

# 수요관리 투자사업에 대한 대안적 비용효과 분석 기법 도입 및 실제 적용

최봉하\*, 박수익\*, 이정태\*, 이찬섭\*\*

\*한국에너지기술연구원, \*\*혜천대학

## A Study on Adoption of Alternative Cost-effectiveness Analysis Method for the DSM Investment Program and Actual Application

Bong Ha Choi\*, Su Uk Park\*, Jeong Tae Lee\*, Chan Seob Lee\*\*

\*Energy Policy Research Department, Korea Institute of Energy Research, 71-2, Jang-Dong, Yuseong-Gu, Daejeon 305-343, South Korea

\*\*Hyecheon College

**Abstract:** The purpose of this study is to introduce alternative cost-effectiveness analysis method of DSM investment programs. This alternative method is Value Test method which consider the effects of DSM investment program on customer value. And this method was applied for actual DSM investment program in natural gas domain. By utilize this method to evaluate cost-effectiveness of DSM investment programs, it is expected to make right decision to enforce and complement those programs.

**Key words:** DSM(수요관리), Cost-effectiveness(비용효과), Value test(가치테스트), 천연가스 (Natural Gas)

### 1. 서론

수요관리 투자사업에 대한 비용효과 분석은 사업에 의해 발생하는 다양한 비용요소들과 편익요소들을 계량화하여 비교 분석 함으로써 경제적 측면에서 해당 사업을 평가할 수 있게 해준다.

그러나 천연가스 분야의 수요관리 투자사업에 대한 비용효과 분석은 아직까지 시도되지 않아 제대로 된 평가가 이뤄지지 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 천연가스 수요관리 투자사업에 대한 비용효과 분석을 위해 기존 전력 분야에서 널리 쓰이고 있는 방법인 ‘캘리포니아 테스트’ 기법을 검토하고 단점을 보완하기 위해 개발된 대안적 기법인 ‘가치테스트’ 기법의 도입을 검토하였다. 그리고 두 가지 기법을 실제 KOGAS에서 시행한 천연가스 수요관리 투자사업에 적용하여 그 결과를 비교하였다.

### 2. 캘리포니아 테스트

1970년대 이래 수요관리에 대한 중요성이 커지면서 에너지 효율향상, 부하관리를 위한 다양한 수요관리 투자사업들이 개발되어져 왔다. 그러나 이들 수요관리 투자사업들의 비용효과를 분석할 수 있는 공식적인 평가절차나 기준이 마련되어 있지 않았기에 1983년 캘리포니아 주에서 표준테스트 기법을 개발하였고, 이것이 지금까지도 수요관리 투자사업들의 경제성 평가 방법으로 가장 널리 사용되는 캘리포니아 테스트 이다.

캘리포니아 테스트는 에너지 공급사 관점에서의 테스트(UC-Test), 참여자 관점에서의 테스트(P-Test), 비참여자 관점에서의 테스트(RIM-Test), 공급사, 참여자, 비참여자 모두를 포함하는 총자원 관점에서의 테스트(TRC-Test)의 네 종류의 테스트를 포함한다. 따라서 각각의 관점에서 비용과 편익을 분석함으로써, 해당 수요관

리 투자사업이 경제적인지의 여부를 판단하게 된다.

캘리포니아 테스트는 평가자가 이해하기 쉬운 직관적인 개념과 지표에 의해 비교적 객관적인 기준을 제시할 수 있다는 점에서 광범위하게 활용되고 있으나 수요관리 투자사업으로 인해 야기될 수 있는 직접적인 효과만이 측정 가능하며, 다양한 파생 효과나 비계량적인 요소들에 대한 평가는 사실상 고려되지 않는다.

캘리포니아 테스트가 정당화되기 위해서는 다음과 같은 가정이 성립되어야 한다.

- ① 소비자는 수요관리 사업 전,후 모두 같은 정도의 에너지서비스를 공급받는다.
- ② 소비자는 수요관리 사업에 의해 유도된 요금변화에 반응하지 않는다. 즉 에너지에 대한 수요의 가격탄력성은 0 이다.
- ③ 소비자가 수요관리 기기를 설치하지 못하게 만드는 모든 시장장벽비용은 수요관리 사업에 의해 0으로 줄어든다.

이러한 가정들은 매우 엄격하고 비현실적인 것으로 수요관리 정책의 도입 초기에는 크게 문제시되지 않았으나 지금과 같이 수요관리 사업이 중요한 역할과 비중을 차지하게 된 상황에서는 수요관리의 정책 선택에 있어 매우 심각한 왜곡을 가져올 수 있다. 이후, 이러한 캘리포니아 테스트의 단점을 극복하기 위한 대안적 방법으로 등장한 것이 가치테스트(Value Test) 기법이다.

가치테스트는 기존의 평가지표가 공급사 또는 사회적 측면에서의 최소 비용을 효율적인 지표로 간주하는데 반해 최대 가치를 기준으로 적용함으로써 이론적으로 그간 계량화 되지 못하고 도외시 되어온 소비자 잉여나 외부효과 등을 광범위하게 고려할 수 있다는 점에서 진일보한 개념으로 볼 수 있으며, 구체적인 차별점 및 이론적 배경은 다음 절에서 설명하도록 한다.

### 3. 가치테스트

#### 3.1 캘리포니아 테스트와의 차별점

가치테스트는 기존 캘리포니아 테스트에서 계량화 되지 못하는 다음과 같은 부분들을 계량화하여 평가에 반영함으로써 캘리포니아 테스트의 가정들을 완화시킨다.

#### 3.1.1 참여자의 추가적 편익 (Takeback 편익)

수요관리 프로그램의 시행으로 참여자의 에너지 소비패턴이 달라지게 된다. 즉, 프로그램의 시행으로 요금수준에 변동이 있게 되면 그 자체로 참여자의 에너지 수요가 증가 또는 감소하게 되는 효과가 발생하기 때문이다.

예를 들어 고효율 가스냉방기기 프로그램을 채택할 경우, 참여자의 냉방비용은 인센티브 등으로 인해 낮아지는 것처럼 인식하게 된다. 따라서 참여자는 이전보다 더 많은 에너지서비스에의 유인을 갖게 된다.

이러한 형태로 나타나는 수요의 증가를 반동효과(rebounding effect)라고 부르며 이는 수요관리 사업의 실패가 아니라 참여자에 대한 사업의 가치와 편익의 증가에 기인하는 것이다. 따라서 반동효과에 의한 소비의 증가를 기존의 소비와 구분하여 편익의 요소로 생각할 필요가 있지만 기존의 테스트에서는 이러한 것을 계량화하여 반영할 여지가 없다.

#### 3.1.2 장기요금효과로 인한 비참여자 추가적 편익

기존의 캘리포니아 테스트는 요금변화에 대한 소비자(대다수의 비참여자들)의 반응을 무시한다. 하지만, 에너지 절약형 프로그램이 요금수준을 증가시키는 경우라면, 이는 에너지 가격의 상승으로 인한 에너지 사용의 감소를 야기하게 될 것이며, 요금에 대한 수용가 탄력도가 1보다 적다면, 장기적인 반복과정을 거쳐 어떤 점에서 수렴하게 될 것이다.

이와 같이 요금 변동으로 인한 장기적인 에너지 사용량의 감소효과를 가치테스트에서는 프로그램 비용으로 간주하고 있으며, 요금하락으로 인해 반대의 효과가 발생시에는 편익으로 고려하게 된다.

#### 3.1.3 시장장벽비용

이 비용은 기기비용, 설치비 및 관리 비용을 제외한 수요관리 사업 참여자에 대한 나머지 전체 비용으로 주로 불완전한 수요관리 수단의 시장 때문에 생기는 비용이라고 볼 수 있다.

예를 들어 소비자는 고효율 가스냉방기기가 존재하는지 또는 비용절감액이 얼마나 되는지 모를 수 있다. 그리고 그 수용가가 거주하는 지역에서 고효율 가스냉방기기를 발견하지 못하거나, 또는

그 지역의 계약자가 그것들에 대해 모를 수 있다. 또는 단순히 비용절감액이 구체화될 것이라고 확신하지 않을 수 있다.

다행히도 수요관리 프로그램이 극복할 수 있는 시장장벽의 경우에 있어서는 해당 수요관리 프로그램이 수용가로 하여금 고효율 가스냉방기기가 존재한다는 것과 그것이 특별한 편익을 제공한다는 사실을 알게 해준다.

이와 같이 가치 테스트는 비무임승차자(Non-Freerider)에 대해서는 이들의 프로그램 참여로 인한 시장장벽비용이 비용으로 포함되며, 반대로 무임승차자에 대해서는 이들의 참여로 인한 시장장벽비용의 감소분이 프로그램의 편익에 포함되게 된다.

### 3.2 가치 테스트의 이론적 구조

가치테스트가 어떠한 방식으로 앞서의 차별점들을 반영하여 캘리포니아 테스트의 엄격한 가정들을 극복하는지를 설명하기 위해 이론적 도출과정<sup>(1),(2)</sup>을 보이고자 한다.

우선 소비자의 수요를 크게 2부분으로 나누어 생각하도록 한다. 참여자 그룹은 수요관리를 통해 새로 시장에 진입하는 수요로서 수요관리정책이 시행되지 않았으면 시장에 참여하지 않았을, 즉 다시 말해 무임승차자(Free-rider)의 존재를 배제한 순수한 수요관리 참여자라고 정의한다. 비참여자 그룹은 참여자그룹을 제외한 나머지 모든 사용자들, 즉 비참여자라고 정의한다.

가치테스트는 수요관리 사업의 시행으로 발생하는 소비자의 가치변화를 반영한다. 경제학자들은 소비자 잉여라는 개념을 이용하여 가치를 측정하며, 소비자 잉여는 에너지가격에 따른 에너지 소비량의 변동을 나타내주는 에너지 수요곡선을 통해 나타낼 수 있다.

참여자그룹과 비참여자그룹의 소비자 잉여는 다음의 식 (1), (2)와 같이 각 그룹의 수요함수를 적분한 값으로 표현할 수 있다.

$$B_{pt} = \int PS_{pt}(q, \theta) dq$$

: 시행을  $\theta$ 에서의 참여자 잉여 (1)

$PS_{pt}(q, \theta)$  : 시행을  $\theta$ 에서 참여자 수요곡선  
 $q$  : 에너지 수요  
 $\theta$  : 수요관리 사업의 시행율,  $0 \leq \theta \leq 1$

$$B_{npt} = \int PS_{npt}(q, \theta) dq$$

: 시행을  $\theta$ 에서의 비참여자 잉여 (2)

$PS_{npt}(q, \theta)$  : 시행을  $\theta$ 에서 비참여자 수요곡선

공급사의 에너지 생산 및 공급에 들어가는 비용함수는 다음과 같이 정의하도록 한다.

$C(P_{pt}, P_{npt}, \theta)$  : 공급사의 에너지 생산&공급에의 비용함수

$P_{pt}$  : 참여자에 대한 에너지 가격

$P_{npt}$  : 비참여자에 대한 에너지 가격

수요관리에 쓰이는 직접비용은 다음의 세 가지로 분류할 수 있다.

$C_{equip}$  : 공급사 수요관리 설비도입 비용

$C_{admin}$  : 공급사 수요관리 사업관리 비용

$C_{pt}$  : 참여자의 사업 참여 비용

시행율  $\theta$ 에서 수요관리 투자사업을 통한 사회 전체의 가치를 다음과 같이 정의하며, 앞서 설명한 개념을 포함한 산식은 식 (3)과 같다.  $f_r$ 은 참여자 중 무임승차자의 비율로 수요관리 사업을 통한 지원이 없었더라도 동일한 활동을 했을 소비자들을 의미한다. 그러므로 이들에 대한 비용은 가치테스트에서의 비용으로 고려하지 않는다.

$$V = V(P_{pt}, P_{npt}, \theta)$$

: 시행을  $\theta$ 에서 수요관리 투자사업을 통한 사회 전체의 가치(Value)

$$V = V(P_{pt}, P_{npt}, \theta) = [B_{pt}(P_{pt}, \theta) + B_{npt}(P_{npt}, \theta)] - C(P_{pt}, P_{npt}, \theta) - \theta(c_{admin} + (c_{equip} + c_{pt})(1 - f_r))$$
 (3)

[시행율  $\theta$ 에서 수요관리에 의한 가치]  
 = [전체 소비자 잉여]  
 - [에너지 생산&공급 비용]  
 - [수요관리사업 관련 직접비용]

수요관리 사업 시행 전후의 사회전체의 가치변화가 해당 수요관리 사업의 가치가 될 것이다. 이를 수식으로 표현하면  $\theta=1$  에서의 가치에서  $\theta=0$  일때의 가치를 뺀 값으로 나타낼 수 있으며 이는 다음과 같이 근사적으로  $\theta$ 에 대한 미분으로 표현 가능하다.

$$V(P_{pt}, P_{npt}, 1) - V(P_{pt}, P_{npt}, 0) \simeq \frac{dV(P_{pt}, P_{npt}, \theta)}{d\theta} \quad (4)$$

미분하여 표현한 수요관리 사업의 순 가치는 다음과 같이 유도되며 각각의 항목의 의미는 식 (5)의 설명과 같다.

$$\begin{aligned} & \frac{dV(P_{pt}, P_{npt}, \theta)}{d\theta} = \\ & - \frac{dC}{dQ_{pt}} \Delta Q_{pt} (1 - f_r) \\ & - [c_{admin} + (c_{equip} + c_{pt})(1 - f_r)] \\ & + \left( \frac{e_{pt}}{1 - e_{pt}} \right) P_{pt} \Delta Q_{pt} (1 - f_r) \\ & + \left( P_{npt} - \frac{dC}{dQ_{npt}} \right) \Delta Q_{npt} \end{aligned} \quad (5)$$

[수요관리사업에 의한 순편익]  
= [수요변화에 따른 공급사 회피비용+증분비용]  
- [수요관리사업 관련 직접비용]  
+ [새로운 에너지 서비스에 따른 참여자 편익]  
+ [장기요금변화에 따른 비참여자 편익변화]

$\Delta Q_{pt}$  : 참여자의 수요변화량 = 수요관리량

$\frac{dC}{dQ_{pt}}$  : 단위증분비용,  $e_{pt}$  : 참여자의 가격탄력성

비참여자의 수요변화량은 다음 식 (6)와 같다.

$$\Delta Q_{npt} = e_{npt} \frac{\left( P_{pt} - \frac{dC}{dQ_{pt}} \right) (1 - f_r) \Delta Q_{pt}}{P_{npt} - e_{npt} \left( P_{npt} - \frac{dC}{dQ_{npt}} \right)} \quad (6)$$

$e_{npt}$  : 비참여자의 가격탄력성

가치테스트에서 완화된 세 가지 가정 - 참여자 및 비참여자의 가격탄력성은 0이며( $e_{pt}=0$ ,  $e_{npt}=0$ ), 무임승차자는 존재하지 않는다 ( $f_r=0$ ) - 을

적용하면 식 (5)는 다음의 식 (7)과 같이 변형되며 이는 캘리포니아 테스트의 TRC-Test와 같게 된다.

$$\begin{aligned} & \frac{dV(P_{pt}, P_{npt}, \theta)}{d\theta} = \\ & - \frac{dC}{dQ_{pt}} \Delta Q_{pt} - [c_{admin} + c_{equip} + c_{pt}] \end{aligned} \quad (7)$$

[수요관리사업에 의한 순편익]  
= [수요변화에 따른 공급사 회피비용+증분비용]  
- [수요관리사업 관련 직접비용]

따라서 앞에서 지적한 것처럼 기존의 캘리포니아 테스트가 에너지에 대한 소비자의 가격 탄력성은 0이며, 무임승차자는 존재하지 않는다는 특수한 가정하에서만 성립하는 것이었는데 반해 가치테스트는 이러한 기존의 테스트를 일반화하여 확장시킨 개념이라는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 비용효과 분석방법 적용사례

본 절에서는 2006년에 실제로 수행된 천연가스 수요관리 투자사업의 결과<sup>(3),(4)</sup>에 가치테스트 기법을 이용한 비용효과분석 방법을 적용하고, 이를 기존 테스트 기법에 의한 결과와 비교하였다.

##### 4.1 사업 개요

적용된 사업은 ‘열병합 장려금 지원 사업’으로써 천연가스를 이용한 열병합 발전시설의 보급 및 확대를 통해 전력을 포함한 전체 에너지 시스템에서의 효율 향상을 도모하는 수요관리 사업이다. M&V 결과 본 사업을 통해 36,862 ton의 열병합용 천연가스를 추가 공급하고, 이를 바탕으로 146,440,018 kWh의 전력사용량을 절감할 것으로 예측되었다. 그 결과 총 129,846 Gcal의 에너지수요 절감 효과를 나타낼 것으로 예측되었다.

##### 4.2 비용 항목

###### 4.2.1 사업운영비 (Administration Cost)

본 사업의 운영 및 관리를 위해 KOGAS에서 계획한 금액은 140 백만원 이었다.

#### 4.2.2 증분비용 (Incremented Cost)

가스 수요 증대로 인해 가스의 생산 및 공급과정에서 추가 비용이 발생하게 되며 이를 증분비용이라 한다. 증분비용은 원료도입과정에서 추가로 발생한 증분원료도입비용과 공급설비 투자확대로 발생하는 증분공급설비비용으로 나눌 수 있다. 2006년 천연가스 36,862 ton에 해당하는 증분 원료도입비용은 15,409 백만원이었으며, 증분공급설비비용은 307 백만원이었다<sup>(3)</sup>. 이에 따른 총 증분비용은 15,716 백만원이다.

### 4.3 편익 항목

#### 4.3.1 회피전력비용 (Avoided Cost)

본 수요관리 투자사업의 시행 결과 천연가스 수요 증대로 인한 전력소비량의 감소가 발생한다. 그리고 감소한 전력소비량만큼의 회피전력비용이 발생하고 이는 사회전체 관점에서 비용을 절감시켰으므로 편익에 해당한다. 본 사업을 통한 전력 소비감소량은 146,440,018 kWh 이며, 단위전력회피비용은 전력분야 수요관리 투자사업의 비용효과 분석에서 사용<sup>(11)</sup>하는 60.93원/kWh을 적용하였다. 이에 따른 회피전력비용은 8,923 백만원이다.

#### 4.3.2 추가적인 참여자 편익

(Additional Benefit for Participant - Value Test)

가치테스트에서 새롭게 계량화된 항목으로써 앞선 식 (5)에서의 해당 부분은 다음과 같다.

$$\left(\frac{e_{pt}}{1-e_{pt}}\right)P_{pt}\Delta Q_{pt}(1-f_r) \quad (8)$$

천연가스에 대한 가격탄력성은 기존 관련 연구 결과<sup>(5)</sup>를 인용하였다. 참여자 가격탄력성은 단기 탄력성을 비참여자 가격탄력성은 장기 탄력성 값을 적용하였다. 그 결과는  $e_{pt}=0.413$ ,  $e_{npt}=0.424$ 이다. 본 사업에서 무임승차자는 없다고 가정하여  $f_r=0$ 으로 설정하였다. 참여자의 수요변화량 ( $\Delta Q_{pt}$ )은 수요관리량인 36,862ton 이며 참여자 요금( $P_{pt}$ )은 당시 열병합용 요금인 433.15원/Nm<sup>3</sup>을 적용하였다. 이에, 식 (8)에 의한 추가적인 참여자 편익은 13,908 백만원으로 산출되었다.

#### 4.2.3 추가적인 비참여자 편익(Value Test)

(Additional Benefit for Nonparticipant - Value Test)

역시 가치테스트에서 새롭게 계량화된 항목으로써 식 (5)에서의 해당 부분은 다음과 같다.

$$\left(P_{npt} - \frac{dC}{dQ_{npt}}\right)\Delta Q_{npt} \quad (9)$$

이 중, 비참여자의 수요변화량( $\Delta Q_{npt}$ )은 앞서의 식 (6)을 통해 구한다. 비참여자 가격탄력성  $e_{npt}=0.424$  이며, 참여자 요금( $P_{pt}$ )은 앞서와 같이 433.15원/Nm<sup>3</sup>이며, 비참여자 요금( $P_{npt}$ )은 평균 천연가스 요금인 475.31원/Nm<sup>3</sup>을 적용하였다.

$\frac{dC}{dQ_{npt}}$ 는 천연가스 생산 및 공급에 들어가는 단위공급비용을 적용하며, 앞서 구한 증분비용 (15,716 백만원)을 수요증대량(36,862ton)으로 나눈 값인 344.37원/Nm<sup>3</sup>을 적용한다. 위의 값들을 적용한 비참여자 수요변화량 ( $\Delta Q_{npt}$ )은 3,305 ton이며 이를 식 (9)에 적용한 비참여자의 추가적 편익은 536 백만원으로 산정되었다.

비용 및 편익항목을 종합한 결과는 다음의 Tabel 1과 같다.

### 4.4. 비용효과 분석 결과

기존 캘리포니아 테스트 기법 중 TRC 테스트를 적용할 경우의 총 비용은 15,856 백만원이며, 총 편익은 회피전력비용인 8,926 백만원으로 BC Ratio는 0.56 이다. 즉 본 사업은 단순 비용측면에서 볼 때, 사회전체적인 면에서 비용효과적이지 못할 것이라는 의미이다.

Table 1. Cost and Benefit Items

Cost Item	Cost(Mwon)
Administration Cost	140
Incremented Cost	15,716
Benefit Item	Cost(Mwon)
Avoided Cost	8,926
Additional Benefit for Participant (Value Test)	13,908
Additional Benefit for Nonparticipant (Value Test)	536

그러나 가치테스트 기법을 적용하여 참여자와 비참여자의 추가적인 편익을 계량화하여 반영하였을 경우 총 편익은 23,370 백만원으로 BC Ratio는 1.47 이다. 즉, 본 사업에 의한 총 가치는 투입한 비용이상일 것이라는 결과를 나타내어 사업 추진의 타당성을 제공한다.

## 5. 결론

수요관리 투자사업의 비용효과 분석에 있어서 기존에 널리 사용되어온 캘리포니아 테스트는 평가자가 이해하기 쉬운 직관적인 개념과 지표에 의해 비교적 객관적인 기준을 제시할 수 있다는 장점을 가진 명확하고 단순한 분석 방법이다.

그러나, 이러한 장점에도 불구하고 이 방법은 수요관리 투자사업으로 인해 야기될 수 있는 직접적인 효과만이 측정 가능하며, 따라서 다양한 파생 효과나 비계량적인 요소들에 대한 평가는 사실상 고려되지 않고 있다.

이러한 캘리포니아 테스트의 단점을 보완한 것이 가치테스트이며, 본 연구에서는 가치테스트 산식의 이론적 도출과정을 소개하고 국내 천연가스 분야의 실제 수요관리 투자사업에 적용하였다. 그 결과 추가적인 요소들을 계량화하였고, 이를 경제성 평가에 반영하였다.

향후 비용효과분석 결과는 경제성이 낮은 투자사업의 추진 과정에서의 문제점을 파악하고 향후 보완해야 할 부분 및 여타 투자사업 운영에의 시사점 도출에 활용되어야 할 것이다. 또한 이를 바탕으로 향후 경제성을 높일 수 있는 적정 지원금 수준의 산출 및 효과적인 사업 추진 방안을 도출해야 할 것이다.

## 후 기

비용효과분석을 위한 자료 제공 및 검증에 도움을 주신 에너지관리공단과 한국가스공사에 감사드립니다.

## Nomenclature

DSM demand side management  
KOGAS Korea gas corporation

## 참고문헌

1. S.K. Nelson and B.F. Hobbs, 1992, Screening Demand-side Management Programs with a Value-based Test, Transactions on Power System, Vol. 7, No. 3, pp. 1031-1043
2. 노종원, 2000, 수요관리정책의 유효성 평가에 대한 연구 - Most Value Test를 중심으로, 서울대학교
3. 박수익외, 2008, 천연가스·지역난방 수요관리 투자사업 평가시스템 연구개발(2차), 에너지관리공단
4. 박수익외, 2007, 천연가스·지역난방 수요관리 투자사업 평가시스템 연구개발(1차), 에너지관리공단
5. 에너지경제연구원, 2003, 산업부문내의 에너지 대체 효과 분석, 2003. 12
6. 에너지경제연구원, 2003, 1차년도 수요관리평가 사업 연차실적보고서, 2003
7. 한국전기연구원, 2005, 3차년도 수요관리평가사업 연차실적보고서, 2005
8. 함효준 외, 천연가스 공급설비의 회피비용 산정법 분석, Journal of the Korean Institute of Plant Engineering, Vol.3, No.1, pp.203-215
9. CPUC, 2004, Methodology and Forecast of Long Term Avoided Costs for the Evaluation of California Energy Efficiency, 2004
10. CEC, 2001, California Standard Practice Manual - Economic Analysis of Demand-Side Programs and Projects, 2001
11. 전력수요관리평가시스템, www.dsmcenter.org, 한국전기연구원