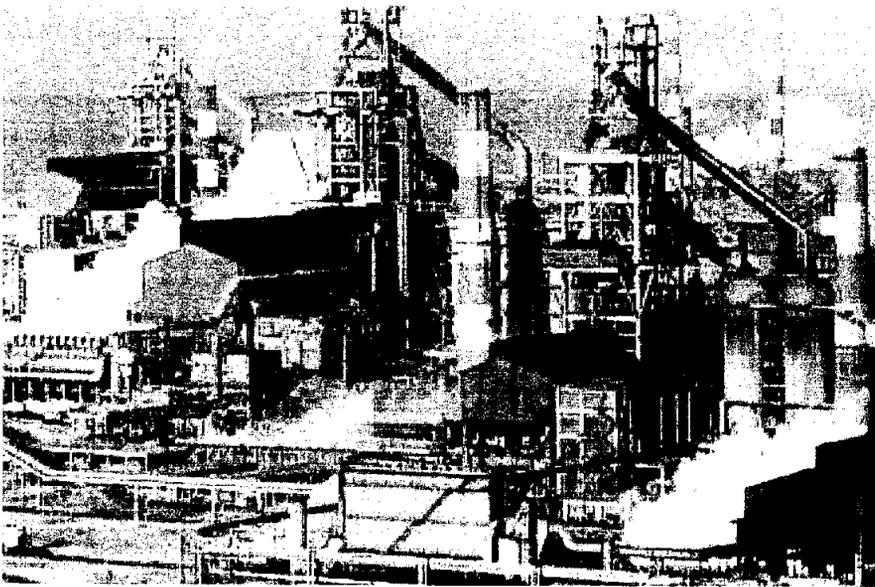


Fig. 4-1 생산과정에서 다량의 증기가 발생하는 제철소

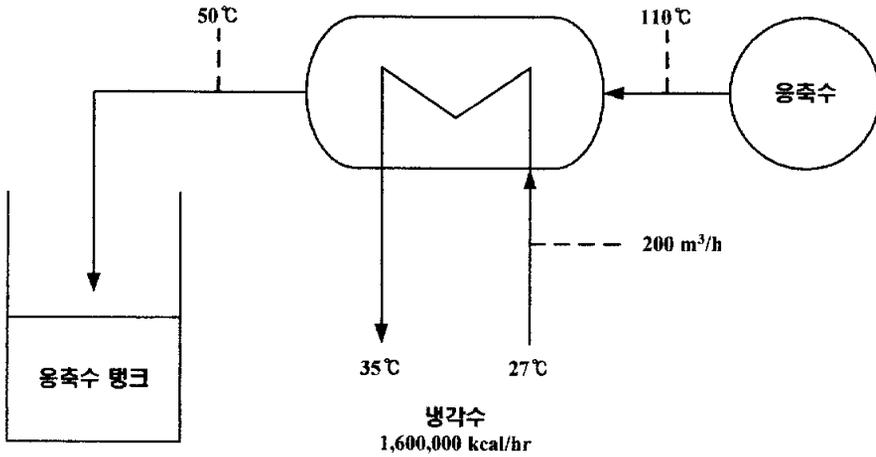


Fig. 4-2 C사의 기존 생산공정에서의 냉각라인

4.1.2 문제점

발생되는 응축수는 온도가 높고 그 양도 일정량 이상을 유지할 뿐 아니라 오염이 없어 회수가 용이함으로 이에 대한 사용처만 개발된다면 매우 효율적 열원으로 사용이 가능하나 현재는 전혀 회수되지 않고 있다. 그 결과 이에 대한 별도의 냉각용 냉각수 사용이 필요하고 반송용 동력이 낭비되고 있다.

- 응축수 열량 無用, 냉각수 순환용 반송동력 낭비
- 냉각탑 냉각수에 의한 제거 열량 1,600,000 kcal/hr

4.1.3 개선대책

응축수 자체의 보유열 일부를 저온용 흡수식 냉동기의 열원으로 이용하여 냉동능력을 발생시킨다.

발생된 냉동능력으로 5°C 냉수를 생산하고, 생산된 냉수를 이용하여 기존 냉각공정의 냉각열량 일부를 대체하여 기존 냉동기의 전력을 절감하고, 기존 냉각수의 필요 방열량을 감소시킨다.

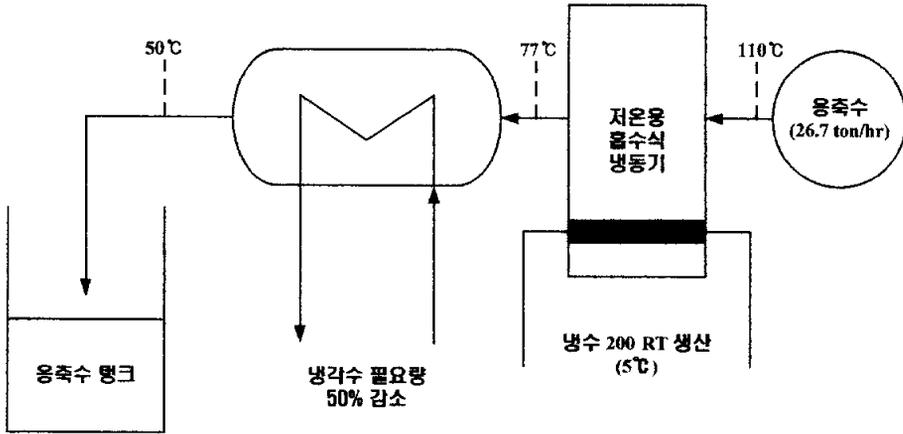


Fig. 4-3 C사의 개선후 생산공정에서의 냉각라인 (a)

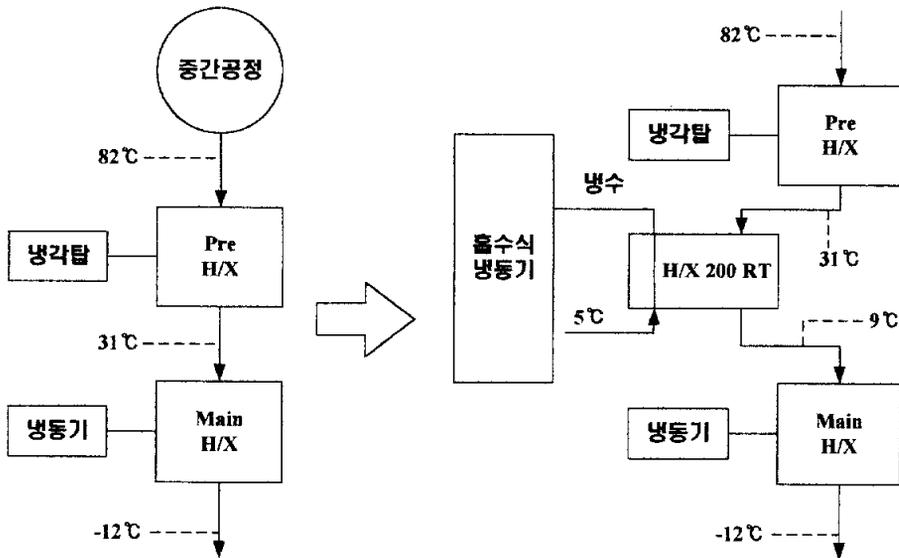


Fig. 4-4 C사의 개선후 생산공정에서의 냉각라인 (b)

4.1.4 기대효과

1) 계산기준

- 적용 흡수식 냉동기 : 냉동능력 200 RT, COP 0.7
(C사의 1중 효용 흡수식 냉동기 자료기준)
- 기존 냉동기 성능 : Chilled 냉동기 COP 2.3 기준

2) 생산냉동능력

- 냉동능력 = 응축수량×비열×온도차×흡수식 냉동기 COP
$$= 26,700 \times 1.0 \times 33 \times 0.7$$
$$= 616,770 \text{ kcal/hr} = 204 \text{ RT} \approx 200 \text{ RT}$$

3) 연간절감전력

$$\begin{aligned} &= \text{냉동능력 kcal/hr} \div (860 \text{ kcal/kWh} \times \text{COP}) \times \text{가동시간} \\ &= 616,770 \div (860 \times 2.3) \times 7,920 \\ &= 2,469,575 \text{ kWh/year} \end{aligned}$$

4) 절감액 = 연간절감량 kWh/년 × 61원/kWh

$$\begin{aligned} &= 2,469,575 \times 61 \\ &= 150,644 \text{ [천원/year]} \end{aligned}$$

5) 투자비 = 325,000 천원

- 흡수식 냉동기 200 RT × 1대 : 75,000 천원
- 열교환기 × 1대 : 100,000 천원

• 설치비 : 150,000 천원

6) 회수년 = 투자비 / 절감액 = 325,000 / 150,644 = 2.2년

4.2 장비개선을 통한 에너지 절감

4.2.1 현황 및 문제점

공기압축기의 원단위를 측정하여 비교한 결과 압축공기의 원단위가 매우 저조하다.

Table 4-1 왕복동 압축기와 Screw 압축기의 원단위 비교

항목	왕복동 압축기			Screw 압축기		
	1호기	2호기	3호기	1호기	2호기	3호기
정격동력 (HP)	200	200	200	75	75	75
측정동력 (kW)	126	132	138	60	60	58
설치년도	1981. 7			1996. 9		
설계원단위 (kWh/Nm ³)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
측정원단위 (kWh/Nm ³)	0.163	0.162	0.157	0.125	0.120	0.128
평균원단위 (kWh/Nm ³)	0.161			0.124		

4.2.2 개선대책

노후한 왕복동 압축기를 터보형 압축기로 교체하고, 신규 압축기의 효율개선 효과로 기존 200 HP 3대를 400 HP 터보 압축기 1대로 교체 가능하게 되었다. 예비용으로 기존 1대는 유지한다.

터보 압축기는 압축기 흡입부에 vane 제어 장치가 설치되어 무부

하 운전없이 용량제어가 가능하다.

4.2.3 기대효과

1) 계산기준 (기존 200 HP 3대를 400 HP 터보 압축기 1대로 교체)

· 기존 왕복동 압축기 원단위 : 0.161 (kWh/Nm³)

· 교체 터보 압축기 원단위 : 0.100 (kWh/Nm³)

2) 절감률 = (기존 압축기 - 개선 압축기) / 기존 압축기

$$= (0.161 - 0.100) / 0.161 \times 100\% = 37.9\%$$

3) 절감량 = 평균부하 kW × 절감율

$$= (126 + 132 + 138) \times 0.379 = 150 \text{ kW}$$

4) 연간절감량 = 절감량 kWh × 가동시간(h)

$$= 150 \times 7000 = 1,050,000 \text{ kWh}$$

4) 절감액 = 연간절감량 kWh × 61 원/kWh = 1,050,000 × 61

$$= 64,050 \text{ [천원/year]}$$

5) 투자비 = 130,000 천원

6) 회수년 = 투자비 / 절감액 = 130,000 / 64,050 = 2.0년

4.3 시스템 공정 개선

4.3.1 현황 및 문제점

A사 공장동에는 4대의 공기압축기가 설치되어 있으며, 이들 공기압축기의 운전시 발생하는 열을 제거하기 위해 냉각수 순화구조와 냉각탑이 설치되어 있다.

펌프의 동력은 양정과 유량의 곱에 일차함수의 형태로 비례한다. 본 사업장의 경우 옥상에 설치된 냉각탑으로부터 유출되는 냉각수는 자체의 위치에너지를 이용하지 못하여, 지하 저장조에 버려지고 있고, 그 결과 그 수두에 해당되는 만큼의 유용에너지가 낭비되고 있다.

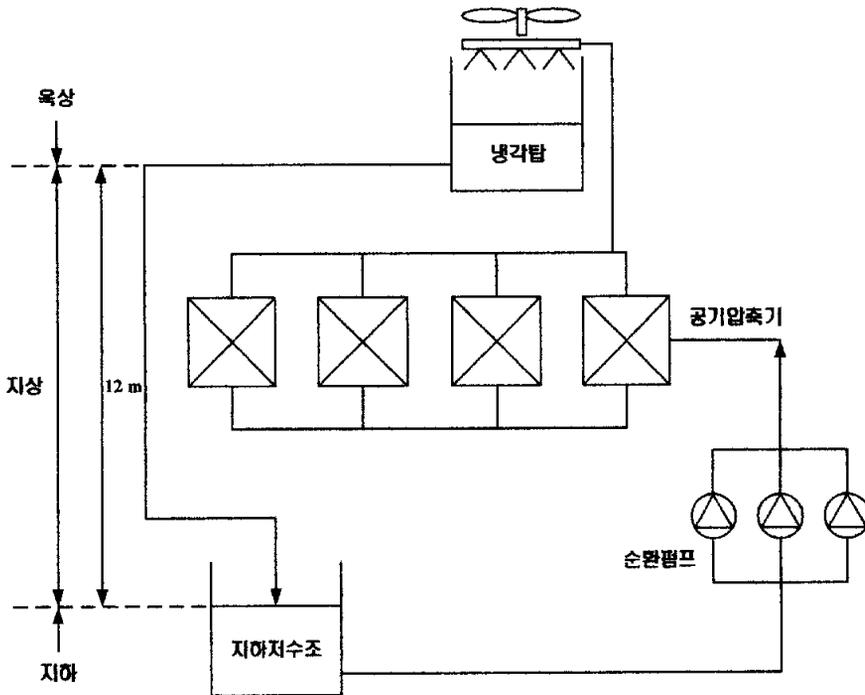


Fig. 4-5 A사의 기존 냉각탑 라인

4.3.2 개선대책

옥상에 설치된 냉각탑에서 방출되는 냉각수를 냉각수 순환펌프의 흡입에 직결하여, 옥상에서 저장조까지의 자연수두를 펌프동력의 일부로 이용토록 구성함으로써 펌프 동력을 절감한다.

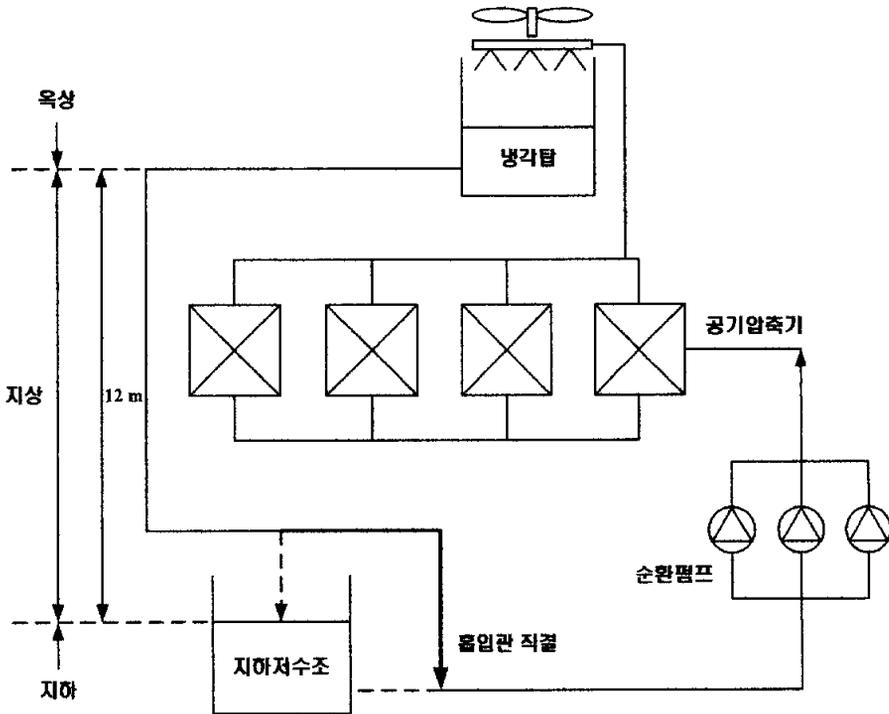


Fig. 4-6 A사의 개선후 냉각탑 라인

4.3.3 기대효과

1) 계산기준

- 냉각탑 토출관을 냉각수 순환펌프의 흡입관에 직결구조로 변경

$$\begin{aligned} 2) \text{ 절감량} &= \text{냉각탑 펌프부하 kW} \times \text{감소양정} / \text{평균양정} \\ &= (44.2 + 50.3) \times 12.0 / 38.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ 연간절감량} &= \text{절감량 kW} \times \text{가동시간 h} \\ &= 29.2 \times 7,848 \\ &= 229,162 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ 절감액} &= \text{연간절감량 kWh} \times 61\text{원/kWh} \\ &= 229,162 \times 61 \\ &= 13,980 \text{ [천원/year]} \end{aligned}$$

$$5) \text{ 투자비} = 10,000 \text{ 천원}$$

$$6) \text{ 회수년} = \text{투자비} / \text{절감액} = 10,000 / 13,980 = 0.7\text{년}$$

4.4 인버터 적용

4.4.1 현황 및 문제점

공장 내에는 폐수처리장이 설치되어 발생하는 오수를 정화 처리하여 하수로 방류하고 있다.

유입되는 폐수의 양은 계절에 따라 크게 변화하나, 이를 산화 처리하기 위한 폭기조의 폭기량은 일정 유량과 압력으로 정운전되고 있다. 즉, blower에 의한 폭기량은 최대 유입계절의 최대 폐수량을 처리하기 위한 기준으로 시설되어 그 이외에 계절에는 필요 이상의 가압공기가 생산되어 폭기조로 공급되고 있다.

4.4.2 개선대책

유입 폐수량의 변화에 따라 폭기량을 제어하기 위해 인버터를 적용하였다.

- 유입 폐수량의 변화에 따라 스크린탱크 수위레벨 변화
- 스크린탱크의 수위변화를 레벨센서로 감지
- 레벨센서로 감지된 수위변화 신호를 인버터의 입력신호로 공급
- 입력신호에 비례하여 blower의 풍량제어, 풍량 감소량만큼의 blower 동력 절감

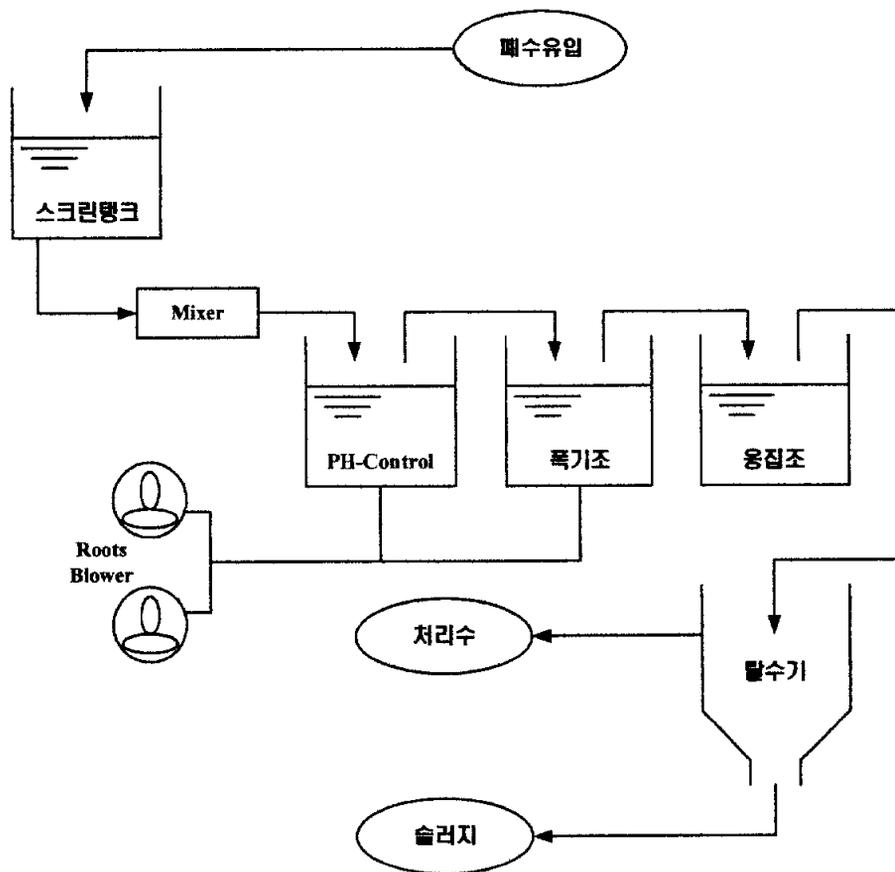


Fig. 4-7 G사의 기존의 폐수처리장 라인

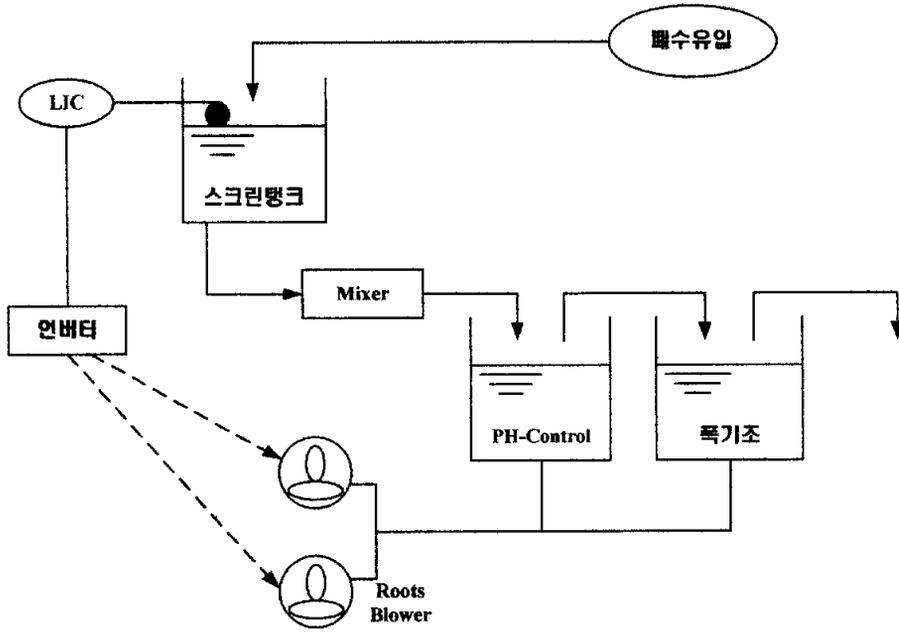


Fig. 4-8 G사의 개선후 폐수처리장 라인

4.4.3 기대효과

1) 계산기준

· 폭기량 절감율 : 37.1%

2) 절감율 = 폭기량 점감율

$$= 37.1\%$$

3) 절감량 = 평균부하 kW × 절감율

$$= (56.6 + 47) / 2 \times 0.371$$

$$= 50.8 \times 0.371$$

$$= 18.8 \text{ kW}$$

4) 연간절감량 = 절감량 kW × 가동시간 h

$$= 18.8 \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ d} \times 12 \text{ m}$$

$$= 162,432 \text{ kWh}$$

5) 절감액 = 연간절감량 kWh × 61 원/kWh

$$= 162,432 \times 61$$

$$= 9,910 \text{ [천원/year]}$$

6) 투자비 = 15,000 천원

7) 회수년 = 투자비 / 절감액 = 15,000 / 9,910 = 1.5년

4.5 공조시스템의 개선

4.5.1 현황 및 문제점

K사는 공장 내 작업자의 개인 난방을 위해 2대의 터보냉동기와 9대의 중앙식 공조기가 설치되어 있다. 그러나 공조구역에서 환기되어 공조기로 반송되는 공기의 온도가 외기 온도보다 높아 이를 실내 적정 급기상태로 낮추기 위한 냉방부하가 전외기 방식보다 오히려 증가된 상태로 가동되고 있다.

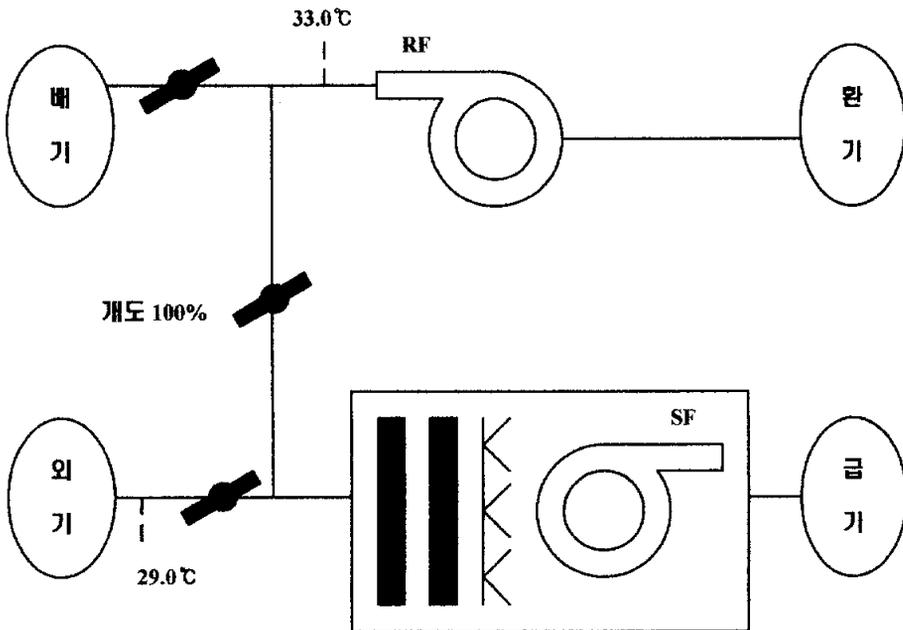


Fig. 4-9 K사의 기존의 공조시스템 라인

4.5.2 개선대책

냉방시 공조구역에서 환기되는 공기온도가 외기온도보다 높아 공조기에서 불필요한 에너지가 낭비되고 있으므로 환기되는 공기를 전량 배기하고, 외기를 100% 도입하여 공조토록 하는 전외기 방식으로 운용되도록 하였다.

Table 4-2 개선에 따른 냉방부하 경감

구분	외기	환기	급기	기조냉각부하 (외기50%, 환기50%)	개선냉각부하 (외기100%)
6, 7, 8월 평균 온습도	28.0℃ 50%	33.8℃ 65%	15.5℃ 80%	-	-
평균 엔탈피 (kcal/kg)	58.48	89.96	37.87	36.35 (100%)	20.61 (57%)

4.5.3 기대효과

$$\begin{aligned}
 1) \text{ 절감율} &= (\text{기조냉동부하} - \text{개선냉동부하}) / \text{기조냉동부하} \\
 &= (36.36 - 20.61) / 36.35 \\
 &= 0.433
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ 절감량} &= \text{평균부하 kW} \times \text{절감율} \\
 &= 320 \times 0.433 \\
 &= 138.5 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ 연간절감량} &= \text{절감량 kW} \times \text{가동시간 h} \\ &= 138.5 \times 2,520 \\ &= 349,020 \text{ kWh/year} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ 절감액} &= \text{연간절감량 kWh} \times 61 \text{ 원/kWh} \\ &= 349,020 \times 61 \\ &= 21,290 \text{ [천원/year]} \end{aligned}$$

$$5) \text{ 투자비} = 10,000 \text{ 천원}$$

- 덕트개조 : 10,000 천원

$$6) \text{ 회수년} = \text{투자비} / \text{절감액} = 10,000 / 21,290 = 0.5 \text{년}$$

5. 결론

산업체 에너지 진단의 국내·외 모델을 조사 및 분석하면서 이 같은 진단사항이 최종적인 에너지 절약활동으로 구체화되는 모델로서는 다음과 같은 대표적인 경우들이 있다.

- 건물설비가 노후화 되어 교체 예정인 경우
- 예산의 부족으로 교체 사업에 제약을 받을 경우
- 건물 증축 및 재건축시 합리적인 에너지 사용에 대한 판별이 필요한 경우
- 에너지 절감에 대한 전문적인 담당자가 부족할 경우

아울러 ESCO사업의 활성화를 위해서는 순수 기술적 사항 외에도 운용과 관련한 몇 가지 개선사항이 필요하며, 이에 아래의 사항을 제안하여 신속하고도 실제적인 에너지 절약 사업의 진행에 도움이 되기를 바란다.

- 에너지 다소비형 사용설비에 대한 운전일지 작성
- 산업체 공통 에너지 사용설비에 대한 성능측정의 기준, 조건결과표준화 필요
- 펌프 및 팬 등에 대한 성능성적서 보존
- 산업체 에너지 설비 진단에 대한 저변 확대
- 정부의 폭넓은 재정적 지원

참고문헌

1. Studebaker, John M., 2000, Energy Services Company Handbook,
Pennwell Pub
2. 丸岡巧美, 2001, 빌딩 공장 에너지 절약기술 활용독본, 성안당
3. Giacomo, 2002, Marco and Mario, Energy Recovery and Saving,
Nova Science Pub
4. 산업연구원, 1991, 에너지절약기술, 한국경제서적센타
5. (사)에너지절약전문기업협회 홈페이지
6. 에너지관리공단 홈페이지
7. 에너지관리공단 R&D본부 홈페이지
8. 대한설비공학회 홈페이지
9. 에너지경제연구원(KEEI) 홈페이지
10. 한국에너지기술연구원 홈페이지

국내 ESCO 등록업체 현황

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
1	삼성에버랜드	공정개선, 폐열회수, 열병합발전	1, 2종	1992.10.21
2	백산건설	냉·난방 설비, 절전조명기기	2종	1992.10.24
3	삼영설계기술	냉·난방 설비, 절전조명기기	2종	1992.12.24
4	삼성ENG	열병합발전	1, 2종	1994.10.06
5	LG산전	인버터	1종	1996.06.25
6	한국하나웰	빌딩자동제어, 인버터	1, 2종	1997.03.15
7	두산중공업	열병합발전, 폐열회수설비	1, 2종	1997.04.10
8	장한기술	절전조명기기/ 냉·난방설비	1, 2종	1997.07.18
9	금호전기	절전조명기기	1, 2종	1997.07.18
10	삼성물산	폐열회수설비, 노후설비	1, 2종	1997.08.25
11	하나기연	절전조명기기, 노후설비교체	1, 2종	1998.06.23
12	YTC엔텍	폐열회수/ 절전조명기기/인버터	1, 2종	1998.07.06
13	센추리	폐열회수/ 고효율모터/냉·난방	1, 2종	1998.07.25
14	에너지솔루션즈	열병합발전/공정개선/ 건물 냉난방 및 리모델링	1, 2종	1998.08.10
15	LG전서	화학장치 산업설비/리모델링	1, 2종	1998.09.09
16	쌍용건설	열병합발전	2종	1998.09.25
17	삼강에너지시스템	절전조명기기/ 인버터	1, 2종	1998.10.10
18	세코	폐열회수설비/냉·난방공 조설비	1, 2종	1998.11.03
19	한국가스기술공업	열병합/냉난방/인버터/ 절전조명/폐열회수	1, 2종	1998.11.26

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
20	한국전력기술	발전설비	1, 2종	1999.01.09
21	동남아전설	절전조명기기/인버터/ 냉난방설비	1, 2종	1999.01.27
22	현대건설	냉·난방공조설비, 인버터	1, 2종	1999.02.04
23	한미설비	냉·난방설비, 절전조명기기	1, 2종	1999.03.15
24	다아이	냉·난방설비, 절전조명기기	1, 2종	1999.03.17
25	대림산업	냉·난방설비, 건물개·보수	1, 2종	1999.03.20
26	효성	고효율전동기, 열병합발전	1, 2종	1999.04.20
27	캐너텍	(산업용)버너, 연소기기 및 CES, 열병합발전	1, 2종	1999.04.20
28	제이알종합건설	고효율전기설비, 냉·난방공조설비	2종	1999.05.13
29	우진T.E.C	냉·난방공조설비, 건물개보수	2종	1999.06.29
30	에스비티	건물자동제어	1, 2종	1999.07.15
31	풍림산업	냉·난방공조설비, 건물개보수	2종	1999.07.03
32	한국에스코	냉·난방공조설비, 절전조명기기	1, 2종	1999.08.01
33	성지건설	냉·난방공조설비, 건물개보수	2종	1999.08.17
34	현대산업개발	공정개선, 건물개보수	1, 2종	1999.09.20
35	나라컨트롤	자동제어, 절전조명기기	1, 2종	1999.09.20
36	동아건설	건물개보수, 공정개선	1, 2종	1999.10.21
37	아주테크	조명부문	1, 2종	1999.11.09
38	한라산업개발	열병합발전, 폐열회수	1, 2종	1999.11.09
39	세광에너텍	절전조명기기	2종	1999.12.04

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
40	SK	공정설비폐열회수, 열병합발전	1, 2종	2000.01.25
41	주원엔지니어링	건물개보수사업/ 공정개선	2종	2000.01.25
42	(주)테크윈	폐열회수, 공전개선, 에너지절약설비	1, 2종	2000.01.31
43	화인테크(주)	절전형조명기기, 공정개선	1, 2종	2000.02.02
44	(주)진영	건물 개보수	2종	2000.02.11
45	경동보일러	보일러제조/설치	2종	2000.02.19
46	(주)에스체테	지역난방 자동제어	2종	2000.03.16
47	(주)삼흥파워텔	조명기기, 모터	1, 2종	2000.04.19
48	(주)대현엔지니어링	고효율 조명기기	2종	2000.04.19
49	(주)대우엔지니어링	공정개선, 열병합발전	1, 2종	2000.04.19
50	디알에스테크	고효율조명기기, 전기설비	1, 2종	2000.04.29
51	대교종합건설(주)	냉난방설비/ 고효율전기설비	2종	2000.05.03
52	(합)남전사	고효율조명기기/ 전기설비	2종	2000.05.27
53	(주)키트론	고효율조명기기	2종	2000.05.29
54	(주)한화건설	건물냉난방설비/ 에너지관련사업	1, 2종	2000.06.03
55	하이맥스	열교환기제조, 공정개선	1, 2종	2000.06.05
56	(주)대동기술단	절전형조명기기/ 전기설비	1, 2종	2000.06.05
57	(유)화양	고효율조명기기/ 전기설비	2종	2000.06.23
58	(주)동진건설탕	에너지진단/ 폐열회수	1종	2000.6.23
59	대일이앤씨기술	에너지진단/ 전기설비	1, 2종	2000.06.23

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
60	한라건설(주)	절전조명/냉난방/ 폐열회수	1, 2종	2000.06.30
61	삼건설비(주)	건물개보수/ 절약기기설치사업	2종	2000.07.03
62	HSD엔진(주)	산업체/ 건물열병합발전	1종	2000.07.22
63	(주)엑서지 엔지니어링	에너지관리진단	1, 2종	2000.08.01
64	(주)한발	발전설비진단	1, 2종	2000.08.05
65	(주)엠이씨시스템	산업용모터 절전장치	1종	2000.09.08
66	(주)경인열기 엔지니어링	공업용 요·로/ 축열식버너	1종	2000.09.15
67	연안씨엔이	냉·난방/ 에너지절약기기설비	1종	2000.10.07
68	유엔전설(주)	인버터/조명/폐열회수/ 냉난방/산업설비	1, 2종	2000.10.21
69	성호건설	냉·난방설비	2종	2000.10.23
70	엘지전선	냉·난방설비, 건물개보수사업	2종	2000.11.08
71	유원엔지니어링	냉난방공조설비/ 산업체절약설비	1,2종	2000.11.21
72	신한기연	냉난방설비/ 에너지 및 설비진단	2종	2000.11.22
73	두산건설	냉난방설비/건물리모델링 사업/조명기기 교체	1, 2종	2000.11.24
74	에스코리아	고효율조명기기/ 동력설비	1, 2종	2000.11.24
75	성립산업개발	열병합발전/동력설비/ 에너지진단	1, 2종	2000.11.24
76	이수건설	건물리모델링/ 산업체플랜트설비	1, 2종	2000.12.01
77	대경기계기술	산업체에너지절약설비/ 폐열회수설비	1, 2종	2000.12.01
78	대영기업	고효율조명기기/ 냉·난방설비	2종	2000.12.08
79	운암건설	건물리모델링사업/ 조명기기교체	2종	2000.12.13

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
80	엘레코전자	고효율조명기기개체사업/ 냉난방설치공사	2종	2000.06.30
81	창성에이스산업	절전조명/인버터/ 시스템통합사업	1, 2종	2000.12.14
82	미래에스코	폐열회수기/ 공조폐열회수기설치사업	2종	2000.12.27
83	아텍에너지	산업체폐열/고효율설비/ 에너지컨설팅	1종	2001.01.05
84	에네코	고효율모터/인버터/ 조명기기개체	2종	2001.01.12
85	우남	폐열회수/조명기기/ 고효율전동기개체	2종	2001.01.12
86	네오정보시스템	절전조명기기/ 전기설비	1, 2종	2001.01.17
87	송촌종합건설	고효율조명기기/인버터/ 빙축열	2종	2001.02.07
88	코에스	공동주택에너지사용시설/ 인버터	2종	2001.02.07
89	두복산전	절전형조명기기/인버터/ 에너지절약시설 설치	2종	2001.02.12
90	한국지역난방공사	지역냉난방/ 소형열병합(CES)	1, 2종	2001.02.13
91	부원전력	절전조명기기/인버터/ 빙축열설비	2종	2001.02.28
92	대한민국재향 군인회	절전형조명기기/인버터/ 냉난방설비	1, 2종	2001.02.28
93	이앤이시스템	냉난방설비/ 절전조명기기	1, 2종	2001.03.02
94	태양이엔지기술사 사무소	고효율조명설비/ 전기설비분야	2종	2001.03.05
95	남양전업사	절전형조명기기/인버터/ 빙축열	2종	2001.03.12
96	중소기업진흥공단	펌프에너지/폐열회수/ 보일러	1, 2종	2001.03.15
97	트래필아이티에스	전기교통 신호장치	1, 2종	2001.03.15
98	대우건설	건물냉난방/산업에너지 절약설비/인버터	1, 2종	2001.03.20
99	세원기연	냉난방설비/ 건물공기조화 설비/인버터	2종	2001.03.20

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
100	신명엔지니어링	건물공조설비분야/ 냉난방설비	2종	2001.04.06
101	진양개발	절전형조명기기	2종	2001.04.11
102	영평기계설비	소형열병합발전/ 지역난방사업/건물개보수	2종	2001.04.13
103	지명	절전형조명기기/ 빙축열냉난방/인버터	2종	2001.04.23
104	금탑엔지니어링	절전형조명기기/인버터/ 빙축열설비	2종	2001.04.23
105	동일전업사	절전형조명기기/ 건물냉난방설비	2종	2001.04.26
106	한국피에치이	지역난방열교환기/ 빙축열열교환기	1, 2종	2001.04.26
107	아이비엔지니어링	전기공사/기계설비/ 보일러개체	2종	2001.04.26
108	태영	산업설비/전기/ 냉난방설비	1, 2종	2001.04.26
109	현대엔지니어링	열병합발전/ 산업플랜트절약설비	1, 2종	2001.05.09
110	케이티이	폐수열회수기/히트펌프/ 조명	2종	2001.05.09
111	존슨컨트롤즈 코리아	산업체·건물자동제어/ 냉난방설비/ 절전형조명기기	1, 2종	2001.05.09
112	효성에바라환경	폐열회수/전력수요관리 설비/고효율유체기기	1종	2001.05.22
113	신안	냉난방설비/ 에너지절약설비	2종	2001.05.02
114	삼성전업	절전조명/인버터/ 산업체에너지절약설비	1, 2종	2001.05.28
115	롯데건설	열병합발전/CES사업/ 건물리모델링 사업	1, 2종	2001.06.13
116	신보건설	고효율조명기기/ 폐열회수	2종	2001.07.01
117	이지코리아	전력절감 제어장치	1종	2001.07.01
118	민현에너지	공정개선/폐열회수/ 열원설비개체/ 고효율전원기기 개체	1, 2종	2001.07.25

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
119	한겨레이엔지	산업체절약설비/조명/ 냉난방설비/인버터	1, 2종	2001.08.02
120	대경기술단	에너지종합진단부문/ 조명시설 및 조명시설 전기시설일체/폐열부문	2종	2001.08.01
121	지앤씨에너지	조명기기/동력설비/ 폐열회수	1, 2종	2001.08.17
122	세대전설	인버터/고효율조명기기/ 공정개선	1종	2001.08.02
123	한솔제지	제지설비/제지플랜트/ 환경사업	1종	2001.09.06
124	하이텍에스코	에너지진단/폐열회수설비/ 고효율조명	1, 2종	2002.04.11
125	에너지비전스	열병합발전/자동제어/ 폐열회수설비/폐열 회수 설비/인버터	1, 2종	2001.10.08
126	서광이엔씨	냉난방공조설비/산업건물 전기절약설비/ 고효율 조명기기	1, 2종	2001.10.08
127	경동도시가스	열병합발전설비/ 가스냉난방/폐열회수	1, 2종	2001.10.15
128	에소텍	고효율 조명기기/ 냉난방설비	1, 2종	2001.11.
129	광영기업	고효율 조명기기/인버터/ 산업체전기절약 설비	1, 2종	2001.11.
130	가나테크	고효율 조명기기/폐열 회수/냉난방공조 설비	1, 2종	2001.12.
131	태림전자	교통신호등(LED)/ 가로등 점멸기	1, 2종	2001.12.
132	대광엔지니어링	고효율조명기기/ 냉난방공조설비	2종	2001.12.
133	창명엔지니어링	고효율조명기기/ 공정개선	1, 2종	2001.12.11
134	첨단엔지니어링	고효율조명기기/동력설비/ 냉난방공조 설비	1, 2종	2001.12.
135	동양산업개발	폐열회수/고효율조명기기/ 인버터	2종	2001.12.
136	엘엠	고효율조명기기/인버터/ 에너지진단(전기)	2종	2002.01.14

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
137	한국전설 엔지니어링	고효율조명기기/ 교통신호등(LED)	1, 2종	2002.01.14
138	아이콘트롤스	빙축열/냉난방설비/ 에너지절약설비	1, 2종	2002.01.24
139	포철산기	종합에너지플랜트설비	1종	2002.01.25
140	디아이케이	에너지진단 및 컨설팅/ 전력수요관리설비/산업체 에너지 절약 설비	1, 2종	2002.02.07
141	케이지이	지열냉난방설비	2종	2002.02.19
142	경인기공	수축열/히트펌프/ 냉난방시스템전문	1종	2002.03.11
143	삼신편랜드	절전조명/냉난방/ 폐열회수	2종	2002.03.14
144	한전기공	노후설비개체/집단에너지 사업/폐열회수	1, 2종	2002.05.03
145	해성엘엔엠	고효율조명기기/GHP/ 폐열회수	1, 2종	2002.05.08
146	베스트코리아	브라운가스발생기/브라운 가스용보일러/소각로	1종	2002.05.31
147	대열보일러플랜트	폐열회수기/소형열병합 발전(CES)/열매체 보일러	1.2종	2002.06.25
148	이엔건설	고효율조명/인버터/ 냉난방시스템	2종	2002.08.05
149	세빅에스코	전력부하조절장치/ 조명절전장치	1, 2종	2002.08.06
150	한국피씨엠산업	버스트럭냉난방장치/ 냉동트럭축냉장치/ 건물 냉동 창고	1종	2002.08.16
151	그린뱅크	히트펌프	1, 2종	2002.09.09
152	엘지기공	건물자동화제어	1종	2002.09.10
153	토탈이엔에스	매립가스자원화사업/ 폐열회수/냉동설비	1, 2종	2002.09.27
154	대구 T.R.S(주)	GHP/개별난방전환사업/ LFG	1, 2종	2002.10.09
155	코리아코젠	열병합발전/ 지역냉난방	1, 2종	2002.10.10

순번	업체명	주요 투자분야	기술부문	등록일
156	부성엔지니어링	인버터/전력수요관리설비 /고효율조명기기	1, 2종	2002.11.01
157	(주)월드이엠	산업용 열설비 및 건물 냉난방시스템	1, 2종	2002.11.08
158	미래에스컨(주)	ESS/ ESSCOM	2종	2002.11.30
159	중부도시가스(주)	가스냉난방(GHP)/ Co-gen사업	1, 2종	2002.12.09
160	(주)세인	냉난방설비/공장설비진단 /보일러개체	2종	2002.12.09
161	금강그린개발	지역난방공사/CES/ 건물개보수공사/ 산업체 절약 설비	1, 2종	2003.01.22
162	ES산업개발	전력부하조절장치/ 고효율조명기기개체	2종	2003.01.20

감사의 글

본 논문이 결실을 맺기까지 짧지만은 길었던 2년 반동안 미흡한 저를 위해 시종일관 세심한 지도 편달을 아끼지 않으시고, 학문의 길로 이끌어 주신 김영수 교수님께 진심으로 감사를 드립니다.

그리고 본 논문을 지도해 주시고 유익한 조언을 아끼지 않으셨던 오후규 교수님, 김종수 교수님, 금종수 교수님, 최광환 교수님, 윤정인 교수님, 정석권 교수님, 김은필 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

또한 본 논문이 끝나기까지 여러 가지 도움을 주신 냉동공조공학과 선배님, 후배님 그리고 일과 공부를 병행한다는 쉽지 않은 여건 속에서도 늘 힘이 되어 주었던 시설(OCS96)동기들이 있었기에 가능하였으리라 생각되며 깊은 감사를 드립니다.

특히 논문 작업을 도와준 시스템 설계 연구실의 박재홍 선배에게 지면을 통하여 다시 한번 감사를 드리며, 앞날에 무궁한 발전을 기원합니다. 아울러 공부에 많은 도움주신 무교형, 병태형, 수진이형 그리고 저의 동기 종환이, 동기이면서 선배인 용하에게도 진심으로 감사를 드립니다. 아울러 친구들 모두에게도 깊은 감사를 드립니다.

마지막으로 공부를 마칠 수 있도록 용기와 격려를 아끼지 않은 내가 사랑하는 가족모두에게 감사의 뜻으로 이 조그만 결실을 바칩니다.