

EERS시행을 위한 천연가스 에너지절감 추이분석

김용하 · 우성민* · 박화용** · 김의경*** · 유정희****
인천대학교, *충북테크노파크, **포스코건설, ***에너지관리공단, ****제이에이치에너지
(2014년 3월 71일 접수, 2014년 6월 10일 수정, 2014년 6월 12일 채택)

Analysis of LNG Perspectives for EERS

Yong-Ha Kim · Sung-Min Woo[†] · Hwa-Young Park · Euy-Kyung Kim · Jeong-Hee Yoo
Incheon National University, CBTP, POSCO E&C, KEMCO, JH Energy Corp.
(Received 17 March 2014, Revised 10 June 2014, Accepted 12 June 2014)

요약

본 논문에서는 천연가스 도·소매 에너지공급자의 적정 목표량 설정을 위해 가스도입부터 최종 공급까지의 흐름 분석 및 관련 통계자료 구축을 통해 절감잠재량을 도출하였다.

천연가스 에너지절감 전망 추이 분석을 위해 용도별·천연가스 공급자별 천연가스 절감 잠재량 전망과 천연가스 이용기술 및 기기에 대한 잠재량 분석은 가스분야를 더욱 세밀화한 도구개발의 결과를 기반으로 도출하였다. 또한 가스사용기기의 효율향상과 보조금 조건 등을 고려하여 여러 가지 시나리오를 적용하여 각 시나리오에 따른 에너지 절감량을 산출하였다.

주요어 : 에너지공급자 효율향상 의무화제도, 수요예측, 바스확산모형, 에너지절감량, 보조금

Abstract - This paper suggest mandatory target predestinator of natural gas wholesale and retail provider will set appropriate target. To analysis natural gas energy saving trend forecast, reduce natural gas forecast and using technology and forecast analysis for equipment is draw based on result of developing tool that more detailed gas field. Also this paper calculate effect on energy saving through various scenarios, efficiency consideration of gas equipment and subsidy condition.

Key words : EERS, Demand forecasting, BDM, Energy saving, Subsidy

1. 서 론

현재 전반적인 에너지가격의 상승, 에너지설비의 노후화에 따른 에너지안보문제 부상, 기후변화, 그리고 글로벌 경제위기에 기인한 실업률 증가 등의 문제에 직면하면서 에너지 효율향상(EE ; Energy Efficiency)정책은 이러한 문제들을 효과적으로 해결할 수 있는 최선의 대안으로 인식되고 있다.[1] 동일

한 수준의 에너지서비스를 제공하기 위해 에너지사용을 줄이는 효율향상기술은 가장 풍부하고 신뢰할 수 있으며 깨끗하고 비용 효과적이며 단기획득이 가능하며 신재생이나 석탄과는 달리 전국에 걸쳐 산재해 있어 대부분의 많은 지역에서 비용 효과적이라는 실행 결과를 보여주고 있다. 이러한 효율향상의 중요성은 온실가스 감축을 위해 온실가스 발생 주범인 에너지 소비를 의무적으로 감소시켜야 할 형편으로 국가적인 에너지 수입을 감소시키고 화석연료의 고갈 및 환경 문제에 직면하면서 점차 증대되고 있다.

그러므로 본 논문에서는 에너지공급자의 적정 목표량 산정을 위해 천연가스 절감 잠재량 전망을 위해 천연가스 사용기기를 조사하였으며 가스분야를 더욱

[†]To whom corresponding should be addressed.

40, Research complex-ro, Ohchang-eup, Chungwon-gu,
Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Republic of Korea
Tel : 043-270-2443 E-mail : ywoosm@cbtp.or.kr

세밀화한 도구개발의 결과를 기반으로 천연가스 에너지절감 추이를 분석하고자하였다. 또한 가스사용기기의 효율향상을 고려하였을 경우, 보조금 조건을 고려하였을 경우 등의 시나리오를 적용하여 천연가스 절감 잠재량을 산정하였다.

2. 미래년도 가스에너지절감량 분석

본 논문의 수행절차는 다음과 같은 절차로 분석하였으며, 이는 그림 1과 같다.

- 1 단계 : 용도별 사용기기의 대수를 계산하여 이를 기준으로 모든 계산을 수행함
- 2 단계 : ① 미래년도 신규설비 투입으로 인해 증가된 가스사용량과 ② 설비 내구년도 도래에 의한 가스사용량의 합은 모든 용도별, 사용기기별로 BASS 확산모형을 사용하여 사용기기 대수를 예측하여 가스사용량 계산
- 3 단계 : 용도별 사용기기의 총 대수는 변하지 않으며, 효율향상과 보조금지원에 의해 고효율기기의 보급대수는 증가하여 비고효율기기의 대수는 감소하게 되어 전체적인 가스사용량은 감소됨. 단, ①+②를 담당하는 기기대수보다 더 큰 대수의 고효율기기가 보급되어야 하는 경우에는 기존설비가 내구년한이 도래하지 않았더라도 고효율기기로 설비교체

4 단계 : 공급자 에너지효율향상 의무화제도(EERS ; Energy Efficiency Resource Standard) 잠재량을 계산(EERS 잠재량 = 수요예측량 - (3단계 + 기존설비에 의한 가스사용량))

2-1. 현황조사

2-1-1. 개별난방기기 현황조사

개별난방기기 현황조사는 다음과 같은 단계로 산하였다.

- 단계 1 : 개별난방의 년도별 가스보일러 보급대수의 계산[2] ~ [4]
개별난방의 년도별 가스보일러 보급대수의 계산을 위해 가정용 가스보일러 생산대수 및 수출대수를 조사하여 입력하였다. 가정용 개별난방 가스보일러의 생산대수는 가정용 개별난방 수용가수와 일치한다고 하며(즉, 가정용 수요는 1가구에 1대의 보일러가 설치되어 있다고 하였으며 생산대수는 가정용 개별난방 가스보일러의 대수임.) 가정용 개별난방 가스보일러의 년도별 대수를 산정하였다.
- 단계 2 : 개별난방의 사용보일러 특성 입력[5], [6]
개별난방의 사용보일러 특성 입력 자료는 공동주택 사용보일러의 제조회사별 점유율, 내구년도, 표준용량×표준가스사용량에 대한 가스사용량, 가스보일러 효율, 해당보일러의 당해 회사에

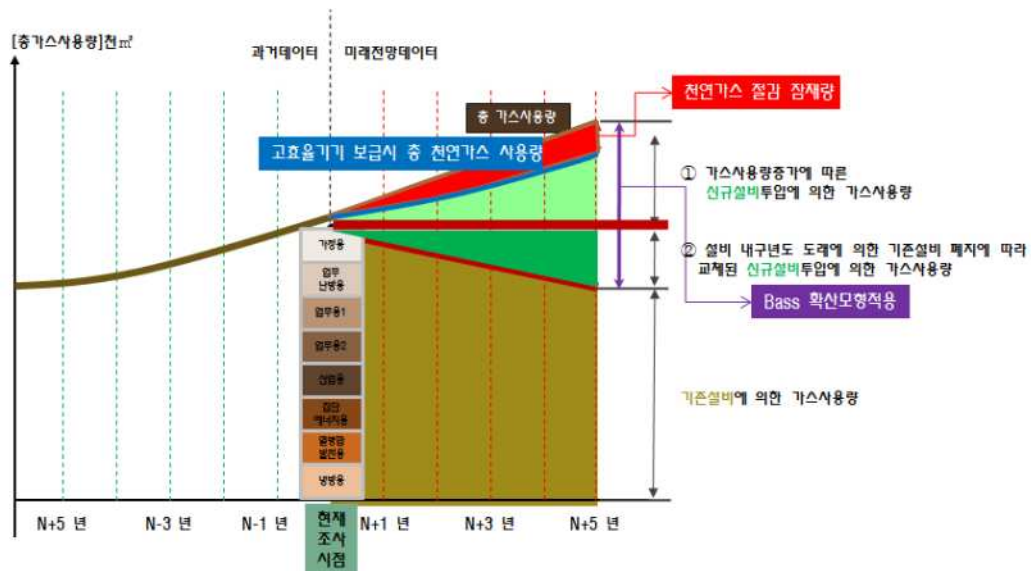


Fig. 1. Summary of this paper

대한 점유비율, 고효율기기여부로 하였다.

- 단계 3 : 개별난방 사용보일러의 제조회사별, 가스보일러 종류별 설치년도에 대한 보일러설치 및 폐기 수요대수와 폐기에 따른 에너지미사용량 계산
- 단계 4 : 개별난방의 년도별 폐기대수 및 년도별 폐기에 따른 에너지미사용량의 종합
- 단계 5 : 개별난방의 년도별 기존설비 누적대수 및 에너지 사용량 종합

2-1-2. 중앙난방기기 현황조사

- 단계 1 : 에너지사용량신고 자료를 근거로 2,000[TOE] 미만 중앙난방 단지에 대한 중앙난방 단지 수 및 총 가스사용량 산정[7]
- 에너지사용량신고 자료를 이용하여 2,000[TOE] 이상 단지에 대한 단지 수 및 총 가스사용량을 산출하였다. 이로부터 총 중앙난방 가스사용량에서 에너지사용량신고 자료의 총 가스사용량의 차로 2,000[TOE]미만의 가스사용량을 계산하였

다.

- 단계 2 : 2,000[TOE]미만 단지에 대한 기기 구성 및 가스기기 대수와 기기별 가스사용량 산출
- 중앙난방의 기기는 2,000[TOE] 이상의 기기와 같은 종류로 구성되어 있다고 하였다.
- 단계 3 : 중앙난방 사용기기에 대한 내구년도의 입력
- 단계 4 : 중앙난방 사용보일러의 기기별 설치대수, 기기별 총 에너지사용량, 기기별 폐기년도, 폐기대수, 폐기년도에 따른 에너지사용량 계산
- 단계 5 : 중앙난방의 년도별 폐기대수 및 년도별 폐기에 따른 에너지 미사용량 종합
- 단계 6 : 중앙난방의 년도별 기존설비 누적대수 및 기존설비 에너지사용량 종합

2-1-3. 년도별 가스 기준설비의 설비대수 및 에너지사용량

2-1-1절 및 2-1-2절로부터 산정된 년도별 기준 가스설비의 설비대수 및 에너지사용량은 그림 2 및 그

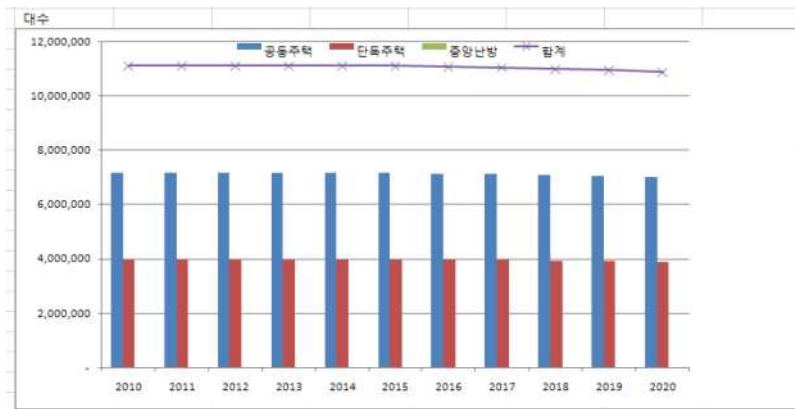


Fig. 2. Total number of heating equipment type in the future

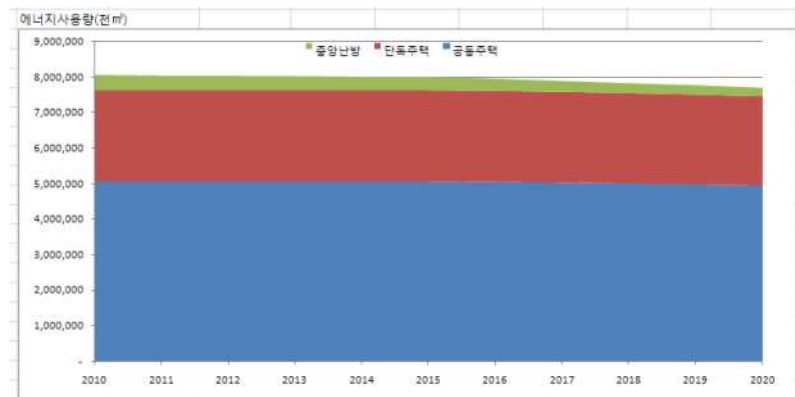


Fig. 3. Total number of heating equipment type in the future

립 3과 같이 도출되었다.

2010년 가스 설비대수는 11,101,875[대](공동주택 7,143,978[대], 단독주택 3,956,790[대], 중앙난방 1,107[대])인데 반해 2020년 폐기를 고려하면 10,866,576[대](공동주택 6,992,847[대], 단독주택 3,873,084[대], 중앙난방 646[대])로 감소하였다.

2010년 가스 설비 에너지사용량은 8,061,696[천 m³](공동주택 5,051,242[천m³], 단독주택 2,570,112 [천m³], 중앙난방 440,342[천m³])인데 반해 2020년 폐기를 고려하면 4,937,420[천m³](공동주택 4,937,420 [천m³], 단독주택 2,512,135[천m³], 중앙난방 244,675 [천m³])로 감소하였다.

중앙난방의 경우 표준용량으로 계산하였기에 상대적으로 설치대수가 작지만, 에너지사용량은 총 합이기 때문에 큰 값으로 도출되었다.

2-2. 미래년도 가스기기 보급대수 산정방법론

2-2-1. 미래년도 가스기기보급대수 계산

가스기기의 보급으로 인한 잠재량은 결국 그 기기가 얼마나 보급되는지에 따라 결정되는 요소이므로 본 절에는 바스확산모형(BDM ; Bass Diffusion Model)을 통하여 가스기기의 t년도 보급량을 식 (1)과 같이 추정토록 하였다.

$$N(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \tag{1}$$

- 단, $N(t)$: t년도 가스기기 누적 보급대수
- m : 가스기기 보급의 잠재적 수(potential number of ultimate adopters)
- p : 혁신계수(coefficient of innovation)
- q : 모방계수(coefficient of imitation)

따라서 T년도 가스기기 신규보급대수는 식 (1)을 이용하여 전년도의 누적보급 대수를 빼줌으로서 식 (2)와 같이 계산할 수 있다.

$$ND(t) = N(t) - N(t-1) \tag{2}$$

단, $ND(t)$: t년도 가스기기 신규 보급대수
BDM 적용을 위해서 예측은 혁신계수 p, 모방계수 q, 그리고 보급 잠재적 수 m의 세 가지 모수추정을

필요로 하며, 최소자승법(STATA 프로그램)을 사용하여 $ND(t)$ 는 시구간(time interval) (t_{i-1}, t_i) 을 식 (3)과 추정할 수 있다.[8] ~ [10]

$$ND(t) = \frac{dN(t_{i-1})}{dt} = pm + (q-p)N(t_{i-1}) - \frac{q}{m}[N(t_{i-1})]^2 + \epsilon(i) = a + bN(t_{i-1}) + cN(t_{i-1})^2 + \epsilon(i) \tag{3}$$

단, $a = pm, b = (q-p), c = -\frac{q}{m}$

식 (3)으로 부터 p q, m을 식 (4)와 같이 미래년도 가스기기별 보급량 예측치를 도출하였다.

$$p = \frac{a}{m}, \quad q = p + b, \quad m = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \tag{4}$$

2-2-2. 보조금 지원에 따른 미래년도 가스기기 보급대수 계산

보조금 지원을 통한 고효율가스기기 대수를 식 (5)와 같이 정의하고, 2-2-1절에서 계산된 m에서 보조금 지원을 통해 변화된 잠재량 m_i^{mod} 을 재 산정하였다.

$$m_i^{mod} = \frac{m_i}{G(P_i(t))} \tag{5}$$

단, $G(P_i(t))$: 시간 t에서의 i 가스기기 가격함수

$G(P_i(t))$ 는 가격변동에 대한 판매량을 말하며, $G(P_i(t)) \propto \frac{1}{m}$ 로 회귀분석의 결과인 m과는 반비례 형태를 갖는다. 이때, t 연도의 LED 가스기기의 가격함수인 $G(P_i(t))$ 는 식 (6) 및 식 (7)과 같다.[10], [11]

$$G(P_i(t)) = \exp \left[\eta_i \left(\frac{P_i(t)}{P_i(T)} \right) \right], \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{6}$$

$$P_i(t) = MP_i(t) - SC_i(t) \tag{7}$$

- 단, $P_i(t)$: t년도 i 타입 가스기기 가격
- $MP_i(t)$: t년도 i 타입 가스기기 시장가격
- $SC_i(t)$: t년도 i 타입 가스기기 보조금 수준
- η_i : i 타입 가스기기 가격탄력성
- $P_i(T)$: 고찰기간동안의 i 타입 가스기기의 평균가격
- n : 가스기기 대수

식 (5)로부터 재산정된 m^{mod} 과 회귀분석으로 도출된 p, q 값을 이용하여 t 시점의 보조금 지원을 통한 고스기기의 보급량을 재 산정하였다. 그러나 가스기기 보급대수는 일정하므로 보조금지급에 의한 고효율 가스기기의 보급확산에 의해 증가한 기기대수 만큼을 기존가스기기에서 상쇄시켜주어 기존가스기기의 대수를 감소시키기 위한 계산이 추가로 필요하다. 이에 기존가스의 잠재량 m 을 한 단위 감소($m-1$)시킨 후 가스기기의 보급대수를 산정하고 가스기기의 단위감 소비율을 도출하였다.

3. 미래년도 가스에너지절감량 분석

3-1. 효율향상에 따른 천연가스 절감잠재량

본 논문에서 가스기기의 기술향상으로 인한 효율 상승에 따른 절감잠재량을 3가지 케이스(case 1 : 1[%], case 2 : 2[%], case 3 : 5[%])로 변화시켜 그림 4와 같이 절감잠재량을 산정하였다. 단, 가스사용기기의 효율향상 시 용도별 천연가스 절감잠재량 산정을 위한 기본 경우의 계산 시 모든 가스사용기기는 고효율기기가 아닌 일반기기이며, 보조금 지원은 없다고 하였다.

2020년 효율향상에 의한 에너지절감량은 case 1은 55,340[천m³], case 2는 110,680[천m³], case 3은 276,699[천m³]로 효율향상 시 전체 에너지의 2.09[%]의 에너지절감이 되는 것으로 분석되었다.

3-2. 보조금지급에 의한 절감잠재량 산정

보조금지급에 따른 절감잠재량도 보조금지급을 3가지 케이스(case 1 : 10[%] 지원, case 2 : 20[%] 지원, case 3 : 30[%] 지원)로 구성하여 Table 1과 같이 절감잠재량을 산정하였다. 단, 보조금을 고려한 용도별 천연가스 절감잠재량 산정을 위해 에너지사용량신고 자료에 의거하여 기기효율이 90[%]가 넘는 기기들은 모두 고효율기기로 하여 해당기기에 보조금을 지원하도록 하였다.

2020년 case 1의 경우 보조금을 70[억] 지원하면 천연가스 절감율은 1.5[%]을 줄일 수 있으며, 180[억] 지원시 3.1[%]가 절감되며, 특히 CASE 3의 경우 600억 지원 시(296.4[천원/대])을 지원하면 천연가스 절감율은 6.1[%]를 감소시키는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

본 논문의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, 효율향상 및 보조금지급에 따른 기기의 보급확산을 추정하기 위하여 BASS 확산모형을 적용하도록 하였다. 이를 위하여 가스에너지사용기기의 과거 실적 데이터를 이용하여 회귀분석을 수행(계수 a, b, c값을 STATA 프로그램에 의하여 추정)하여 회귀분석된 계수값으로 부터 p(혁신계수), q(모방계수), m

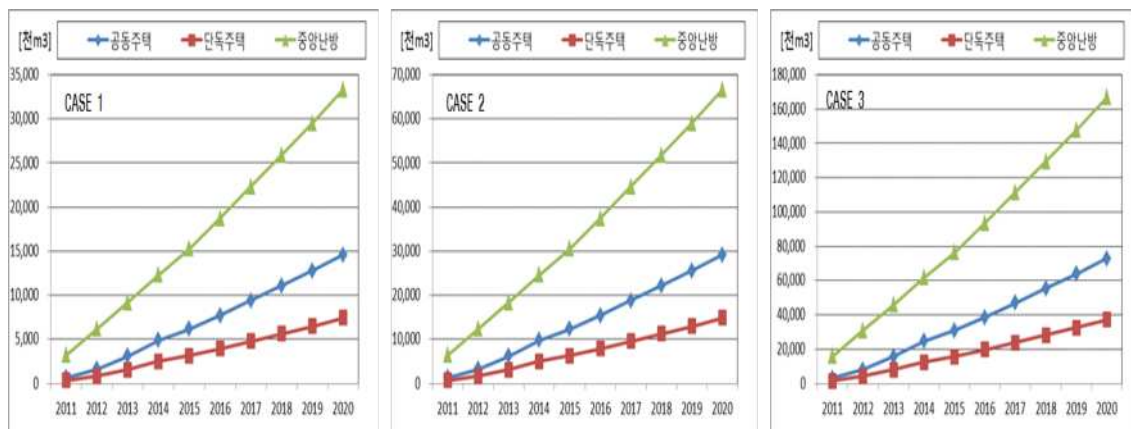


Fig. 4. Result of saving energy for natural gas by efficiency change

Table 1. Result of saving energy for natural gas by subsidy change

년도	천연가스 절감량[천m ³]			보조금지원액[천원]		
	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 1	CASE 2	CASE 3
2011	58,786	145,868	302,699	5,282,776	12,274,835	39,411,724
2012	67,719	162,463	333,093	5,453,762	12,887,039	41,582,683
2013	75,704	176,373	357,672	5,628,090	13,511,201	43,795,964
2014	85,718	195,551	393,354	5,806,525	14,150,072	46,061,327
2015	98,508	221,656	443,439	5,997,270	14,833,006	48,482,858
2016	111,861	249,335	496,916	6,186,604	15,510,881	50,886,374
2017	121,247	266,135	527,069	6,381,081	16,207,130	53,354,982
2018	130,403	282,525	556,489	6,570,781	16,886,314	55,762,970
2019	139,402	298,632	585,396	6,757,192	17,553,615	58,128,847
2020	148,568	315,039	614,842	6,947,007	18,233,176	60,538,011

(잠재수요)값 산정하였으며 이를 사용하여 BASS 확산모형에 의한 효율향상 시와 보조금지급 시의 신규 가스에너지사용기기 대수 산정하도록 하였다. 이때 지급하는 보조금의 총 지급액을 더하면 예산제약으로 고려되도록 하였다.

둘째, 가정용 천연가스의 경우 보조금지급액이 커지면 이에 따른 고효율 가스기기의 보급량도 증가하나 설치비에 대해 보조금을 40[%] 지원할 경우 에너지 절감율은 11[%]까지 증가시킬 수 있으나, 이에 따라 필요한 보조금은 3,300[억]이 소모됨에 따라 현실적으로는 보급은 불가능 할 것으로 판단된다. 상기의 결과인 보조금의 30[%]를 지급하는 것이 현실적인 대안으로 판단되며, 본 논문을 통하여 EERS의 실질적인 적용을 위해 국가적 차원에서 효율적인 제도 적용을 위한 방안을 모색하는 좋은 의사결정 수단일 것으로 사료된다.

셋째, 본 논문에서 제시된 천연가스의 절감잠재량을 산정하는 알고리즘을 이용하여 보다 다양한 경우에 대한 수행결과와 다양한 입력자료 변화에 대한 수행결과에 대한 분석이 충분히 이루어진다면 보다 많은 유용한 결과가 도출될 수 있을 것으로 판단되며, 향후 EERS의 실질적인 적용을 위해서는 도시가스공급사업자들과의 간담회를 통하여 의견을 수렴하는 과정을 거침으로서 모두가 인정할 수 있는 기반을 조성함으로써 자발적으로 EERS 제도에 참여하고자 하는 분위기 형성이 본과업의 성패를 결정지을 수 있는 중요한 사안이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 인천대학교 2011년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

This work was supported by the University of Incheon Research Grant in 2011

References

1. 원종률 외 : “EERS 도입을 위한 에너지기술 분석 연구”, 에너지관리공단, (2010)
2. 통계청 : “주택의 종류/연건평/건축년도별 주택시군구”, (2012)
3. 한국도시가스협회 : “도시가스사업통계월보”, (2011)
4. 한국도시가스협회 : “연도별 도시가스 공급실적 (2001 ~ 2012년)”, (2013)
5. 에너지관리공단 : “에너지절약 통계핸드북”, (2011)
6. 한국가스공사 : “고압가스통계”, (2010)
7. 에너지관리공단 : “에너지사용량신고”, (2012)
8. Frank M. Bass : "A NEW-PRODUCT GROWTH MODEL FOR CONSUMER DURABLES", management science, vol. 15, no. 5, (1969)
9. 박종진 외 : “확산 모형을 이용한 고효율기기의 보급량 예측에 관한 연구”, 에너지공학회, (2008)
10. Mark W. Speece and Douglas L. maclachlan : “Application of a Multi-Generation Diffusion Model to Milk Container Technology”, Elsevier Science, (1995)