

DSM 프로그램의 비용효과 분석 및 적용

박 종진^o, 이 창호, 조 인승
한국전기연구소

Cost-effectiveness Analysis and Application of DSM Program

J. J. Park^o, C. H. Rhee, I. S. Jo
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract

Recently, rapid increase in electricity demand, tremendous financial need for new power plant construction, and environmental problem have led to search for more efficient energy production and energy conservation technologies.

Due to the potential energy and cost savings to electric utilities, DSM plays an important role in the electric resource planning. However, implementation of cost-effective DSM program requires appropriate analysis methodologies and procedures.

In this study, we present the cost-effectiveness analysis model for DSM program evaluation. We also present a case study to analyze DSM program.

1. 서론

최근 전력수요의 급증, 장기 전원계획상의 설비 확충에 따른 과도한 자금소요, 입지문제, 환경문제 등의 문제로 에너지의 효율적인 이용과 전력수급의 안정화가 국가에너지 정책에 있어 시급한 과제로 제기되고 있다. 이와 같은 문제의 해결방안의 하나로써 에너지의 효율적 이용에 따른 에너지 절약과 부하폭선의 개선을 목적으로 하는 수요관리(DSM) 방안의 중요성이 점점 증대되고 있다.

DSM 프로그램을 개발하고 효율적으로 보급하기 위해서는 DSM 기술에 대한 체계적인 식별과 평가 이를 토대로 구성, 개발된 DSM 프로그램 대안에 대한 정확한 비용효과분석이 필수적이며, 따라서 이를 위한 적절한 분석기법과 절차의 정립이 매우 중요하다.

본 연구에서는 DSM 프로그램을 합리적으로 추진할 수 있도록 적절한 비용효과 분석절차모형을 구성하여 이를 통해 DSM 프로그램의 비용효과분석을 수행하였다.

2. DSM 비용효과분석 절차

그림 1은 본 연구에서 구성한 DSM 프로그램의 비용효과분석 절차를 나타낸 것이다. 일반적으로 DSM 프로그램의 분석은 현실에서 고려할 수 있는 제한 DSM 기술(세부수단 및 기기)에 대한 조사·수집에서 출발하여, 이들 개별 기술을 일관되고 체계적인 분석과 절차를 통해 현실적으로 적용가능한 기술을 선정하며, 나아가, 이러한 적용가능한 개별기술 또는 다수의 세부기술의 결합을 통해 DSM 시행 대상프로그램으로 재구성하여 기술적 경제적 평가를 하고, 최종적으로 시행프로그램을 결정하는 과정을 통해 이루어진다.

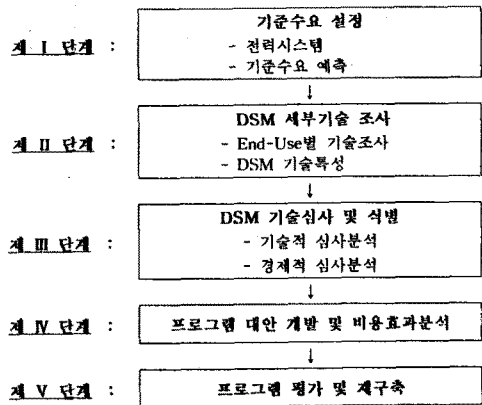


그림 1. DSM 프로그램의 비용효과분석 절차

가. 기준수요 설정

기준수요 설정은 DSM 프로그램 비용효과분석의 첫단계로써 기존의 전력시스템 및 부하에 대한 기본적인 데이터와 수용가별, 용도별 연간 또는 계절별 피크부하 실적 및 예측치를 설정하는 단계이다.

수요설정에는 먼저 수용가의 수요특성, 건물형태 및 사용용도, 공급지역의 지리적 여건 등 전력수요에 결정적인 영향을 미치는 인자들을 고려하여 End-Use별로 최대한 상세하게 전력량 및 부하를 산정하고, 이를 토대로 지역별 End-Use별, 건물형태별로 동·하계부하와 전력량 예측치를 추정하는 순서로 이루어지며, 이를 위해서는 수용가의 기기별, End-Use별 부하 및 전력량 추정치를 건물 또는 용도별로 합산해 나가는 Bottom-up 방식이 효과적이다.

예를 들어 주거용의 경우에 있어서는 냉장/냉동고, 운수기, 식기세척기, 세탁기, 건조기, 가스레인지, 조명 등과 같은 일반 가전기기 수요와 에어컨, 히트펌프 등과 같은 기후조건과 관련된 수요로 구분하여 산정하는 것이 바람직하다.

나. DSM 세부기술 조사 및 분석

이 단계에서는 End-Use별 기술조사과 DSM 기술특성에 대한 분석을 수행한다. DSM 기술대안은 매우 광범위하고 다양하므로 DSM 기술현황, 기술개발 추이, 외국 및 타 전력회사의 경험, DSM 전문기관의 조사 등을 참조하여 먼저 잠재적인 DSM 세부기술에 대한 기술 Library를 작성하여야 한다.

다. DSM 기술심사 및 식별

잠재적 DSM 세부기술에 대한 식별은 다음의 2단계 절차를 사용하며, 이 심사과정을 통해 현실적인 시행이 불가능하거나 경제성이 없는 세부기술은 제거한다.

1) 기술적 심사분석

기술적 심사분석 단계에서는 기술의 성숙도, 평가용 데이터의 존재여부, 공급지역의 중요도 등을 고려하여 표 1과 같은 형태의 기술적 심사분석용 점검표를 작성하고, 여기서 제시된 각각의 평가항목에 대한 전문가의 가부판정을 통해 대상기술을 선정하게 된다. 표 1에서 한가지 항목이라도 '부'의 판정을 받은 DSM 기술은 다음 단계의 평가대상에서 제외된다.

표 1. 기술적 심사분석의 평가항목(예)

평가항목 기술	기술적 성숙도	전력회사 적합도	데이터 가용도	시장 수용도	기술적 중성도	종합
A 기술	Y	Y	Y	Y	Y	통과
B 기술	N	N	Y	N	Y	탈락
C 기술	N	Y	N	N	Y	탈락
D 기술	Y	Y	N	N	Y	탈락

2) 경제적 심사분석

경제적 심사분석은 잠재적인 DSM 세부기술에 대한 경제성 여부를 심사하는 단계로, 이 단계에서는 정확한 비용효과분석이 아니라, 사회적인 관점에 비추어 전반적으로 비용효과적인 세부 기술 등을 식별하는데 목적이 있다. 따라서 여기서는 프로그램 시행과 관련된 비용이나 기기/기술의 보급율은 고려하지 않는다.

비용효과를 심사하는 수단으로서 현재 가장 광범위하게 사용되고 있는 DSM 평가지표인 '캘리포니아 테스트'의 4가지 지표가 적용될 수 있으며, 원칙적으로 이 지표 중 하나라도 통과하지 못한 세부기술은 대상기술에서 제외된다.

표 2는 이 4 가지 지표의 관점에서 비용효과분석을 수행할 경우의 비용과 편익의 성분을 나타낸 것으로 각각의 관점에 따라 성분의 구성 및 방향이 달라짐을 간단하게 판단할 수 있다.

표 2. DSM 비용효과 테스트의 기본적 편익/비용 요소

비용/편익 요소	지표	전력회사 (UC)	참여자 (P)	비참여자 (RIM)	총자원 (TRC)
전력회사	회피비용(AC)	+	-	-	-
	기기비용(UH)	-	-	-	-
	관리비용(OC)	-	-	-	-
	인센티브(I)	-	+	-	-
참여자	요금수입 감소(LR)	-	-	-	-
	요금지불액 감소	-	+	-	-

주) + : 편익, - : 비용

라. DSM 프로그램 개발 및 비용효과분석

이 단계는 경제적 심사를 통해 식별된 DSM 기술들을 토대로 실행프로그램을 개발하고 개발된 프로그램의 비용효과를 분석하는 단계로, 이를 위해서는 먼저 다음 요소에 대한 검토가 필요하다.

- 전력회사의 경험 (자사 및 타사)
- 대상 수용가 및 End-Use에 대한 시장단위 데이터
- 전력회사의 회피비용
- 전력회사의 관리능력 및 대 수용가 서비스

프로그램 설계시에는 수용가 및 End-Use별 시장단위에 대한 데이터, 전력회사의 마케팅 능력 및 외부적인 조건 등이 적절히 반영되어야 하며, 이와 아울러 여러 단계의 수행절차에 대한 검토와 핵심적인 요소들에 대한 적절한 고려가 성공적인 프로그램 설계에 필수적이다.

프로그램 개발단계는 일차적으로 두 단계로 나누어지는데, 첫 번째 단계는 각각의 프로그램이 정성적인 방법으로 구분되며 여기에는 프로그램 개요, 실행전략, 인센티브 구조에 대한 질적인 검토와 목표시장 등이 포함된다. 이어서 두 번째 단계에서는 인센티브 수준, 참여율, 부하효과, 비용에 관한 보다 정량적인 정보가 개발된다.

마. 프로그램 평가 및 재구축

DSM 분석의 최종단계는 프로그램의 성과평가에 사용될 수 있는 DSM 프로그램의 비용효과와 총부하효과 및 기타 속성들을 산정하는 것으로, 산정과정에는 DSManager, COMPASS 등과 같은 DSM 프로그램 비용효과분석용 전산모델이 널리 사용되고 있다.

DSM 프로그램이 설정되면 본격적인 시행에 앞서 Pilot 프로그램이나 Phase-in 시행단계를 거쳐 프로그램의 성과를 사전에 검증하게 되며, 이후 본격 시행에 들어간 이후에도 정기적인 모니터링을 통해 프로그램의 성과를 추정·평가하게 된다. 이때 전력회사는 프로그램의 성과를 시행전의 예상치와 비교분석하여 프로그램의 재반변수를 재설정하고 전략을 재수립하므로써 프로그램을 재구축하게 된다.

3. 사례연구

본 사례연구에서는 앞에서 설명한 DSM 비용효과 분석절차 중 제 IV 단계에 의한 비용효과분석과 이를 활용한 프로그램개발과정을 중심으로 검토하고자 한다.

분석 대상은 고효율 조명 프로그램으로써 상업용 사무실의 자기식안정기(40W/2등용)를 전자식 안정기(32W/2등용)로 교체하는 프로그램이다. 본 사례연구는 DSM 프로그램 평가모형인 DSManager를 사용하여 수행하였다.

가. 주요 가정 및 입력자료

표 3은 본 사례연구를 위해 설정된 가정 및 전제를 나타낸 것이며, 표 4는 주요입력자료를 나타낸 것이다.

표 3. 사례연구의 전제 및 가정

항 목	내 용	비 고
시스템 부하	시간대별 부하실적	1995년
대상 수용가	상업용 사무실	1996 - 2015
분석기간	20년	
기준년도	1996년	
기준가격	1996년 불변가격	
수요예측	계획기간중 전력수용 증가	'96 장기전력수급계획
End-Use 별 구성비	계획기간중 불변	
End-Use 부하자료	계절별 부하패턴	실측 표본자료
DSM 기기비용	기준데이터 활용	
DSM 기술특성	외국자료 활용	

표 4. 주요 입력자료

구 분	내 용
DSM 대상 기기	전자식 안정기 (32W/2등용)
효율	자기식안정기(40W/2등용) 대비 40%
End-Use 부하 unit	1000 m ²
총 대상 unit 수	89,685
전기요금	일반용 고압 A, 전력량 요금 감
프로그램 분석기간	1996 - 2015 (20년)
리베이트 기간	1996 - 2000 (5년)
프로그램 참여기간	1996 - 2000 (5년)
전자식 안정기 수명	10년
기기비용	16,500원/개
리베이트	참여자 기기비용의 40%
프로그램 관리비용	참여자 기기비용의 5%
프로그램 형태	교체(Retrofit)

나. 분석결과

1) 편익/비용 분석결과

표 5는 테스트별 편익/비용 분석결과를 요약한 것이다. 표에서 보는 것처럼 모든 테스트에서 B/C 비율이 1보다 크다. 따라서 본 사례연구에서 입력한 데이터를 기준으로 하였을 경우, 상업용 사무실에 자기식안정기를 전자식안정기로 교체하는 프로그램은 모든 테스트에서 경제성이 있다고 할 수 있다. 여기서 주목할 점은 상업용 사무실의 조명은 주간에 일정한 부하패턴을 유지하며, 따라서 자기식 안정기를 전자식 안정기로 교체하였을 경우에 높은 에너지 절감효과와 아울러 시스템 침투부하 절감에 큰 기여를 한다는 점이다. 결과적으로 이것이 회피설비비용에 반영되어 모든 테스트에서 상당히 높은 편익/비용 비율이 산출되었다. 한편, 순편익의 경우 프로그램 참여자(P)가 가장 높고, 프로그램 비참여자(RIM)가 가장 낮게 나타났다.

표 5. 편익/비용 분석결과

테스트명	P 테스트	UC 테스트	RIM 테스트	TRC 테스트
항목				
편익/비용	4.08	6.96	1.31	5.67
총비용(백만원)	64,130	29,892	159,165	36,705
총편익(백만원)	261,429	208,035	208,035	208,035
순편익(백만원)	197,299	178,143	48,870	171,330
회수기간(년)	1.10	-	-	-

2) 회피설비비용 및 에너지/부하 절감

표 6은 프로그램에 의한 연도별 회피설비비용과 에너지 및 부하절감량을 나타낸 것이다. 이들 지표는 2006년부터 모두 감소하기 시작하는데 그 이유는 프로그램 첫째해 보급된 기기가 수명이 끝나서 2006년에 탈락하고, 그 다음 계속해서 순차적으로 탈락해 나가기 때문이다. 또한 표에서 전력에너지와 침투부하는 프로그램의 마지막 연도인 2000년에 각각 418,149MWh 와 107MW를 나타내었다.

표 6. 연도별 회피설비비용 및 에너지/부하 절감

연도	(단위 : 천원)				침투부하 감소(MW)
	회피 발전설비	회피 송전설비	회피 배전설비	전력에너지 감소(MWh)	
1996	920,945	445,051	177,131	39,857	10
1997	1,860,150	898,925	357,774	80,503	21
1998	3,493,870	1,688,427	671,998	151,207	39
1999	6,099,324	2,947,524	1,173,121	263,966	68
2000	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2001	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2002	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2003	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2004	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2005	9,661,962	4,669,184	1,858,345	418,149	107
2006	8,741,017	4,224,133	1,681,214	378,293	97
2007	7,801,812	3,770,258	1,500,571	337,646	86
2008	6,168,093	2,980,756	1,186,348	266,942	68
2009	3,592,638	1,721,660	685,224	154,183	39

다. DSM 비용효과분석의 활용

DSM 프로그램의 비용효과는 여러 가지 프로그램 내부변수나 외부인자에 의해 영향을 받게 된다. 내부요인중에는 리베이트나 프로그램 기간 등이 있다. 여기서는 리베이트를 중심으로 DSM 비용효과분석의 정책적 활용방안에 대해 검토한다.

먼저 적정 리베이트 수준을 결정하기 위해서 리베이트 수준별 위를 참여자 기기비용에 대해 10%에서 80%까지 8단계를 가정하였으며, 적정 리베이트 수준의 결정지표로는 RIM의 최대 순편익을 사용하였다. 표 7은 분석결과로써 리베이트 수준별 RIM의 B/C 와 순편익의 그리고 에너지/부하 절감량을 비교한 것이다.

표 7. 대안별 주요지표 비교

지표	RIM		절감량	
	B/C	순편익(백만원)	에너지 (MWh)	부하 (MW)
리베이트 10 %	1.46	40,857	2,597,440	66
20	1.4	44,371	3,125,458	80
30	1.35	47,042	3,653,480	93
40	1.27	48,869	4,181,491	107
50	1.31	48,130	4,590,150	117
60	1.23	44,659	4,846,520	124
70	1.19	40,779	5,102,890	131
80	1.16	36,490	5,359,272	137

표에 나타난 바와 같이 RIM의 순편익은 리베이트가 40% 수준에서 최대값을 나타내었다. 따라서 리베이트를 참여자 기기비용의 40% 수준에서 책정할 때 전력회사 입장에서 가장 바람직한 리베이트 수준이라고 할 수 있다. 그림 2는 리베이트에 따른 RIM의 순편익 변화를 나타낸 것이다.

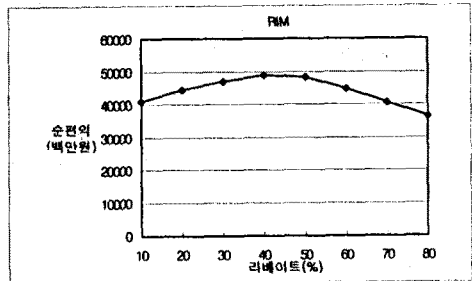


그림 2. 리베이트에 따른 RIM의 순편익 변화

4. 결론

본 연구에서는 DSM 프로그램을 개발하고 효율적으로 보급하기 위한 비용효과 분석결과를 제시하였다. 아울러 사례연구에서의 DSM 프로그램의 비용효과 분석과 프로그램 개발과정을 통해 정책적으로 활용할 수 있음을 확인하였다.

앞으로 DSM 프로그램의 보급확대를 위해서는 체계적인 시장 조사 및 연구가 지속되어야 할 것으로 보인다. 또한 바람직한 DSM 프로그램의 개발을 위해서는 프로그램 설계변수에 해당하는 중요인자에 대한 세심한 검토와 분석이 선행되어야 할 것이다.

아울러 본 연구에서 활용한 DSM 프로그램 평가모형인 DSManager는 다양한 분석기능과 출력레포트를 제공해 주므로써 앞으로 DSM 프로그램 평가에 잘 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 한국전기연구소, 한국에너지연구회, 한국산업경제연구원, 국립전력의 적정 수준과 효율에 관한 연구, 1993.11
- [2] 한국전력공사, 조명기기 보급 실태조사, 1994.
- [3] L. J. Hill and E. Hirst and M. Schweitzer Energy Division, "Integrating Demand-Side Management Programs into the Resource Plans of U.S. Electric Utilities", Martin Marietta Energy Systems, INC. December 1991.
- [4] California Public Utilities Commission and California Energy Commission, "Standard Practice Manual :Economic Analysis of Demand-Side Management Programs", December 1987.